

SERIE
ARQUI-
TECTURA

MEDELLÍN TRES CASOS DE ESTUDIO DE SOSTENIBILIDAD URBANA A ESCALA BARRIAL

**JUAN ALBERTO RESTREPO-SÁNCHEZ
LILIANA ARBOLEDA MORALES**

ISBN

978-

958-

782-

398-

1



EDICIONES

USTA





MEDELLÍN.

**TRES CASOS DE ESTUDIO DE
SOSTENIBILIDAD URBANA A
ESCALA BARRIAL**

COLEC-

CIÓN

440

EDICIONES

USTA

**MEDELLÍN.
TRES CASOS DE
ESTUDIO DE
SOSTENIBILIDAD
URBANA A ESCALA
BARRIAL**

SERIE

ARQUITEC-

TURA

Juan Alberto Restrepo-Sánchez
Liliana Arboleda Morales



Restrepo-Sánchez, Juan Alberto

Medellín. Tres casos de estudio de sostenibilidad urbana a escala barrial/ Juan Alberto Restrepo-Sánchez y Liliana Arboleda; Bogotá: Ediciones USTA, 2020.

294 páginas; fotografías a color, ilustraciones, tablas

Incluye referencias bibliográficas (páginas 281-287) e índices de autores y temático

e-ISBN: 978-958-782-399-8

1. Medellín (Colombia) 2. Variables (Estadística) 3. Antioquia (Colombia) - Casas. - 4. Vivienda urbana 5. Espacio público -- Medellín (Antioquia, Colombia) 6. Urbanismo -- Medellín (Antioquia, Colombia) 7. Transporte terrestre I. Universidad Santo Tomás (Colombia).

CDD 363.526

CO-BoUST



Esta obra tiene una versión de acceso abierto disponible en el Repositorio Institucional de la Universidad Santo Tomás: <https://repository.usta.edu.co/>

© Juan Alberto Restrepo-Sánchez y Liliana Arboleda Morales, autores, 2020

© Universidad Santo Tomás, 2020

Ediciones USTA

Bogotá, D. C., Colombia

Carrera 9 n.º 51-11

Teléfono: (+571) 587 8797, ext. 2991

editorial@usantotomas.edu.co

<http://ediciones.usta.edu.co>

Diana López de Mesa O. *corrección de estilo*
lacentraldediseno.com *diseño de colección*
lacentraldediseno.com *diagramación*
y conversión e-Pub

Hecho el depósito que establece la ley

E-ISBN: 978-958-782-399-8

Primera edición, 2020

Universidad Santo Tomás

Vigilada Mineducación

Reconocimiento personería jurídica: Resolución 3645 del 6 de agosto de 1965, Minjusticia

Acreditación Institucional de Alta Calidad

Multicampus: Resolución 01456 del 29 de enero de 2016, 6 años, Mineducación

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio, sin la autorización expresa del titular de los derechos.

CON- TENI- DO

21	Introducción
21	Problema general
23	Pregunta que orienta la investigación
24	Hipótesis
24	Justificación
25	Objetivos
27	Marco general
31	Marco teórico y conceptual
39	Metodología
39	Criterios para la definición de <i>unidades de análisis</i>
43	Criterios para la definición de <i>muestra</i>
45	Definición de <i>categorías y variables</i>
55	Método, herramientas y estrategias
63	Aplicación de la medición de niveles de sostenibilidad en tres barrios de Medellín
76	Caracterización de los sectores y barrios
80	Aplicación de los indicadores

121 Hallazgos

- 121 Descripción de la población
- 123 Resultados centrales
- 192 Resultados secundarios: caracterización estadística

253 Discusiones

- 255 Discusión 1: correlaciones y comparaciones
- 262 Discusión 2: la compacidad y funcionalidad
- 268 Discusión 3: la complejidad
- 272 Discusión 4: la eficiencia
- 273 Discusión 5: la cohesión social
- 276 Discusión 6: limitaciones y fortalezas del estudio

279 Conclusiones

281 Referencias

289 Sobre los autores

291 Índice temático

Lista de siglas

AR	indicador equilibrio entre actividad y residencia
BCNEcología	Agencia de Ecología Urbana de Barcelona
CA	indicador compacidad absoluta
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PE	indicador proximidad a equipamientos
PL	indicador proximidad a puntos limpios
PV	indicador percepción del espacio verde urbano
RV	indicador reparto del viario público
SIU	Sistema de Información Urbana
SV	indicador superficie verde por habitante
UA	unidad de análisis

Lista de tablas

Tabla 1. Zonas, comunas y barrios en Medellín	41
Tabla 2. Reordenamiento a escala de las unidades espaciales para el ejercicio analítico	42
Tabla 3. Resumen de los indicadores seleccionados: homologación de nombres y definición de fórmulas	56
Tabla 4. Ruta metodológica general	58
Tabla 5. Principales fuentes de información	61
Tabla 6. Aplicación de los parámetros básicos de selección de la muestra	65
Tabla 7. Aplicación de parámetros complementarios para la selección de la muestra	68
Tabla 8. Definición de muestra	72
Tabla 9. Fuentes y datos para el indicador CA	81
Tabla 10. Fuentes y datos para el indicador PV	85
Tabla 11. Fuentes y datos para el indicador RV	87
Tabla 12. Fuentes y datos para el indicador AR	89
Tabla 13. Fuentes y datos para el indicador PL	91
Tabla 14. Fuentes y datos para el indicador SV	93
Tabla 15. Fuentes y datos para el indicador PE	95
Tabla 16. Resultados centrales para Castilla y Doce de Octubre	122
Tabla 17. Resultados centrales para Laureles	124
Tabla 18. Resultados centrales para El Poblado	128
Tabla 19. Análisis complementarios de los resultados centrales	133
Tabla 20. Análisis de la variabilidad de los resultados centrales (CA)	133
Tabla 21. Análisis de la variabilidad de los resultados centrales (PV)	134

Tabla 22. Análisis de la variabilidad de los resultados centrales (RV)	134
Tabla 23. Análisis de la variabilidad de los resultados centrales (AR)	136
Tabla 24. Análisis de la variabilidad de los resultados centrales (PL)	136
Tabla 25. Análisis de la variabilidad de los resultados centrales (SV)	138
Tabla 26. Análisis de la variabilidad de los resultados centrales (SV)	138
Tabla 27. Análisis de variación de los resultados centrales	140
Tabla 28. Valores óptimos y mínimos de cumplimiento para cada indicador	142
Tabla 29. Resultados del análisis de cumplimiento de los indicadores: compacidad absoluta	142
Tabla 30. Resultados del análisis de cumplimiento de los indicadores: percepción del verde urbano	144
Tabla 31. Resultados del análisis de cumplimiento de los indicadores: reparto viario	146
Tabla 32. Resultados del análisis de cumplimiento de los indicadores: equilibrio entre actividad y residencia	148
Tabla 33. Resultados del análisis de cumplimiento de los indicadores: proximidad a puntos limpios	150
Tabla 34. Resultados del análisis de cumplimiento de los indicadores: superficie verde por habitante	152
Tabla 35. Resultados del análisis de cumplimiento de los indicadores: proximidad a equipamientos	154
Tabla 36. Distribución espacial de los resultados centrales para el indicador CA por unidad espacial	156
Tabla 37. Distribución espacial de los resultados centrales para el indicador PV por unidad espacial	158
Tabla 38. Distribución espacial de los resultados centrales para el indicador RV por unidad espacial	158
Tabla 39. Distribución espacial de los resultados centrales para el indicador AR por unidad espacial	160

Tabla 40. Distribución espacial de los resultados centrales para el indicador PL por unidad espacial	160
Tabla 41. Distribución espacial de los resultados centrales para el indicador sv por unidad espacial	162
Tabla 42. Distribución espacial de los resultados centrales para el indicador PE por unidad espacial	162
Tabla 43. Distribución de frecuencias para CA	164
Tabla 44. Distribución de frecuencias para PV	166
Tabla 45. Distribución de frecuencias para RV	168
Tabla 46. Distribución de frecuencias para AR	168
Tabla 47. Distribución de frecuencias para PL	170
Tabla 48. Distribución de frecuencias para sv	172
Tabla 49. Distribución de frecuencias para PE	172
Tabla 50. Síntesis de los grados de cumplimiento por indicador y barrio	174
Tabla 51. Localización espacial de los grados de cumplimiento por UA	176
Tabla 52. Grados de cumplimiento simultáneo	190
Tabla 53. Análisis univariado e intereses investigativos	192
Tabla 54. Medias aritméticas y modas en las mediciones de CA por barrio	194
Tabla 55. Medias aritméticas y modas en las mediciones de PV por barrio	196
Tabla 56. Medias aritméticas y modas en las mediciones de RV por barrio	196
Tabla 57. Medias aritméticas y modas en las mediciones de AR por barrio.	198
Tabla 58. Medias aritméticas y modas en las mediciones de PL por barrio	198

Tabla 59. Medias aritméticas y modas en las mediciones de sv por barrio	200
Tabla 60. Medias aritméticas y modas en las mediciones de PE por barrio	200
Tabla 61. Valores mínimos y máximos observados para todos los indicadores en los barrios y sectores, y localización de los valores (CA)	202
Tabla 62. Valores mínimos y máximos observados para todos los indicadores en los barrios y sectores, y localización de los valores (PV)	204
Tabla 63. Valores mínimos y máximos observados para todos los indicadores en los barrios y sectores, y localización de los valores (RV)	204
Tabla 64. Valores mínimos y máximos observados para todos los indicadores en los barrios y sectores, y localización de los valores (AR)	206
Tabla 65. Valores mínimos y máximos observados para todos los indicadores en los barrios y sectores, y localización de los valores (PL)	206
Tabla 66. Valores mínimos y máximos observados para todos los indicadores en los barrios y sectores, y localización de los valores (SV)	208
Tabla 67. Valores mínimos y máximos observados para todos los indicadores en los barrios y sectores, y localización de los valores (PE)	208
Tabla 68. Rango y rango intercuartílico observados para CA en los barrios y sectores	210
Tabla 69. Rango y rango intercuartílico observados para PV en los barrios y sectores	210

Tabla 70. Rango y rango intercuartílico observados para RV en los barrios y sectores	212
Tabla 71. Rango y rango intercuartílico observados para AR en los barrios y sectores	212
Tabla 72. Rango y rango intercuartílico observados para PL en los barrios y sectores	214
Tabla 73. Rango y rango intercuartílico observados para SV en los barrios y sectores	214
Tabla 74. Rango y rango intercuartílico observados para PE en los barrios y sectores	216
Tabla 75. Varianza y desviación estándar para CA en los barrios y sectores	218
Tabla 76. Varianza y desviación estándar para PV en los barrios y sectores	220
Tabla 77. Varianza y desviación estándar para RV en los barrios y sectores	220
Tabla 78. Varianza y desviación estándar para AR en los barrios y sectores	222
Tabla 79. Varianza y desviación estándar para PL en los barrios y sectores	222
Tabla 80. Varianza y desviación estándar para SV en los barrios y sectores	224
Tabla 81. Varianza y desviación estándar para PE en los barrios y sectores	224
Tabla 82. Coeficiente de variación para los barrios y sectores (CA)	226
Tabla 83. Coeficiente de variación para los barrios y sectores (PV)	226
Tabla 84. Coeficiente de variación para los barrios y sectores (RV)	228
Tabla 85. Coeficiente de variación para los barrios y sectores (AR)	228
Tabla 86. Coeficiente de variación para los barrios y sectores (PL)	230
Tabla 87. Coeficiente de variación para los barrios y sectores (SV)	230

Tabla 88. Coeficiente de variación para los barrios y sectores (PE)	232
Tabla 89. Criterios de lectura para el análisis estadístico univariado	235
Tabla 90. Síntesis del análisis estadístico univariado para <i>compacidad y funcionalidad</i> : indicadores CA, PV y RV	234
Tabla 91. Síntesis del análisis estadístico univariado para <i>complejidad</i> : indicadores AR y SV	236
Tabla 92. Síntesis del análisis estadístico univariado para <i>eficiencia</i> : indicador PL	238
Tabla 93. Síntesis del análisis estadístico univariado para <i>cohesión social</i> : indicador PE	238
Tabla 94. Análisis multivariados de los resultados centrales	242
Tabla 95. Parámetros de lectura para el cálculo de coeficiente de correlación de Pearson y el coeficiente de dependencia	243
Tabla 96. Resultados de la aplicación del cálculo del coeficiente de correlación de Pearson	244
Tabla 97. Parámetros de lectura para el cálculo del coeficiente de correlación de Spearman	246
Tabla 98. Resultados de la aplicación del cálculo del coeficiente de correlación de Spearman	246
Tabla 99. Contrastación entre los coeficientes de Pearson y Spearman para las correlaciones de variables	248
Tabla 100. Parámetros de la prueba T de Student	251
Tabla 101. Resultados de la prueba T de Student	252
Tabla 102. Patrones identificables para CA	264
Tabla 103. Patrones identificables para PV	264
Tabla 104. Patrones identificables para RV	266
Tabla 105. Patrones identificables para AR	270
Tabla 106. Patrones identificables para SV	270
Tabla 107. Patrones identificables para PL	275
Tabla 108. Patrones identificables para PE	276

Lista de figuras

Figura 1. Delimitación del sector de Castilla y Doce de Octubre: barrios y unidades de análisis	77
Figura 2. Delimitación del sector de Laureles: barrios y unidades de análisis	79
Figura 3. Delimitación del sector de El Poblado: barrios y unidades de análisis	82
Figura 4. Mosaico de recursos de recolección para el indicador CA	84
Figura 5. Mosaico de recursos de recolección para el indicador PV	86
Figura 6. Mosaico de recursos de recolección para el indicador RV	88
Figura 7. Mosaico de recursos de recolección para el indicador AR	90
Figura 8. Mosaico de recursos de recolección para el indicador PL	92
Figura 9. Mosaico de recursos de recolección para el indicador SV	94
Figura 10. Mosaico de recursos de recolección para el indicador PE	96
Figura 11. Base cartográfica del indicador CA para Castilla y Doce de Octubre	97
Figura 12. Base cartográfica del indicador CA para Laureles	98
Figura 13. Base cartográfica del indicador CA para El Poblado	99
Figura 14. Base cartográfica del indicador PV para Castilla y Doce de Octubre	100
Figura 15. Base cartográfica del indicador PV para Laureles	101
Figura 16. Base cartográfica del indicador PV para El Poblado	102
Figura 17. Base cartográfica del indicador RV para Castilla y Doce de Octubre	104
Figura 18. Base cartográfica del indicador RV para Laureles	105

Figura 19. Base cartográfica del indicador RV para El Poblado	106
Figura 20. Base cartográfica del indicador AR para Castilla y Doce de Octubre	108
Figura 21. Base cartográfica del indicador AR para Laureles	109
Figura 22. Base cartográfica del indicador AR para El Poblado	110
Figura 23. Base cartográfica del indicador PL para Castilla y Doce de Octubre	111
Figura 24. Base cartográfica del indicador PL para Laureles	112
Figura 25. Base cartográfica del indicador PL para El Poblado	113
Figura 26. Base cartográfica del indicador SV para Castilla y Doce de Octubre	114
Figura 27. Base cartográfica del indicador SV para Laureles	115
Figura 28. Base cartográfica del indicador SV para El Poblado	116
Figura 29. Base cartográfica del indicador PE para Castilla y Doce de Octubre	117
Figura 30. Base cartográfica del indicador PE para Laureles	118
Figura 31. Base cartográfica del indicador PE para El Poblado	119

Introducción

Las transformaciones derivadas del proceso de urbanización, el cambio climático y el creciente grado de conciencia general sobre la trascendencia de las cuestiones medioambientales han permitido que la sostenibilidad se convierta en un tema clave de la agenda urbana. En este contexto, la escala aparece como una cuestión irrenunciable: los marcos interpretativos y posibles soluciones a los desajustes no solo pueden surgir como iniciativa estatal o como reflexión macro, por lo cual se requiere que la comprensión sobre los modos de construcción de ciudad y sus implicaciones se traslade a ámbitos cercanos a la ciudadanía. Adjetivar el paradigma contemporáneo de la sostenibilidad con los atributos de *urbana* y de *barrial* funciona en dicho sentido.

Problema general

Para ambientar la problemática identificada se parte de tres ideas base: primero, la transformación urbana

es un proceso complejo que abarca variables de orden administrativo, económico, técnico, social, político o ideológico (Catumba, 2016); segundo, las experiencias contemporáneas de reflexión sobre ciudad y medio ambiente preconizan las bondades de la ciudad tradicional, compacta, integradora de funciones y relaciones con límites precisos, como lo señala la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona (BCNEcología, 2010), y tercero, la existencia de problemáticas derivadas del crecimiento exponencial de la urbanización deben prevenirse o enfrentarse para que las ciudades sean más saludables (Baldó, 2014).

En este contexto, la *organización* (Rueda, 2012) y la *gestión urbana* del futuro inmediato pasan a ser un tema crítico, en el que, aunque los esfuerzos por apuntar a un desarrollo sostenible especialmente en las áreas urbanas consolidadas y en acelerado crecimiento son importantes, se hacen evidentes, en el ámbito local, tanto a nivel conceptual como instrumental, la ausencia de medios claros para incidir de manera adecuada, eficiente y oportuna, y la falta de criterios de sostenibilidad para la toma de decisiones a escala barrial, la cual resulta ser la específica de los fenómenos y procesos de insostenibilidad, que desempeñan un papel relevante que aún no ha sido abordado.

Criterios para abordar la problemática identificada ya existen en experiencias internacionales importantes, como la de la BCNEcología (2017), por lo cual la cuestión de primer orden no es la pertinencia o posibilidad

de aplicación de indicadores de sostenibilidad en el medio local, sino los resultados que estos arrojarían si fueran empleados en los tejidos barriales, dada la urgencia de realizar dicho análisis.

Aunque Medellín cuenta con información relacionada con algunos valores —extensión de ciclovías, compacidades y niveles de contaminación—, que fueron presentados en el informe *Medellín Cómo Vamos* (Alcaldía de Medellín, 2015), en el cual se tomó en consideración la extensión de la ciudad y la diversidad de aspectos que involucra la sostenibilidad, la información sobre los parámetros señalados es pobre, al haber sido abordada de forma general y no a nivel de barrio. Ello impide dar el siguiente paso para evaluar y desarrollar un seguimiento a la calidad de vida en esta escala, que permita una mejor gestión y planificación de las acciones. La existencia de un total de doscientos cuarenta y nueve barrios, agrupados en dieciséis comunas, implica una alta complejidad del territorio, y por ende se convierte en un reto el análisis a nivel barrial de indicadores, como el acceso a servicios, transporte público, biodiversidad, espacios públicos y metabolismo urbano.

Pregunta que orienta la investigación

¿Es posible, mediante la aplicación de indicadores de *sostenibilidad urbana barrial*, determinar la existencia o no de diferentes niveles de sostenibilidad en los distintos tejidos urbanos de la ciudad de Medellín?

Hipótesis

Los tejidos urbanos de la ciudad de Medellín presentan condiciones diferenciales de sostenibilidad, las cuales son posibles de comparar e identificar por medio de la aplicación de indicadores asociados al concepto de *sostenibilidad urbana barrial*, que a su vez constituyen criterios para la toma de decisiones en torno a la gestión y planificación territorial a escala local, en pro del desarrollo sostenible de la ciudad.

Justificación

El abordaje de la sostenibilidad urbana mediante la aplicación de índices a escala barrial permite la evaluación e identificación de problemáticas y potencialidades, lo cual, a su vez, brinda la posibilidad de mejorar la planificación para un desarrollo más sostenible de la ciudad, y en el caso específico de Medellín, servir de referencia a futuras mediciones, pudiendo tener impacto y aplicabilidad en los procesos de ordenamiento territorial de la ciudad, y evidenciando así su relevancia e impacto social. El estudio comparativo de los tejidos urbanos aporta a la solución del problema de la deficiencia en información y brinda una visión distinta de la gestión territorial, con valor teórico y pertinencia disciplinar, ya que cubre un vacío de conocimiento referente a la sostenibilidad urbana a escala local, contribuye con una evaluación técnica directa de la situación de los barrios analizados y se convierte en un insumo determinante para la generación de recomendaciones y posibles generalizaciones.

Objetivos

El objetivo general es determinar el nivel de sostenibilidad urbana en tres tejidos urbanos diferenciales de la ciudad de Medellín, utilizando el concepto de *sostenibilidad barrial*. Se toma como marco el *Modelo conceptual del urbanismo ecosistémico*, desarrollado por la BCNEcología (2018), y se aplican las metodologías requeridas para su implementación en el contexto local. Con ello se busca describir la condición urbana actual de los barrios estudiados, por medio de la medición de las variables elegidas, y la identificación de problemáticas y potencialidades para la sostenibilidad en dichos barrios. Esto conducirá a generar un marco metodológico e instrumental para la medición de condiciones de sostenibilidad a escala barrial con incidencia en futuros procesos de diagnóstico y de ordenamiento territorial local.

Se desarrolla entonces un proceso mediado, por un lado, por la definición de parámetros de contextualización, como la selección de tejidos barriales y la delimitación de unidades de aplicación, y, por el otro lado, por la selección de categorías explicativas: compacidad, funcionalidad, complejidad, eficiencia metabólica y cohesión social. Gracias a ello, en el cruce de parámetros se hacen evidentes los grados de cumplimiento y localizaciones de los resultados obtenidos en noventa y siete mediciones, en nueve barrios, ubicados en tres sectores, pero diferenciados por su localización, densidad, morfología y características socioeconómicas. El debate de los hallazgos constituye un marco explicativo que se enfoca en los

atributos estadísticos encontrados, pero también en la contextualización de dichos datos mediante los factores contemplados y las correlaciones identificables. Cabe señalar que la indagación presentada trasciende la aplicación símil, por lo cual se ajustaron a los medios disponibles y los alcances analíticos metodologías, parámetros de lectura y criterios de selección, encontrando en el camino el valor de la revisión local de la sostenibilidad urbana barrial, más allá de los resultados cuantificables, para vislumbrar la perspectiva de replicar y adecuar el estudio para futuras experiencias y contextos.

Marco general

Marco referencial

Diferentes antecedentes permiten comprender el desarrollo de mediciones y marcos de interpretación de la sostenibilidad en escalas intraurbanas. Se mencionan a continuación las políticas, lineamientos y desarrollos instrumentales que se tuvieron en cuenta en el ejercicio investigativo.

Políticas y lineamientos

La *ciudad sostenible* es un planteamiento de carácter global: la Agenda 21, propuesta en la Cumbre de la Tierra de 1992 (ONU, 1992), expone la necesidad de adoptar políticas para la sostenibilidad en la gestión de centros urbanos dentro de las cuales la *ciudad sostenible* se presenta como una concepción concreta para la planificación urbana y una solución a la degradación causada por el crecimiento. Son habituales en la bibliografía, tanto académica como divulgativa, las referencias a la escala de las problemáticas urbanas: de acuerdo con la

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés), para 2025 más de la mitad de la población del mundo en desarrollo —tres mil quinientos millones de personas— será urbana (2010), y en proyecciones a mediano plazo el 75 % de la población habitará en ciudades (London School of Economics, 2007), generando una urbanización expansiva que, por sus dimensiones, afectará marcos territoriales amplios y planteará una nueva relación espacial y funcional con el medio físico (Janoschka, 2002; Kaufman y Marsh, 1997), situación que tiene implicaciones en Latinoamérica, donde se presentan desafíos para la política territorial-urbana en sus niveles regionales, nacionales, subnacionales y locales (Winchester, 2006). Dichos desafíos comprenden compatibilizar la competitividad, el bienestar social, la sostenibilidad ambiental y la reducción de los desequilibrios territoriales (Caravaca, González y Silva, 2005).

La práctica de la gestión urbano-territorial ha comenzado a abarcar asuntos y problemas vinculados al desarrollo urbano que tradicionalmente no hacían parte del quehacer profesional (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2002), cambiando los planteamientos sobre cómo planificar, que ahora deben responder a la necesidad de que haya un crecimiento urbano desde una visión integrada. En el caso específico de Colombia, la inclusión de la sostenibilidad como variable en el ordenamiento espacial de las ciudades ha sido un proceso lento y poco articulado. Desde la entrada en vigor de la

Ley 93 de 1993, conocida como Ley de Medio Ambiente, sucesivas normas han incorporado la armonización de intervenciones antrópicas con la base natural y han hecho énfasis en el eficiente uso de recursos, la contención de los procesos de urbanización y la aplicación de estándares de habitabilidad.

En el mismo sentido, la Ley 388 de 1997 define como principio la función social y ecológica de la propiedad y la búsqueda del desarrollo sostenible como una de las metas del componente público del urbanismo. Con ello se incorporó una perspectiva sostenible en los planes de ordenamiento territorial municipales, en los cuales comienzan a ser habituales las alusiones a la resiliencia, la ecología urbana y el diseño ambiental dentro de las políticas públicas. La mayor repercusión de ello hasta la fecha, en Medellín, ha sido la creación del Sistema de Indicadores Estratégicos de Ciudad (Siem), observatorio que organiza y recopila información sobre políticas públicas para la toma de decisiones a una escala de comunas y corregimientos. Asimismo, a partir de iniciativas no estatales, se logró la consolidación de la Red de Ciudades Cómo Vamos (2020), que, en 2005, logró aumentar la evaluación del cumplimiento de los planes de desarrollo, incluyendo recientemente entre sus mediciones los objetivos de desarrollo sostenible.

Indicadores y mediciones

Si bien las intenciones políticas se presentan a escala macro en los lineamientos para el desarrollo conjunto

de la ciudad, la herramienta más adecuada para la identificación de las variables con potencial de lectura e incidencia en la transformación son los indicadores, por medio de los cuales es posible tener un panorama del comportamiento del espacio urbano. Desde esta perspectiva se hace necesario implementar instrumentos que permitan, además de materializar y objetivar con claridad y sin ambigüedades las dimensiones precisas de la sostenibilidad, evaluar con facilidad la efectividad y eficacia de las políticas puestas en marcha (Feria Toribio, 2006). Cobran aquí gran importancia los indicadores de sostenibilidad, entendidos como instrumentos conceptuales que conducen a modelizar la realidad urbana y expresar, mediante parámetros cuantitativos, sus condiciones de funcionamiento.

De acuerdo con Peralta (2017), los indicadores de sostenibilidad urbana han sido vistos como señales de avance en la consecución de metas y objetivos, y permiten tomar decisiones relevantes y objetivas. El ejercicio realizado toma como referencia, por su nivel de desarrollo, la experiencia de la BCNEcología, que gracias a la aplicación del concepto de urbanismo ecosistémico ha perfeccionado e implementado una batería de indicadores con múltiples variables que parametrizan los elementos clave para el desempeño urbano, agrupados en ámbitos estratégicos, como la compacidad y funcionalidad urbana, la complejidad, el metabolismo y la cohesión social (Rueda, 2019), y los relaciona con un modelo de ciudad más sostenible

(BCNEcología, 2018). Dichos elementos se han incorporado en procesos de medición para la lectura del comportamiento de los fenómenos en el espacio, a una escala más detallada, y han servido para la toma de decisiones. Incluso se han utilizado en la medición de logros de los objetivos fijados, cuyo principal aporte es la comparación de tejidos o el estudio de progresiones con un doble propósito: como herramienta para la planeación y como instrumentos de análisis cuantitativo de una realidad específica y compleja (Rueda, 2014).

Marco teórico y conceptual

Las diversas teorizaciones sobre sostenibilidad pueden acotarse por su pertinencia en las discusiones sobre la interacción entre naturaleza-cultura o ciudad-medio ambiente y las consecuentes observaciones sobre el desarrollo sostenible, que se han presentado en las instituciones a nivel mundial, y en los avances conceptuales en el ámbito académico conseguidos en las últimas décadas.

Una mirada desde las instituciones

Desde la creación a principios de la década de 1970 del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, en la Conferencia de Estocolmo, se hizo patente en el debate público y académico la preocupación por los temas ambientales, y surgieron, de la mano de Richard Register, los conceptos de *ecología urbana* y *ecociudad* (Register, 1978), que luego fueron

recogidos en el Informe Brundtland (Comisión Mundial del Ambiente y el Desarrollo, 1987). Con ello se determinó que en la adecuada administración de las ciudades debía estar presente la responsabilidad de ponerle fin a la crisis ambiental y garantizar las condiciones dignas para las generaciones futuras.

Los conceptos mencionados tuvieron un mayor desarrollo durante los años noventa, con la primera Conferencia Internacional de Eco-City (Register, 1987) y con el hito que supuso la realización de la Cumbre de Río en 1992, donde se amplió el concepto de *desarrollo sostenible*, y se crearon instrumentos que tuvieron repercusiones en los siguientes veinte años, como el Programa 21 y el Protocolo de Kioto. Asimismo, se delimitó el concepto de *ciudad sostenible* en la Carta de Aalborg de 1994 (Comisión Europea de Ciudades Sostenibles, 1994), que tuvo vigencia hasta la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sustentable en 2012, realizada en Johannesburgo. Por otro lado, las Naciones Unidas establecieron una serie de objetivos globales (Organización de las Naciones Unidas, 2015) para lograr un mundo más sostenible, instrumentados en la denominada Agenda de Desarrollo Sostenible, en la cual las ciudades desempeñan un papel imprescindible para el cumplimiento de los objetivos, de forma equilibrada, equitativa, viable y sostenible.

En años más recientes, la Conferencia de Hábitat III, llevada a cabo en Quito en 2016, buscó crear un vínculo de refuerzo recíproco entre urbanización y desarrollo,

y por medio de la Nueva Agenda Urbana promovió ciudades más incluyentes, compactas y conectadas mediante la planificación y diseño urbano, la gobernanza y legislación urbana, y la economía urbana (ONU, 2015).

Una mirada desde la academia

De acuerdo con Escolano (2002), la compleja relación entre las ciudades y el medio ambiente es uno de los temas-problemas más sustanciales y vigentes de la investigación científica y del debate político y ciudadano, por ello es necesario innovar para responder a las demandas actuales y futuras. Durante la última década, investigadores como Salvador Rueda (2012), en el medio hispanohablante, o Mostafavi y How (2010) y Mostafavi, Doherty, Correia, Durán y Valenzuela (2019) incorporaron, además de los conceptos ya existentes de *ecología urbana*, *ecociudad*, *desarrollo sostenible*, *ciudades sostenibles* y *medio ambiente urbano*, el concepto de *urbanismo ecológico*, que se refiere al estudio de los impactos producidos por las distintas actividades humanas sobre el ambiente y la búsqueda de criterios para la gestión multidisciplinar de las ciudades. Con ello se ha configurado un marco conceptual polisémico, sobre el cual existe profusa documentación.

Para los fines investigativos conviene acotar esta extensa conceptualización en la construcción de la idea clave abordada: *sostenibilidad urbana barrial*, revisando sus elementos básicos y reseñando su encajamiento lógico.

Desarrollo sostenible y sostenibilidad

El concepto de *desarrollo sostenible* no posee una definición única, quienes lo han estudiado asocian su surgimiento al movimiento ambientalista y a la economía ambiental (Chavarro *et al.*, 2017). En el movimiento ambientalista se entiende como la restricción del crecimiento económico para evitar daños irreparables a la naturaleza (Castro, 2004); mientras que en la economía ambiental se entiende como la optimización de los recursos naturales con el fin de garantizar un crecimiento económico perdurable, que asume la transferencia tecnológica como mecanismo para lograr la eficiencia y reposición de los recursos naturales (Pierce, 2002). Ambas posturas, aunque opuestas, implican una noción de sostenibilidad ligada a la de desarrollo, que surgió en los años setenta y se dio a conocer como *ecodesarrollo*. Este concepto se estudió en las dos siguientes décadas desde variadas perspectivas, basadas en la inexistencia de un crecimiento indefinido y en el colapso y degradación que sigue a los límites máximos (Ministerio de Ordenación Territorial, 2003). De ello se puede inferir que apuntaban a la búsqueda del equilibrio social, ambiental y económico de los sistemas que se encuentran en constante renovación.

En cuanto a la *sostenibilidad*, el origen del concepto está vinculado a los desequilibrios medioambientales y a la posibilidad de una catástrofe ecológica global, afianzada por la crisis del petróleo de los años setenta y la creciente conciencia sobre el uso de los recursos. Según Gutiérrez y Fernández (2013), la sostenibilidad

consiste en “mejorar la calidad de vida humana viviendo dentro de la capacidad de carga o de sustentación de los ecosistemas de apoyo, [por lo que para el ser humano se refiere a] un medio ambiente vivible, una economía equitativa y procesos viables con una administración responsable del manejo de los recursos” (p. 122), lo cual se ha convertido en una exigencia dentro de los nuevos retos y reglas globales de competitividad que se están imponiendo en un entorno mundial de creciente demanda y escasez de recursos naturales (Gutiérrez y Fernández, 2013).

Sostenibilidad urbana

Las ciudades desempeñan un papel protagónico, por un lado, como causantes de los desequilibrios ambientales por su consumo de recursos y del suelo, y las implicaciones de la urbanización de la población, y, por otro lado, por concentrar los esfuerzos en la aplicación de las directrices y políticas conducentes a la minimización de los impactos negativos sobre el entorno natural. La aparición del concepto de *ciudad sostenible* hace referencia a aquellos conglomerados urbanos que ofrecen calidad de vida, minimizan sus impactos, preservan sus activos ambientales y físicos para generaciones futuras, y promueven, mediante ello, su competitividad (Terraza, Rubio y Vera, 2016), además de centrar sus esfuerzo en organizar la expansión o la recalificación, integrando lo natural y lo construido en una entidad con identidad, estructura y con un modo de funcionamiento propio (Fadigas, 2009).

Son particularmente significativos en este sentido los avances teóricos de la BCNEcología, que definen como la principal meta de un modelo de ciudad sostenible repensar la ciudad con criterios de sostenibilidad, sustituyendo el consumo masivo de recursos por un *aumento de la información organizada*, reemplazando la dependencia de los recursos y bienes externos por la *autonomía de los recursos locales*, cambiando el funcionalismo por la *multifuncionalidad* y relevando la movilidad motorizada por la *accesibilidad* (BCNEcología, 2010). El objetivo general es armonizar calidad de vida con disminución del impacto negativo, en un reto político y cultural asumido por los actores sociales e institucionales (Ministerio de Ordenación Territorial, 2003). La arquitectura y el urbanismo, como ámbitos disciplinares, participan de estas intenciones mediante desarrollos eficientes o remodelación de los existentes, con base en criterios, planes y estrategias de sostenibilidad (Verdaguer, 2000), creando espacios que mejoren la calidad de vida de los ciudadanos y minimizando su impacto en el medio ambiente desde el diseño (Castillo, 2013).

Sostenibilidad urbana barrial

La escala local es crucial por su proximidad al origen de los problemas y como unidad básica en la formación y funcionamiento de las ciudades (Orduña y Del Caz, 2012). El principal referente teórico en este caso es el concepto de *ecobarrio*, que engloba las experiencias de construcción de ciudad desde los principios

de eficiencia, igualdad y variedad (Roque, 2015). Además, se presentan otras construcciones conceptuales, como la de *unidad barrial sostenible*, que asume que la escala barrial es la adecuada debido a que permite generar estrategias integrales con mayor posibilidad de apropiación social (Peralta, 2017), o la idea ampliamente difundida de *supermanzana*, desarrollada por la BCNEcología (2018), en la cual el modelo de ciudad compacta, cohesiva y diversa implica un bajo impacto capaz de mejorar la vida de los habitantes de ciudades de cualquier tipología.

Metodología

El análisis de la sostenibilidad a escala barrial toma como referente el modelo de la BCNEcología, que ha desarrollado, implementado y fortalecido la concepción del urbanismo sostenible a partir de una perspectiva ecológica de los sistemas urbanos: “El modelo urbano que mejor se ajusta al principio de eficiencia urbana y habitabilidad urbana es la ciudad compacta en su morfología, compleja en su organización, eficiente metabólicamente y cohesionada socialmente” (BCNEcología, s. f.).

Criterios para la definición de unidades de análisis

La caracterización de posibles objetos de estudio plantea como asunto fundamental la necesidad de un acercamiento a escala: Medellín es una ciudad que en 2018 contaba con 2 388 000 habitantes (Alcaldía de Medellín, 2018b) y un área urbana de 11 160.98 hectáreas (Acuerdo 48 de 2014), y se encuentra dividida en doscientos cuarenta y nueve barrios (Medellín Cómo Vamos, s. f.),

por lo cual, teniendo en cuenta los alcances temporales y los recursos disponibles, se debe proceder a una circunscripción espacial que logre acotar las áreas de estudio posibilitando su análisis. Al definirse como población la realidad de los barrios reconocidos de manera oficial, se encuentra como primera característica su extensión, en especial la dimensión en hectáreas de cada una de las dieciséis comunas que los agrupan, de las cuales la más extensa, El Poblado, tiene 1452.81 hectáreas y comprende treinta y tres barrios (Alcaldía de Medellín, 2010). Como puede observarse en la tabla 1, el concepto de barrio en la ciudad de Medellín es una unidad espacial que puede llegar a abarcar más de cincuenta hectáreas, y es por definición heterogéneo y extenso. Ante la imposibilidad instrumental de abordar la totalidad de la población identificada, es clara la necesidad de establecer una estrategia para la obtención de una muestra a partir de la premisa de escalamiento.

Del anterior análisis se desprende la necesidad de reordenar, para el ejercicio, la denominación de las unidades posibles, para lo cual se propone asimilar por su extensión los barrios oficialmente reconocidos al concepto de sector —parte individualizable, en términos funcionales, con un sentido técnico urbanístico (Zoido, De la Vega, Morales, Mas y Lois, 2000)— e identificar como parte de este los barrios, como “unidad básica en la percepción de la vida urbana, con características sociales afines y asociación a la noción de territorialidad” (Zoido, De la Vega, Morales,

Tabla 1. Zonas, comunas y barrios en Medellín

Posibles unidades especiales	Características
Zona	Unidad extensa en área (mayor a quinientas hectáreas). Corresponde a la división territorial básica municipal (suroriental, suroccidental, centro-oriental, centro-occidental, nororiental, noroccidental) (Alcaldía de Medellín, 2019).
Comuna	Sector extenso en área (mayor a cien hectáreas). Corresponde a la división administrativa local en dieciséis unidades especiales: Popular, Santa Cruz, Manrique, Aranjuez, Castilla, Doce de Octubre, Robledo, Villa Hermosa, Buenos Aires, La Candelaria, Laureles-Estadio, La América, San Javier, El Poblado, Guayabal, Belén (Alcaldía de Medellín, 2019).
Barrio	Sector extenso en área (mayor a cincuenta hectáreas). Doscientos cuarenta y nueve barrios oficialmente reconocidos (Alcaldía de Medellín, 2019).
Hectárea	Unidad adecuada para el análisis espacial usada en otras experiencias analíticas asimilables (BCNEcología, 2018).

Fuente: Autores.

Mas y Lois, 2000). Ello permite un nivel de fragmentación espacial intermedio entre la noción administrativa del barrio y la hectárea como unidad básica de análisis. Con este reordenamiento de las escalas, en la tabla 2 se propone una definición de dichas delimitaciones.

Tabla 2. Reordenamiento a escala de las unidades espaciales para el ejercicio analítico

Unidad espacial	Descripción	Utilidad dentro de la investigación
Ciudad	Comprende los doscientos cuarenta y nueve barrios que integran el suelo urbano municipal.	Definición de población.
Zona	Suprimido por su extensión.	No aplica.
Comuna	Suprimido por su extensión.	No aplica.
Sector	Asimilado al concepto municipal de <i>barrio</i> .	Estudio para la definición de muestra.
Barrio	Asimilado al concepto teórico de <i>barrio</i> .	Definición de muestra.
Hectárea	Unidad espacial estándar y homogénea.	Unidad de análisis (UA) para la aplicación primaria de los indicadores. Se expresa como una retícula de 100 x 100 m ² .

Fuente: Autores.

Criterios para la definición de muestra

Para la selección de los barrios objeto de estudio, la bibliografía existente propone como criterios principales la densidad de población y la edificabilidad neta, diferenciando entre tejidos centrales, medios y bajos (BCNEcología, 2010). Los primeros son aquellos que tienen una alta densidad habitacional (más de ciento cincuenta viviendas por hectárea), los segundos tienen una densidad media (entre sesenta y ciento cincuenta viviendas aproximadamente), y los terceros, menos de sesenta viviendas por hectárea.

Si bien la revisión de las características físico-espaciales en el contexto urbano de Medellín y su extensión permiten esta discriminación, cuestionan la pertinencia de utilizar criterios adicionales que cualifiquen y hagan más específico el proceso de selección, garantizando el objetivo de diferenciación: tener diversidad de condiciones en las muestras. A partir de esta cuestión, la metodología para la definición de la muestra incluyó parámetros complementarios con base en los conceptos de homogeneidad, representatividad y disponibilidad de información, que se incluyen en los siguientes cuatro criterios:

- **Criterio histórico:** la fundación de Medellín se remonta al siglo xvii, por lo cual diversos procesos históricos han estado involucrados en su configuración. Los actuales barrios son el resultado de la paulatina consolidación de la estructura urbana, derivada en gran parte de modelos de urbanización de principios, mediados y finales del siglo xx.

Diferentes momentos históricos suponen, en el caso de Medellín, modificaciones en los patrones de asentamiento, por lo cual es pertinente incluir como parámetro el desarrollo de los barrios en los diferentes marcos temporales.

- Criterio morfológico: si bien el estudio realizado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Universidad Pontificia Bolivariana (2007) muestra una continuidad en cuanto a las formas de ocupación en los procesos históricos, y que las tramas regulares e irregulares son constantes en el tiempo, existen correspondencias entre periodos y formas de asentamiento específicas, por lo cual es necesario, como base analítica para la comprensión de las características espaciales actuales, seleccionar variaciones en el proceso de parcelación, urbanización y edificación que se hacen visibles en distintas trazas, tipologías y consolidaciones del parque edificatorio.
- Criterio socioeconómico: además de las diferencias entre densidades habitacionales y poblacionales, existen en Medellín condiciones socioeconómicas diversas asociadas a la fuerte segregación físico-espacial que plantea un mosaico de marcada diferenciación de rentas y niveles de calidad de vida asociados a la localización (Alcaldía de Medellín, 2018b), en este sentido se estableció como parámetro el nivel de estratificación, que identifica geográficamente sectores con distintas características socioeconómicas (Dane, s. f.).

- Criterio de localización: la distribución político-administrativa del área urbana, aunada a la condición geográfica de valle, con marcadas diferencias entre los ámbitos del río, la ladera y el borde (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2011) hacen necesario considerar como parámetro el contraste de la localización dentro de la ciudad.

Definición de categorías y variables

Las categorías de trabajo empleadas se basan en el modelo conceptual del urbanismo ecosistémico desarrollado por la BCNEcología (2018), que recoge las implementaciones del Plan de Indicadores de Sostenibilidad Urbana de Vitoria-Gasteiz (BCNEcología, 2010) y del Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla (BCNEcología, 2008), y aplica una batería de indicadores agrupados en cuatro grandes categorías: compacidad y funcionalidad, complejidad, eficiencia y cohesión social. Estas se desarrollan a su vez en los siguientes ámbitos: 1) morfología y estructura urbana; 2) espacio público y habitabilidad; 3) movilidad y servicios; 4) complejidad urbana; 5) espacios verdes y biodiversidad; 6) metabolismo urbano; 7) cohesión social, 8) gestión y gobernanza.

Para el análisis se definen como *conceptos base* estas categorías preestablecidas, que abarcan ejes temáticos primarios; como *categorías de trabajo* se emplean sus ámbitos, que desglosan en atributos urbanos los preceptos de sostenibilidad. La propuesta

metodológica es abordar siete de los ocho ámbitos¹ para evaluar la incidencia de diversos factores en simultánea, en los tejidos barriales seleccionados, y tener en cuenta el número de indicadores a analizar para posibilitar la realización del ejercicio con los medios disponibles, sin reducir el espectro temático.

Categorías

A continuación, se menciona cada una de las categorías con su respectiva definición teórica y pertinencia.

Categoría 1: morfología y estructura urbana

Describe la estructura urbana en sus aspectos físicos y espaciales: trazado, parcelario, intensidad edificatoria y relación entre espacio abierto y cerrado. El modelo propuesto por la BCNEcología (2018) asocia esta categoría con los conceptos de compacidad y funcionalidad. En el ámbito local es relevante conocer por medio del estudio de esta categoría los grados de consolidación de los tejidos en relación con la densidad poblacional y la edificabilidad neta acumulada, mediante los procesos históricos de construcción de ciudad y la aplicación de estándares urbanísticos de aprovechamiento: índices de construcción y ocupación.

¹ Se descarta el ámbito de gestión y gobernanza por su carácter político-administrativo y no espacial.

Categoría 2: espacio público y habitabilidad

El modelo de referencia asocia esta categoría con los conceptos de compacidad y funcionalidad, en este caso, debido al reto de hacer habitable el espacio abierto urbano y dotarlo de las calidades espaciales necesarias para invertir las configuraciones que le dan prioridad al espacio vehicular. Para el análisis interesa conocer los atributos que se relacionan con la calidad —más allá de los aspectos materiales del diseño urbano—, con la condición tropical inherente, la disponibilidad de sombra y la presencia de elementos arbóreos.

Categoría 3: movilidad y servicios

De acuerdo con el modelo para una ciudad más sostenible, el cambio modal y la restricción de uso de los modos son parámetros básicos de la funcionalidad urbana privada (BCNEcología, 2018). En términos urbanísticos, interesa estudiar la distribución de la sección y la prioridad al peatón como indicativo de hasta qué punto las estrategias de fomento del cambio de modo de transporte comienzan a tener incidencia en la transformación física de la ciudad o plantean un escenario deficitario de urgente atención.

Categoría 4: complejidad urbana (organización)

La complejidad urbana implica un uso racional e intensivo de los recursos debido al “incremento de la organización y contribuyendo a la estabilidad y continuidad del propio sistema” (BCNEcología, 2018). Con esta categoría se estudian los recursos materiales

en términos de equilibrio funcional, disponibilidad y mixtura. En el contexto local resulta de interés conocer los grados de diversificación de los usos o la existencia de tejidos monofuncionales que se alejan de este equilibrio.

Categoría 5: espacios verdes y biodiversidad

La biodiversidad se relaciona con aspectos relevantes del espacio urbano: la *ordenación del verde* y la *permeabilización* de la ciudad (BCNEcología, 2018) mediante la existencia de espacios naturales que, además de sus ventajas ecológicas, sirven como lugares de encuentro ciudadano. Interesa en los barrios objeto del análisis conocer la existencia de espacios verdes habitables, como condición mínima para garantizar la continuidad de los sistemas naturales y la disponibilidad de áreas efectivas de encuentro.

Categoría 6: metabolismo urbano

Es considerado por el modelo de referencia un indicio de eficiencia en la generación energética, en el manejo de residuos y en la existencia de vectores de contaminación. En el caso específico de los barrios se busca una aproximación a la gestión de los residuos como evidencia de la *valorización de los recursos* (BCNEcología, 2018).

Categoría 7: cohesión social

Se relaciona con la coexistencia de condiciones socio-económicas y culturales diversas junto con la “dota-
ción óptima de equipamientos públicos, con criterios

de diversidad y distribución equilibrada” (BCNEcología, 2018). En ambos casos apunta hacia la relación entre homogeneidad en el acceso a los servicios urbanos y heterogeneidad de la sociedad que hace uso de estos. Para el ejercicio analítico, y teniendo en cuenta la importancia que dentro del modelo de ocupación municipal se le otorga a la dotación de elementos estructurantes públicos, interesa saber los grados de accesibilidad y cobertura de los equipamientos de diversa índole.

Variables

Los indicadores apuntan a la medición de condiciones cambiantes entre las unidades de análisis para conocer el desempeño de los barrios teniendo como referentes los estándares de sostenibilidad. En la tabla 3 se sintetiza las variables aplicadas junto con las fórmulas para las mediciones y los parámetros de lectura necesarios para la interpretación de los resultados. En gran parte se sustentan en las baterías desarrolladas para los proyectos de Vitoria-Gasteiz (BCNEcología, 2010) y Sevilla (BCNEcología, 2008), aunque se homologan los nombres y se modifican las formas de cálculo de acuerdo con los alcances del proceso y su grado de aplicabilidad local, con base en la información disponible y factible de recolectar en el trabajo de campo. Se buscó la selección de al menos un indicador por cada categoría para aplicarlo a las unidades de análisis.

Compacidad absoluta (CA)

Mide el volumen edificado por una unidad de superficie para establecer el grado de compactación de la masa edilicia. Para efectos prácticos, requiere la definición de una retícula espacial, que coincide con la UA definida como homogénea, y que se emplea en todos los indicadores establecidos. Como datos base requiere que se establezca en un primer momento el volumen edificado total expresado en metros cúbicos (m^3), para lo cual debe conocerse el área ocupada en cada unidad predial y la altura en metros, deducida en este caso del número de pisos edificados.

Su fórmula de cálculo se expresa así:

$$CA (m) = \frac{VE (m^3)}{U (m^2)}$$

En donde VE representa el volumen edificado y U la unidad de superficie. Se considera un valor óptimo del indicador si es igual o mayor a 5 (BCNEcología, 2010).

Percepción del espacio verde urbano (PV)

Calcula el porcentaje de volumen verde en el espacio urbano por tramo de calle, con lo cual se puede establecer la suficiencia de dotación del arbolado. Requiere de la definición de los porcentajes de cobertura vegetal en las unidades de análisis de acuerdo con los portes de los árboles presentes, clasificables en grande, mediano y pequeño, según los niveles de cobertura, en función de su tamaño, especie y tipología. Asimismo, se requiere conocer el área

total de la superficie del viario urbano. En este caso específico se simplificó el medio de cálculo propuesto por la BCNEcología para identificar los porcentajes de cobertura mediante el área de sombra y no como porcentaje del área visual.

Su fórmula de cálculo se expresa así:

$$PV (\%) = \frac{STV (>10\% vol.)}{STV} \times 100$$

En donde *STV* representa la superficie total del viario urbano, y *> 10 % vol.*, la superficie con una cobertura superior al 10 %. Los valores deseables deben estar por encima del 30 % y el valor mínimo se establece en el 10 % de la cobertura.

Reparto del viario público (RV)

Expresa el porcentaje de vía destinado al peatón en relación con el total del espacio vial, para cuantificar el soporte peatonal. En su cálculo se requiere conocer el área de la superficie vial para cada unidad de análisis y el área de andenes y zonas de circulación no rodada. Para efectos prácticos las superficies de antejardines y zonas verdes dentro de la sección pública se consideran parte integral del andén al no estar destinadas a los vehículos, lo mismo que las plazas, parques y plazoletas con adecuación material para la circulación a pie.

La fórmula propuesta se expresa así:

$$PV (\%) = \frac{SVP}{SVT} \times 100$$

En donde SVP representa el área peatonal, y SVT , el área total de vías por hectárea. Los valores óptimos para el indicador son aquellos que, en términos de porcentaje, superan el 75 % (dos terceras partes de la superficie) y el mínimo es un 60 % de la superficie.

Equilibrio entre actividad y residencia (AR)

El indicador propuesto por la BCNEcología cuantifica la relación entre el número de viviendas y los metros cuadrados destinados a usos terciarios (comerciales, de servicio, industriales), para establecer el grado de equilibrio entre actividades urbanas como indicio de complejidad. Para su cálculo se requiere establecer el número de viviendas por UA y los metros cuadrados construidos destinados a usos terciarios. En este caso, el ejercicio propone una modificación del indicador para centrarse en el principio de equilibrio, y plantea el establecimiento de la relación entre metros edificados en total y otros usos. Para el cálculo del indicador propuesto se requiere la contabilización de la totalidad del área edificada y su discriminación por usos.

La fórmula propuesta se expresa así:

$$AR (m^2) = \frac{m^{2t.}}{m^{2tot.}} \times 100$$

En donde $m^{2t.}$ representa el total de metros cuadrados en usos terciarios, y $m^{2tot.}$, el total de metros cuadrados destinados a vivienda. El porcentaje deseable es 50 %; es decir, el equilibrio entre ambos usos.

Proximidad a puntos limpios (PL)

Evalúa la disponibilidad de puntos de recolección de desechos especiales por unidad espacial, con el fin de establecer grados de cobertura del servicio. La metodología de referencia considera puntos limpios los lugares de acopio de residuos reciclables con “el fin de facilitar la participación de los vecinos y fomentar la reutilización y la recuperación de residuos” (BCN-Ecología, 2017). Para efectos del cálculo se requiere identificar la localización de dichos puntos y establecer radios de proximidad que garanticen su accesibilidad —menos de seiscientos metros (diez minutos caminando)— para la realización de los conteos. En la medición propuesta se prioriza la disponibilidad, como indicio de proximidad, y no las condiciones de acceso, simplificando la medición.

La fórmula propuesta se expresa así:

$$PL (m^2) = \frac{P}{ha}$$

En donde P es el número de puntos limpios en un radio de seiscientos metros, y *hectárea (ha)*, la unidad de superficie que funge como UA. El valor deseable es un coeficiente de proximidad superior a 0.5, en el cual 0.0 se refiere a una cobertura nula y 1.0 a una cobertura total.

Superficie verde por habitante

Relaciona el número de habitantes con la presencia de zonas verdes accesibles, con el fin de establecer la dotación y presión sobre los espacios disponibles.

En la práctica corresponde al indicador de metros cuadrados de espacio público por habitante, usado en el ordenamiento territorial local. Para su cuantificación se requiere establecer el número de habitantes por UA y el área de espacios con coberturas vegetales que tienen acceso público.

Su fórmula de cálculo se expresa así:

$$\text{Superficie verde por habitante (m}^2\text{)} = \frac{SV/ha}{hab./ha}$$

En donde sv/ha representa la superficie verde por hectárea (coincide con la UA propuesta para el estudio de los barrios), y $hab./ha$ es el número de habitantes para la misma unidad de superficie. Se establece como objetivo mínimo un índice de 10 m^2 , y el deseable debe ser superior a 15 m^2 (BCNEcología, 2010).

Proximidad a equipamientos (PE)

Busca establecer el porcentaje de población que se encuentra próxima de manera simultánea a varios tipos de equipamiento, tomando como referencia un radio de seiscientos metros. Para su cálculo se requiere establecer la localización de los equipamientos pertenecientes a diversas categorías (cultural, deportiva, educativa, sanitaria), con el fin de realizar los conteos de proximidad y constatar la existencia de solapamientos de varios radios en simultánea.

La fórmula de cálculo se expresa así:

$$PE (\%) = \frac{hab. (abcd)}{hab.} \times 100$$

En donde *hab.* (*abcd*) representa la población con cobertura simultánea de los cuatro tipos de equipamientos, y *hab.* es el número total de habitantes de la UA. Se establece como parámetro de cumplimiento deseable un porcentaje del 75 % de la población con cobertura simultánea.

Método, herramientas y estrategias

Para una definición metodológica de la investigación realizada conviene utilizar los términos taxonómicos propuestos por Ander-Egg (2011). Según su nivel de profundidad puede establecerse como principal intención la descripción por medio de la caracterización de los fenómenos identificables en el trabajo de campo en las UA, lo cual implica la aplicación de los procedimientos para la medición de las variables definidas. El compromiso fundamental asumido es la revisión de casos individuales de forma aplicada y sincrónica: el estudio del estado actual de los tejidos barriales. Según los métodos utilizados y de acuerdo con la naturaleza de los datos de base, que incluyen tanto fuentes primarias de obtención directa en la realidad, así como fuentes secundarias de información procesada o indirectamente obtenida, hay una condición prevalentemente cuantitativa en su lectura territorial, que permite indagar sobre las cualidades espaciales de las unidades analizadas. Asimismo, tomando las clasificaciones propuestas por Behar (2008), según el nivel de conocimiento al que atiende, corresponde a las investigaciones descriptivas detallar el fenómeno analizado por medio

Tabla 3. Resumen de los indicadores seleccionados:
homologación de nombres y definición de fórmulas

Concepto base	Categoría
Compacidad y funcionalidad	Ocupación del suelo (Vitoria-Gasteiz). <i>Morfología y estructura urbana</i> (Sevilla).
	<i>Espacio público y habitabilidad</i> (Vitoria-Gasteiz). Espacio público y confort (Sevilla).
	<i>Movilidad y servicios</i> (Sevilla y Vitoria-Gasteiz).
Eficiencia	<i>Metabolismo urbano</i> (Sevilla y Vitoria-Gasteiz).
Complejidad	Complejidad urbana (Vitoria-Gasteiz). <i>Organización urbana: complejidad</i> (Sevilla).
	<i>Espacios verdes y biodiversidad urbana</i> (Vitoria-Gasteiz). Aumento de la biodiversidad (Sevilla).
Cohesión social	<i>Cohesión social</i> (Sevilla y Vitoria-Gasteiz).

En cursivas los nombres homologados para la investigación.

Fuente: Autores.

Batería de indicadores (variables)	Fórmula y parámetro
<i>Compacidad absoluta</i> (Sevilla y Vitoria-Gasteiz).	$CA (m) = \frac{VE (m^3)}{U (m^2)}$ Mínimo deseable: $CA (m) \geq 5$
<i>Percepción del espacio verde urbano</i> (Vitoria-Gasteiz).	$PV (\%) = \frac{STV (>10\% vol.)}{STV} \times 100$ Mínimo deseable: $> 30\% > 10\%$
<i>Reparto viario público</i> (Vitoria-Gasteiz), localizado en el ámbito de espacio público y confort en Sevilla.	$RV (\%) = \frac{SVP}{SVT} \times 100$ Mínimo deseable: $> 75\% > 60\%$
<i>Proximidad a puntos limpios</i> (Sevilla y Vitoria-Gasteiz).	$PL (m^2) = \frac{P}{ha}$ Deseable: > 0.5
<i>Equilibrio entre actividad y residencia</i> (Vitoria-Gasteiz). Reparto entre actividad y residencia (Sevilla).	$AR (m^2) = \frac{m^2t.}{m^2tot.} \times 100$ Deseable: 50%
<i>Superficie verde por habitante</i> (Sevilla y Vitoria-Gasteiz).	$Superficie\ verde\ por\ habitante (m^2) = \frac{SV/ha}{hab./ha}$ Mínimo deseable: $> 15 > 10$
<i>Proximidad a equipamientos básicos</i> (Vitoria-Gasteiz). Proximidad a equipamientos y servicios básicos (Sevilla).	$PE (\%) = \frac{hab. (abcd)}{hab.} \times 100$ Mínimo deseable: $> 75\% > 100\%$

Tabla 4. Ruta metodológica general

Etapa	Estrategia
Describir la condición actual de los barrios estudiados.	• Selección y caracterización de ámbitos de estudio. • Definición de unidades de análisis mediante proceso de muestreo. Caracterización de los ámbitos barriales de Medellín y aplicación de parámetros básicos y complementarios.
Evaluar, teniendo en cuenta metodologías que incluyen el concepto de <i>barrio sostenible</i> y haciendo medición de las variables requeridas.	• Construcción de una línea base de información. • Valoración mediante la aplicación de indicadores. • Recorrido en los sectores. • Recolección de información durante el trabajo de campo mediante instrumentos cartográficos, y construcción de bases de datos. • Cálculo de indicadores por UA e inclusión de la información resultante por sector, barrio y a nivel global.
Identificar problemáticas y potencialidades en los barrios analizados.	• Análisis cruzado de categorías y entornos. • Lectura de los hallazgos de la información resultante y discusión.

Fuente: Autores.

Herramientas

- Análisis de información secundaria de fuentes oficiales: el Portal Geográfico del Municipio de Medellín (Municipio de Medellín, s. f.), el Plan de Ordenamiento Territorial (Acuerdo 48 de 2014) y diversos estudios y documentos sobre los procesos históricos, morfológicos y socioespaciales en el municipio de Medellín.
 - Levantamiento de cartografías específicas de inventario para los sectores que componen la muestra.
 - Levantamiento de información cuantitativa para la aplicación de los indicadores y sistematización en bases de datos ordenadas por barrios, sectores y unidades de análisis: aerofotointerpretación, levantamiento de atributos por predio dentro de las UA, construcción de polilíneas de área dentro de cartografías base existentes.
 - Procesos de referenciación espacial y conteos.
-
- Aplicación de las fórmulas de cálculo para los indicadores seleccionados, con base en la información previamente recopilada.
 - Construcción de cartografías para la espacialización de los resultados.
 - Construcción de una matriz general de resultados global, sectorial y barrial.
-
- Lectura cruzada por barrios: identificación del estado de los tejidos barriales.
 - Lectura cruzada por indicador: identificación del estado de los indicadores.
 - Definición de los mayores y menores estados críticos por barrio y del indicador (comportamiento global, sectorial, barrial, basado en los datos por UA).
 - Debate sobre los factores involucrados.
-

de la medición de uno o más atributos, y explicar el porqué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da, mediante la aplicación de estudios de caso (Cauas, 2010).

Ruta metodológica: estrategias y herramientas

Si bien en su componente sustantivo el ejercicio se enmarca en las categorías y variables previamente definidas en las experiencias españolas de la BCN Ecología, se plantean estrategias y herramientas para abordar el ejercicio analítico específico para los casos de estudio propuestos en Medellín, donde se presentan variaciones y adecuaciones que generan una investigación autónoma. La tabla 4 presenta la ruta metodológica general del proceso.

Delimitación temporal y de recursos

El ejercicio se limitó temporalmente a la información secundaria y primaria disponible y recolectada durante los años 2018 y 2019. En cuanto a los recursos se limitó a la utilización de las herramientas y bases cartográficas existentes, suponiendo la construcción, en algunos casos, de nuevos instrumentos para el mapeo, sistematización e interpretación de la información, pero en principio se partió de la utilización de los recursos disponibles. En la tabla 5 se presenta una caracterización de las fuentes de información principales para la obtención de los datos requeridos, que condujeron al cálculo de los indicadores:

Tabla 5. Principales fuentes de información

Fuentes de información	Descripción
Portal Geográfico del Municipio de Medellín.	El Portal Geográfico del Municipio de Medellín (s. f.) es un sistema de información geográfica abierto a la ciudadanía y disponible en red, en el cual pueden consultarse de manera simultánea o temática multitud de datos sobre el suelo urbano municipal. Para el rastreo de la información base, valiosa para el cálculo de los indicadores, se emplearon los aplicativos del Sistema de Información Urbano (SIU), la información catastral para los predios ubicados en los barrios estudiados y las capas asociadas a la representación gráfica del Plan de Ordenamiento Territorial vigente, específicamente las relacionadas con el uso del suelo y centralidades, localización de espacios públicos y equipamientos. El Portal Geográfico también ofrece una base de aerofotografías más recientes y con mejor resolución que otros recursos abiertos, por lo cual también se consideró una referencia primaria para las restituciones cartográficas necesarias.
Cartografía urbana municipal.	Como base cartográfica general se empleó la denominada cartografía Sigma, inicialmente elaborada por las Empresas Públicas de Medellín en la década de 2000, la cual es comúnmente utilizada en los medios académicos como plano base. Para el ejercicio fue necesario realizar una actualización para mostrar las transformaciones territoriales en los barrios, incluir las coberturas vegetales y ajustar los procesos de urbanización de los predios.

Continúa...

Fuentes de información	Descripción
Recorridos físicos y virtuales por los sectores.	Como recurso principal para la recolección de información en el trabajo de campo se realizaron recorridos por los barrios analizados, obteniendo de primera mano datos sobre usos del suelo, alturas, grados de consolidación, número de unidades de vivienda por predio. Si bien estos se encuentran en algunos casos en fuentes secundarias municipales, no tienen un grado suficiente de actualización. En los sectores en los cuales se presentaron dificultades de acceso, y para complementar los datos, se accedió a recursos digitales para recorridos virtuales, sobre todo Google Street View y aerofotografías disponibles en el Portal Geográfico del Municipio de Medellín.
Plan de ordenamiento territorial de Medellín. Planimetría diagnóstica y de protocolización.	El Acuerdo 46 de 2014, que define el Plan de Ordenamiento Territorial de Medellín, contiene planimetrías diagnósticas y planos normativos, en los cuales puede rastrearse la identificación, caracterización y localización de algunos componentes de los sistemas de espacios públicos y equipamientos, por lo cual sirve como herramienta complementaria del Portal Geográfico del Municipio.
Empresas Varias de Medellín (Emvarias): planos de coberturas de recolección y ubicación de puntos limpios. Empresas privadas: Recopila y Lito sas, localización de puntos de recolección.	Las páginas de Internet de empresas prestadoras del servicio de recolección, tanto privadas como públicas, contienen planos con la localización de puntos limpios, puntos naranja y de recolección, por lo cual constituyen la fuente principal para la ubicación de dichos datos y su posterior espacialización (Emvarias, s. f.; Lito, s. f.).

Fuente: Autores.

Aplicación de la medición de niveles de sostenibilidad en tres barrios de Medellín

Selección de muestras

El proceso de definición de las muestras barriales se basa en un ejercicio de comparación de las condiciones de los diversos sectores de la ciudad, realizando descartes sucesivos y selección de sectores que cumplen con los parámetros básicos y complementarios establecidos para identificar las características más diversas.

Aplicación de parámetros básicos

De acuerdo con la metodología de la BCNEcología (2010) los parámetros básicos para la selección de los tejidos barriales son la densidad de población y edificabilidad neta. Para el análisis se toman como parámetros el nivel de consolidación de los sectores en cuanto a los tratamientos urbanísticos del Plan de Ordenamiento Territorial local (Acuerdo 48 de 2014) y la relativa estabilización de las tendencias de transformación, descartando así los sectores con procesos activos

de renovación, tanto mediante instrumentos formales como por desarrollo informal, y los sectores centrales con altos niveles de consolidación o de conservación. Adicionalmente, se considera la densidad habitacional, que en el caso de la fuente de información utilizada se encuentra discriminada por comunas (Alcaldía de Medellín, 2010).

En este primer filtro, como se puede ver en la tabla 6, se descartaron las comunas 1, 2, 3, 4, 8 y 13, por mostrar de forma continua procesos inconclusos de urbanización y baja consolidación edificatoria; la comuna 10 se descartó por su alto nivel de consolidación y centralidad, y la 15, por su bajo uso residencial. Al aplicar el parámetro de densidad habitacional, la comuna 14, El Poblado, presenta los niveles más bajos; mientras que Robledo, Buenos Aires, Belén, La América, Laureles-Estadio (comunas 7, 9, 16, 12, 11, respectivamente) cuentan con niveles intermedios, y las comunas 5, Castilla, y 6, Doce de Octubre, presentan las densidades más altas.

Aplicación de parámetros complementarios

Los parámetros complementarios buscan acotar espacialmente las áreas susceptibles de análisis a un nivel sectorial.

Niveles socioeconómicos

Se basa en estadísticas municipales (Alcaldía de Medellín, 2018b) disgregadas por barrios. Se establece un filtro por niveles, en los cuales las comunas

Tabla 6. Aplicación de los parámetros básicos de selección de la muestra

Parámetros básicos de selección por comunas			
1. Popular: Santo Domingo Savio 1, Santo Domingo Savio 2, Popular, Granizal, Moscú 2, Villa Guadalupe, San Pablo, Aldea Pablo VI, La Esperanza 2, El Compromiso, La Avanzada, Carpinelo.	2. Santa Cruz: La Isla, Playón de los Comuneros, Pablo VI, La Frontera, La Francia, Andalucía, Villa del Socorro, Villa Niza, Moscú 1, Santa Cruz, La Rosa.	3. Manrique: La Salle, Las Granjas, Campo Valdés 2, Santa Inés, El Raizal, El Pomar, Manrique Central 2, Manrique Oriental, Versailles 1, Versailles 2, La Cruz, Oriente, San José La Cima 1, San José La Cima 2, María Cano-Carambolas.	4. Aranjuez: Berlín, San Isidro, Palermo, Bermejál-Los Álamos, Moravia, Sevilla, San Pedro, Manrique Central 1, Campo Valdés 1, Las Esmeraldas, La Piñuela, Aranjuez, Brasília, Miranda.
5. Castilla: Toscana, Las Brisas, Florencia, Tejero, Boyacá, Héctor Abad Gómez, Belalcázar, Girardot, Tricentenario, Castilla, Francisco Antonio Zea, Alfonso López, Caribe, El Progreso.	6. Doce de Octubre: Santander, Doce de Octubre 1, Doce de Octubre 2, Pedregal, La Esperanza, San Martín de Porres, Kennedy, Picacho, Picachito, Mirador del Doce, Progreso 2, El Triunfo.	7. Robledo: Cerro El Volador, San Germán, Facultad de Minas, La Pilarica, Bosques de San Pablo, Altamira, Córdoba, López de Mesa, El Diamante, Aures 1, Aures 2, Bello Horizonte, Villa Flora, Palenque, Robledo, Cucaracho, Fuente Clara, Santa Margarita, Olaya Herrera, Pajarito, Monteclaro, Nueva Villa La Iguañá.	8. Villa Hermosa: Villa Hermosa, La Mansión, San Miguel, La Ladera, Batallón Girardot, Llanaditas, Los Mangos, Enciso, Sucre, El Pinal, Trece de Noviembre, La Libertad, Villatina, San Antonio, Las Estancias, Villa Turbay, La Sierra, Santa Lucía, Villa Liliám.

Continúa...

Parámetros básicos de selección por comunas

9. Buenos Aires: Juan Pablo II, Barrios de Jesús, Bombona 2, Los Cerros El Vergel, Alejandro Echavarría, Barrio Caicedo, Buenos Aires, Miraflores, Cataluña, La Milagrosa, Girona, El Salvador, Loreto, Asomadera 1, Asomadera 2, Asomadera 3, Ocho de Marzo.	10. La Candelaria: Prado, Jesús Nazareno, El Chagualo, Estación Villa, San Benito, Guayaquil, Corazón de Jesús, Calle Nueva, Perpetuo Socorro, Colón, Las Palmas, Bomboná 1, Boston, Los Ángeles, Villa Nueva, La Candelaria, San Diego.	11. Laureles-Estadio: Carlos E. Restrepo, Suramericana, Naranjal, San Joaquín, Los Conquistadores, Bolivariana, Laureles, Las Acacias, La Castellana, Lorena, El Velódromo, Los Colores, Estadio, Cuarta Brigada, Florida Nueva.	12. La América: Ferrini, Calasanz, Los Pinos, La América, La Floresta, Santa Lucía, El Danubio, Campo Alegre, Santa Mónica, Cristóbal, Simón Bolívar, Santa Teresita, Calasanz Parte Alta.
13. San Javier: El Pesebre, Blanquiazal, Santa Rosa de Lima, Los Alcázares, Metropolitano, La Pradera, Juan XIII-La Quiebra, San Javier 2, San Javier 1, Veinte de Julio, Belencito, Betania, El Corazón, Las Independencias, Nuevos Conquistadores, El Salado, Eduardo Santos, Antonio Nariño, El Socorro.	14. El Poblado: Colombia, Simesa, Villa Carlota, Castropol, Lalinde, Las Lomas 1, Las Lomas 2, El Tesoro, Altos del Poblado, Los Naranjos, Los Balsos 1, San Lucas, El Diamante 2, El Castillo, Los Balsos 2, Alejandría, La Florida, El Poblado, Manila, Astorga, Patio Bonito, La Aguacatala, Santa María de los Ángeles.	15. Guayabal: Tenche, Trinidad, Santa Fe, Parque Juan Pablo II, Campo Amor, Noel, Cristo Rey, Guayabal, La Colina, El Rodeo.	16. Belén: Fátima, Rosales, Belén, Granada, San Bernardo, Las Playas, Diego Echeverría, La Mota, La Hondonada, El Rincón, La Loma de los Bernal, La Gloria, La Palma, Altavista, Los Alpes, Las Violetas, Las Mercedes, Nueva Villa de Aburrá, Miravalle, El Nogal-Los Almendros, Cerro Nutibara.

Parámetro 1	Niveles intermedios de consolidación	
Parámetro 2	Densidad habitacional	Baja (< 100 hab./ha)
		Media (100-200 hab./ha)
		Alta (> 200 hab./ha)

Fuente: Autores.

previamente preseleccionadas corresponden a los niveles socioeconómicos alto y medio bajo. La aplicación del parámetro refuerza la posibilidad de seleccionar la comuna 14 (El Poblado), al ser la única que se caracteriza por tener un nivel socioeconómico alto, mientras que las comunas 5 (Castilla), 6 (Doce de Octubre), 7 (Robledo) y 9 (Buenos Aires) conforman un subconjunto de renta media baja, y las comunas 11 (Laureles-Estadio), 12 (La América) y 16 (Belén) se caracterizan por un nivel medio alto.

Características morfológicas

Con este parámetro se logra un mayor nivel de diferenciación de atributos: la categorización en tejidos reticulares, radiales y poligonales se apoya en estudios morfológicos locales (Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Universidad Pontificia Bolivariana, 2007) y muestra una baja recurrencia de las tramas radiales, presentes solo en los sectores Bolivariana y Laureles (comuna 11). Además, se identifica la presencia moderada de tejidos poligonales concentrados en la comuna 14, y puntuales en las comunas 7, 11, 12 y 16; así como mayor incidencia de tejidos en retícula regulares e irregulares en todas las comunas. La aplicación del parámetro implica la selección de los sectores de Laureles-Estadio, por su singularidad morfológica, y refuerza la pertinencia del sector El Poblado, como exponente de los tejidos poligonales.

Tabla 7. Aplicación de parámetros complementarios para la selección de la muestra

Tejidos barriales con densidades habitacionales altas y prevalencia de niveles medios de consolidación	
5. Castilla	6. Doce de Octubre
Toscana	Santander
Las Brisas	Doce de Octubre 1
Florencia	Doce de Octubre 2
Tejelo	Pedregal
Boyacá	La Esperanza
Héctor Abad Gómez	San Martín de Porres
Belalcázar	Kennedy
Girardot	Picacho
Tricentenario	Picachito
Castilla	Mirador del Doce
Francisco Antonio Zea	Progreso 2
Alfonso López	El Triunfo
Caribe	
El Progreso	

Tejidos barriales con densidades habitacionales

medias y prevalencia de niveles medios de consolidación

7. Robledo	9. Buenos Aires
Cerro El Volador	Juan Pablo II
San Germán	Barrios de Jesús
Facultad de Minas	Bombona 2
La Pilarica	Los Cerros El Vergel
Bosques de San Pablo	Alejandro Echavarría
Altamira	Barrio Caicedo
Córdoba	Buenos Aires
López de Mesa	Miraflores
El Diamante	Cataluña
Aures 1	La Milagrosa
Aures 2	Gerona
Bello Horizonte	El Salvador
Villa Flora	Loreto
Palenque	Asomadera 1
Robledo	Asomadera 2
Cucaracho	Asomadera 3
Fuente Clara	Ocho de Marzo
Santa Margarita	
Olaya Herrera	
Pajarito	
Monteclaro	
Nueva Villa La Iguaná	

Continúa...

**Tejidos barriales con densidades habitacionales altas
y prevalencia de niveles medios de consolidación**

11. Laureles-Estadio	12. La América
Carlos E. Restrepo	Ferrini
Suramericana	Calasanz
Naranjal	Los Pinos
San Joaquín	<i>La América</i>
Los Conquistadores	La Floresta
<i>Bolivariana</i>	Santa Lucía
<i>Laureles</i>	El Danubio
Las Acacias	Campo Alegre
La Castellana	Santa Mónica
Lorena	Cristóbal
El Velódromo	Simón Bolívar
Los Colores	Santa Teresita
Estadio	Calasanz Parte Alta
Cuarta Brigada	
Florida Nueva	

	Tejidos barriales con densidades habitacionales bajas y prevalencia de niveles medios de consolidación
16. Belén	14. El Poblado
Fátima	Colombia
Rosales	Simesa
Belén	Villa Carlota
Granada	Castropol
San Bernardo	Lalinde
Las Playas	Las Lomas 1
Diego Echeverría	Las Lomas 2
La Mota	El Tesoro
La Hondonada	Altos del Poblado
El Rincón	Los Naranjos
Loma de los Bernal	Los Balsos 1
La Gloria	San Lucas
La Palma	El Diamante 2
Altavista	El Castillo
Los Alpes	Los Balsos 2
Las Violetas	Alejandro
Las Mercedes	La Florida
Nueva Villa de Aburrá	El Poblado
Miravalle	Manila
El Nogal-Los Almendros	Astorga
Cerro Nutibara	Patio Bonito
	La Aguacatala
	Santa María de los Ángeles

Continúa...

Parámetro 3	Nivel socioeconómico
Parámetro 4	Características morfológicas
Parámetro 5	Antigüedad
Parámetro 6	Localización

Fuente: Autores.

Tabla 8. Definición de muestra

Sectores propuestos	Barrios propuestos	Densidad poblacional
Castilla y Doce de Octubre (tejidos centrales)	Castilla, La Esperanza, San Martín de Porres.	Alta: 282.81 hab./ha
Laureles (tejidos medios)	Laureles, Santa Teresita, La Consolata.	Media: 179.18 hab./ha
El Poblado (tejidos bajos)	El Poblado, Castropol, Las Lomas.	Baja: 80.44 hab./ha

** La antigüedad se refiere al año de inicio del proceso de conformación.*

Fuentes: Autores.

APLICACIÓN DE LA MEDICIÓN DE NIVELES DE SOSTENIBILIDAD

Medio bajo
Medio alto
Alto
Reticular
Radial
Poligonal
< 1940
> 1940 < 1980
> 1980
Suroriental
Centro-occidental
Nororiental y noroccidental

Nivel socioeconómico	Antigüedad*	Características morfológicas	Localización
Medio bajo	1960	Reticular	Noroccidental
Medio alto	1940	Radial	Centro-occidental
Alto	1980	Poligonal	Suroriental

Continúa...

Otros parámetros: antigüedad y localización

Confirma la selección previa: Laureles comenzó su proceso de urbanización a mediados de la década de 1940, mientras que el actual proceso de densificación de El Poblado inició en la década de 1980. Asimismo, ambos sectores tienen una ubicación diferenciada en las áreas suroriental y centro-occidental del valle. Por último, la muestra de sectores se completa con la selección de un tejido ubicado en las laderas nororiental o suroriental, con un proceso de consolidación entre los años cuarenta y ochenta del siglo xx, un tejido prevalentemente reticular y una caracterización socioeconómica de nivel medio bajo, a partir de lo cual se seleccionan Castilla y Doce de Octubre dentro de todo el conjunto de barrios, por su regularidad geométrica del tejido y por conformar barrios obreros modernos ejemplares.

El proceso completo de acotamiento de muestras se presenta en la tabla 7, en la cual pueden verse de forma simultánea los barrios que cumplen los parámetros complementarios.

La revisión de los parámetros básicos y complementarios se resume en la tabla 8, en la cual se identifican como los casos de estudio más pertinentes los sectores de Laureles, El Poblado, y Castilla y Doce de Octubre, ya que garantizan una mayor representatividad de condiciones diversas desde las variables de densidad, morfología, nivel socioeconómico y localización dentro de la ciudad.

La extensión de los sectores seleccionados supuso como tarea adicional ajustar la muestra en dimensiones para hacer viable su análisis, para ello se definieron fragmentos de tejido barrial más precisos. En el caso de Castilla y Doce de Octubre fueron analizadas veintisiete hectáreas, correspondientes a los sectores conocidos como San Martín de Porres, La Esperanza y Castilla Central. En cuanto a Laureles, se estudiaron treinta y cuatro hectáreas ubicadas en Santa Teresita, La Consolata y el sector central. En El Poblado se contemplaron los sectores de Castropol, Las Lomas y el entorno del parque fundacional, que suman treinta y seis hectáreas. La característica común es su localización central dentro de las respectivas comunas. Las diferencias de área se deben a las distintas densidades habitacionales, con lo cual se desarrollan escenarios relativamente equivalentes, si no en áreas, por lo menos en datos de entrada, como el número de unidades prediales o el número de habitantes por hectárea. Esta delimitación permitió la aplicación de la retícula de unidades de análisis para la realización de las mediciones de los indicadores, asimilables a algunas estrategias utilizadas en los ejercicios que se tuvieron como referencia (BCNEcología, 2008; Cabrera-Jara, Hermida-Palacios, Orellana-Vintimilla y Osorio-Guerrero, 2015). De esta forma se estableció la unidad de análisis mínima homogénea, necesaria para la aplicación de las variables.

Caracterización de los sectores y barrios

Sector Castilla y Doce de Octubre

Se localiza en la ladera noroccidental, corresponde al concepto de tejidos centrales, presenta un estado intermedio de consolidación de la edificación y una densidad alta de habitantes por hectárea (Alcaldía de Medellín, 2010). Desde el punto de vista morfológico se caracteriza por la homogeneidad del tejido y la continuidad del proceso de urbanización mediante una retícula regular y definida, predios de dimensiones uniformes, y alturas y grados de ocupación de las parcelas igualmente similares. El nivel socioeconómico de acuerdo con la estratificación es medio bajo, priman los estratos 2 y 3 (Alcaldía de Medellín, 2018b) y su proceso de poblamiento se llevó a cabo en los años cincuenta y sesenta del siglo xx como barrios obreros (Alcaldía de Medellín, 2014a).

Dentro de este contexto general fueron seleccionadas veintisiete hectáreas, correspondientes a tres tejidos barriales diferenciados que pueden verse delimitados en la figura 1: La Esperanza, Castilla y San Martín de Porres, que, aunque pertenecen a comunas diferentes, presentan continuidad espacial y unidad formal y funcional, lo cual permite emplearlos como ejemplo de los tejidos barriales localizados entre el corredor multifuncional próximo al río Medellín y los desarrollos de vivienda popular de la ladera alta.



Figura 1. Delimitación del sector de Castilla y Doce de Octubre:
barrios y unidades de análisis

Fuente: Autores

Sector de Laureles

Se encuentra localizado en la zona centro-occidental de la ciudad y corresponde a un tejido medio, cuenta con una densidad de 178.18 hab./ha (Alcaldía de Medellín, 2014b) y homogeneidad en los procesos de consolidación y recambio edificatorio activos. En términos morfológicos se desarrolló a partir del modelo de crecimiento de ciudad jardín, y fue proyectado desde un particular trazado radial que surgió en la década de los cuarenta del siglo XX. Presenta, además, una condición edificatoria dual con casas unifamiliares y torres multifamiliares construidas en diferentes momentos históricos sobre una estructura predial homogénea, fruto del proceso sincrónico de urbanización inicial. En términos socioeconómicos presenta una estratificación predominante de niveles 4 y 5 (Alcaldía de Medellín, 2018b).

Como barrios para el análisis se seleccionaron tres tejidos con continuidad funcional y de trama, como se observa en la figura 2: Santa Teresita, Laureles y La Consolata pertenecen al sector de Laureles, pero se diferencian desde el punto de vista de territorialidad e imaginario colectivo. En total, la muestra cuenta con treinta y cuatro unidades de análisis colindantes, que incluyen los hitos urbanos y elementos estructurantes más relevantes, además de sus áreas circundantes: las iglesias de Santa Teresita y La Consolata, el primer y el segundo Parque de Laureles, y las avenidas Nutibara y Jardín.

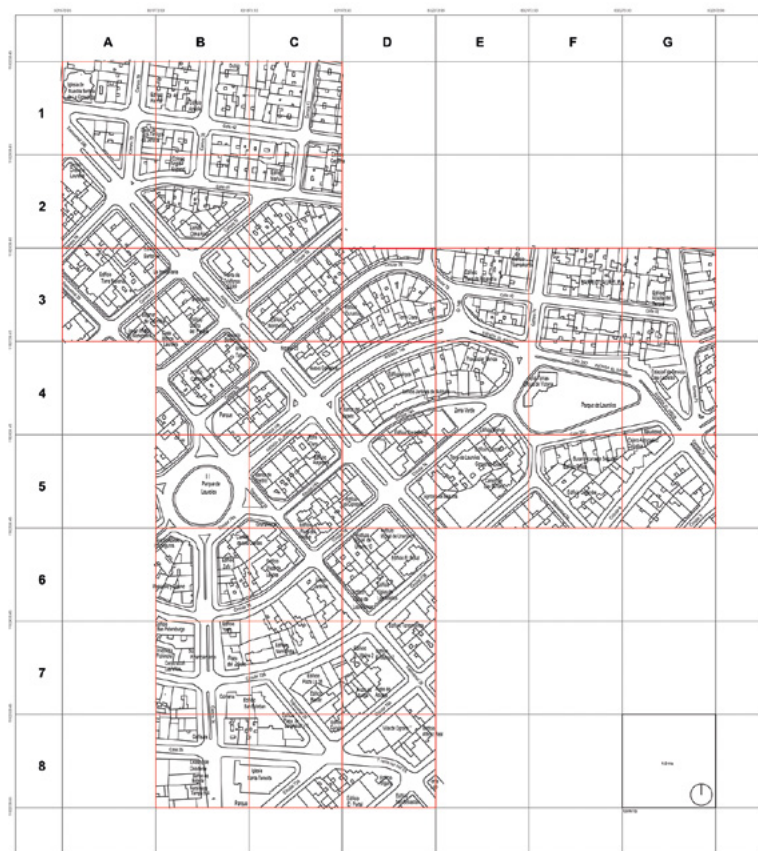


Figura 2. Delimitación del sector de Laureles: barrios y unidades de análisis
Fuente: Autores.

Sector El Poblado

Localizado en la ladera suroriental del valle, corresponde al concepto de tejido bajo. Durante las últimas décadas pasó de ser un sector de fincas de recreo y segundas residencias a un barrio donde predominan conjuntos cerrados privados (Alcaldía de Medellín, 2009), destinados a la demanda de vivienda de la clase alta local. A pesar de haber sido un proceso masivo de edificación, la condición poligonal del tejido y la separación espacial entre desarrollos inmobiliarios explica el hecho de que el sector tenga la densidad poblacional más baja dentro del suelo urbano: 80.44 hab./ha (Alcaldía de Medellín, 2010).

En este caso, la selección de los tejidos barriales (véase la figura 3) busca dar cuenta de dos características diferentes: por un lado, la transformación del centro fundacional tradicional, y por otro, los desarrollos multifamiliares en altura y unifamiliares de baja densidad. Para este fin se delimita como muestra un conjunto de treinta y seis hectáreas, que abarcan las zonas aledañas al Parque El Poblado y los barrios Castropol y Las Lomas.

Aplicación de los indicadores

En la etapa de aplicación de indicadores se evalúan los tejidos urbanos barriales haciendo medición de las variables establecidas. Este proceso implica

la construcción de una línea base de información para cada variable y luego su cálculo a partir de la información recolectada.

Construcción y sistematización de la información base

Para la recolección de la información base del indicador CA se emplearon los datos existentes en el Portal Geográfico del Municipio de Medellín, la restitución de aerofotometría de los predios en la base cartográfica existente y la información de altura obtenidos mediante recorridos de campo para garantizar su actualización (tabla 9). Los datos fueron cargados en una hoja de cálculo, discriminando la información por predio, lo que permite la agregación de los resultados por barrio y sector, como puede verse en la figura 4.

Tabla 9. Fuentes y datos para el indicador CA

Indicador	Fuentes de información	Información base
CA	Portal Geográfico del Municipio de Medellín: información de catastro. Recorridos físicos por los sectores.	Ocupación en metros cuadrados. Número de pisos.

Fuente: Autores.

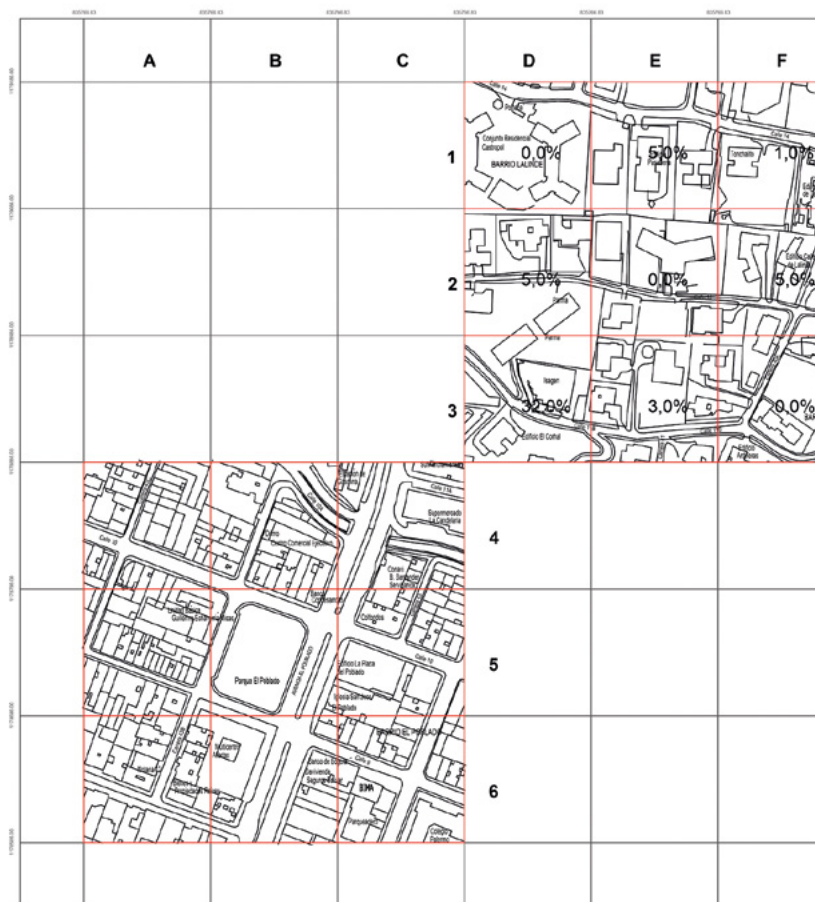


Figura 3. Delimitación del sector de El Poblado: barrios y unidades de análisis
Fuente: Autores.

APLICACIÓN DE LA MEDICIÓN DE NIVELES DE SOSTENIBILIDAD

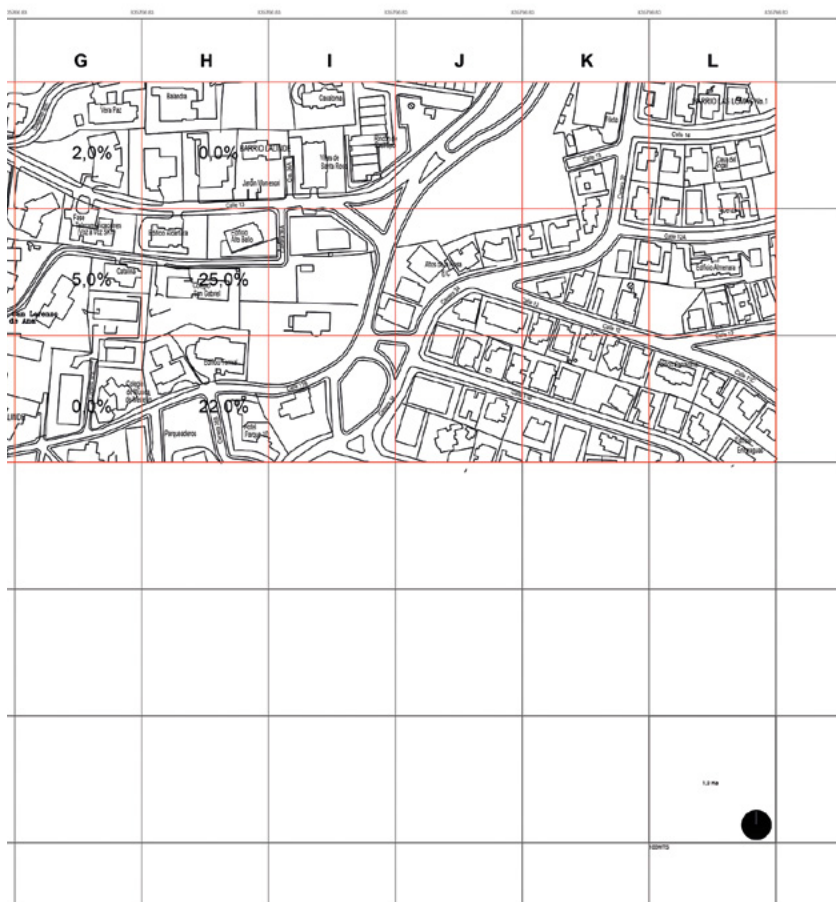




Figura 4. Mosaico de recursos de recolección para el indicador CA
Fuente: Autores.

Para la aplicación del indicador PV fue necesario establecer los porcentajes de cobertura vegetal en cada tramo vial, por lo cual la estructura vial fue fragmentada dentro de la UA, identificando los tramos con su nomenclatura —este cálculo corresponde al indicador de reparto del viario público, el cual fue previamente resuelto—. Asimismo, para el establecimiento de los porcentajes de cobertura se recurrió tanto a los recorridos por los tejidos barriales como a la información del SIU disponible en el portal de información geográfica de Medellín (tabla 10). Para el cálculo de las áreas cubiertas se recurrió a la restitución de aerofotometría utilizando el mismo portal y sus imágenes a 2018 como puede verse en la figura 5.

Tabla 10. Fuentes y datos para el indicador PV

Indicador	Fuentes de información	Información base
Percepción del espacio verde urbano	Cartografía urbana municipal. Portal Geográfico del Municipio de Medellín. Aerofotografías y SIU. Recorridos físicos y virtuales por los sectores.	Área de viario en metros cuadrados. Manchas de coberturas vegetales discriminadas en portes grandes, medianos y pequeños.

Fuente: Autores.



Figura 5. Mosaico de recursos de recolección para el indicador PV
Fuente: Autores

Debido a que el indicador RV requiere el cálculo por tramo vial (véase la tabla 11), el ejercicio supuso la separación de los fragmentos viales pertenecientes a diferentes calles presentes en la unidad de análisis y su identificación mediante nomenclatura. De manera adicional, con apoyo de la cartografía urbana disponible, se representaron gráficamente las áreas peatonales extrayendo de dichas polilíneas las áreas de svp, como puede observarse en la figura 6.

Tabla 11. Fuentes y datos para el indicador RV

Indicador	Fuentes de información	Información base
Reparto de viario público	Cartografía urbana municipal.	Área total de viario en metros cuadrados.
	Recorridos físicos y virtuales por los sectores.	Área peatonal de viario en metros cuadrados.

Fuente: Autores.



Figura 6. Mosaico de recursos de recolección
para el indicador RV

Fuente: Autores.

Para la aplicación del indicador AR fue necesario el cálculo de la totalidad de la edificabilidad. Para ello se usó como base los datos catastrales disponibles y las áreas ocupadas establecidas mediante la cartografía urbana existente (véase la tabla 12) y su actualización junto con el inventario de alturas de edificación realizado en campo. Con ello se lograron establecer los porcentajes por usos asociados a cada nivel construido.

Tabla 12. Fuentes y datos para el indicador AR

Indicador	Fuentes de información	Información base
Equilibrio entre actividad y residencia	Portal Geográfico del Municipio de Medellín: información de usos del suelo y centralidades. Plan de Ordenamiento Territorial de Medellín: planimetría diagnóstica. Recorridos físicos y virtuales por los sectores.	Definición de usos y porcentajes de uso por predio.

Fuente: Autores.



Figura 7. Mosaico de recursos de recolección para el indicador AR
Fuente: Autores.

Para la aplicación del indicador PL se hizo necesario identificar cartográficamente la localización de los puntos limpios, rastreados mediante la indagación en las entidades prestadoras del servicio, tanto en las empresas públicas (Emvarias) —para identificar sus puntos limpios y naranjas—, como privadas (Lito y Recopila) —para establecer los radios de cobertura— (véase la tabla 13). Luego de ello, como puede verse en la figura 8 se identificó para cada unidad de análisis el número de puntos cercanos, definiendo coberturas altas, medias y bajas.

Tabla 13. Fuentes y datos para el indicador PL

Indicador	Fuentes de información	Información base
Acceso y proximidad a puntos limpios	Emvarias: planos de coberturas de recolección y ubicación de puntos limpios. Empresas privadas (Recopila y Lito SAS): localización de puntos de recolección.	Áreas de cobertura.

Fuente: Autores.

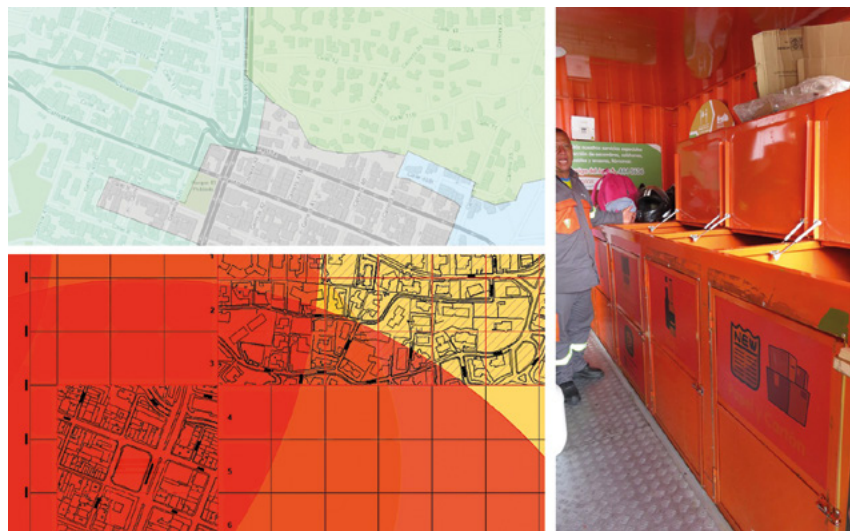


Figura 8. Mosaico de recursos de recolección
para el indicador PL

Fuente: Autores.

Para el cálculo del indicador sv en los barrios fue necesario definir mediante recorridos e información secundaria (Portal Geográfico del Municipio de Medellín y planos de diagnóstico y protocolización del Plan de Ordenamiento Territorial vigente) la localización de los espacios verdes con acceso público (véase la tabla 14), realizando la medición de su superficie con los medios cartográficos disponibles, ejemplificados en el mosaico de la figura 9. Asimismo, se debió establecer el número de habitantes total por unidad de análisis, para lo cual se empleó el número de viviendas cuantificado y el indicador promedio de número de habitantes por vivienda, definido para el municipio de Medellín en el año 2018 (Circular 201860000016, 2018), establecido en 3.25.

Tabla 14. Fuentes y datos para el indicador sv

Indicador	Fuentes de información	Información base
Superficie verde por habitante	Portal Geográfico del Municipio de Medellín: información de espacio público efectivo y zonas verdes.	Cálculo de habitantes por unidad de análisis.
	Portal Geográfico del Municipio de Medellín: información de catastro.	Área total de
	Plan de Ordenamiento Territorial de Medellín: planimetría diagnóstica y de protocolización.	zonas verdes en
	Recorridos físicos y virtuales por los sectores.	metros cuadrados.

Fuente: Autores.

Por último, para el cálculo del indicador PE en los barrios objeto de análisis se definió la localización de los equipamientos pertenecientes a las categorías

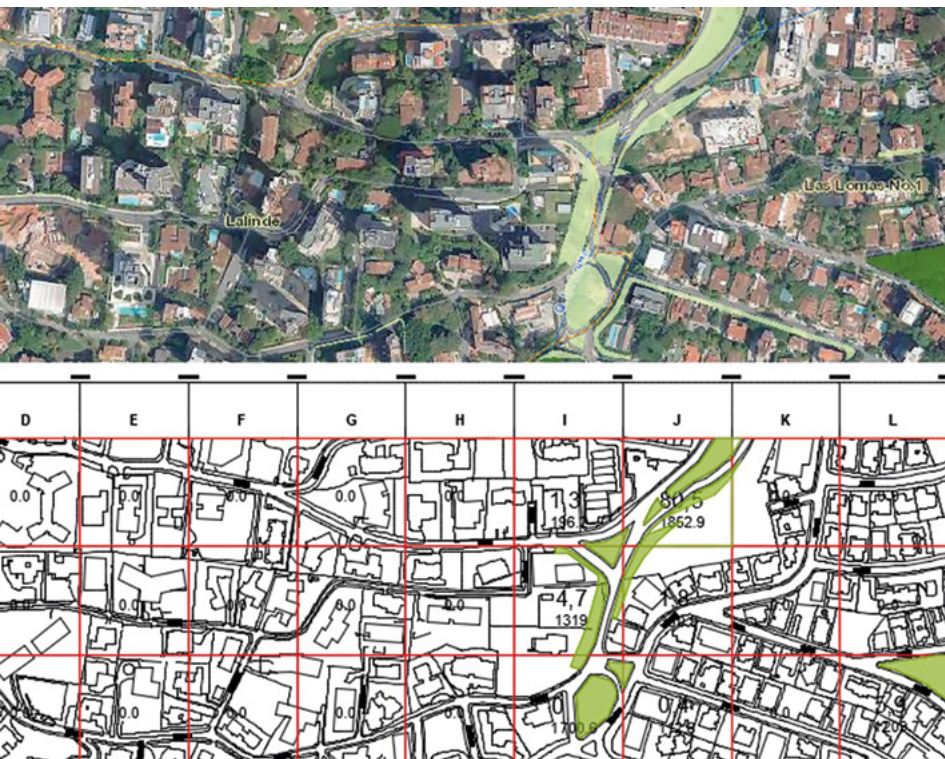


Figura 9. Mosaico de recursos de recolección para el indicador sv

Fuente: Autores.

propuestas, mediante su rastreo en la información contenida en el Portal Geográfico del Municipio de Medellín y en los planos diagnósticos y de protocolización del Plan de Ordenamiento Territorial municipal (véase la tabla 15), la cual fue verificada con recorridos de campo. Sobre la información de la base cartográfica disponible, como puede verse en la figura 10, se trazaron los radios de seiscientos metros de proximidad y se verificó el número de radios en cada unidad espacial para proceder a la división por número de habitantes establecidos con antelación.

Tabla 15. Fuentes y datos para el indicador PE

Indicador	Fuentes de información	Información base
Proximidad a los equipamientos	Portal Geográfico del Municipio de Medellín:	Localización de equipamientos y radios de cobertura.
	información de equipamientos colectivos.	
	Plan de Ordenamiento Territorial de Medellín: planimetría diagnóstica y protocolización.	
	Recorridos físicos y virtuales por los sectores.	

Fuente: Autores.

Atlas cartográfico base

El resultado de la etapa de construcción y sistematización de la información es el atlas cartográfico temático que se presenta a continuación. Los sectores de Castilla, Laureles y El Poblado se representan, en este orden, en las diferentes figuras, de acuerdo con cada indicador: para el indicador CA véanse las figuras 11, 12 y 13; para el indicador PV, las figuras 14, 15 y 16,

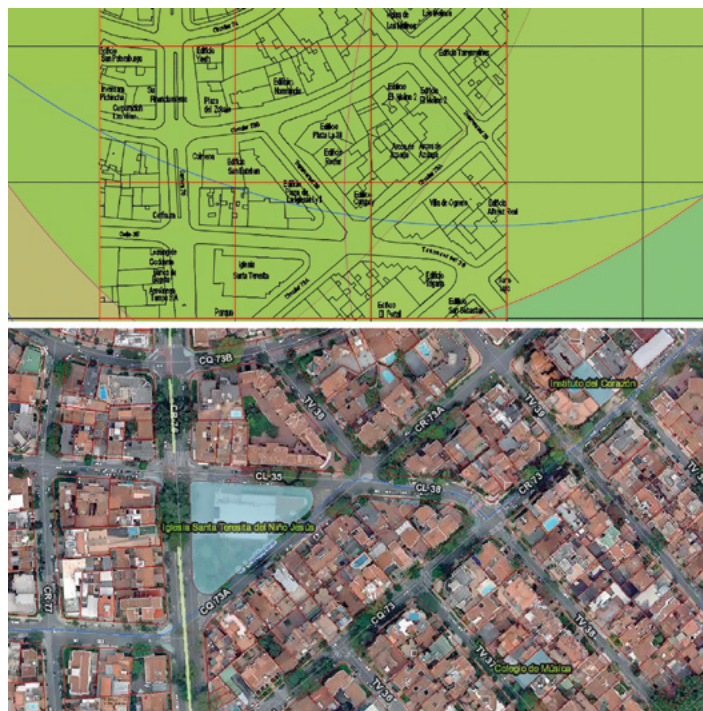


Figura 10. Mosaico de recursos de recolección para el indicador PE
Fuente: Autores.

para el indicador RV, las figuras 17, 18 y 19; para AR, las figuras 20, 21 y 22; para PL, las figuras 23, 24 y 25; para SV, las figuras 26, 27 y 28, y para el indicador PE, las figuras 29, 30 y 31, las cuales representan la base planimétrica construida en los sectores.



Figura 11. Base cartográfica del indicador CA para Castilla y Doce de Octubre

Fuente: Autores.

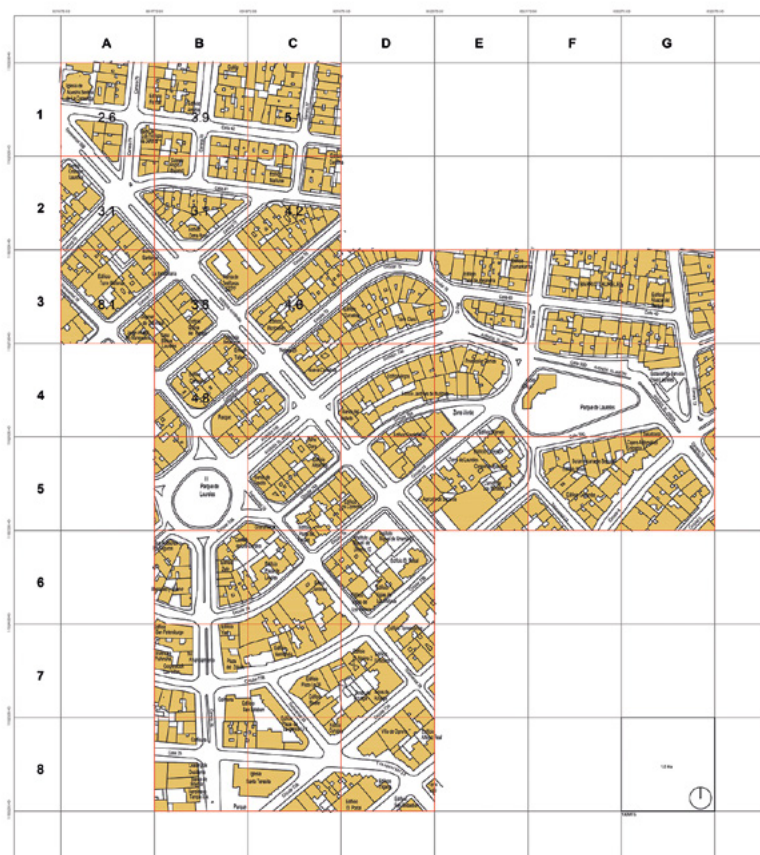


Figura 12. Base cartográfica del indicador CA para Laureles
Fuente: Autores.



Figura 13. Base cartográfica del indicador CA para El Poblado

Fuente: Autores.



Figura 14. Base cartográfica del indicador pv para Castilla y Doce de Octubre
Fuente: Autores.



Figura 15. Base cartográfica del indicador
pv para Laureles

Fuente: Autores.



Figura 16. Base cartográfica del indicador PV para El Poblado
Fuente: Autores.

APLICACIÓN DE LA MEDICIÓN DE NIVELES DE SOSTENIBILIDAD





Figura 17. Base cartográfica del indicador RV
para Castilla y Doce de Octubre
Fuente: Autores.

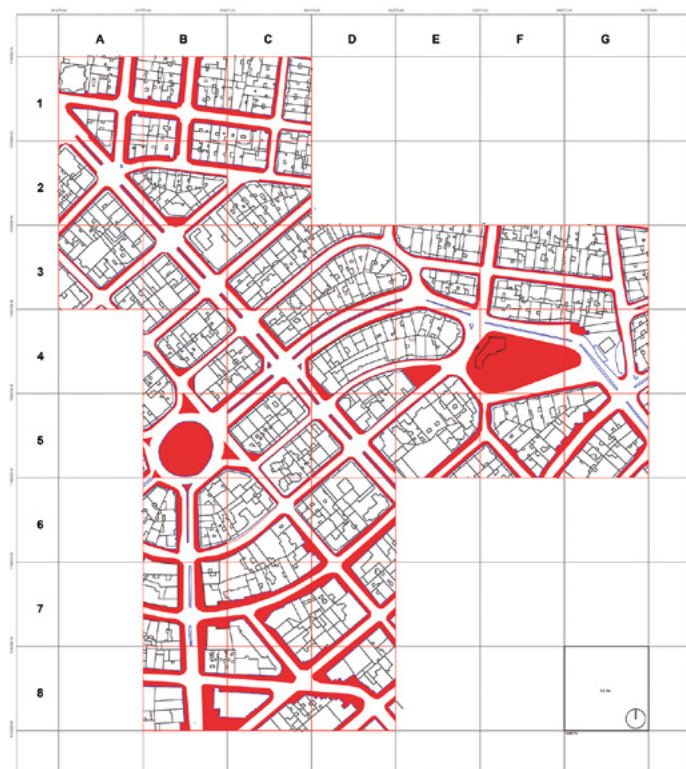


Figura 18. Base cartográfica del indicador RV
para Laureles
Fuente: Autores.



Figura 19. Base cartográfica del indicador RV
para El Poblado
Fuente: Autores.

APLICACIÓN DE LA MEDICIÓN DE NIVELES DE SOSTENIBILIDAD



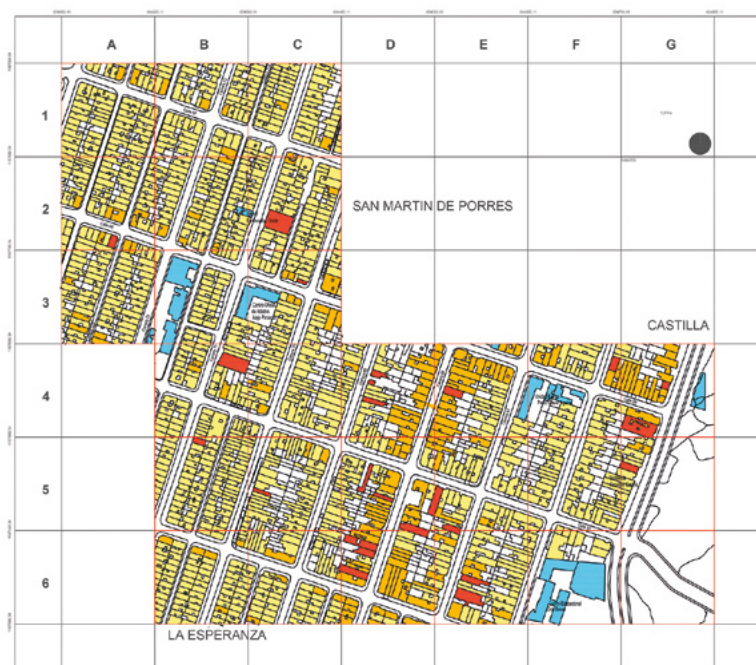


Figura 20. Base cartográfica del indicador AR para Castilla y Doce de Octubre
Fuente: Autores.



Figura 21. Base cartográfica
del indicador AR para Laureles
Fuente: Autores.



Figura 22. Base cartográfica del
indicador AR para El Poblado
Fuente: Autores.



Figura 23. Base cartográfica del indicador PL para Castilla y Doce de Octubre
Fuente: Autores.



Figura 24. Base cartográfica del indicador PL
para Laureles
Fuente: Autores.

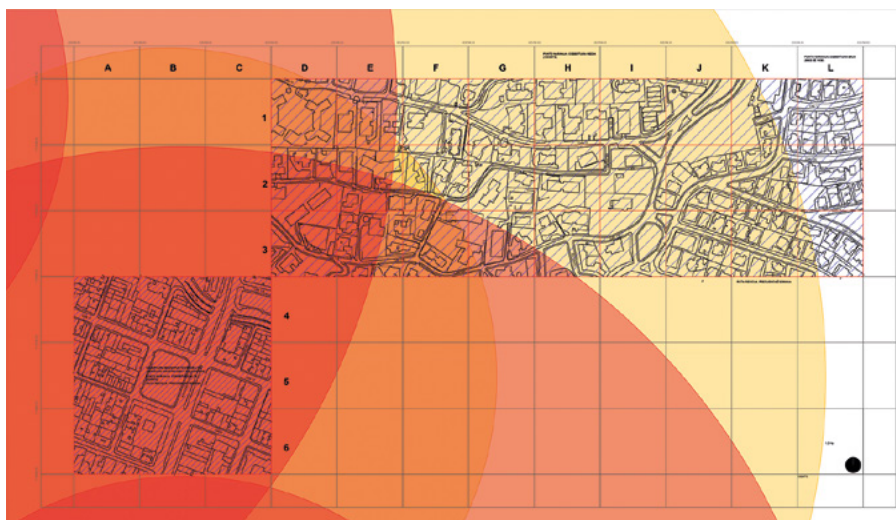


Figura 25. Base cartográfica del indicador
PL para El Poblado

Fuente: Autores.



Figura 26. Base cartográfica del indicador sv
para Castilla y Doce de Octubre
Fuente: Autores.



Figura 27. Base cartográfica del indicador sv para Laureles

Fuente: Autores.



Figura 28. Base cartográfica del indicador sv para El Poblado

Fuente: Autores.

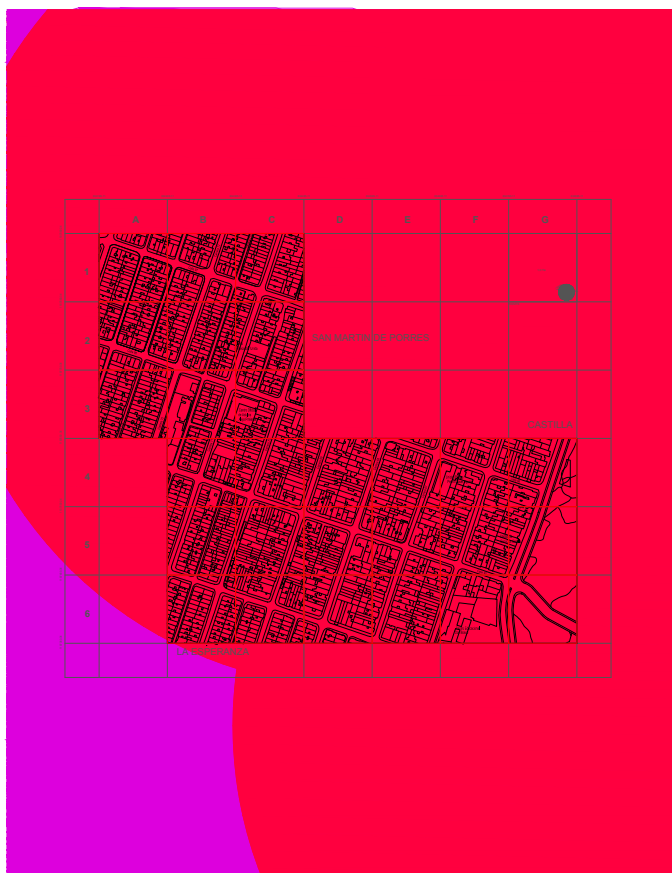


Figura 29. Base cartográfica del indicador
pe para Castilla y Doce de Octubre
Fuente: Autores.

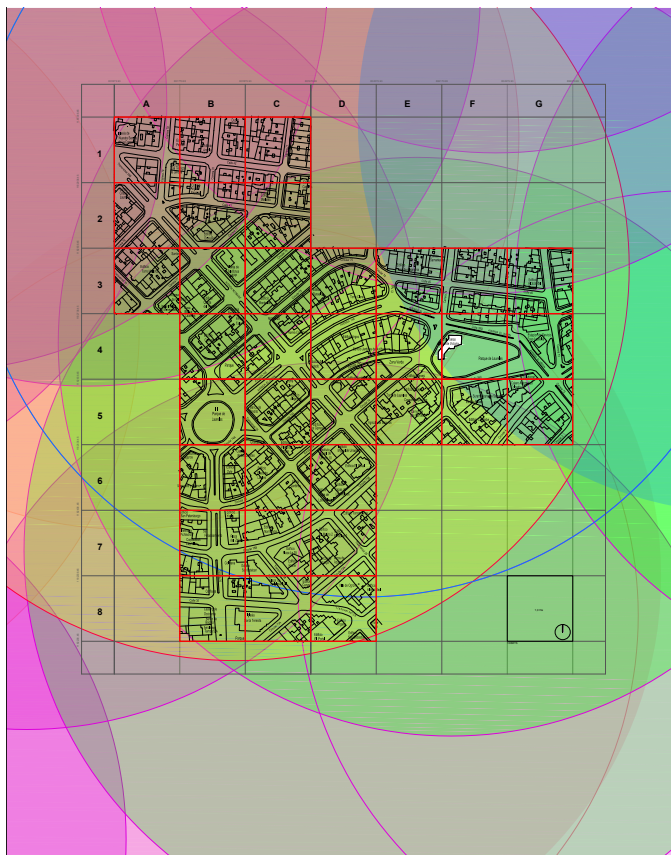


Figura 30. Base cartográfica del indicador PE para Laureles

Fuente: Autores.

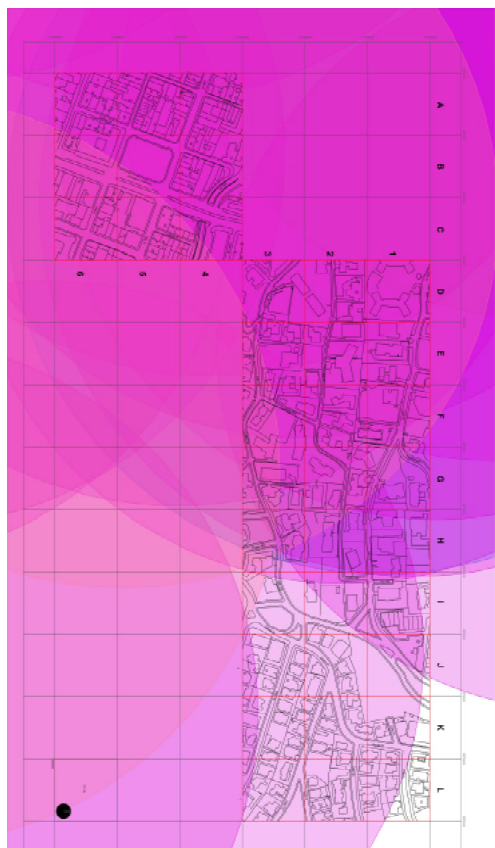


Figura 31. Base cartográfica del indicador PE para El Poblado

Fuente: Autores.

Hallazgos

Descripción de la población

Para la determinación del nivel de sostenibilidad a escala barrial fueron sometidas a análisis tres muestras correspondientes a los sectores de Castilla y Doce de Octubre, Laureles y El Poblado, mediante la definición de tres tejidos barriales en cada muestra: en el primero se agruparon Castilla, La Esperanza y San Martín de Porres; en el segundo, La Consolata, Laureles y Santa Teresita, y en el tercero, Las Lomas, Castropol y El Poblado. Cada tejido barrial se subdividió en unidades de análisis de una hectárea para la recolección de la información base, para un total de noventa y siete hectáreas de suelo urbano.

Cabe anotar que el criterio fundamental de la investigación no es la representatividad cuantitativa —ya que la muestra representa tan solo el 0.87 % del suelo urbano de Medellín, que en total suma 11 160.98 hectáreas (Acuerdo 48 de 2014)—, sino la definición de los mecanismos de aplicación de los indicadores en áreas

acotadas. En resumen, fueron incluidos en el estudio tejidos pertenecientes a nueve de doscientos cuarenta y nueve barrios, analizados con siete indicadores, seleccionados por medio de una metodología compuesta por una batería de treinta y cinco (BCNEcología, 2008).

Tabla 16. Resultados centrales para Castilla y Doce de Octubre

Barrio	Cuadrante	CA	PV
San Martín de Porres	A1	3.9	4 %
	A2	4.4	0 %
	A3	4.6	0 %
	B1	3.2	4 %
	B2	4.1	0 %
	B3	2.5	8 %
	C1	3.7	9 %
	C2	3.7	7 %
	C3	3.2	11 %
La Esperanza	B4	3.3	1 %
	B5	4.3	10 %
	B6	4.1	2 %
	C4	3.2	7 %
	C5	2.5	5 %
	C6	3.8	8 %
	D4	2.7	2 %
	D5	3.4	7 %
	D6	3.3	4 %

Resultados centrales

Los resultados de la aplicación de los indicadores se resumen de manera descriptiva y cuantitativa en las tablas 16, 17 y 18, en las cuales se discriminan por unidades de análisis y se agrupan por barrios.

RV	AR	PL	SV	PE
39 %	1 %	0	0	75 %
34 %	7 %	0	0	75 %
40 %	3 %	0	0	75 %
38 %	4 %	0	0	75 %
43 %	4 %	0	0	75 %
38 %	0 %	0	0	75 %
20 %	1 %	0	0	75 %
56 %	1 %	0	0	75 %
47 %	9 %	0	0	75 %
35 %	3 %	0	0	75 %
58 %	1 %	0	0	75 %
48 %	3 %	0	0	75 %
52 %	2 %	0	0	75 %
57 %	2 %	0	0	75 %
48 %	5 %	0	0	75 %
55 %	21 %	0	0	75 %
53 %	24 %	0	0	75 %
46 %	40 %	0	0	75 %

Continúa...

Barrio	Cuadrante	CA	PV
Castilla	E4	3.4	0 %
	E5	3.2	9 %
	E6	3.5	0 %
	F4	2.7	0 %
	F5	3	7 %
	F6	2.2	4 %
	G4	2.1	0 %
	G5	0.7	11 %
	G6	0	0 %

Fuente: Autores.

Tabla 17. Resultados centrales para Laureles

Barrio	Cuadrante	CA	PV	RV
La Consolata	A1	2.6	61 %	43 %
	A2	3.1	64 %	33 %
	A3	8.1	36 %	35 %
	B1	3.9	30 %	56 %
	B2	3.1	64 %	50 %
	B3	3.6	59 %	21 %
	C1	5.1	53 %	46 %
	C2	4.2	43 %	41 %
	C3	4.6	53 %	40 %

RV	AR	PL	SV	PE
46 %	36 %	0	0	75 %
53 %	8 %	0	0	75 %
53 %	12 %	0	0	75 %
55 %	8 %	0	0	75 %
54 %	3 %	0	0	75 %
40 %	42 %	0	0	75 %
51 %	36 %	0	18	75 %
47 %	11 %	0	68	75 %
34 %	0 %	0	0	75 %

AR	PL	SV	PE
44 %	0.1	0	100 %
16 %	0.1	0	100 %
9 %	0.3	0	100 %
13 %	0.1	0	100 %
20 %	0.3	0	100 %
16 %	0.4	0	100 %
3 %	0.3	0	100 %
9 %	0.3	0	100 %
13 %	0.4	0	100 %

Continúa...

MEDELLÍN . TRES CASOS DE ESTUDIO DE SOSTENIBILIDAD URBANA

Barrio	Cuadrante	CA	PV	RV
Laureles	B4	4.8	36 %	38 %
	B5	1.5	78 %	52 %
	C4	1.8	70 %	25 %
	C5	4.2	69 %	37 %
	D3	4.4	52 %	33 %
	D4	5.4	99 %	40 %
	D5	2.1	65 %	28 %
	E3	4.2	46 %	32 %
	E4	6.3	49 %	42 %
	E5	5.8	51 %	58 %
	F3	4	51 %	38 %
	F4	0.8	73 %	69 %
	F5	7.3	64 %	38 %
	G3	5	58 %	35 %
	G4	1.1	51 %	26 %
	G5	6.3	76 %	45 %
Santa Teresita	B6	4.1	41 %	40 %
	B7	6.4	49 %	55 %
	B8	3	57 %	53 %
	C6	7.6	43 %	42 %
	C7	7.4	49 %	64 %
	C8	4.9	20 %	52 %
	D6	4.6	38 %	57 %
	D7	7.7	42 %	55 %
	D8	6.2	51 %	52 %

Fuente: Autores.

AR	PL	SV	PE
29 %	0.4	0	100 %
78 %	0.4	53	100 %
50 %	0.4	0	100 %
26 %	0.4	0	100 %
30 %	0.4	0	100 %
28 %	0.4	0	100 %
30 %	0.4	0	100 %
21 %	0.4	0	100 %
4 %	0.4	2	100 %
9 %	0.4	0	100 %
20 %	0.3	0	100 %
84 %	0.4	68	100 %
5 %	0.4	0	100 %
20 %	0.3	0	100 %
45 %	0.4	16	100 %
18 %	0.4	0	100 %
16 %	0.4	0	100 %
16 %	0.3	0	100 %
30 %	0.4	2	75 %
4 %	0.4	0	100 %
0 %	0.4	0	100 %
21 %	0.4	1	100 %
1 %	0.4	0	100 %
0 %	0.4	0	100 %
2 %	0.5	0	100 %

Tabla 18. Resultados centrales para El Poblado

Barrio	Cuadrante	CA	PV	RV
El Poblado	A4	2.6	7 %	35 %
	A5	3.4	21 %	43 %
	A6	3.3	0 %	56 %
	B4	3.6	11 %	36 %
	B5	0.2	59 %	59 %
	B6	2.6	34 %	32 %
	C4	1.5	27 %	33 %
	C5	4	25 %	29 %
	C6	3.3	42 %	35 %
Castropol	D1	4.2	21 %	20 %
	D2	4.5	65 %	55 %
	D3	6.4	36 %	37 %
	E1	3.5	61 %	43 %
	E2	7	63 %	60 %
	E3	4.4	40 %	30 %
	F1	5.2	25 %	39 %
	F2	2.6	56 %	47 %
	F3	5.2	46 %	35 %
	G1	4.5	49 %	54 %
	G2	4.7	86 %	55 %
	G3	8.5	67 %	43 %
	H1	3.3	64 %	18 %
	H2	5.9	54 %	54 %
	H3	2.7	43 %	41 %

AR	PL	SV	PE
93 %	0.6	0	75 %
90 %	0.6	0	75 %
100 %	0.6	0	75 %
95 %	0.6	0	75 %
100 %	0.6	23	75 %
100 %	0.6	0	75 %
86 %	0.6	0	75 %
100 %	0.6	0	75 %
80 %	0.6	0	75 %
0 %	0.6	0	75 %
5 %	0.6	0	75 %
32 %	0.6	0	75 %
5 %	0.4	0	75 %
0 %	0.5	0	75 %
3 %	0.5	0	75 %
1 %	0.3	0	75 %
5 %	0.3	0	75 %
0 %	0.5	0	75 %
2 %	0.3	0	75 %
5 %	0.3	0	75 %
0 %	0.4	0	75 %
0 %	0.3	0	50 %
25 %	0.3	0	75 %
22 %	0.3	0	75 %

Continúa...

Barrio	Cuadrante	CA	PV	RV
Las Lomas	I1	2.2	36 %	29 %
	I2	7.3	33 %	33 %
	I3	0.2	41 %	18 %
	J1	0.1	12 %	20 %
	J2	4.3	18 %	34 %
	J3	4.7	30 %	47 %
	K1	1.9	20 %	38 %
	K2	1.1	40 %	35 %
	K3	2.5	52 %	50 %
	L1	1.5	35 %	51 %
	L2	2.4	53 %	45 %
	L3	2.4	57 %	16 %

Fuente: Autores.

Criterios para la lectura de los resultados centrales

La interpretación de los datos obtenidos, a la luz de la pregunta de investigación, requiere medir los grados de cumplimiento de los indicadores dentro de los límites aplicables y sus variabilidades y variaciones con relación al estándar deseado. En la tabla 19 se muestran los tipos de análisis complementarios a los datos primarios, que configuran los resultados centrales, y que apuntan a revelar las diferencias de sostenibilidad barrial en las áreas estudiadas.

También es de interés de la investigación localizar a nivel espacial los datos obtenidos en las unidades

AR	PL	SV	PE
0 %	0.3	1	25 %
1 %	0.3	5	25 %
100 %	0.3	0	50 %
0 %	0.3	80	25 %
15 %	0.3	2	25 %
19 %	0.3	0.4	25 %
97 %	0.1	0	25 %
38 %	0.3	0	25 %
26 %	0.3	0	25 %
62 %	0.1	0	25 %
29 %	0.1	0	25 %
5 %	0.1	6	25 %

de análisis, con el fin de facilitar la identificación de patrones de ocupación y comportamientos característicos.

Variabilidad

Se presentan inicialmente, a manera de conteo simple y de índice, el número de unidades de análisis con valores diferentes y su porcentaje, relacionado con el número de unidades por cada barrio, sector y a nivel global. Este cálculo es diferente a la medición estadística del índice de variación, puesto que no se calcula en referencia a la media aritmética sino en referencia al número de mediciones.

Tabla 19. Análisis complementarios de los resultados centrales

Tipo de análisis	Medición
Variabilidad	Número de unidades con medidas diferentes
Variación	Índice de variación
	Porcentaje de variación
Cumplimiento del indicador	Conteo y porcentaje de UA que cumplen con el indicador
Distribución de frecuencias	Frecuencia relativa

Fuente: Autores.

Tabla 20. Análisis de la variabilidad de los resultados centrales (CA)

Compacidad absoluta		Número de mediciones con valores diferentes		
		Global	Sectorial	Barrial
Castilla	San Martín de Porres	51.0	18.0	7.0
	La Esperanza			8.0
	Castilla			9.0
Laureles	La Consolata	51.0	29.0	8.0
	Laureles			14.0
	Santa Teresita			9.0
El Poblado	El Poblado	26.0	26.0	7.0
	Castropol			13.0
	Las Lomas			11.0

Fuente: Autores.

Interés en la investigación	Unidad de aplicación
Diversidad de datos. Homogeneidad o heterogeneidad de la muestra.	Barrio, sector, a nivel global.
Cercanía o alejamiento de los datos por variable a los valores de referencia.	Unidad de análisis.
Grado de cumplimiento de los indicadores conforme a los umbrales.	Barrio, sector.
Valores típicos y atípicos por variable.	Barrio.

Número total de mediciones			Variabilidad		
Global	Sectorial	Barrial	Global	Sectorial	Barrial
97.0	27.0	9.0	0.53	0.67	0.78
		9.0			0.89
		9.0			1.00
	34.0	9.0		0.85	0.89
		16.0			0.88
		9.0			1.00
	36.0	9.0		0.72	0.78
		15.0			0.87
		12.0			0.92

En cuanto al parámetro de referencia, para la lectura se considera homogéneo un resultado por debajo de 0.2; es decir, en el umbral de homogeneidad moderada para la interpretación de dispersión relativa (Rustom, 2012):

Tabla 21. Análisis de la variabilidad de los resultados centrales (pv)

Percepción del espacio verde		Número de mediciones con valores diferentes		
		Global	Sectorial	Barrial
Castilla	San Martín de Porres	48.0	10.0	7.0
	La Esperanza			8.0
	Castilla			9.0
Laureles	La Consolata	48.0	24.0	8.0
	Laureles			14.0
	Santa Teresita			9.0
El Poblado	El Poblado	32.0	32.0	7.0
	Castropol			13.0
	Las Lomas			11.0

Fuente: Autores.

Tabla 22. Análisis de la variabilidad de los resultados centrales (rv)

Reparto viario		Número de mediciones con valores diferentes		
		Global	Sectorial	Barrial
Castilla	San Martín de Porres	38.0	18.0	8.0
	La Esperanza			8.0
	Castilla			8.0
Laureles	La Consolata	38.0	24.0	9.0
	Laureles			14.0
	Santa Teresita			7.0
El Poblado	El Poblado	24.0	24.0	8.0
	Castropol			12.0
	Las Lomas			9.0

Fuente: Autores.

un valor inferior a 0.05 es considerado como de gran homogeneidad, mientras que valores por encima de 0.5 son calificados como de gran heterogeneidad. Los resultados se presentan en las tablas 20 a 26.

Número total de mediciones			Variabilidad		
Global	Sectorial	Barrial	Global	Sectorial	Barrial
97.0	27.0	9.0	0.49	0.37	0.78
		9.0			0.89
		9.0			1.00
	34.0	9.0		0.71	0.89
		16.0			0.88
		9.0			1.00
	36.0	9.0		0.89	0.78
		15.0			0.87
		12.0			0.92

Número total de mediciones			Variabilidad		
Global	Sectorial	Barrial	Global	Sectorial	Barrial
97.0	27.0	9.0	0.39	0.67	0.89
		9.0			0.89
		9.0			0.89
	34.0	9.0		0.71	1.00
		16.0			0.88
		9.0			0.78
	36.0	9.0		0.67	0.89
		15.0			0.80
		12.0			0.82

Tabla 23. Análisis de la variabilidad de los resultados centrales (AR)

Equilibrio entre actividad y residencia		Número de mediciones con valores diferentes		
		Global	Sectorial	Barrial
Castilla	San Martín de Porres	43.0	16.0	6.0
	La Esperanza			7.0
	Castilla			7.0
Laureles	La Consolata	43.0	21.0	6.0
	Laureles			14.0
	Santa Teresita			7.0
El Poblado	El Poblado	21.0	21.0	6.0
	Castropol			8.0
	Las Lomas			11.0

Fuente: Autores.

Tabla 24. Análisis de la variabilidad de los resultados centrales (PL)

Proximidad a puntos limpios		Número de mediciones con valores diferentes		
		Global	Sectorial	Barrial
Castilla	San Martín de Porres	6.0	1.0	1.0
	La Esperanza			1.0
	Castilla			1.0
Laureles	La Consolata	6.0	4.0	3.0
	Laureles			2.0
	Santa Teresita			3.0
El Poblado	El Poblado	5.0	5.0	1.0
	Castropol			4.0
	Las Lomas			2.0

Fuente: Autores.

Número total de mediciones			Variabilidad		
Global	Sectorial	Barrial	Global	Sectorial	Barrial
97.0	27.0	9.0	0.44	0.59	0.67
		9.0			0.78
		9.0			0.78
	34.0	9.0		0.62	0.67
		16.0			0.88
		9.0			0.78
	36.0	9.0		0.58	0.67
		15.0			0.53
		12.0			0.92

Número total de mediciones			Variabilidad		
Global	Sectorial	Barrial	Global	Sectorial	Barrial
97.0	27.0	9.0	0.06	0.04	0.11
		9.0			0.11
		9.0			0.11
	34.0	9.0		0.12	0.33
		16.0			0.13
		9.0			0.33
	36.0	9.0		0.14	0.11
		15.0			0.27
		12.0			0.17

Tabla 25. Análisis de la variabilidad de los resultados centrales (sv)

Superficie verde por habitante		Número de mediciones con valores diferentes		
		Global	Sectorial	Barrial
Castilla	San Martín de Porres	12.0	3.0	1.0
	La Esperanza			1.0
	Castilla			3.0
Laureles	La Consolata	12.0	6.0	1.0
	Laureles			5.0
	Santa Teresita			3.0
El Poblado	El Poblado	8.0	8.0	2.0
	Castropol			1.0
	Las Lomas			7.0

Fuente: Autores.

Tabla 26. Análisis de la variabilidad de los resultados centrales (sv)

Proximidad a equipamientos		Número de mediciones con valores diferentes		
		Global	Sectorial	Barrial
Castilla	San Martín de Porres	4.0	1.0	1.0
	La Esperanza			1.0
	Castilla			1.0
Laureles	La Consolata	4.0	2.0	1.0
	Laureles			1.0
	Santa Teresita			2.0
EL Poblado	El Poblado	3.0	3.0	1.0
	Castropol			2.0
	Las Lomas			2.0
Heterogeneidad de los resultados				≥ 0.22
Homogeneidad de los resultados				< 0.20

Fuente: Autores.

Número total de mediciones			Variabilidad		
Global	Sectorial	Barrial	Global	Sectorial	Barrial
97.0	27.0	9.0	0.12	0.11	0.11
		9.0			0.11
		9.0			0.33
	34.0	9.0		0.18	0.11
		16.0			0.31
		9.0			0.33
	36.0	9.0		0.22	0.22
		15.0			0.07
		12.0			0.58

Número total de mediciones			Variabilidad		
Global	Sectorial	Barrial	Global	Sectorial	Barrial
97.0	27.0	9.0	0.04	0.04	0.11
		9.0			0.11
		9.0			0.11
	34.0	9.0		0.06	0.11
		16.0			0.06
		9.0			0.22
	36.0	9.0		0.08	0.11
		15.0			0.13
		12.0			0.17

Análisis de variación

La variación mide cuán cerca o lejos están los datos por variable de los valores de referencia. Se midió el *índice de variación* (1) y el *porcentaje de variación* (2) de los datos por unidad de análisis, con relación al valor deseable de cada indicador. Los resultados se presentan en la tabla 27.

Como parámetro de referencia se considera significativa una variación positiva o negativa superior al 20 %, con relación al valor óptimo del indicador, teniendo

Tabla 27. Análisis de variación de los resultados centrales

SECTOR	BARRIO	CA		PV		RV	
		1	2	1	2	1	2
Castilla	San Martín de Porres	0.74	-26 %	0.16	-84 %	0.53	-47 %
	La Esperanza	0.68	-32 %	0.17	-83 %	0.67	-33 %
	Castilla	0.46	-54 %	0.11	-89 %	0.64	-36 %
Laureles	La Consolata	0.85	-15 %	1.71	71 %	0.54	-46 %
	Laureles	0.81	-19 %	2.06	106 %	0.53	-47 %
	Santa Teresita	1.15	15 %	1.44	44 %	0.70	-30 %
El Poblado	El Poblado	0.54	-46 %	0.84	-16 %	0.53	-47 %
	Castropol	0.97	-3 %	1.72	72 %	0.56	-44 %
	Las Lomas	0.51	-49 %	1.19	19 %	0.46	-54 %
Variaciones extremas						> 100 %	
Variaciones altas						> 20 %	
Variaciones bajas						< 0.20	

Fuente: Autores.

como referente los valores para coeficientes de variación, en donde 1 (100 % de la variación) se considera un valor alto, y 0 (0 % de la variación), un valor bajo (Portus, 1988).

Análisis de cumplimiento

Las tablas 28 a 35 muestran los valores óptimos y mínimos establecidos para el cumplimiento de cada indicador y una aproximación por barrio y sector al número de unidades de análisis y su relación con el umbral de cumplimiento para cada indicador.

AR		PL		SV		PE	
1	2	1	2	1	2	1	2
0.07	-93 %	0.00	-100 %	0.00	-100 %	0.75	-25 %
0.22	-78 %	0.00	-100 %	0.00	-100 %	0.75	-25 %
0.35	-65 %	0.00	-100 %	0.64	-36 %	0.75	-25 %
0.32	-68 %	0.51	-49 %	0.00	-100 %	1.00	0 %
0.62	-38 %	0.78	-23 %	0.58	-42 %	1.00	0 %
0.20	-80 %	0.80	-20 %	0.02	-98 %	0.97	-3 %
1.88	88 %	1.20	20 %	0.17	-83 %	0.75	-25 %
0.14	-86 %	0.83	-17 %	0.00	-100 %	0.73	-27 %
0.65	-35 %	0.47	-53 %	0.52	-48 %	0.27	-73 %

Tabla 28. Valores óptimos y mínimos de cumplimiento para cada indicador

Indicador	Valor óptimo
Compacidad absoluta	≥ 5
Percepción del verde urbano	$> 30 \%$
Reparto del viario público	$> 75 \%$
Equilibrio entre actividad y residencia	$50 \%^*$
Acceso y proximidad a puntos limpios	> 0.5
Superficie verde por habitante	> 15
Proximidad a los equipamientos	100%

* Indicadores ajustados. ** Parámetro complementado.

Fuente: Autores.

Tabla 29. Resultados del análisis de cumplimiento de los indicadores: compacidad absoluta

Sector	Sobre el umbral	Número de UA	% UA
Castilla	Sí	5	19 %
	No	22	81 %
Laureles	Sí	23	68 %
	No	11	32 %
El Poblado	Sí	15	42 %
	No	21	58 %

Mayoría de valores sobre el umbral de cumplimiento.

Mayoría de valores por debajo del umbral de cumplimiento.

Fuente: Autores.

Valor mínimo
> 4**
> 10 %
> 60 %
40 % a 60 %*
> 0.3*
> 10
> 75 %

Barrio	Sobre el umbral	Número de UA	% UA
San Martín de Porres	Sí	3	33 %
	No	6	67 %
La Esperanza	Sí	2	22 %
	No	7	78 %
Castilla	Sí	0	0 %
	No	9	100 %
La Consolata	Sí	4	44 %
	No	5	56 %
Laureles	Sí	11	69 %
	No	5	31 %
Santa Teresita	Sí	8	89 %
	No	1	11 %
El Poblado	Sí	1	11 %
	No	8	89 %
Castropol	Sí	11	73 %
	No	4	27 %
Las Lomas	Sí	3	25 %
	No	9	75 %

Tabla 30. Resultados del análisis de cumplimiento de los indicadores: percepción del verde urbano

Sector	Sobre el umbral	Número de UA	% UA
Castilla	Sí	3	11 %
	No	24	89 %
Laureles	Sí	34	100 %
	No	0	0 %
El Poblado	Sí	34	94 %
	No	2	6 %
	Mayoría de los valores sobre el umbral de cumplimiento.		
	Mayoría de los valores por debajo del umbral de cumplimiento.		

Fuente: Autores.

Barrio	Sobre el umbral	Número de UA	% UA
San Martín de Porres	Sí	1	11 %
	No	8	89 %
La Esperanza	Sí	1	11 %
	No	8	89 %
Castilla	Sí	1	11 %
	No	8	89 %
La Consolata	Sí	9	100 %
	No	0	0 %
Laureles	Sí	16	100 %
	No	0	0 %
Santa Teresita	Sí	9	100 %
	No	0	0 %
El Poblado	Sí	7	78 %
	No	2	22 %
Castropol	Sí	15	100 %
	No	0	0 %
Las Lomas	Sí	12	100 %
	No	0	0 %

Tabla 31. Resultados del análisis de cumplimiento de los indicadores: reparto viario

Sector	Sobre el umbral	Número de UA	% UA
Castilla	Sí	0	0 %
	No	27	100 %
Laureles	Sí	2	6 %
	No	32	94 %
El Poblado	Sí	1	3 %
	No	35	97 %
	Mayoría de los valores sobre el umbral de cumplimiento.		
	Mayoría de los valores por debajo del umbral de cumplimiento.		

Fuente: Autores.

Barrio	Sobre el umbral	Número de UA	% UA
San Martín de Porres	Sí	0	0 %
	No	9	100 %
La Esperanza	Sí	0	0 %
	No	9	100 %
Castilla	Sí	0	0 %
	No	9	100 %
La Consolata	Sí	0	0 %
	No	9	100 %
Laureles	Sí	1	6 %
	No	15	94 %
Santa Teresita	Sí	1	11 %
	No	8	89 %
El Poblado	Sí	0	0 %
	No	9	100 %
Castropol	Sí	1	7 %
	No	14	93 %
Las Lomas	Sí	0	0 %
	No	12	100 %

Tabla 32. Resultados del análisis de cumplimiento de los indicadores: equilibrio entre actividad y residencia

Sector	Sobre el umbral	Número de UA	% UA
Castilla	Sí	2	7 %
	No	25	93 %
Laureles	Sí	3	9 %
	No	31	91 %
El Poblado	Sí	0	0 %
	No	36	100 %
	Mayoría de los valores sobre el umbral de cumplimiento.		
	Mayoría de los valores por debajo el umbral de cumplimiento.		

Fuente: Autores.

Barrio	Sobre el umbral	Número de UA	% UA
San Martín de Porres	Sí	0	0 %
	No	9	100 %
La Esperanza	Sí	1	11 %
	No	8	89 %
Castilla	Sí	1	11 %
	No	8	89 %
La Consolata	Sí	1	11 %
	No	8	89 %
Laureles	Sí	2	13 %
	No	14	88 %
Santa Teresita	Sí	0	0 %
	No	9	100 %
El Poblado	Sí	0	0 %
	No	9	100 %
Castropol	Sí	0	0 %
	No	15	100 %
Las Lomas	Sí	0	0 %
	No	12	100 %

Tabla 33. Resultados del análisis de cumplimiento de los indicadores: proximidad a puntos limpios

Sector	Sobre el umbral	Número de UA	% UA
Castilla	Sí	0	0 %
	No	27	100 %
Laureles	Sí	31	91 %
	No	3	9 %
El Poblado	Sí	32	89 %
	No	4	11 %
	Mayoría de los valores sobre el umbral de cumplimiento.		
	Mayoría de los valores por debajo del umbral de cumplimiento.		

Fuente: Autores.

Barrio	Sobre el umbral	Número de UA	% UA
San Martín de Porres	Sí	0	0 %
	No	9	100 %
La Esperanza	Sí	0	0 %
	No	9	100 %
Castilla	Sí	0	0 %
	No	9	100 %
La Consolata	Sí	6	67 %
	No	3	33 %
Laureles	Sí	16	100 %
	No	0	0 %
Santa Teresita	Sí	9	100 %
	No	0	0 %
El Poblado	Sí	9	100 %
	No	0	0 %
Castropol	Sí	15	100 %
	No	0	0 %
Las Lomas	Sí	8	67 %
	No	4	33 %

Tabla 34. Resultados del análisis de cumplimiento de los indicadores: superficie verde por habitante

Sector	Sobre el umbral	Número de UA	% UA
Castilla	Sí	2	7 %
	No	25	93 %
Laureles	Sí	3	9 %
	No	31	91 %
El Poblado	Sí	2	6 %
	No	34	94 %
	Mayoría de los valores sobre el umbral de cumplimiento.		
	Mayoría de los valores por debajo del umbral de cumplimiento.		

Fuente: Autores.

Barrio	Sobre el umbral	Número de UA	% UA
San Martín de Porres	Sí	0	0 %
	No	9	100 %
La Esperanza	Sí	0	0 %
	No	9	100 %
Castilla	Sí	2	22 %
	No	7	78 %
La Consolata	Sí	0	0 %
	No	9	100 %
Laureles	Sí	3	19 %
	No	13	81 %
Santa Teresita	Sí	0	0 %
	No	9	100 %
El Poblado	Sí	1	11 %
	No	8	89 %
Castropol	Sí	0	0 %
	No	15	100 %
Las Lomas	Sí	1	8 %
	No	11	92 %

Tabla 35. Resultados del análisis de cumplimiento de los indicadores: proximidad a equipamientos

Sector	Sobre el umbral	Número de UA	% UA
Castilla	Sí	27	100 %
	No	0	0 %
Laureles	Sí	34	100 %
	No	0	0 %
El Poblado	Sí	23	64 %
	No	13	36 %
	Mayoría de los valores sobre el umbral de cumplimiento.		
	Mayoría de los valores por debajo del umbral de cumplimiento.		

Fuente: Autores.

Barrio	Sobre el umbral	Número de UA	% UA
San Martín de Porres	Sí	9	100 %
	No	0	0 %
La Esperanza	Sí	9	100 %
	No	0	0 %
Castilla	Sí	9	100 %
	No	0	0 %
La Consolata	Sí	9	100 %
	No	0	0 %
Laureles	Sí	16	100 %
	No	0	0 %
Santa Teresita	Sí	9	100 %
	No	0	0 %
El Poblado	Sí	9	100 %
	No	0	0 %
Castropol	Sí	14	93 %
	No	1	7 %
Las Lomas	Sí	0	0 %
	No	12	100 %

Localización de los resultados

A continuación, se presenta un atlas cartográfico con la localización espacial de los datos, en el cual se muestra la configuración topológica de las unidades de análisis dentro de las muestras barriales. Las distribuciones

Tabla 36. Distribución espacial de los resultados centrales para el indicador CA por unidad espacial

Castilla								Laureles							
	A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E	F	G
1	3.9	3.2	3.7					1	2.6	3.9	5.1				
2	4.4	4.1	3.7					2	3.1	3.1	4.2				
3	4.6	2.5	3.2					3	8.1	3.6	4.6	4.4	4.2	4	5
4		3.3	3.2	2.7	3.4	2.7	2.1	4		4.8	1.8	5.4	6.3	0.8	1.1
5		4.3	2.5	3.4	3.2	3	0.7	5		1.5	4.2	2.1	5.8	7.3	6.3
6		4.1	3.8	3.3	3.5	2.2	0	6		4.1	7.6	4.6			
								7		6.4	7.4	7.7			
								8		3	4.9	6.2			

Fuente: Autores.

se clasifican de acuerdo con el indicador, para permitir su comparación. De este modo se presentan las tablas 36 (para el índice CA), 37 (PV), 38 (RV), 39 (AR), 40 (PL), 41 (SV) y 42 (PE).

El Poblado												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1				4.2	3.5	5.2	4.5	3.3	2.2	0.1	1.9	1.5
2				4.5	7	2.6	4.7	5.9	7.3	4.3	1.1	2.4
3				6.4	4.4	5.2	8.5	2.7	0.2	4.7	2.5	2.4
4	2.6	3.6	1.5									
5	3.4	0.2	4									
6	3.3	2.6	3.3									

Tabla 37. Distribución espacial de los resultados centrales para el indicador PV por unidad espacial

Castilla								Laureles							
	A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E	F	G
1	4 %	4 %	9 %					1	61 %	30 %	53 %				
2	0 %	0 %	7 %					2	64 %	64 %	43 %				
3	0 %	8 %	11 %					3	36 %	59 %	53 %	52 %	46 %	51 %	58 %
4		1 %	7 %	2 %	0 %	0 %	0 %	4		36 %	70 %	99 %	49 %	73 %	51 %
5		10 %	5 %	7 %	9 %	7 %	11 %	5		78 %	69 %	65 %	51 %	64 %	76 %
6		2 %	8 %	4 %	0 %	4 %	0 %	6		41 %	43 %	38 %			
								7		49 %	49 %	42 %			
								8		57 %	20 %	51 %			

Fuente: Autores.

Tabla 38. Distribución espacial de los resultados centrales para el indicador RV por unidad espacial

Castilla								Laureles							
	A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E	F	G
1	39 %	38 %	20 %					1	43 %	56 %	46 %				
2	34 %	43 %	56 %					2	33 %	50 %	41 %				
3	40 %	38 %	47 %					3	35 %	21 %	40 %	33 %	32 %	38 %	35 %
4		35 %	52 %	55 %	46 %	55 %	51 %	4		38 %	25 %	40 %	42 %	69 %	26 %
5		58 %	57 %	53 %	53 %	54 %	47 %	5		52 %	37 %	28 %	58 %	38 %	45 %
6		48 %	48 %	46 %	53 %	40 %	34 %	6		40 %	42 %	57 %			
								7		55 %	64 %	55 %			
								8		53 %	52 %	52 %			

Fuente: Autores.

El Poblado

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1				21 %	61 %	25 %	49 %	64 %	36 %	12 %	20 %	35 %
2				65 %	63 %	56 %	86 %	54 %	33 %	18 %	40 %	53 %
3				36 %	40 %	46 %	67 %	43 %	41 %	30 %	52 %	57 %
4	7 %	11 %	27 %									
5	21 %	59 %	25 %									
6	0 %	34 %	42 %									

El Poblado

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1				20 %	43 %	39 %	54 %	18 %	29 %	20 %	38 %	51 %
2				55 %	60 %	47 %	55 %	54 %	33 %	34 %	35 %	45 %
3				37 %	30 %	35 %	43 %	41 %	18 %	47 %	50 %	16 %
4	35 %	36 %	33 %									
5	43 %	59 %	29 %									
6	56 %	32 %	35 %									

Tabla 39. Distribución espacial de los resultados centrales para el indicador AR por unidad espacial

Castilla							Laureles						
	A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E
1	1 %	4 %	1 %					1	44 %	13 %	3 %		
2	7 %	4 %	1 %					2	16 %	20 %	9 %		
3	3 %	0 %	9 %					3	9 %	16 %	13 %	30 %	21 %
4		3 %	2 %	21 %	36 %	8 %	36 %	4		29 %	50 %	28 %	4 %
5		1 %	2 %	24 %	8 %	3 %	11 %	5		78 %	26 %	30 %	9 %
6		3 %	5 %	40 %	12 %	42 %	0 %	6		16 %	4 %	1 %	
								7		16 %	0 %	0 %	
								8		30 %	21 %	2 %	

Fuente: Autores.

Tabla 40. Distribución espacial de los resultados centrales para el indicador PL por unidad espacial

Castilla								Laureles					
	A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E
1	0	0	0					1	0.1	0.1	0.3		
2	0	0	0					2	0.1	0.3	0.3		
3	0	0	0					3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
4		0	0	0	0	0	0	4		0.4	0.4	0.4	0.4
5		0	0	0	0	0	0	5		0.4	0.4	0.4	0.4
6		0	0	0	0	0	0	6		0.4	0.4	0.4	
								7		0.3	0.4	0.4	
								8		0.4	0.4	0.5	

Fuente: Autores.

El Poblado													
F	G	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		1			0 %	5 %	1 %	2 %	0 %	0 %	0 %	97 %	62 %
		2			5 %	0 %	5 %	5 %	25 %	1 %	15 %	38 %	29 %
20 %	20 %	3			32 %	3 %	0 %	0 %	22 %	100 %	19 %	26 %	5 %
84 %	45 %	4	93 %	95 %	86 %								
5 %	18 %	5	90 %	100 %	100 %								
		6	100 %	100 %	80 %								

El Poblado													
F	G	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		1			0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1
		2			0.6	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1
0.3	0.3	3			0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1
0.4	0.4	4	0.6	0.6	0.6								
0.4	0.4	5	0.6	0.6	0.6								
		6	0.6	0.6	0.6								

Tabla 41. Distribución espacial de los resultados centrales para el indicador SV por unidad espacial

Castilla								Laureles					
	A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E
1	0	0	0					1	0	0	0		
2	0	0	0					2	0	0	0		
3	0	0	0					3	0	0	0	0	0
4		0	0	0	0	0	18	4		0	0	0	2
5		0	0	0	0	0	68	5	53	0	0	0	0
6		0	0	0	0	0	0	6		0	0	0	
								7		0	0	0	
								8		2	1	0	

Fuente: Autores.

Tabla 42. Distribución espacial de los resultados centrales para el indicador PE por unidad espacial

Castilla								Laureles					
	A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E
1	75 %	75 %	75 %					1	100 %	100 %	100 %		
2	75 %	75 %	75 %					2	100 %	100 %	100 %		
3	75 %	75 %	75 %					3	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
4		75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	4		100 %	100 %	100 %	100 %
5		75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	5		100 %	100 %	100 %	100 %
6		75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	6		100 %	100 %	100 %	
								7		100 %	100 %	100 %	
								8		75 %	100 %	100 %	

Fuente: Autores.

El Poblado													
F	G	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		1			0	0	0	0	0	1	80	0	0
		2			0	0	0	0	0	5	2	0	0
0	0	3			0	0	0	0	0	0	0.4	0	6
68	16	4	0	0	0								
0	0	5	0	23	0								
		6	0	0	0								

El Poblado													
F	G	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		1			75 %	75 %	75 %	75 %	50 %	25 %	25 %	25 %	25 %
		2			75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	25 %	25 %	25 %	25 %
100 %	100 %	3			75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	50 %	25 %	25 %	25 %
100 %	100 %	4	75 %	75 %	75 %								
100 %	100 %	5	75 %	75 %	75 %								
		6	75 %	75 %	75 %								

Distribución de las frecuencias

La frecuencia (frec.) con la cual se presentan los valores por UA en cada barrio y su ubicación, en comparación

Tabla 43. Distribución de frecuencias para CA

Castilla y Doce de Octubre							Laureles	
San Martín de Porres			La Esperanza		Castilla		La Consolata	
Rango	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.
0	0	0 %	0	0 %	1	11 %	0	0 %
1	0	0 %	0	0 %	1	11 %	0	0 %
2	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
3	1	11 %	2	22 %	4	44 %	1	11 %
4**	5	56 %	5	56 %	3	33 %	4	44 %
5*	3	33 %	2	22 %	0	0 %	2	22 %
6	0	0 %	0	0 %	0	0 %	1	11 %
7	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
	0	0 %	0	0 %	0	0 %	1	11 %
Unidades	9	100 %	9	100 %	9	100 %	9	100 %

Parámetro: CA(m) ≥ 5

* Valor óptimo.

** Valor mínimo.

Fuente: Autores.

con los valores mínimos y óptimos para cada indicador, fue medida para definir los valores más típicos y atípicos. Los resultados se presentan por cada uno de los indicadores en las tablas 43 a 49.

El Poblado									
Laureles		Santa Teresita		El Poblado		Castropol		Las Lomas	
Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
1	6 %	0	0 %	1	11 %	0	0 %	2	17 %
3	19 %	0	0 %	1	11 %	0	0 %	3	25 %
1	6 %	1	11 %	2	22 %	2	13 %	4	33 %
1	6 %	0	0 %	5	56 %	2	13 %	0	0 %
5	31 %	3	33 %	0	0 %	5	33 %	2	17 %
2	13 %	0	0 %	0	0 %	3	20 %	0	0 %
2	13 %	2	22 %	0	0 %	2	13 %	0	0 %
1	6 %	3	33 %	0	0 %	1	7 %	1	8 %
16	100 %	9	100 %	9	100 %	15	100 %	12	100 %

Tabla 44. Distribución de frecuencias para PV

Castilla y Doce de Octubre							Laureles	
San Martín de Porres			La Esperanza		Castilla		La Consolata	
Rango	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.
0 %	3	33 %	0	0 %	5	56 %	0	0 %
10 %**	5	56 %	9	100 %	3	33 %	0	0 %
20 %	1	11 %	0	0 %	1	11 %	0	0 %
30 %*	0	0 %	0	0 %	0	0 %	1	11 %
40 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	1	11 %
50 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	1	11 %
60 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	3	33 %
70 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	3	33 %
	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
Unidades	9	100 %	9	100 %	9	100 %	9	100 %

Parámetro: deseable > 30 %, mínimo > 10 %.

* Valor óptimo.

** Valor mínimo.

Fuente: Autores.

El Poblado									
Laureles		Santa Teresita		El Poblado		Castropol		Las Lomas	
Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.
0	0 %	0	0 %	1	11 %	0	0 %	0	0 %
0	0 %	0	0 %	1	11 %	0	0 %	0	0 %
0	0 %	1	11 %	1	11 %	0	0 %	3	25 %
0	0 %	0	0 %	3	33 %	2	13 %	1	8 %
1	6 %	1	11 %	1	11 %	2	13 %	4	33 %
2	13 %	5	56 %	1	11 %	3	20 %	1	8 %
5	31 %	2	22 %	1	11 %	2	13 %	3	25 %
4	25 %	0	0 %	0	0 %	5	33 %	0	0 %
4	25 %	0	0 %	0	0 %	1	7 %	0	0 %
16	100 %	9	100 %	9	100 %	15	100 %	12	100 %

Tabla 45. Distribución de frecuencias para RV

Castilla y Doce de Octubre							Laureles	
San Martín de Porres			La Esperanza		Castilla		La Consolata	
Rango	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.
0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
10 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
20 %	1	11 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
30 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	1	11 %
40 %	5	56 %	1	11 %	2	22 %	3	33 %
50 %	2	22 %	3	33 %	2	22 %	4	44 %
60 %**	1	11 %	5	56 %	5	56 %	1	11 %
70 %*	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
Unidades	9	100 %	9	100 %	9	100 %	9	100 %

Parámetro: deseable > 75 %, mínimo > 60 %.

* Valor óptimo. ** Valor mínimo.

Fuente: Autores.

Tabla 46. Distribución de frecuencias para AR

Castilla y Doce de Octubre							Laureles	
San Martín de Porres			La Esperanza		Castilla		La Consolata	
Rango	Frec.	%frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.
0 %	1	11 %	0	0 %	1	11 %	0	0 %
10 %	8	89 %	6	67 %	3	33 %	3	33 %
20 %	0	0 %	0	0 %	2	22 %	5	56 %
30 %	0	0 %	2	22 %	0	0 %	0	0 %
40 %**	0	0 %	1	11 %	2	22 %	0	0 %
50 %*	0	0 %	0	0 %	1	11 %	1	11 %
60 %**	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
70 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
80 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %

El Poblado									
Laureles		Santa Teresita		El Poblado		Castropol		Las Lomas	
Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	2	13 %	3	25 %
3	19 %	0	0 %	1	11 %	1	7 %	1	8 %
8	50 %	1	11 %	5	56 %	3	20 %	4	33 %
2	13 %	1	11 %	1	11 %	4	27 %	3	25 %
2	13 %	6	67 %	2	22 %	5	33 %	1	8 %
1	6 %	1	11 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
16	100 %	9	100 %	9	100 %	15	100 %	12	100 %

El Poblado									
Laureles		Santa Teresita		El Poblado		Castropol		Las Lomas	
Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.
0	0 %	2	22 %	0	0 %	5	33 %	2	22 %
3	19 %	3	33 %	0	0 %	7	47 %	2	22 %
3	19 %	2	22 %	0	0 %	0	0 %	2	22 %
6	38 %	2	22 %	0	0 %	2	13 %	2	22 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	1	7 %	1	11 %
2	13 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	1	11 %
1	6 %	0	0 %	1	11 %	0	0 %	0	0 %

Continúa...

Castilla y Doce de Octubre						Laureles		
San Martín de Porres			La Esperanza		Castilla		La Consolata	
Rango	Frec.	%frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.
90 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
100 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
Unidades	9	100 %	9	100 %	9	100 %	9	100 %

Deseable: 50 %.

* Valor óptimo. ** Valor mínimo.

Fuente: Autores.

Tabla 47. Distribución de frecuencias para PL

Castilla y Doce de Octubre						Laureles		
San Martín de Porres			La Esperanza		Castilla		La Consolata	
Rango	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.
0	9	100 %	9	100 %	9	100 %	0	0 %
0.1	0	0 %	0	0 %	0	0 %	3	33 %
0.2	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
0.3**	0	0 %	0	0 %	0	0 %	4	44 %
0.4**	0	0 %	0	0 %	0	0 %	2	22 %
0.5*	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
0.6	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
0.7	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
Unidades	9	100 %	9	100 %	9	100 %	9	100 %

Parámetro: deseable > 0.5.

* Valor óptimo. ** Valor mínimo.

Fuente: Autores.

El Poblado									
Laureles		Santa Teresita		El Poblado		Castropol		Las Lomas	
Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.
1	6 %	0	0 %	2	22 %	0	0 %	0	0 %
0	0 %	0	0 %	6	67 %	0	0 %	2	22 %
0		9	100 %	9	100 %	0		12	133 %
16	100 %					15	100 %		

El Poblado									
Laureles		Santa Teresita		El Poblado		Castropol		Las Lomas	
Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	4	33 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
2	13 %	1	11 %	0	0 %	7	47 %	8	67 %
14	88 %	7	78 %	0	0 %	2	13 %	0	0 %
0	0 %	1	11 %	0	0 %	3	20 %	0	0 %
0	0 %	0	0 %	9	100 %	3	20 %	0	0 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
16	100 %	9	100 %	9	100 %	15	100 %	12	100 %

Tabla 48. Distribución de frecuencias para sv

Castilla y Doce de Octubre						Laureles		
San Martín de Porres			La Esperanza		Castilla		La Consolata	
Rango	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.
0	9	100 %	9	100 %	7	78 %	9	100 %
2	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
4	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
6	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
8	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
10	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
12	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
15	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
	0	0 %	0	0 %	2	22 %	0	0 %
Unidades	9	100 %	9	100 %	9	100 %	9	100 %

Parámetro: deseable > 15, mínimo > 10.

* Valor óptimo. ** Valor mínimo.

Fuente: Autores.

Tabla 49. Distribución de frecuencias para PE

Castilla y Doce de Octubre						Laureles		
San Martín de Porres			La Esperanza		Castilla		La Consolata	
Rango	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.
0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
10 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
20 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
30 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
40 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
50 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
60 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
70 %**	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
80 %	9	100 %	9	100 %	9	100 %	0	0 %
90 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
100 %*	0	0 %	0	0 %	0	0 %	9	100 %
	0		0		0		0	
Unidades	9	100 %	9	100 %	9	100 %	9	0 %

Parámetro: mínimo > 75 %.

* Valor óptimo. ** Valor mínimo.

Fuente: Autores.

Laureles		Santa Teresita		El Poblado		El Poblado Castropol		Las Lomas	
Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.
12	75 %	7	78 %	8	89 %	15	100 %	6	50 %
1	6 %	2	22 %	0	0 %	0	0 %	3	25 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	2	17 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
3	19 %	0	0 %	1	11 %	0	0 %	1	8 %
16	100 %	9	100 %	9	100 %	15	100 %	12	100 %

Laureles		Santa Teresita		El Poblado		El Poblado Castropol		Las Lomas	
Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.	Frec.	% frec.
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	11	92 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	1	7 %	1	8 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
0	0 %	1	11 %	9	100 %	14	93 %	0	0 %
0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
16	100 %	8	89 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
0		0		0		0		0	
16		9	11 %	9	100 %	15	100 %	12	100 %

Síntesis de resultados centrales

Es útil, en primer lugar, sintetizar los grados de cumplimiento de los indicadores en cada barrio, resultado de ello es la tabla 50.

Tabla 50. Síntesis de los grados de cumplimiento por indicador y barrio

Sector	Barrio	% de unidades de análisis	
		CA	PV
Castilla y Doce de Octubre	San Martín de Porres	67 %	89 %
	La Esperanza	78 %	89 %
	Castilla	100 %	89 %
Laureles	La Consolata	56 %	100 %
	Laureles	69 %	100 %
	Santa Teresita	89 %	100 %
EL Poblado	El Poblado	89 %	78 %
	Castropol	73 %	100 %
	Las Lomas	75 %	100 %

	No cumple
	Cumple

Fuente: Autores.

En segundo lugar, es importante conocer la localización de estos grados de cumplimiento, como se muestra en la tabla 51.

RV	AR	PL	SV	PE
100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
100 %	89 %	100 %	100 %	100 %
100 %	89 %	100 %	78 %	100 %
100 %	89 %	67 %	100 %	100 %
94 %	88 %	100 %	81 %	100 %
89 %	100 %	100 %	100 %	100 %
100 %	100 %	100 %	89 %	100 %
93 %	100 %	100 %	100 %	93 %
100 %	100 %	67 %	92 %	100 %

Tabla 51. Localización espacial de los grados de cumplimiento por UA

CA (m) = $\frac{VE (m^3)}{U (m^2)}$													
Resultados del indicador por unidad espacial													
Castilla								Laureles					
	A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E
1	3.9	3.2	3.7					1	2.6	3.9	5.1		
2	4.4	4.1	3.7					2	3.1	3.1	4.2		
3	4.6	2.5	3.2					3	8.1	3.6	4.6	4.4	4.2
4		3.3	3.2	2.7	3.4	2.7	2.1	4		4.8	1.8	5.4	6.3
5		4.3	2.5	3.4	3.2	3.0	0.7	5		1.5	4.2	2.1	5.8
6		4.1	3.8	3.3	3.5	2.2	0.0	6		4.1	7.6	4.6	
								7		6.4	7.4	7.7	
								8		3.0	4.9	6.2	

Parámetro: CA (m) ≥ 5

El Poblado

F	G	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	1				4.2	3.5	5.2	4.5	3.3	2.2	0.1	1.9	1.5
	2				4.5	7	2.6	4.7	5.9	7.3	4.3	1.1	2.4
4.0	5.0	3			6.4	4.4	5.2	8.5	2.7	0.2	4.7	2.5	2.4
0.8	1.1	4	2.6	3.6	1.5								
7.3	6.3	5	3.4	0.2	4								
	6	3.3	2.6	3.3									

Continúa...

PV

$$PV (\%) = \frac{STV (>10\% \text{ vol.})}{STV} \times 100$$

Resultados del indicador por unidad espacial

Castilla								Laureles					
	A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E
1	4 %	4 %	9 %					1	61 %	30 %	53 %		
2	0 %	0 %	7 %					2	64 %	64 %	43 %		
3	0 %	8 %	11 %					3	36 %	59 %	53 %	52 %	46 %
4		1 %	7 %	2 %	0 %	0 %	0 %	4		36 %	70 %	99 %	49 %
5		10 %	5 %	7 %	9 %	7 %	11 %	5		78 %	69 %	65 %	51 %
6		2 %	8 %	4 %	0 %	4 %	0 %	6		41 %	43 %	38 %	
								7		49 %	49 %	42 %	
								8		57 %	20 %	51 %	

Parámetro: deseable > 30 %, mínimo > 10 %

El Poblado

F	G	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		1			21 %	61 %	25 %	49 %	64 %	36 %	12 %	20 %	35 %
		2			65 %	63 %	56 %	86 %	54 %	33 %	18 %	40 %	53 %
51 %	58 %	3			36 %	40 %	46 %	67 %	43 %	41 %	30 %	52 %	57 %
73 %	51 %	4	7 %	11 %	27 %								
64 %	76 %	5	21 %	59 %	25 %								
		6	0 %	34 %	42 %								

Continúa...

RV

$$RV(\%) = \frac{SVP}{SVT} \times 100$$

Resultados del indicador por unidad espacial

Castilla								Laureles				
A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E
1	39 %	38 %	20 %				1	43 %	56 %	46 %		
2	34 %	43 %	56 %				2	33 %	50 %	41 %		
3	40 %	38 %	47 %				3	35 %	21 %	40 %	33 %	32 %
4	35 %	52 %	55 %	46 %	55 %	51 %	4	38 %	25 %	40 %	42 %	
5	58 %	57 %	53 %	53 %	54 %	47 %	5	52 %	37 %	28 %	58 %	
6	48 %	48 %	46 %	53 %	40 %	34 %	6	40 %	42 %	57 %		
							7	55 %	64 %	55 %		
							8	53 %	52 %	52 %		

Parámetro: deseable > 75 %, mínimo > 60 %

El Poblado

F	G	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1					20 %	43 %	39 %	54 %	18 %	29 %	20 %	38 %	51 %
2					55 %	60 %	47 %	55 %	54 %	33 %	34 %	35 %	45 %
38 %	35 %	3			37 %	30 %	35 %	43 %	41 %	18 %	47 %	50 %	16 %
69 %	26 %	4	35 % 36 % 33 %										
38 %	45 %	5	43 % 59 % 29 %										
6		56 % 32 % 35 %											

Continúa...

AR

$$AR (m^2) = \frac{m^2_{t.}}{m^2_{tot.}} \times 100$$

Resultados del indicador por unidad espacial

Castilla								Laureles					
	A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E
1	1 %	4 %	1 %					1	44 %	13 %	3 %		
2	7 %	4 %	1 %					2	16 %	20 %	9 %		
3	3 %	0 %	9 %					3	9 %	16 %	13 %	30 %	21 %
4		3 %	2 %	21 %	36 %	8 %	36 %	4		29 %	50 %	28 %	4 %
5		1 %	2 %	24 %	8 %	3 %	11 %	5		78 %	26 %	30 %	9 %
6		3 %	5 %	40 %	12 %	42 %	0 %	6		16 %	4 %	1 %	
								7		16 %	0 %	0 %	
								8		30 %	21 %	2 %	

Parámetro: deseable 50 %

El Poblado

F	G	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		1			0 %	5 %	1 %	2 %	0 %	0 %	0 %	97 %	62 %
		2			5 %	0 %	5 %	5 %	25 %	1 %	15 %	38 %	29 %
20 %	20 %	3			32 %	3 %	0 %	0 %	22 %	100 %	19 %	26 %	5 %
84 %	45 %	4	93 %	95 %	86 %								
5 %	18 %	5	90 %	100 %	100 %								
		6	100 %	100 %	80 %								

Continúa...

PL

$$PL (m^2) = \frac{P}{ha}$$

Resultados del indicador por unidad espacial

Castilla								Laureles					
	A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E
1	0	0	0					1	0.1	0.1	0.3		
2	0	0	0					2	0.1	0.3	0.3		
3	0	0	0					3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
4		0	0	0	0	0	0	4		0.4	0.4	0.4	0.4
5		0	0	0	0	0	0	5		0.4	0.4	0.4	0.4
6		0	0	0	0	0	0	6		0.4	0.4	0.4	
								7		0.3	0.4	0.4	
								8		0.4	0.4	0.5	

Parámetro: deseable > 0.5

El Poblado

F	G	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		1			0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1
		2			0.6	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1
0.3	0.3	3			0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1
0.4	0.4	4	0.6	0.6	0.6								
0.4	0.4	5	0.6	0.6	0.6								
		6	0.6	0.6	0.6								

Continúa...

sv

Superficie verde por habitante (m²)

=

SV/ha

hab./ha

Resultados del indicador por unidad espacial

Castilla								Laureles					
	A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E
1	0	0	0					1	0	0	0		
2	0	0	0					2	0	0	0		
3	0	0	0					3	0	0	0	0	0
4		0	0	0	0	0	18	4		0	0	0	2
5		0	0	0	0	0	68	5		53	0	0	0
6		0	0	0	0	0	0	6		0	0	0	
								7		0	0	0	
								8		2	1	0	

Parámetro: deseable > 15, mínimo > 10

El Poblado

F	G	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
		1			0	0	0	0	0	1	80	0	0
		2			0	0	0	0	0	5	2	0	0
0	0	3			0	0	0	0	0	0	0.4	0	6
68	16	4	0	0	0								
0	0	5	0	23	0								
		6	0	0	0								

Continúa...

$$PE = \frac{hab. (abcd)}{hab.} \times 100$$

Resultados del indicador por unidad espacial

Castilla								Laureles					
	A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E
1	75 %	75 %	75 %					1	100 %	100 %	100 %		
2	75 %	75 %	75 %					2	100 %	100 %	100 %		
3	75 %	75 %	75 %					3	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
4	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	4	100 %	100 %	100 %	100 %	
5	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	5	100 %	100 %	100 %	100 %	
6	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	6	100 %	100 %	100 %		
								7	100 %	100 %	100 %		
								8	75 %	100 %	100 %		

Fuente: Autores.

Parámetro: mínimo > 75 %, deseable 100 %

El Poblado

F	G	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	1				75 %	75 %	75 %	75 %	50 %	25 %	25 %	25 %	25 %
	2				75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	25 %	25 %	25 %	25 %
100 %	100 %	3			75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	50 %	25 %	25 %	25 %
100 %	100 %	4	75 %	75 %	75 %								
100 %	100 %	5	75 %	75 %	75 %								
	6	75 %	75 %	75 %									

En tercer lugar, resulta relevante ver los grados de cumplimiento simultáneo, como se muestra en la tabla 52.

Tabla 52. Grados de cumplimiento simultáneo

Sector	Barrio			
		CA	PV	RV
Castilla y Doce de Octubre	San Martín de Porres	67 %	89 %	100 %
	La Esperanza	78 %	89 %	100 %
	Castilla	100 %	89 %	100 %
Laureles	La Consolata	56 %	100 %	100 %
	Laureles	69 %	100 %	94 %
	Santa Teresita	89 %	100 %	89 %
El Poblado	El Poblado	89 %	78 %	100 %
	Castropol	73 %	100 %	93 %
	Las Lomas	75 %	100 %	100 %

	No cumple
	Cumple

Fuente: Autores.

% de unidades de análisis				Cumplimiento por barrio
AR	PL	SV	PE	
100 %	100 %	100 %	100 %	1/7
89 %	100 %	100 %	100 %	1/7
89 %	100 %	78 %	100 %	1/7
89 %	67 %	100 %	100 %	3/7
88 %	100 %	81 %	100 %	4/7
100 %	100 %	100 %	100 %	4/7
100 %	100 %	89 %	100 %	3/7
100 %	100 %	100 %	93 %	4/7
100 %	67 %	92 %	100 %	2/7

Resultados secundarios: caracterización estadística

A continuación, se describe de forma estadística las muestras y sus resultados de acuerdo con cada uno de los indicadores, útiles para la caracterización de los barrios según los atributos establecidos de forma cuantitativa. El informe de resultados descriptivos se compone de dos partes: un análisis univariado por categorías y barrios, y un análisis multivariado de correlaciones. En el análisis univariado se destacan las frecuencias, tendencias y dispersiones que caracterizan las muestras,

Tabla 53. Análisis univariado e intereses investigativos

Tipo de análisis	Medición
Medidas de tendencia	Media aritmética
	Moda
Medidas de dispersión	Rango
	Rango intercuartílico
	Varianza
	Desviación estándar
	Coefficiente de variación

Fuente: Autores.

mientras que el multivariado se centra en la posible correlación entre los indicadores y entre estos y sus localizaciones.

Análisis univariado

Por el volumen de información y la profusión de ilustraciones se prescinde de la realización de gráficos y pictogramas, aún así se describen los aspectos más relevantes de las mediciones en cada apartado. En la tabla 53 se resumen los tipos de análisis realizados y su interés investigativo.

Interés en la investigación	Unidad de aplicación
Comportamiento promedio como indicativo de la tendencia central de la muestra.	Barrio, sector y nivel global
Identificación del valor que aparece con mayor frecuencia, para corregir la incidencia de valores atípicos en la media aritmética.	
Valor máximo.	
Valor mínimo.	Barrio, sector y nivel global
Variabilidad entre los valores máximos y mínimos de los indicadores, que muestran la amplitud o concentración de comportamientos.	
Diferencias de valores, obviando los datos de los cuartiles extremos para disminuir la incidencia de datos extremos atípicos.	
Verificación de la representatividad de la media aritmética.	
Grado de dispersión de la muestra.	
Homogeneidad y heterogeneidad de la muestra.	

Medidas de tendencia

Fueron medidas la *media aritmética* por cada barrio, sector y el consolidado global, para lo cual se tomaron como base los datos de cada unidad espacial, con el fin de establecer el comportamiento promedio como mayor indicativo de la tendencia central de la muestra. Asimismo, se calculó la *moda* para la definición del dato que aparece con mayor frecuencia, por un

Tabla 54. Medias aritméticas y modas en las mediciones de CA por barrio

Sector	Barrio	Media aritmética	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	3.7	3.1
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		4.7
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado	3.4	3.4
	Castropol		
	Las Lomas		

Parámetro: CA (m) ≥ 5 .

N. d.: no identificable. En cursivas el valor más alto, en rojo el valor más bajo. En gris los valores dentro del umbral de cumplimiento.

Fuente: Autores.

lado, para disminuir la incidencia de los valores atípicos en las interpretaciones, y por otro, para hacer visibles la existencia de homogeneidades espaciales o picos puntuales. No se consideró útil para el estudio el cálculo de la *mediana*. Las tablas 54 a 60 muestran las medias y modas, indicando los valores máximos y mínimos encontrados y los valores dentro de los umbrales de cumplimiento.

Moda			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
3.7	3.3	3.2	3.2
3.4			3.3
2.3			N. d.
4.3		4.2	3.1
4.1			4.2
5.8			N. d.
2.7		2.6	2.6
4.8			5.2
2.6			2.4

Tabla 55. Medias aritméticas y modas en las mediciones de PV por barrio

Sector	Barrio	Media aritmética	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	31 %	4 %
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		52 %
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado		37 %
	Castropol		
	Las Lomas		

Parámetro: deseable > 30 %, mínimo > 10 %.

N. d.: no identificable. En cursivas el valor más alto, en rojo el valor más bajo, en gris los valores dentro del umbral de cumplimiento.

Fuente: Autores.

Tabla 56. Medias aritméticas y modas en las mediciones de RV por barrio

Sector	Barrio	Media aritmética	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	43 %	46 %
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		44 %
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado		39 %
	Castropol		
	Las Lomas		

Parámetro: deseable > 75 %, mínimo > 60 %.

N. d.: no identificable. En cursivas el valor más alto, en rojo el valor más bajo, en gris los valores dentro del umbral de cumplimiento.

Fuente: Autores.

Moda			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
5 %	0.0 %	0 %	0 %
5 %			7 %
3 %			0 %
51 %		51 %	53 %
62 %			51 %
43 %			49 %
25 %		21 %	N. d.
52 %			N. d.
36 %			N. d.

Moda			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
39 %	35 %	53 %	38 %
50 %			48 %
48 %			53 %
41 %		40 %	N. d.
40 %			38 %
52 %			55 %
40 %		35 %	35 %
42 %			43 %
35 %			N. d.

Tabla 57. Medias aritméticas y modas en las mediciones de AR por barrio.

Sector	Barrio	Media aritmética	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	25 %	11 %
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		19 %
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado		44 %
	Castropol		
	Las Lomas		

Parámetro: deseable 50 %, umbral: 40 % a 60 %.

N. d.: no identificable. En cursivas el valor más alto, en rojo el valor más bajo, en gris los valores dentro del umbral de cumplimiento.

Fuente: Autores.

Tabla 58. Medias aritméticas y modas en las mediciones de PL por barrio

Sector	Barrio	Media aritmética	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	0.3	0.0
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		0.3
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado		0.4
	Castropol		
	Las Lomas		

Parámetro: deseable > 0.5, mínimo > 0.3.

En cursivas el valor más alto, en rojo el valor más bajo, en gris los valores dentro del umbral de cumplimiento.

Fuente: Autores.

Moda			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
3 %	0.0 %	1 %	1 %
11 %			3 %
17 %			36 %
16 %		16 %	13 %
31 %			30 %
10 %			16 %
94 %			100 %
7 %		0 %	0 %
33 %			0 %

Moda			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
0.0	0	0	0.0
0.0			0.0
0.0			0.0
0.3		0.4	0.3
0.4			0.4
0.4			0.4
0.6		0.3	0.6
0.4			0.3
0.2			0.3

Tabla 59. Medias aritméticas y modas en las mediciones de sv por barrio

Sector	Barrio	Media aritmética	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	3.2	3.2
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		3.0
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado	3.5	3.5
	Castropol		
	Las Lomas		

Parámetro: deseable > 15, mínimo > 10.

En cursivas el valor más alto, en rojo el valor más bajo, en gris los valores dentro del umbral de cumplimiento.

Fuente: Autores.

Tabla 60. Medias aritméticas y modas en las mediciones de PE por barrio

Sector	Barrio	Media aritmética	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	78 %	75 %
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		99 %
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado	58 %	58 %
	Castropol		
	Las Lomas		

Fuente: Autores.

Moda			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
0.0	0.0 %	0 %	0 %
0.0			0 %
9.6			0 %
0.0		0 %	0 %
8.7			0 %
0.3			0 %
2.6		0 %	0 %
0.0			0 %
7.9			0 %

Moda			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
75 %	75.0 %	75 %	75 %
75 %			75 %
75 %			75 %
100 %		100 %	100 %
100 %			100 %
97 %			100 %
75 %		75 %	75 %
73 %			75 %
27 %			25 %

Medidas de dispersión

Para las medidas de dispersión se aplican los cálculos de rango y rango intercuartílico (véanse las tablas 68 a 74), con los cuales se conoce la variabilidad entre los valores máximos y mínimos de los indicadores por barrio (véanse las tablas 61 a 67), que son un indicio de concentración o dispersión de las mediciones y la existencia o no de tendencias. Se recurre a la medición de rango intercuartílico debido a que en algunos casos los valores encontrados presentan considerables picos que pueden alterar la interpretación, por lo cual es necesario eliminar los valores

Tabla 61. Valores mínimos y máximos observados para todos los indicadores en los barrios y sectores, y localización de los valores (CA)

Compacidad absoluta		Valor máximo	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	8.5	4.6
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		8.1
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado		8.5
	Castropol		
	Las Lomas		

Fuente: Autores.

extremos atípicos. Asimismo, se calcula la *varianza* para verificar en algunos casos puntuales la representatividad de la media aritmética calculada, la *desviación estándar* (véanse las tablas 75 a 81) para tener una idea sobre el grado de dispersión de los datos en relación con la media y el *coeficiente de variación* (véanse las tablas 82 a 88) para determinar la homogeneidad y heterogeneidad de las muestras por barrios. A continuación, se sintetizan las medidas de dispersión calculadas dentro del análisis estadístico univariado. En gris aparecen los valores dentro del umbral de cumplimiento.

Valor mínimo			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
4.6		0	2.5
4.3			2.5
3.5			0
8.1	0	0.8	2.6
7.3			0.8
7.7			3
4		0.1	0.2
8.5			2.6
7.3			0.1

Tabla 62. Valores mínimos y máximos observados para todos los indicadores en los barrios y sectores, y localización de los valores (pv)

Percepción del espacio verde		Valor máximo	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	99 %	11 %
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		99 %
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado		86 %
	Castropol		
	Las Lomas		

Fuente: Autores.

Tabla 63. Valores mínimos y máximos observados para todos los indicadores en los barrios y sectores, y localización de los valores (rv)

Reparto viario		Valor máximo	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	69 %	58 %
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		69 %
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado		60 %
	Castropol		
	Las Lomas		

Fuente: Autores.

Valor mínimo			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
11 %	0 %	0 %	0 %
10 %			1 %
11 %			0 %
64 %		20 %	30 %
99 %			36 %
57 %			20 %
59 %		0 %	0 %
86 %			21 %
57 %			12 %

Valor mínimo			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
56 %	16 %	20 %	20 %
58 %			35 %
55 %			34 %
56 %		21 %	21 %
69 %			25 %
64 %			40 %
59 %		16 %	29 %
60 %			18 %
51 %			16 %

Tabla 64. Valores mínimos y máximos observados para todos los indicadores en los barrios y sectores, y localización de los valores (AR)

Equilibrio entre actividad y residencia		Valor máximo	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	100 %	42 %
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		84 %
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado		100 %
	Castropol		
	Las Lomas		

Fuente: Autores.

Tabla 65. Valores mínimos y máximos observados para todos los indicadores en los barrios y sectores, y localización de los valores (PL)

Proximidad a puntos limpios		Valor máximo	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	0.6	0
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		0.5
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado		0.6
	Castropol		
	Las Lomas		

Fuente: Autores.

Valor mínimo			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
9 %	0 %	0 %	0 %
40 %			1 %
42 %			0 %
44 %		0 %	3 %
84 %			4 %
30 %			0 %
100 %		0 %	80 %
32 %			0 %
100 %			0 %

Valor mínimo			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
0	0	0	0
0			0
0			0
0.4		0.1	0.1
0.4			0.3
0.5			0.3
0.6		0.1	0.6
0.6			0.3
0.3			0.1

Tabla 66. Valores mínimos y máximos observados para todos los indicadores en los barrios y sectores, y localización de los valores (sv)

Superficie verde por habitante		Valor máximo	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	80	68
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		68
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado		80
	Castropol		
	Las Lomas		

Fuente: Autores.

Tabla 67. Valores mínimos y máximos observados para todos los indicadores en los barrios y sectores, y localización de los valores (pE)

Proximidad a equipamientos		Valor máximo	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	100 %	75 %
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		100 %
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado		75 %
	Castropol		
	Las Lomas		

Fuente: Autores.

Valor mínimo			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
0	0	0	0
0			0
68			0
0		0	0
68			0
2			0
23			0
0			0
80			0

Valor mínimo			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
75 %	25 %	75 %	75 %
75 %			75 %
75 %			75 %
100 %		75 %	100 %
100 %			100 %
100 %			75 %
75 %		25 %	75 %
75 %			50 %
50 %			25 %

Para todos los indicadores en los barrios y sectores se observó el rango y el rango intercuartílico. El rango mide la diferencia entre el mayor y el menor valor encontrados. Los valores muy altos (> 7) muestran una amplitud de datos, mientras que los valores muy bajos (< 3) indican concentración, lo cual es indicio

Tabla 68. Rango y rango intercuartílico observados para CA en los barrios y sectores

Compacidad absoluta		Rango	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	8.5	4.6
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		7.3
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado	8.4	8.4
	Castropol		
	Las Lomas		

Fuente: Autores.

Tabla 69. Rango y rango intercuartílico observados para PV en los barrios y sectores

Percepción del espacio verde		Rango	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	0.99	0.11
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		0.79
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado	0.86	0.86
	Castropol		
	Las Lomas		

Fuente: Autores.

de dispersión o de tendencia, respectivamente. En las tablas 68 a 74 se presenta la medición de rango intercuartílico para corroborar o descartar la existencia de valores atípicos extremos. En las tablas se muestra en cursivas los valores más bajos (mayor concentración) y en rojo los valores más altos (mayor amplitud de rango).

Rango intercuartílico			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
2.1	2.1	1.1	1.05
1.8			1.00
3.5			1.90
5.5		3.13	1.75
6.5			3.83
4.7			3.15
3.8		2.3	1.45
5.9			2.40
7.2			2.65

Rango intercuartílico			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
0.11	0.45	0.08	0.09
0.09			0.06
0.11			0.08
0.34		0.21	0.23
0.63			0.21
0.37			0.11
0.59		0.31	0.29
0.65			0.24
0.45			0.27

Tabla 70. Rango y rango intercuartílico observados para RV en los barrios y sectores

Reparto viario		Rango	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	0.53	0.38
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata	0.53	0.48
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado	0.44	0.44
	Castropol		
	Las Lomas		

Fuente: Autores.

Tabla 71. Rango y rango intercuartílico observados para AR en los barrios y sectores

Equilibrio entre actividad y residencia		Rango	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	1	0.42
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata	1	0.84
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado	1	1
	Castropol		
	Las Lomas		

Fuente: Autores.

Rango intercuartílico			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
0.36	0.18	0.14	0.09
0.23			0.09
0.21			0.11
0.35		0.17	0.14
0.44			0.12
0.24			0.09
0.3		0.17	0.17
0.42			0.19
0.35			0.24

Rango intercuartílico			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
0.09	0.27	0.10	0.05
0.39			0.21
0.42			0.31
0.41		0.21	0.09
0.8			0.23
0.3			0.18
0.2		0.9	0.12
0.32			0.05
1			0.54

Tabla 72. Rango y rango intercuartílico observados para PL en los barrios y sectores

Proximidad a puntos limpios		Rango	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	0.6	0
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		0.4
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado	0.5	0.5
	Castropol		
	Las Lomas		

Fuente: Autores.

Tabla 73. Rango y rango intercuartílico observados para SV en los barrios y sectores

Superficie verde por habitante		Rango	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	80.0	68.0
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		68.0
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado	80.0	80.0
	Castropol		
	Las Lomas		

Fuente: Autores.

Rango intercuartílico			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
0	0.40	0.00	0.00
0			0.00
0			0.00
0.3		0.10	0.25
0.1			0.00
0.2			0.00
0		0.3	0.00
0.3			0.20
0.2			0.20

Rango intercuartílico			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
0.0	0.00	0.00	0.00
0.0			0.00
68.0			9.00
0.0		0.00	0.00
68.0			1.50
2.0			0.50
23.0		0.00	0.00
0.0			0.00
80.0			4.25

Tabla 74. Rango y rango intercuartílico observados para PE en los barrios y sectores

Proximidad a equipamientos		Rango	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	1.0	0.0
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata	1.0	0.3
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado	0.5	0.5
	Castropol		
	Las Lomas		

Fuente: Autores.

A continuación, se presenta la varianza y desviación estándar para todos los indicadores en los barrios y sectores. Es importante aclarar que las mediciones de varianza y desviación estándar (véanse las tablas 75 a 81 y 82 a 88, respectivamente), a diferencia de los datos centrales de variabilidad y variación, indican la representatividad de la media aritmética y la dispersión de los datos en torno a ella, y no toman como parámetro de referencia los valores deseables ni mínimos. Se presentan fundamentalmente para verificar si la media aritmética se puede contemplar o no como un valor representativo de los datos y el grado de dispersión de la muestra.

En el caso de la varianza, será cero si la distribución presenta un único valor, lo cual implica que la

Rango intercuartílico			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
0.0	0.25	0.00	0.00
0.0			0.00
0.0			0.00
0.0			0.00
0.0		0.00	0.00
0.0			0.00
0.3			0.00
0.0			0.00
0.3		0.50	0.00
0.3			0.00

distribución no muestra dispersión (García, 2003), reflejando, a su vez, la representatividad (Economía 48, 2009) de la media aritmética dentro del conjunto de datos de las unidades de análisis. Se toma como valor representativo el menor a uno, y no representativo el mayor a uno.

En el caso de la desviación estándar, cuanto mayor sea el resultado, desde un valor de cero, mayor es la dispersión de los datos (Portus, 1988). Para su interpretación se aplica el teorema de Chebyshev, según el cual, en la distribución de frecuencias:

- Aproximadamente 68 % de los valores de la población cae dentro de ± 1 desviación estándar a partir de la media.

- Aproximadamente 95 % de los valores estará dentro de + 2 desviaciones estándar a partir de la media.
- Aproximadamente 99 % de los valores estará en el intervalo que va desde tres desviaciones estándar por debajo de la media hasta tres desviaciones estándar por arriba de la media. (Gutiérrez, Sánchez y López, 2018)

En función de lo anterior, valores mayores a uno indican grados bajos de alejamiento de la media; mayores a dos, grados medios, y mayores a tres, grados altos.

Tabla 75. Varianza y desviación estándar para CA en los barrios y sectores

Compacidad absoluta		Varianza	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	3.36	1.07
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		3.76
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado	3.90	3.90
	Castropol		
	Las Lomas		

Fuente: Autores.

Las tablas 75 a 81 y 82 a 88 presentan los resultados para la varianza y la desviación estándar en todos los barrios y sectores. Para la varianza se muestran en rojo los valores no representativos (mayores a uno), en cursivas se indican las mayores representatividades. Para la variación estándar, se muestran en rojo los valores con más de dos y más de tres desviaciones estándar y en cursivas los valores con cero desviación estándar.

Desviación estándar			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
0.43	1.83	1.04	0.66
0.35			0.59
1.50			1.23
2.70		1.94	1.64
4.12			2.03
2.86			1.69
1.43		1.98	1.19
2.61			1.61
4.14			2.04

Tabla 76. Varianza y desviación estándar para PV en los barrios y sectores

Percepción del espacio verde		Varianza	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	0.06	0.00
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		0.02
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado	0.06	0.04
	Castropol		
	Las Lomas		

Fuente: Autores.

Tabla 77. Varianza y desviación estándar para RV en los barrios y sectores

Reparto viario		Varianza	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	0.01	0.01
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		0.01
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado	0.01	0.01
	Castropol		
	Las Lomas		

Fuente: Autores.

Desviación estándar			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
0.00	0.25	0.04	0.04
0.00			0.03
0.00			0.04
0.02		0.15	0.12
0.02			0.16
0.01			0.11
0.03		0.20	0.18
0.03			0.17
0.02			0.14

Desviación estándar			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
0.01	0.11	0.09	0.10
0.00			0.07
0.01			0.07
0.01		0.11	0.10
0.01			0.12
0.01			0.07
0.01		0.12	0.11
0.02			0.13
0.01			0.12

Tabla 78. Varianza y desviación estándar para AR en los barrios y sectores

Equilibrio entre actividad y residencia		Varianza	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	0.09	0.02
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		0.04
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado		0.17
	Castropol		
	Las Lomas		

Fuente: Autores.

Tabla 79. Varianza y desviación estándar para PL en los barrios y sectores

Proximidad a puntos limpios		Varianza	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	0.04	0.00
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		0.01
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado		0.03
	Castropol		
	Las Lomas		

Fuente: Autores.

Desviación estándar			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
0.00	0.30	0.13	0.03
0.02			0.14
0.03			0.16
0.01		0.20	0.12
0.05			0.23
0.01			0.11
0.01		0.41	0.07
0.01			0.10
0.13			0.36

Desviación estándar			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
0.00	0.21	0.00	0.00
0.00			0.00
0.00			0.00
0.02		0.09	0.12
0.00			0.03
0.00			0.05
0.00		0.17	0.00
0.02			0.12
0.01			0.10

Tabla 80. Varianza y desviación estándar para sv en los barrios y sectores

Superficie verde por habitante		Varianza	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	191.78	179.77
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		215.30
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado	188.92	188.92
	Castropol		
	Las Lomas		

Fuente: Autores.

Tabla 81. Varianza y desviación estándar para PE en los barrios y sectores

Proximidad a equipamientos		Varianza	
		Global	Sectorial
Castilla	San Martín de Porres	0.05	0.00
	La Esperanza		
	Castilla		
Laureles	La Consolata		0.00
	Laureles		
	Santa Teresita		
El Poblado	El Poblado	0.05	0.05
	Castropol		
	Las Lomas		

Fuente: Autores.

Desviación estándar			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
0.00			0.00
0.00		13.41	0.00
515.78			22.71
0.00			0.00
432.36	13.85	14.67	20.79
0.50			0.71
58.78			7.67
0.00		13.74	0.00
520.32			22.81

Desviación estándar			
Barrial	Global	Sectorial	Barrial
0.00			0.00
0.00		0.00	0.00
0.00			0.00
0.00			0.00
0.00	0.23	0.04	0.00
0.01			0.08
0.00			0.00
0.00		0.23	0.06
0.01			0.07

En cuanto al coeficiente de variación (dispersión relativa) para todos los indicadores por barrios y sectores, este es utilizado para determinar los grados de homogeneidad de los datos (Aceti, 2019), con los cuales se señalan sus valores bajos de homogeneidad y sus valores altos de heterogeneidad. Como parámetro de lectura se puede

Tabla 82. Coeficiente de variación para los barrios y sectores (CA)

Compacidad absoluta		Coeficiente de variación o dispersión relativa
		Global
Castilla	San Martín de Porres	0.48
	La Esperanza	
	Castilla	
Laureles	La Consolata	
	Laureles	
	Santa Teresita	
El Poblado	El Poblado	
	Castropol	
	Las Lomas	

Fuente: Autores.

Tabla 83. Coeficiente de variación para los barrios y sectores (PV)

Percepción del espacio verde		Coeficiente de variación Global
Castilla	San Martín de Porres	0.72
	La Esperanza	
	Castilla	
Laureles	La Consolata	
	Laureles	
	Santa Teresita	
El Poblado	El Poblado	
	Castropol	
	Las Lomas	

Fuente: Autores.

indicar que si el coeficiente es menor a 0.33 se puede considerar homogéneo, y si supera esta cifra, heterogéneo (Anglo American College, 2019). De acuerdo con esto, en las tablas 82 a 88 se presentan los resultados obtenidos, mostrando en cursivas los datos homogéneos, y en rojo, los datos heterogéneos.

Sectorial	Barrial
0.33	0.18
	0.17
	0.53
0.43	0.39
	0.50
	0.29
0.56	0.44
	0.33
	0.80

Sectorial	Barrial
0.87	0.88
	0.61
	1.30
0.28	0.24
	0.25
	0.24
0.49	0.73
	0.33
	0.40

Tabla 84. Coeficiente de variación para los barrios y sectores (RV)

Reparto viario		Coeficiente de variación
		Global
Castilla	San Martín de Porres	0.27
	La Esperanza	
	Castilla	
Laureles	La Consolata	
	Laureles	
	Santa Teresita	
El Poblado	El Poblado	
	Castropol	
	Las Lomas	

Fuente: Autores.

Tabla 85. Coeficiente de variación para los barrios y sectores (AR)

Equilibrio entre actividad y residencia		Coeficiente de variación
		Global
Castilla	San Martín de Porres	1.24
	La Esperanza	
	Castilla	
Laureles	La Consolata	
	Laureles	
	Santa Teresita	
El Poblado	El Poblado	
	Castropol	
	Las Lomas	

Fuente: Autores.

Sectorial	Barrial
0.20	0.25
	0.14
	0.15
0.26	0.25
	0.29
	0.14
0.31	0.27
	0.30
	0.35

Sectorial	Barrial
0.46	0.91
	1.23
	0.92
0.92	0.73
	0.74
	1.10
1.10	0.08
	1.48
	1.09

Tabla 86. Coeficiente de variación para los barrios y sectores (PL)

Proximidad a puntos limpios		Coeficiente de variación
		Global
Castilla	San Martín de Porres	0.76
	La Esperanza	
	Castilla	
Laureles	La Consolata	
	Laureles	
	Santa Teresita	
El Poblado	El Poblado	
	Castropol	
	Las Lomas	

Fuente: Autores.

Tabla 87. Coeficiente de variación para los barrios y sectores (SV)

Superficie verde por habitante		Coeficiente de variación
		Global
Castilla	San Martín de Porres	3.89
	La Esperanza	
	Castilla	
Laureles	La Consolata	
	Laureles	
	Santa Teresita	
El Poblado	El Poblado	
	Castropol	
	Las Lomas	

Fuente: Autores.

Sectorial	Barrial
0	0
	0
	0
0.26	0.48
	0.09
	0.13
0.43	0
	0.30
	0.42

Sectorial	Barrial
4.21	0
	0
	2.38
3.51	0
	2.39
	3.00
4.21	3.00
	0
	2.90

Tabla 88. Coeficiente de variación para los barrios y sectores (PE)

Proximidad a equipamientos		Coeficiente de variación
		Global
Castilla	San Martín de Porres	0.06
	La Esperanza	
	Castilla	
Laureles	La Consolata	
	Laureles	
	Santa Teresita	
El Poblado	El Poblado	
	Castropol	
	Las Lomas	

Fuente: Autores.

Comentarios sobre las medidas de tendencia central y de dispersión

La medición de rango en CA y SV muestra propensión a la amplitud. Al eliminar los datos extremos con la medición del rango intercuartílico desaparece la amplitud máxima, indicando el peso de la aparición de mediciones atípicas puntuales y datos extremos, mientras que se mantiene la concentración máxima en otros sectores, con lo cual se muestra una mayor claridad de la tendencia. Las mismas mediciones para PV, RV, AR, PL y PE muestran en todas las unidades de análisis concentración, lo cual sugiere la existencia de tendencias claras de comportamiento.

Para CA la medición de varianza indica una baja representatividad, en particular en los sectores de Laureles

Sectorial	Barrial
	0.00
0.00	0.00
	0.00
	0.00
0.12	0.00
	0.00
	0.00
0.40	0.09
	0.27

y El Poblado, y muestra los valores más alejados de la media aritmética, ubicados en los barrios Laureles y Las Lomas. Asimismo, la desviación estándar se presenta en grados moderados (más uno), como tendencia general, y se encuentran solo más cerca a la concentración lineal en San Martín de Porres y La Esperanza. Para PV, RV, AR, PL y PE las mediciones están cerca de la media aritmética en todos los sectores y los barrios que los conforman, lo cual indica tanto su representatividad como la concentración de los datos en torno a esta.

La situación más singular en cuanto a varianza y desviación estándar se presenta en SV: los valores sobrepasan por mucho los indicios de ausencia de representatividad (valores por encima de cien) y de dispersión muy por encima de las tres desviaciones.

La medición de coeficiente de variación muestra para CA mayor homogeneidad de datos en el sector de Castilla y Doce de Octubre, y heterogeneidad en los sectores Laureles y El Poblado, además muestra que el barrio con mayor variedad de mediciones es Las Lomas. En PV solo los barrios de Laureles y Castropol muestran mediciones de homogeneidad en el coeficiente de variación, en los demás barrios analizados se presentan datos moderadamente heterogéneos. En RV se da homogeneidad en la mayoría de los barrios, la heterogeneidad más marcada se localiza en el sector de Las Lomas.

En el caso de AR, con excepción del barrio El Poblado, todos los datos en las unidades de análisis presentan una elevada heterogeneidad, con valores altos de coeficiente de variación, mientras que en SV todos los sectores muestran valoraciones que indican la heterogeneidad de los datos en las unidades de análisis. De esta tendencia solo se alejan La Esperanza, San Martín de Porres y Castropol, que cuentan con una total

Tabla 89. Criterios de lectura para el análisis estadístico univariado

Medidas de tendencia central (barrial)		Medidas de dispersión	
Media	Moda	Rango	Rango intercuartílico
		Lectura: concentración o amplitud de comportamientos de los datos. A mayor amplitud menos clara es la tendencia.	Lectura: diferencias de valores obviando los datos de los cuartiles extremos para disminuir la incidencia de datos extremos atípicos.

Fuente: Autores.

homogeneidad (cero), haciendo evidente un panorama altamente contrastado de condiciones.

Para el indicador PL, con excepción de La Consolata y Las Lomas, todas las unidades de análisis presentan homogeneidad, en Castilla y Doce de Octubre alcanza a ser total, con mediciones de cero. Para PE todas las unidades de análisis presentan coeficientes de variación cercanos a cero, lo que indica que se trata de una muestra homogénea.

En las tablas 90 a 93 se presenta una síntesis general, incluyendo los valores más representativos que caracterizan las diversas muestras barriales e indicadores agrupados por conceptos base. Para medidas de tendencia se muestran en gris los valores dentro de los umbrales de cumplimiento, y para medidas de dispersión se muestran en cursivas las características prevalentes. En la tabla 89 se sintetizan los criterios para las lecturas de los resultados.

Varianza	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Lectura: valores cercanos a cero indican que no hay desviación entre los datos y la media, lo cual quiere decir que es representativa de la muestra.	Lectura: indica la dispersión de los datos en grados sucesivos de alejamiento de la media aritmética o su relación lineal.	Lectura: se considera significativa una variación positiva o negativa superior al 20 % con relación al valor óptimo del indicador.

Tabla 90. Síntesis del análisis estadístico univariado para *compacidad y funcionalidad*: indicadores CA, PV y RV

Medidas de tendencia central (barrial)		Medidas de dispersión	
	Media	Moda	Rango
CA	Mayor: Santa Teresita (5.8)	Mayor: Laureles (42)	Más amplio: Las Lomas (7.2)
	Menor: Castilla (2.3)	Menor: Las Lomas (2.4)	Más concentrado: La Esperanza (1.8)
PV	Mayor: Laureles (62 %)	Mayor: La Consolata (53 %)	Más amplio: ningún valor
	Menor: Castilla (3 %)	Menor: San Martín de Porres y Castilla (0 %)	Más concentrado: todos los valores
RV	Mayor: Santa Teresita (52 %)	Mayor: Santa Teresita (55 %)	Más amplio: ningún valor
	Menor: Las Lomas (35 %)	Menor: El Poblado (100 %)	Más concentrado: todos los valores

Fuente: Autores.

Rango intercuartílico	Varianza	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Más amplio: ningún valor concluyente	Representativa (sectorial): Castilla (1.07)	Más concentrada: Castilla (1.83) + 1	Mayor homogeneidad: La Esperanza (0.17)
Más concentrado: La Esperanza (1.0)	No representativa (sectorial): Laureles (3.7) y El Poblado (3.9)	Más dispersa: Laureles (1.94) + 1 y El Poblado (1.98) + 1	Mayor heterogeneidad: Las Lomas (0.80)
Más amplio: ningún valor	Representativa (sectorial): todos los sectores y barrios	Más concentrada: todos los sectores y barrios	Mayor homogeneidad: La Consolata y Santa Teresita (0.24)
Más concentrado: todos los valores	No representativa (sectorial): ninguna muestra	Más dispersa: ninguna muestra	Mayor heterogeneidad: Castilla (1.3)
Más amplio: ningún valor	Representativa (sectorial): todos los sectores y barrios	Más concentrada: todos los sectores y barrios	Mayor homogeneidad: similar en todos los sectores. La Esperanza y Santa Teresita (0.14)
Más concentrado: todos los valores	No representativa (sectorial): ninguna muestra	Más dispersa: ninguna muestra	Mayor heterogeneidad: Las Lomas (0.35)

Tabla 91. Síntesis del análisis estadístico univariado para *complejidad*: indicadores AR y SV

Medidas de tendencia central (barrial)		Medidas de dispersión	
Media	Moda	Rango	Rango intercuartílico
Mayor: El Poblado (94 %)	Mayor: El Poblado (36 %)	Más amplio: ningún valor	Más amplio: ningún valor
AR Menor: San Martín de Porres (3 %)	Menor: Castropol y Las Lomas (0 %)	<i>Más concentrado: todos los valores</i>	<i>Más concentrado: todos los valores</i>
Mayor: Castilla (9.6)	Mayor: todos los barrios (0)	Más amplio: Castilla y Laureles (68)	Más amplio: Castilla (9)
SV Menor: San Martín de Porres, La Esperanza, La Consolata y Castropol (0)	Menor: todos los barrios (0)	<i>Más concentrado: todos los valores cercanos a 0, con excepción de las máximas amplitudes</i>	<i>Más concentrado: todos los valores cercanos a 0, con excepción de las máximas amplitudes</i>

Fuente: Autores.

Tabla 92. Síntesis del análisis estadístico univariado para *eficiencia*: indicador PL

Medidas de tendencia central (barrial)		Medidas de dispersión	
Media	Moda	Rango	Rango intercuartílico
Mayor: El Poblado (0.6)	Mayor: El Poblado (0.6)	Más amplio: ningún valor	Más amplio: ningún valor
PL Menor: Castilla (sector, 0)	Menor: Castilla (sector, 0)	<i>Más concentrado: todos los valores</i>	<i>Más concentrado: todos los valores</i>

Fuente: Autores.

Varianza	Desviación estándar	Coefficiente de variación
<i>Representativa (sectorial): todos los sectores y barrios</i>	<i>Más concentrada: todos los sectores y barrios</i>	Mayor homogeneidad: El Poblado (0.08)
No representativa (sectorial): ninguna muestra	Más dispersa: ninguna muestra	<i>Menor heterogeneidad: todos los barrios. Castropol (1.48)</i>
Representativa (sectorial): ningún valor	Más concentrada: ningún valor	Mayor homogeneidad: San Martín de Porres, La Esperanza, La Consolata y Castropol (0)
<i>No representativa (sectorial): todos los valores para los sectores y los barrios Castilla, Laureles, El Poblado y Las Lomas</i>	<i>Más dispersa: todos los valores para los sectores, por datos atípicos en algunas unidades (Laureles, Castilla, El Poblado, Las Lomas)</i>	<i>Menor heterogeneidad: Santa Teresita y El Poblado (3.0)</i>

Varianza	Desviación estándar	Coefficiente de variación
<i>Representativa (sectorial): todos los sectores y barrios</i>	<i>Más concentrada: todos los sectores y barrios</i>	Mayor homogeneidad: sector Castilla y Doce de Octubre. (0.0) en los tres barrios
No representativa (sectorial): ningún valor	Más dispersa: ningún valor	Menor heterogeneidad: La Consolata (0.48)

Tabla 93. Síntesis del análisis estadístico univariado para *cohesión social*: indicador PE

Medidas de tendencia central (barrial)		Medidas de dispersión	
Media	Moda	Rango	Rango intercuartílico
Mayor: La Consolata y Laureles (100 %)	Mayor: Laureles (sector, 100 %)	Más amplio: ningún valor	Más amplio: ningún valor
Menor: Las Lomas (27 %)	Menor: Las Lomas (25 %)	Más concentrado: todos los valores	Más concentrado: todos los valores

Fuente: Autores.

Análisis multivariado

El análisis multivariado se centra en la búsqueda de asociaciones entre variables, las cuales, por su naturaleza cuantitativa, son susceptibles a correlacionarse. Se trabaja con base en la correlación de Pearson, para lo cual se calcula el coeficiente para pares de variables junto con el coeficiente de determinación. Como verificación adicional se somete la información al cálculo del coeficiente de Spearman. Con esta doble medición se busca determinar si la posible relación entre variables es de carácter lineal o monótono; aunque se espera que, a pesar de tratarse de variables continuas, no exista una dependencia funcional sino estocástica y un comportamiento similar al de las variables discretas. Por último,

Varianza	Desviación estándar	Coefficiente de variación
<i>Representativa (sectorial): todos los sectores y barrios</i>	Más concentrada: todos los sectores y barrios	<i>Mayor homogeneidad: todos los sectores y barrios</i>
No representativa (sectorial): ningún valor	Más dispersa: ningún valor	Menor heterogeneidad: ningún sector

como una verificación adicional, y teniendo en cuenta que la muestra es significativamente pequeña, se aplica la prueba T de Student, para aproximarse a la confiabilidad de las dependencias (Routio, 2007) y tener una idea sobre la posibilidad de generalización de los resultados. No se utilizan en este caso otros cálculos de correlación por contingencia, como el chi cuadrado, ya que se emplea con mayor frecuencia en variables cualitativas.

Al tratarse de siete variables, son posibles veintitún combinaciones sin repetición. Por simplificación de la complejidad del ejercicio, este se realiza a nivel barrial, sometiendo los nueve datos de media aritmética al cálculo para definir su asociación. La tabla 94 presenta los análisis multivariados realizados.

Tabla 94. Análisis multivariados de los resultados centrales

Tipo de análisis	Medición
Correlación	Coeficiente de correlación de Pearson
	Coeficiente de determinación
	Coeficiente de correlación de Spearman
Similitud de medias aritméticas	Prueba T de Student

Fuente: Autores.

Correlaciones

Interesa dentro de la investigación determinar si existe relación entre las variables, medidas de forma independiente y con parámetros distintos, pero coincidentes en las unidades de análisis sometidas a medición. Para este fin se emplean dos métodos habituales: las correlaciones de Pearson (véase la tabla 96) y Spearman (véanse las tablas 97 y 98), cuyos resultados se comparan en la tabla 99.

En la medición del coeficiente de correlación de Pearson importan dos parámetros: la magnitud y el signo (Camacho-Sandoval, 2008). Con la magnitud se indica cuán intensa es la asociación entre las variables, y con el signo si la relación existente es inversa o directa. La tabla 95 muestra los parámetros de lectura aplicables y la 96 los resultados obtenidos.

Interés en la investigación	Unidad de aplicación
Dependencia entre dos variables. Grado de dependencia o independencia de las variables (verifica si hay relación lineal entre variables).	Barrio
Porcentaje de variabilidad de los datos y grado de debilidad en la relación lineal.	
Dependencia entre dos variables. Grado de dependencia o independencia de las variables (verifica si hay una relación monótona entre variables).	Global para las variables correlacionadas
Confiabilidad de las dependencias encontradas mediante el coeficiente de correlación. Se aplica solo a las correlaciones más fuertes identificadas y sobre la totalidad de la muestra.	

Tabla 95. Parámetros de lectura para el cálculo de coeficiente de correlación de Pearson y el coeficiente de dependencia

Referencias	Coeficiente de Pearson	Dependencias
$r = -1$	Correlación inversa perfecta	Variables dependientes
$-1 < r < 0$	Correlación inversa (negativa)	
$r = 0$	No hay correlación (nula)	Variables independientes
$0 < r < 1$	Correlación directa (positiva)	Variables dependientes
$r = 1$	Correlación directa perfecta	

Fuente: Autores.

Para la clasificación se asumen como correlacionados los valores comprendidos entre -1 y -0.5 (correlación inversa) y entre 0.5 y 1 (correlación positiva). En el caso de la dependencia, los valores comprendidos entre 0.5

Tabla 96. Resultados de la aplicación del cálculo del coeficiente de correlación de Pearson

X	Y	Pearson
Compacidad absoluta	Percepción del espacio verde	0.60
Compacidad absoluta	Reparto del viario público	0.37
Compacidad absoluta	Equilibrio entre actividad y residencia	-0.42
Compacidad absoluta	Proximidad a puntos limpios	0.31
Compacidad absoluta	Superficie verde por habitante	-0.58
Compacidad absoluta	Proximidad a equipamientos	0.10
Percepción del espacio verde	Reparto del viario público	-0.33
Percepción del espacio verde	Equilibrio entre actividad y residencia	0.06
Percepción del espacio verde	Proximidad a puntos limpios	0.67
Percepción del espacio verde	Superficie verde por habitante	-0.24
Percepción del espacio verde	Proximidad a equipamientos	-0.54
Reparto del viario público	Equilibrio entre actividad y residencia	-0.41
Reparto del viario público	Proximidad a puntos limpios	-0.26
Reparto del viario público	Superficie verde por habitante	-0.22
Reparto del viario público	Proximidad a equipamientos	0.65
Equilibrio entre actividad y residencia	Proximidad a puntos limpios	0.66
Equilibrio entre actividad y residencia	Superficie verde por habitante	0.91
Equilibrio entre actividad y residencia	Proximidad a equipamientos	-0.26
Proximidad a puntos limpios	Superficie verde por habitante	0.45
Proximidad a puntos limpios	Proximidad a equipamientos	-0.40
Superficie verde por habitante	Proximidad a equipamientos	-0.07

Fuente: Autores.

y 1 indican independencia de las variables, mientras que los comprendidos entre 0 y 0.5 revelan algún grado de dependencia de los datos.

Lectura	Dependencia	Lectura
Correlacionados	0.36	Independientes
No correlacionados	0.13	Independientes
No correlacionados	0.18	Independientes
No correlacionados	0.10	Independientes
Correlacionados	0.34	Independientes
No correlacionados	0.01	Independientes
No correlacionados	0.11	Independientes
No correlacionados	0.00	Independientes
Correlacionados	0.45	Independientes
No correlacionados	0.06	Independientes
Correlacionados	0.29	Independientes
No correlacionados	0.17	Independientes
No correlacionados	0.07	Independientes
No correlacionados	0.05	Independientes
Correlacionados	0.42	Independientes
Correlacionados	0.44	Independientes
Correlacionados	0.84	Dependientes
No correlacionados	0.07	Independientes
No correlacionados	0.21	Independientes
No correlacionados	0.16	Independientes
No correlacionados	0.00	Independientes

Para la correlación de Spearman se emplean los mismos parámetros usados en la correlación de Pearson. La diferencia fundamental radica en que busca identificar asociaciones no lineales entre las variables, también sirve en los casos en los cuales se presentan valores extremos que afectan la correlación de Pearson

Tabla 97. Parámetros de lectura para el cálculo del coeficiente de correlación de Spearman

Ref.	Coeficiente de Spearman
$r = -1$	Correlación inversa perfecta
$-1 < r < 0$	Correlación inversa
$r = 0$	No hay correlación
$0 < r < 1$	Correlación
$r = 1$	Correlación perfecta

Ref. = referencia.

Fuente: Autores.

Tabla 98. Resultados de la aplicación del cálculo del coeficiente de correlación de Spearman

X
Compacidad absoluta
Compacidad absoluta
Compacidad absoluta
Compacidad absoluta
Compacidad absoluta
Compacidad absoluta
Percepción del espacio verde
Percepción del espacio verde
Percepción del espacio verde
Percepción del espacio verde
Percepción del espacio verde
Reparto del viario público
Reparto del viario público
Reparto del viario público
Equilibrio entre actividad y residencia
Equilibrio entre actividad y residencia
Equilibrio entre actividad y residencia
Proximidad a puntos limpios
Proximidad a puntos limpios
Superficie verde por habitante

Fuente: Autores.

(Martínez Ortega, Tuya, Martínez, Pérez y Cánovas, 2009). La tabla 97 presenta los valores de referencia y la 98 los resultados obtenidos.

Para la clasificación se asumen como dependientes los valores comprendidos entre -1 y -0.5 (correlación inversa) y entre 0.5 y 1 (correlación positiva).

Y	Spearman	Lectura
Percepción del espacio verde	0.70	Correlacionados
Reparto del viario público	0.37	No correlacionados
Equilibrio entre actividad y residencia	-0.37	No correlacionados
Proximidad a puntos limpios	0.55	Correlacionados
Superficie verde por habitante	-0.47	No correlacionados
Proximidad a equipamientos	-0.02	No correlacionados
Reparto del viario público	-0.23	No correlacionados
Equilibrio entre actividad y residencia	0.33	No correlacionados
Proximidad a puntos limpios	0.73	Correlacionados
Superficie verde por habitante	-0.02	No correlacionados
Proximidad a equipamientos	-0.48	No correlacionados
Equilibrio entre actividad y residencia	-0.72	Correlacionados
Proximidad a puntos limpios	-0.08	No correlacionados
Superficie verde por habitante	-0.23	No correlacionados
Proximidad a equipamientos	0.68	Correlacionados
Proximidad a puntos limpios	0.68	Correlacionados
Superficie verde por habitante	0.77	Correlacionados
Proximidad a equipamientos	-0.27	No correlacionados
Superficie verde por habitante	0.58	Correlacionados
Proximidad a equipamientos	-0.53	Correlacionados
Proximidad a equipamientos	-0.25	No correlacionados

Contrastación entre coeficientes

Tabla 99. Contrastación entre los coeficientes de Pearson y Spearman para las correlaciones de variables

X	Y	Correlación de Pearson (lineal)
		Pearson
Compacidad absoluta	Percepción del espacio verde	0.60
Compacidad absoluta	Reparto del viario público	0.37
Compacidad absoluta	Equilibrio entre actividad y residencia	-0.42
Compacidad absoluta	Proximidad a puntos limpios	0.31
Compacidad absoluta	Superficie verde por habitante	-0.58
Compacidad absoluta	Proximidad a equipamientos	0.10
Percepción del espacio verde	Reparto del viario público	-0.33
Percepción del espacio verde	Equilibrio entre actividad y residencia	0.06
Percepción del espacio verde	Proximidad a puntos limpios	0.67
Percepción del espacio verde	Superficie verde por habitante	-0.24
Percepción del espacio verde	Proximidad a equipamientos	-0.54
Reparto del viario público	Equilibrio entre actividad y residencia	-0.41
Reparto del viario público	Proximidad a puntos limpios	-0.26
Reparto del viario público	Superficie verde por habitante	-0.22
Reparto del viario público	Proximidad a equipamientos	0.65

Correlación de Spearman (monótona)				
Lectura	Dependencia	Lectura	Spearman	Lectura
Correlacionados	0.36	independientes	0.70	Correlacionados
No correlacionados	0.13	independientes	0.37	No correlacionados
No correlacionados	0.18	independientes	-0.37	No correlacionados
No correlacionados	0.10	independientes	0.55	Correlacionados
Correlacionados	0.34	independientes	-0.47	No correlacionados
No correlacionados	0.01	independientes	-0.02	No correlacionados
No correlacionados	0.11	independientes	-0.23	No correlacionados
No correlacionados	0.00	independientes	0.33	No correlacionados
Correlacionados	0.45	independientes	0.73	Correlacionados
no correlacionados	0.06	independientes	-0.02	No correlacionados
Correlacionados	0.29	independientes	-0.48	No correlacionados
No correlacionados	0.17	independientes	-0.72	Correlacionados
No correlacionados	0.07	independientes	-0.08	No correlacionados
No correlacionados	0.05	independientes	-0.23	No correlacionados
Correlacionados	0.42	independientes	0.68	Correlacionados

Continúa...

		Correlación de Pearson (lineal)
X	Y	Pearson
Equilibrio entre actividad y residencia	Proximidad a puntos limpios	0.66
Equilibrio entre actividad y residencia	Superficie verde por habitante	0.91
Equilibrio entre actividad y residencia	Proximidad a equipamientos	-0.26
Proximidad a puntos limpios	Superficie verde por habitante	0.45
Proximidad a puntos limpios	Proximidad a equipamientos	-0.40
Superficie verde por habitante	Proximidad a equipamientos	-0.07

Fuente: Autores.

Prueba T de Student

La prueba T de Student para muestras independientes se aplicó únicamente a las variables identificadas como correlacionadas mediante los coeficientes de Pearson y Spearman. El objetivo de la medición es determinar si existen o no diferencias estadísticas significativas en las medias y si las muestras comparadas se distribuyen normalmente o si la correlación es de carácter fortuito (Scientific European Federation Osteopaths, s. f.). En caso de que la correlación no se deba al azar (Ant123, s. f.), podemos suponer mayor confiabilidad en la veracidad de esta. Las tablas 100 y 101 muestra sus parámetros y resultados.

Correlación de Spearman (monótona)				
Lectura	Dependencia	Lectura	Spearman	Lectura
Correlacionados	0.44	independientes	0.68	Correlacionados
Correlacionados	0.84	dependientes	0.77	Correlacionados
No correlacionados	0.07	independientes	-0.27	No correlacionados
No correlacionados	0.21	independientes	0.58	Correlacionados
No correlacionados	0.16	independientes	-0.53	Correlacionados
No correlacionados	0.00	independientes	-0.25	No correlacionados

Tabla 100. Parámetros de la prueba T de Student

Pr(T < t)	< = 0.05	Diferencias estadísticas significativas	
	> 0.05	No hay diferencias estadísticas significativas	La correlación no se debe al azar, mayor confiabilidad

Pr = probabilidad de que una hipótesis nula (o hipótesis reivindicada) sea verdadera,

T = varianza de la muestra 1, *t* = varianza de la muestra 2.

Fuente: Autores.

Tabla 101. Resultados de la prueba T de Student

X	Y	P(T < = t)
Compacidad absoluta	Percepción del verde	0.00
Compacidad absoluta	Proximidad a puntos limpios	0.00
Compacidad absoluta	Superficie verde por habitante	0.86
Percepción del espacio verde	Proximidad a puntos limpios	0.00
Percepción del espacio verde	Proximidad a equipamientos	0.00
Reparto del viario público	Equilibrio entre actividad y residencia	0.00
Reparto del viario público	Proximidad a equipamientos	0.00
Equilibrio entre actividad y residencia	Proximidad a puntos limpios	0.00
Equilibrio entre actividad y residencia	Superficie verde por habitante	0.01
Proximidad a puntos limpios	Superficie verde por habitante	0.01
Proximidad a puntos limpios	Proximidad a equipamientos	0.00

Fuente: Autores.

Discusiones

La pregunta principal del estudio apunta a determinar si existen o no diferencias entre los niveles de sostenibilidad urbana barrial en los tejidos objeto del análisis. El estudio encuentra elevada heterogeneidad de comportamiento por unidad de análisis en cuatro de los siete indicadores aplicados: CA, PV, RV y AR presentan mediciones variadas para todos los barrios y sectores. En contraste, SV, PL y PE muestran alta homogeneidad en sus datos, configurando caracteres barriales muy diferenciados.

Esta condición se presenta simultáneamente con un cumplimiento pleno bajo de los parámetros para cada indicador en Castilla y Doce de Octubre, Laureles y El Poblado. Por regla general los datos obtenidos se encuentran por debajo de los estándares óptimos.

La primera afirmación se sustenta en las mediciones de variabilidad; es decir, en el cociente de un conteo simple de registros diferentes y totales que brinda una idea sobre la diversidad de los resultados. Como

puede observarse en la tabla 26, en la mayoría de los datos para los indicadores CA, PV, RV y AR la variabilidad es superior a 0.5, con lo cual se puede catalogar de elevada. En términos generales, el barrio con mayor heterogeneidad en los datos de sus unidades de análisis es Santa Teresita, mientras que aquellos que presentan cifras con mayor uniformidad son los barrios de Castilla y Doce de Octubre, y Las Lomas en El Poblado.

Esta última afirmación se fundamenta en las mediciones de variación de los datos sobre los estándares deseados y el grado de cumplimiento de los indicadores. En este caso se debe tomar en consideración, primero, que al tratarse de variables continuas, no es realista esperar un cumplimiento del 100 %, y segundo, que el umbral del cumplimiento varía de indicador a indicador, de acuerdo con la metodología base, existiendo mínimos admisibles (BCNEcología, 2010), las tablas 27 y 28 muestran la variación sobre el valor deseado y el cumplimiento sobre los mínimos admisibles, en ambos casos se hacen evidentes grados importantes de alejamiento del estándar, llegando incluso a valores nulos.

Con el fin de ampliar esta discusión, se comentan los resultados, enfatizando, por la naturaleza de la pregunta, sus similitudes y diferencias, y para un mayor nivel de integración, de manera agrupada en los ejes del modelo de ciudad más sostenible se muestra la compacidad, complejidad, eficiencia y cohesión social (BCNEcología, 2018), con el fin de lograr explicaciones comparativas sobre criticidades, factores intervinientes y localizaciones espaciales. Dada la alta

representatividad de la media, y la baja prevalencia de dispersiones importantes y heterogeneidades en algunos indicadores, el análisis estadístico ayuda a cualificar y comprender mejor los datos centrales y su relación con el indicador respectivo.

Discusión 1: correlaciones y comparaciones

Correlaciones del análisis multivariado

Las asociaciones identificadas en el análisis multivariado mediante la aplicación de los coeficientes de Pearson y Spearman sugieren la existencia de correlaciones entre algunos de los indicadores (véanse las tablas 47 y 49); sin embargo, una verificación con la prueba T de Student (tabla 45) plantea que solo tres de estas aparentes conexiones, basadas en la regularidad de las medias aritméticas, no se deben a condiciones fortuitas. Cabe recordar que las correlaciones así detectadas son de carácter casuístico cuantitativo y no tienen en cuenta condiciones contextuales ajenas a los datos medidos. Resulta relevante que las correlaciones, válidas en términos estadísticos, asocien los indicadores que presentaron mayores distorsiones debido a valores atípicos. En el caso de la relación entre CA y SV, si bien ambos parámetros de compacidad y eficiencia tienen en común el uso de datos de ocupación —tanto el rango como el rango intercuartílico—, la varianza y desviación estándar indican la presencia de distorsiones importantes por datos puntualmente localizados en algunas

unidades de análisis. Similar interpretación puede realizarse de la relación entre AR y SV, en la cual, de nuevo, el factor común es la utilización de datos base de ocupación en metros cuadrados, pero los coeficientes de variación muestran una importante dispersión de los datos respecto a la media aritmética, factor que también se configura como la conexión entre PL y SV, la última correlación plausible en términos estadísticos.

Asimismo, es significativa la ausencia de una correlación esperable entre PV y SV, y entre RV y SV, lo cual también puede deberse al carácter atípico de los datos de SV, que impiden una comparación directa. Este panorama refuerza la validez de las medias aritméticas y las mediciones univariadas para la mayoría de los indicadores, pero cuestiona la efectividad general de las correlaciones estadísticamente inferidas, debido a la sensibilidad, a la dispersión, la heterogeneidad y la presencia de valores atípicos.

Factores intervinientes: criterios de selección barrial

Las características morfológicas y las densidades poblacionales como criterios de selección barrial tienen incidencia directa en la medición de los indicadores puesto que sus atributos específicos se reflejan en los datos iniciales para el cálculo, de lo cual es posible coleccionar correlaciones fundamentadas tanto a nivel estadístico como contextual.

En el caso de CA, la medición del volumen edificado depende de la conformación predial, la cual difiere en las muestras con una tendencia a mayor ocupación del suelo en los primeros predios, relacionados con tejidos reticulares en Castilla y Doce de Octubre, y con ocupaciones puntuales en Castropol y Las Lomas, donde prevalecen la concentración de la edificación en polígonos. La existencia de modelos contrastados también incide en las mediciones, ya que si bien los tejidos centrales, en el caso de los barrios seleccionados, presentan las densidades poblacionales más altas, solo llegan a tres niveles, mientras que en los tejidos bajos existen torres aisladas. Los tejidos medios, representados por el sector de Laureles revelan un comportamiento intermedio, con manzanas similares a las de Castilla, pero con una densidad edificatoria intermedia en torres adosadas. Los resultados del indicador en cada sector parecen estar relacionados con estos atributos, mostrando una correlación entre los valores más altos y bajos con las condiciones edificatorias ya referenciadas.

En el caso del indicador PV también inciden las características morfológicas: por un lado, la proporción de espacio peatonal en el área de la sección pública explica los bajos valores en las avenidas más amplias (por ejemplo en la avenida Jardín en Laureles o en la calle 10 en El Poblado), y por el otro lado, la diferencia entre el mayor porcentaje de área destinado a vías en el modelo de manzana y el menor porcentaje en el modelo de polígono explica las variaciones encontradas en los tejidos de manzaneo continuo, con valores similares

en Castilla y Laureles, versus los valores menores encontrados en el barrio Las Lomas.

Las características morfológicas también inciden en el indicador AR, para el cual los metros cuadrados totales construidos son un dato base. En este caso, las diferencias de ocupación entre los tejidos centrales, medios y bajos definen la disponibilidad de suelo para los diferentes usos.

El otro factor determinante es la densidad poblacional, la cual se relaciona con los indicadores sv y PE. Debido a que la densidad es uno de los criterios de selección de las muestras, resultaría lógico que esta determinara los niveles de dotación. Sin embargo, la revisión detallada de las fórmulas y las características barriales revela que esto no es cierto en las muestras: en el caso de los tres sectores, la concentración espacial de espacios públicos hace que, independientemente de las diferencias poblacionales, los resultados de las mediciones se aproximen a cero. Asimismo, en el caso de PE, en el que la lógica indicaría que, a mayor proporción de habitantes, en la presencia de iguales dotaciones, más marcadas serían las diferencias, los sectores de Castilla y Doce de Octubre y El Poblado presentan un comportamiento homogéneo.

El indicador sv muestra la confluencia de estos dos factores: es sensible a la variedad morfológica al depender de la medición de espacio verde dentro de la trama, y es sensible a las variaciones demográficas. Infortunadamente, por la concentración del espacio verde, no fue posible obtener medidas generalizables

sino picos de datos extremos que generaron distorsiones estadísticas para el indicador.

En el caso de los demás indicadores, los datos de base no tienen relación directa con ninguno de los criterios de selección, por lo cual la incidencia del nivel socioeconómico, la antigüedad y la localización dentro de la ciudad, propuestos como factores diferenciadores, solo podrían verse como derivaciones de la lectura de los resultados de los indicadores o de su localización espacial.

Comparación entre barrios e indicadores

Tres de los siete indicadores no presentan resultados óptimos en ninguno de los barrios: RV, AR y SV están por debajo del umbral en la casi totalidad de las unidades analizadas (véase la tabla 16). Por otro lado, todos los porcentajes de cumplimiento e incumplimiento se encuentran por encima del 50 % de las unidades analizadas, observación que coadyuva a comprobar a nivel empírico los comportamientos homogéneos identificados estadísticamente mediante las mediciones de tendencias centrales y de dispersión. Dentro de las mediciones, el cumplimiento desempeña un papel importante al revelar los patrones de datos que muestran niveles diferenciales u homogéneos de sostenibilidad en los barrios analizados. La síntesis de los grados de cumplimiento de los indicadores conduce a varias observaciones:

Los datos dentro de los umbrales se encuentran concentrados en tres indicadores: PV, PL y PE, lo que hace evidente una marcada diferencia entre los tejidos

centrales —Castilla y Doce de Octubre—, que solo cumplen con el indicador PE, y los tejidos medios y bajos —Laureles y El Poblado—, que tienen el mayor cumplimiento al sumar los resultados parciales de un cuarto indicador que se caracteriza por un comportamiento variado: CA.

La localización de las unidades y sus grados de cumplimiento muestran patrones espaciales para todos los sectores: en Castilla y Doce de Octubre, con excepción de los indicadores RV y PE, en los que hay homogeneidad, la aparición de unidades de análisis dentro del umbral no parece corresponder a ninguna configuración identificable, se localizan de manera variada y solo coinciden en los indicadores PV y SV en el barrio Castilla.

En Laureles se presenta una mayor variedad de patrones: el indicador CA muestra grados de compatibilidad consistentes con la localización de desarrollos edificatorios más densos en Santa Teresita y Laureles, y valores de incumplimiento en La Consolata y en las unidades de análisis que cuentan con parques o avenidas. Los indicadores PE y PV reflejan una total homogeneidad de comportamiento; RV, AR y SV cumplimientos puntuales y dispersos que también coinciden con espacios abiertos, y PL un gradiente decreciente de datos entre Santa Teresita y La Consolata, lo cual es consistente con los radios de cobertura de los puntos limpios.

El Poblado presenta los mismos patrones identificados en Laureles, con algunas variaciones: homogeneidad en AR y PE; cumplimientos puntuales y dispersos en RV y SV, que coinciden con áreas abiertas; una concentración de cumplimiento del indicador CA en Castropol, consistente con la localización de las torres de mayor altura de la muestra; incumplimiento puntual de PV en sectores próximos al Parque El Poblado y un gradiente decreciente del cumplimiento de PL en Las Lomas, por ubicarse a gran distancia de los lugares de disposición de residuos.

Por último, si se revisan los grados de cumplimiento simultáneos, los barrios del sector de Castilla y Doce de Octubre solo cumplen uno de los siete indicadores, contando el comportamiento más deficitario; los sigue Las Lomas, que cumple con dos de los siete indicadores; mientras que Laureles, Santa Teresita y Castropol tienen el mayor grado de cumplimiento: cuatro de siete indicadores. La Consolata y el Poblado tienen un resultado de cumplimiento de tres indicadores.

Dentro de esta configuración se destacan algunos aspectos: en el caso de los barrios de Castilla y Doce de Octubre hay coincidencia en el cumplimiento del indicador PE, factor en el cual las coberturas son similares en toda la muestra; de igual manera los sectores de Laureles y El Poblado cumplen con los mismos indicadores: PE, PL y PE, y parcialmente el indicador CA. Esto último indica que algunos aspectos relacionados con la compacidad, el metabolismo y la cohesión muestran

los mejores resultados, mientras que la complejidad resulta tener un desempeño deficiente.

Discusión 2: la compacidad y funcionalidad

Al analizar los indicadores sobre morfología y estructura urbana (CA), espacio público y confort (PV) y movilidad y servicios (RV) se presenta una diversidad de datos, con mediciones distintas para todas las unidades de análisis. La heterogeneidad es sensiblemente superior para CA, pero en las otras dos variables es de igual manera significativa. Visto por barrios, La Consolata, Laureles y Santa Teresita tienen comportamientos más disímiles, mientras que en algunos barrios de Castilla se presenta una tendencia a una heterogeneidad moderada.

Dentro de los factores que podrían explicar la tendencia a la heterogeneidad se halla desde la diferencia entre la orientación de la retícula de medición (sur-norte) y el sentido variante del trazado urbano —siendo esta una razón exógena a los atributos de sostenibilidad y más propia de la metodología de medición—, hasta los grados diversos de consolidación edificatoria en sectores como Laureles o la dispar repartición del lleno y el vacío en el modelo poligonal de Castropol y Las Lomas. En el caso de Castilla y Doce de Octubre parece tener peso la diferencia morfológica del manzaneo: Castilla, con manzanas de mayor tamaño, y La Esperanza junto con

San Martín de Porres, con manzanas más alargadas que cambian las proporciones de las áreas edificadas (trazado viario).

El origen de los patrones de cumplimiento encontrados para CA puede deberse a los mayores niveles de edificación en los barrios con datos elevados, entre ellas edificaciones con una altura superior a los diez niveles dentro de tejido continuo —Santa Teresita— y edificaciones aisladas con alturas de hasta veinticinco niveles —Castropol—. Estas dos configuraciones arrojan niveles similares de compacidad. La muestra no presenta valores medios del indicador, debido a que el resto de los tejidos barriales, La Consolata, El Poblado, Las Lomas y los tejidos de Castilla y Doce de Octubre, tienen como factor común una tendencia al desarrollo en dos niveles, que a la luz de los parámetros no es una compacidad suficiente. La tabla 102 muestra los patrones identificables para CA.

Sobre los datos de cumplimiento para PV cabe anotar que el cálculo solo considera la masa arbórea en las áreas públicas, por lo cual la arborización densa en los desarrollos edilicios de El Poblado no incide en la medición y no se refleja en los resultados. Las cifras bajas de Castilla son consistentes con la situación vista durante el trabajo de campo: ausencia de arborización en las zonas verdes y presencia de individuos arbóreos de bajo porte y poca representatividad en el campo visual. La tabla 103 muestra los patrones identificables para PV.

Tabla 102. Patrones identificables para CA

Castilla															
	A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E	F	G
1	3.9	3.2	3.7					1	2.6	3.9	5.1				
2	4.4	4.1	3.7					2	3.1	3.1	4.2				
3	4.6	2.5	3.2					3	8.1	3.6	4.6	4.4	4.2	4	5
4		3.3	3.2	2.7	3.4	2.7	2.1	4		4.8	1.8	5.4	6.3	0.8	1.1
5		4.3	2.5	3.4	3.2	3	0.7	5		1.5	4.2	2.1	5.8	7.3	6.3
6		4.1	3.8	3.3	3.5	2.2	0	6		4.1	7.6	4.6			
								7		6.4	7.4	7.7			
								8		3	4.9	6.2			

Localización de los valores máximos encontrados.

Fuente: Autores.

Tabla 103. Patrones identificables para PV

Castilla															
	A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E	F	G
1	4%	4%	9%					1	61%	30%	53%				
2	0%	0%	7%					2	64%	64%	43%				
3	0%	8%	11%					3	36%	59%	53%	52%	46%	51%	58%
4		1%	7%	2%	0%	0%	0%	4		36%	70%	99%	49%	73%	51%
5		10%	5%	7%	9%	7%	11%	5		78%	69%	65%	51%	64%	76%
6		2%	8%	4%	0%	4%	0%	6		41%	43%	38%			
								7		49%	49%	42%			
								8		57%	20%	51%			

Localización de valores marcadamente bajos.

Localización de valores marcadamente altos.

Fuente: Autores.

El Poblado												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1				4.2	3.5	5.2	4.5	3.3	2.2	0.1	1.9	1.5
2				4.5	7	2.6	4.7	5.9	7.3	4.3	1.1	2.4
3				6.4	4.4	5.2	8.5	2.7	0.2	4.7	2.5	2.4
4	2.6	3.6	1.5									
5	3.4	0.2	4									
6	3.3	2.6	3.3									

El Poblado												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1				21%	61%	25%	49%	64%	36%	12%	20%	35%
2				65%	63%	56%	86%	54%	33%	18%	40%	53%
3				36%	40%	46%	67%	43%	41%	30%	52%	57%
4	7%	11%	27%									
5	21%	59%	25%									
6	0%	34%	42%									

El incumplimiento generalizado que muestra el indicador RV se debe a dos factores encadenados: la alta exigencia del estándar, que requiere de un 75 % de la superficie peatonalizada, y la configuración típica de las áreas viales en Medellín, que con un ancho de trece metros solo cuatro están destinados a la movilidad peatonal (Instituto Colombiano de Productores de Cemento y Universidad Pontificia Bolivariana, 2004). Con ello, la exigencia municipal es cercana al 30 % de la superficie. Si bien el panorama es homogéneo, engloba situaciones contextuales

Tabla 104. Patrones identificables para RV

Castilla								Laureles							
	A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E	F	G
1	39%	38%	20%					1	43%	56%	46%				
2	34%	43%	56%					2	33%	50%	41%				
3	40%	38%	47%					3	35%	21%	40%	33%	32%	38%	35%
4		35%	52%	55%	46%	55%	51%	4		38%	25%	40%	42%	69%	26%
5		58%	57%	53%	53%	54%	47%	5		52%	37%	28%	58%	38%	45%
6		48%	48%	46%	53%	40%	34%	6		40%	42%	57%			
								7		55%	64%	55%			
								8		53%	52%	52%			
Localización de los patrones de mínimos encontrados.															

Fuente: Autores.

diferenciables que sustentan la anterior afirmación: en el caso de Castilla, los valores son cercanos al 50 % a pesar de la virtual ausencia de andenes en muchos tramos viales debido al menor ancho de vías; en Laureles, las vías de mayor sección —por ejemplo la avenida Nutibara— presentan los valores más bajos por la correlación entre el mayor número de carriles y el mismo ancho de andenes, y en El Poblado se presentan valores muy bajos por la ausencia de andenes y la sección vehicular estándar. La tabla 104 muestra los patrones identificables para RV.

El Poblado												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1				20%	43%	39%	54%	18%	29%	20%	38%	51%
2				55%	60%	47%	55%	54%	33%	34%	35%	45%
3				37%	30%	35%	43%	41%	18%	47%	50%	16%
4	35%	36%	33%									
5	43%	59%	29%									
6	56%	32%	35%									

Discusión 3: la complejidad

Al analizar la organización urbana mediante el indicador AR y el aumento de la biodiversidad con el indicador SV se hace evidente que, para el primero, se presenta una alta heterogeneidad de datos, con lecturas muy similares en los tres sectores y nueve barrios estudiados, mientras que para el segundo los sectores de Laureles y El Poblado tienen una variabilidad ligeramente superior al resto de los tejidos barriales analizados, aunque en general la homogeneidad es alta en Castilla y moderada en los sectores mencionados y los barrios que los integran.

Los datos de AR son explicables en Castilla y Doce de Octubre y en Laureles por el creciente grado de usos mixtos que comienzan a aparecer con patrones dispersos. Del mismo modo, se encuentran asociados a los incipientes grados de mixtura de los tejidos monofuncionales residenciales en Castropol, Las Lomas y, en cierta medida, en San Martín de Porres. Además, ha aparecido una tendencia opuesta en los corredores de actividad múltiple en Laureles, La Esperanza y las áreas centrales de El Poblado, en donde durante los últimos años se ha invertido la tendencia de uso sin que se logre un equilibrio, justificando las lecturas más atípicas asociadas a la total prevalencia del uso comercial.

La lectura de los datos del indicador SV es homogénea en su criticidad (bajos en cumplimiento), con valores cercanos a cero en la mayor parte de las unidades de análisis en todos los barrios, explicables por la ausencia de soporte verde público, siendo esta una condición común. En el caso de Laureles,

Santa Teresita y El Poblado, las variaciones positivas se encuentran asociadas a la presencia de los parques sectoriales dentro de las unidades de análisis. Que los valores más frecuentes se ubiquen en el rango más bajo resulta interesante porque refuerza el peso estadístico que tiene la concentración puntual de la dotación de la superficie verde en unas pocas unidades de análisis y no una distribución homogénea.

El indicador AR muestra un panorama homogéneo con solo cinco de las noventa y siete unidades de análisis dentro del umbral de cumplimiento. Las diferencias de datos entre los tres sectores analizados son poco perceptibles y los tejidos con un comportamiento más próximo al cumplimiento se encuentran en los barrios Castilla, La Consolata y Laureles. La diferenciación más importante reside entonces no solo en las características de los barrios con una configuración de usos más mixtificada —en particular en áreas de Laureles en torno a las avenidas Nutibara y Jardín, en los parques y los corredores comerciales de la calle 96 y la carrera 68 en Castilla— sino también en la tendencia diferencial de la monofuncionalidad: si La Esperanza, San Martín de Porres, La Consolata, Santa Teresita, Castropol y Las Lomas son sobre todo residenciales, en el entorno del parque fundacional de El Poblado se invierte la tendencia de uso, configurándose como un sector comercial y de servicios. En ambos casos el uso poco diverso del suelo genera bajos cumplimientos del indicador. La tabla 105 muestra los patrones identificables para AR

Tabla 105. Patrones identificables para AR

Castilla								Laureles							
	A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E	F	G
1	1%	4%	1%					1	44%	13%	3%				
2	7%	4%	1%					2	16%	20%	9%				
3	3%	0%	9%					3	9%	16%	13%	30%	21%	20%	20%
4		3%	2%	21%	36%	8%	36%	4		29%	50%	28%	4%	84%	45%
5		1%	2%	24%	8%	3%	11%	5		78%	26%	30%	9%	5%	18%
6		3%	5%	40%	12%	42%	0%	6		16%	4%	1%			
								7		16%	0%	0%			
								8		30%	21%	2%			
Localización de los patrones de equilibrio encontrados.															

Localización de los patrones de equilibrio encontrados.

Fuente: Autores.

Tabla 106. Patrones identificables para sv

Castilla								Laureles							
	A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E	F	G
1	0	0	0					1	0	0	0				
2	0	0	0					2	0	0	0				
3	0	0	0					3	0	0	0	0	0	0	0
4		0	0	0	0	0	18	4		0	0	0	2	68	16
5		0	0	0	0	0	68	5		53	0	0	0	0	0
6		0	0	0	0	0	0	6		0	0	0			
								7		0	0	0			
								8		2	1	0			

Localización de valores marcadamente bajos.

Localización de valores marcadamente altos.

Fuente: Autores.

El Poblado												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1				0%	5%	1%	2%	0%	0%	0%	97%	62%
2				5%	0%	5%	5%	25%	1%	15%	38%	29%
3				32%	3%	0%	0%	22%	100	19%	26%	5%
4	93%	95%	86%									
5	90%	100	100									
6	100	100	80%									

El Poblado												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1				0	0	0	0	0	1	80	0	0
2				0	0	0	0	0	5	2	0	0
3				0	0	0	0	0	0	0.4	0	6
4	0	0	0									
5	0	23	0									
6	0	0	0									

El índice sv no alcanza niveles de cumplimiento en ninguna unidad espacial, por lo cual, de facto, existe un comportamiento homogéneamente inadecuado de todos los tejidos barriales a la luz de los estándares propuestos por el indicador. Una revisión detallada indica que los barrios Castilla, Laureles, El Poblado y Las Lomas tiene un porcentaje ligeramente superior de cumplimiento. La poca diferencia encontrada se debe a la presencia en las muestras barriales de parques; sin embargo, estas no alcanzan a ser superiores al 20 %, por lo cual su incidencia es limitada. La tabla 106 muestra los patrones identificables para sv.

Discusión 4: la eficiencia

Al analizar el eje de metabolismo urbano mediante el indicador PL se presentan datos yuxtapuestos: alejamiento total del estándar óptimo para el indicador en los tres barrios del sector de Castilla, lo cual constituye la lectura más crítica entre todos los indicadores y barrios, y variaciones bajas en El Poblado y parte de Laureles. La marcada diferenciación se explica por la falta de cobertura de los sistemas de acopio de desechos, la inexistencia de puntos naranjas y otras alternativas en el primer sector, y la cercanía simultánea de El Poblado, Castropol y Santa Teresita a varios puntos de disposición, generando un patrón de cobertura relativamente homogéneo con excepción de La Consolata. En El Poblado se hace evidente un patrón marcado de plena cobertura en cercanías al parque, y un decrecimiento que llega hasta las coberturas

más bajas en Las Lomas debido a la lejanía del servicio. En el caso particular del indicador parece tener correlación con, por un lado, el nivel socioeconómico —los puntos naranjas solo cubren sectores de renta media y alta— y, por el otro lado, el grado de centralidad de los tejidos, puesto que los centros existentes se localizan justamente en parques de centralidad zonal. La tabla 107 muestra los patrones identificables para PL.

Discusión 5: la cohesión social

En el análisis de la cohesión social mediante el indicador PE se hace evidente el comportamiento más homogéneo, con variabilidades muy cercanas a cero, que sugieren coberturas uniformes, presentando valores agregados por bloques que van desde la casi inexistente diferencia con el estándar óptimo, en el caso de Laureles, La Consolata y Santa Teresita, hasta valores intermedios en todos los barrios del sector de Castilla y Doce de Octubre, y los barrios El Poblado y Castropol, y por último valores bajos en Las Lomas.

Si bien existe homogeneidad en tanto que todos los datos, con excepción de Las Lomas, se encuentran dentro del umbral, los grados de cumplimiento son ligeramente variados. Ello sirve para hacer una caracterización diferencial: en la totalidad de los barrios de Castilla y Doce de Octubre, y en los barrios El Poblado y Castropol el cumplimiento es medio, mientras que en Laureles todas las unidades de análisis presentan un cumplimiento total, con excepción de una unidad en el barrio Santa Teresita. La explicación de estos bloques

de variación y la diferencia en los valores se encuentra relacionada con una mayor dotación y variedad de equipamientos en el sector centro-occidental de la ciudad,

Tabla 107. Patrones identificables para PL

Castilla								Laureles							
	A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E	F	G
1	0	0	0					1	0.1	0.1	0.3				
2	0	0	0					2	0.1	0.3	0.3				
3	0	0	0					3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3
4		0	0	0	0	0	0	4		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
5		0	0	0	0	0	0	5		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
6		0	0	0	0	0	0	6		0.4	0.4	0.4			
								7		0.3	0.4	0.4			
								8		0.4	0.4	0.5			
Localización de valores marcadamente bajos.															
Localización de valores medios.															
Localización de valores marcadamente altos.															

Fuente: Autores.

que favorece que los tejidos de Laureles se encuentren, de forma simultánea, en múltiples radios de proximidad. La tabla 108 muestra los patrones identificables para PE.

El Poblado												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1				0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1
2				0.6	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1
3				0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1
4	0.6	0.6	0.6									
5	0.6	0.6	0.6									
6	0.6	0.6	0.6									

Tabla 108. Patrones identificables para PE

Castilla							Laureles						
A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G
1	75%	75%	75%				1	100%	100%	100%			
2	75%	75%	75%				2	100%	100%	100%			
3	75%	75%	75%				3	100%	100%	100%	100%	100%	100%
4	75%	75%	75%	75%	75%	75%	4	100%	100%	100%	100%	100%	100%
5	75%	75%	75%	75%	75%	75%	5	100%	100%	100%	100%	100%	100%
6	75%	75%	75%	75%	75%	75%	6	100%	100%	100%			
							7	100%	100%	100%			
							8	75%	100%	100%			
Localización de valores marcadamente bajos.													

Fuente: Autores.

Discusión 6: limitaciones y fortalezas del estudio

La principal limitación del ejercicio investigativo realizado se encuentra en la restricción del alcance, tanto en número de indicadores como en tamaño de las muestras. Si bien esta condición fue necesaria en términos metodológicos, implicó que los resultados fueran, de igual manera, acotados: el estudio es replicable en sus métodos, pero las lecturas y las

El Poblado												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1				75%	75%	75%	75%	50%	25%	25%	25%	25%
2				75%	75%	75%	75%	75%	25%	25%	25%	25%
3				75%	75%	75%	75%	75%	50%	25%	25%	25%
4	75%	75%	75%									
5	75%	75%	75%									
6	75%	75%	75%									

inferencias posibles son prevalentemente locales, sin que esto implique más que la inadecuación de los resultados como generalización.

En el mismo sentido, las singularidades de la muestra identificadas hacen que el estudio sea muy sensible a la presencia dentro de las unidades de análisis de datos extremos que tienden a distorsionar la lectura de algunos indicadores, los cuales comprometen

la representatividad de la media aritmética, amplían artificialmente los rangos o aumentan las desviaciones. Esta realidad obliga a que las mediciones estadísticas sean entendidas como complementarias y no como un núcleo de la investigación en sus aspectos cualitativos. A pesar de que esto es una limitación, al mismo tiempo es un aspecto que puede considerarse positivo, ya que permite centrar la atención en aspectos no necesariamente objeto de tratamiento estadístico: los grados de cumplimiento y la localización espacial de los datos surgen de los parámetros fundamentales para la correcta interpretación de los resultados obtenidos, con lo cual ganan prevalencia los medios de constatación de la sostenibilidad basados en la observación directa de las muestras.

Como fortalezas y aciertos se considera positiva la estrategia de precisar la retícula de una hectárea y no de cuatro hectáreas, ya que aumenta la densidad de mediciones. Asimismo, la modificación de algunos de los indicadores propuestos al inicio posibilitó la obtención de resultados de igual manera significativos desde los recursos disponibles.

Por último, la ampliación de los criterios de selección barrial permitió una doble reflexión: la del objetivo primario de identificar las diferencias de sostenibilidad, y la de definir las lógicas detrás de la identificación de casos cuando no se trabaja sobre tejidos predefinidos.

Conclusiones

El estudio de las diferencias de sostenibilidad urbana a nivel barrial presenta múltiples aspectos problemáticos que deben ser considerados en su abordaje investigativo: la indagación trasciende la simple aplicación directa de indicadores y estándares retomados de casos previos que sirven como referencia, lo que implica un proceso de ajuste a los medios disponibles y los alcances analíticos específicos.

En el caso puntual de la investigación realizada para tres tejidos barriales de la ciudad de Medellín, discriminados y delimitados por atributos urbanos diferenciales, se presentan datos cuantitativos que, tras una revisión de grados de cumplimiento y localización espacial como resultados centrales y una verificación estadística complementaria, permiten la caracterización de las muestras. Con ello se hacen evidentes sus atributos, pero también las limitaciones

de los estudios puntuales, tanto por los tamaños de los tejidos analizados como por la influencia de datos atípicos en los resultados.

Como conclusión práctica, valga señalar que el comportamiento de los tres sectores analizados, compuestos por nueve barrios y noventa y siete unidades de análisis de una hectárea, revela un panorama variado que sirve para describir las diferencias y las similitudes entre los tejidos centrales, medios y bajos, y para definir los retos futuros: altos cumplimientos generales de cohesión social, contrastables con un bajo desempeño en la complejidad urbana y un desempeño heterogéneo del metabolismo y la compacidad, influenciado por condiciones puntuales.

La realización de estudios de sostenibilidad locales abre perspectivas analíticas y prácticas reseñables: la posibilidad de replicar la experiencia en tejidos urbanos con otras características distintivas dentro del mismo contexto urbano, la realización de estudios comparativos, la adecuación de los indicadores a las posibilidades y alcances abordables con recursos restringidos, la aplicación en el campo del ordenamiento y el diseño de los entornos urbanos.

Referencias

- Aceti, A. (2019, 5 de noviembre). Estadística temas varios: Apuntes de Estadística. Docsity. t.ly/SLYD.
- Acuerdo 48 (2014), Plan de Ordenamiento Territorial de Medellín. Concejo de Medellín. *Gaceta oficial* 4267.
- Alcaldía de Medellín (2009). *Plan de desarrollo local comuna 14*. Alcaldía de Medellín.
- Alcaldía de Medellín (2010). *Plan estratégico habitacional de Medellín 2020: Diagnóstico del sistema municipal habitacional*. Alcaldía de Medellín.
- Alcaldía de Medellín (2014a). *Plan de desarrollo local comuna 5*. Alcaldía de Medellín.
- Alcaldía de Medellín (2014b). *Plan de desarrollo local comuna 11*. Alcaldía de Medellín.
- Alcaldía de Medellín (2015). *Medellín Cómo Vamos: Desarrollo urbano*. Alcaldía de Medellín.
- Alcaldía de Medellín (2018a). Circular 201860000016. Alcaldía de Medellín.
- Alcaldía de Medellín (2018b). *Estratificación socioeconómica de viviendas*. Alcaldía de Medellín. t.ly/JuSz.

- Alcaldía de Medellín (2018c). *Informe de calidad de vida 2018*.
Alcaldía de Medellín.
- Alcaldía de Medellín (2019). *Historia y símbolos de Medellín*.
Alcaldía de Medellín. t.ly/ixqs.
- Ander-Egg, E. (2011). *Aprender a investigar*. Brujas.
- Anglo American College (2019). *Las principales medidas de dispersión o variabilidad*. t.ly/1KvO.
- Ant123 (s. f.). Prueba t de Student para la comparación de dos muestras independientes. *Conexionismo*.
t.ly/HAXG.
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2011). *Bio 2030: Plan director Medellín, Valle de Aburrá*. Mesa Editores.
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Universidad Pontificia Bolivariana (2007). *Estudio de la forma urbana y el crecimiento urbano de la región metropolitana*. Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Universidad Pontificia Bolivariana.
- Baldó, J. (2014). Ciudades saludables, ciudades enfermas. *Anales venezolanos de nutrición*, 193-201.
- BCNEcología (2008). Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla. Ayuntamiento de Sevilla.
t.ly/9wTx
- BCNEcología (2010). Plan de Indicadores de Sostenibilidad Urbana de Vitoria-Gasteiz. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.
- BCNEcología (2018). *Indicadores de sostenibilidad*. t.ly/K91A.
- BCNEcología (s. f.). Modelo de ciudad sostenible. t.ly/HBLY.
- Behar, D. (2008). *Metodología de la investigación*. Shalom.

- Cabrera-Jara, N., Hermida-Palacios, M., Orellana-Vintimilla, D. y Osorio-Guerrero, P. (2015). Evaluando la sustentabilidad de la densificación urbana: Indicadores para el caso de Cuenca (Ecuador). *Bitácora urbano-territorial* (2), 21-34.
- Camacho-Sandoval, J. (2008). Asociación entre variables cuantitativas: Análisis de correlación. *AMC* 50(2), 94-96.
- Caravaca, I., González, G. y Silva, R. (2005). Innovación, redes, recursos patrimoniales y desarrollo territorial. *EURE: Revista latinoamericana de estudios urbano-regionales* 31(94), 5-24.
- Castillo, H. (2013). *Evaluación de ecobarrios en Europa y su posible traslación al contexto* [tesis de doctorado], Universidad Politécnica de Madrid.
- Castro, C. (2004). Sustainable Development: Mainstream and Critical Perspectives. *Organization & Environment* 17(2), 195-225.
- Catumba, C. (2016). Construcción de espacios comunes y colectivos: Aportes conceptuales al territorio urbano. *Bitácora Urbano Territorial* 26, 9-22.
- Cauas, D. (2010). *Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chavarro, D., Vélez, M., Tovar, G., Montenegro, I., Hernández, A. y Olaya, A. (2017). *Documento de trabajo*. Colciencias.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2002). *Las nuevas funciones urbanas: Gestión para la ciudad sostenible*. Cepal.

- Comisión Europea de Ciudades Sostenibles (1994). *Carta de las ciudades europeas hacia la sostenibilidad*. Aalborg.
- Comisión Mundial del Ambiente y el Desarrollo (1987). *Informe Brundtland*. ONU.
- Dane (s. f.). *Estratificación socioeconómica*. t.ly/t7hT.
- Economía 48 (2009). *Varianza*. Enciclopedia de Economía. t.ly/aa7K.
- Emvarias (s. f.). *Sedes y puntos de atención*. t.ly/kJzb.
- Escolano, S. (2002). *Densidad de población y sustentabilidad en la ciudad de Zaragoza. Aportaciones geográficas*. Universidad de Zaragoza.
- Fadigas, L. (2009). *La estructura verde en el proceso de planificación urbana: Ciudades*. Universidad de Valladolid.
- FAO (2010). *Programa para la horticultura urbana y periurbana*. t.ly/uZeK.
- Feria Toribio, J. M. (2006). *Indicadores de sostenibilidad, un instrumento para la gestión urbana*. Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes.
- García, I. (2003). *Matemáticas III*. MAD.
- Gutiérrez, E., Sánchez, S. y López, J. (2018). *Estadística descriptiva y probabilidad*. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Gutiérrez, L. y Fernández, M. (2013). *Bienestar social, económico y ambiental para las futuras generaciones*. *Información tecnológica* 24, 121-130.
- Instituto Colombiano de Productores de Cemento y Universidad Pontificia Bolivariana (2004). *Manual de diseño y construcción de los componentes del espacio*

- público (MEP). Instituto Colombiano de Productores de Cemento y Universidad Pontificia Bolivariana.
- Janoschka, M. (2002). El nuevo modelo de la ciudad latinoamericana: Fragmentación y privatización. *EURE: Revista latinoamericana de estudios urbano-regionales* 28(85), 11-29.
- Kaufman, M. y Marsh, W. (1997). Hydro-ecological Implications of Edge Cities. *Landscape and Urban Planning* (36), 77-90.
- Ley 93 de 1993 (22 de diciembre), por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, Sina, y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial* 41 146.
- Ley 388 de 1997 (18 de julio), por la cual se modifica la Ley 9 de 1989 y la Ley 2 de 1991, y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial* 43 091.
- Lito. (s. f.). Puntos de recolección. t.ly/A5Tf.
- London School of Economics (2007). *The Endless City*. Phaidon.
- Martínez Ortega, R., Tuya, L., Martínez, M., Pérez, A. y Cánovas, A. (2009). El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman: Caracterización. *Revista habanera de ciencias médicas* 8(2).
- Medellín Cómo Vamos (s. f.). *Así es Medellín*. t.ly/1Bdz.
- Ministerio de Ordenación Territorial (2003). *Criterios de sostenibilidad aplicables al planeamiento urbano*. Gobierno Vasco.

- Mostafavi, M. y How, J. (2010). *Ecological Urbanism*. Gustavo Gili.
- Mostafavi, M., Doherty, G., Correia, M., Durán, A. y Valenzuela, L. (2019). *Urbanismo ecológico en América Latina*. Gustavo Gili.
- Municipio de Medellín (s. f.). *Geomedellín*. Portal Geográfico del Municipio de Medellín. t.ly/Izeh.
- ONU (1992). *Declaración Cumbre de la Tierra, Río 1992*. t.ly/vQ7f.
- ONU (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. ONU.
- Orduña Gañán, M. y Del Caz Enjuto, M. (2012). *Barrios y sostenibilidad*. Universidad de Valladolid.
- Peralta, J. (2017). *La unidad barrial sostenible (UBS): Modelo de evaluación sostenible de periferias barriales de borde existentes en ciudades latinoamericanas*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
- Pierce, D. (2002). An Intellectual History of Environmental Economics. *Annual Review of Energy* 27, 57-81.
- Portus, L. (1988). *Curso práctico de estadística*. McGraw Hill.
- Red de Ciudades Cómo Vamos (2020). *Indicadores*. t.ly/2Wg1.
- Register, R. (1978). *Another Beginning*. North Atlantic Books.
- Register, R. (1987). *Ecocity Berkeley: Construyendo ciudades para un futuro saludable*. North Atlantic Books.
- Roque, A. (2015). *Urbanismo sostenible: La construcción de barrios ecológicos en Europa y España*. Universidad de Alcalá de Henares.
- Routio, P. (2007). *Arteología: La ciencia de productos y profesiones*. t.ly/nXf7.
- Rueda, S. (2012). *El urbanismo ecológico*. BCNEcología.

- Rueda, S. (2014). Una perspectiva holística del fenómeno urbano. En M. Mostafavi y G. Doherty (eds.), *Urbanismo ecológico* (pp. 365-370). Gustavo Gilli.
- Rueda, S. (2019). *Carta para la planificación ecosistémica de las ciudades*. BCNEcología.
- Rustom, A. (2012). *Estadística descriptiva, probabilidad e inferencia: Una visión conceptual y aplicada*. Universidad de Chile.
- Scientific European Federation Osteopaths (s. f.). Prueba "t" de Student. t.ly/5sbc.
- Terraza, H., Rubio, D. y Vera, F. (2016). *De ciudades emergentes a ciudades sostenibles*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Verdaguer, C. (2000). De la sostenibilidad a los ecobarrios: Documentación social. *Estudios sociales de sociología aplicada* (119), 59-78.
- Winchester, L. (2006). Desafíos para el desarrollo sostenible de las ciudades en América Latina y el Caribe. *EURE: Revista latinoamericana de estudios urbano-regionales* 32(96), 7-25.
- Zoido, F., De la Vega, S., Morales, G., Mas, R. y Lois, R. (2000). *Diccionario de geografía urbana, urbanismo y ordenación del territorio*. Ariel.

Sobre los autores

Liliana Arboleda Morales

Arquitecta, magíster en Estudios Urbano Regionales y especialista en Gestión Inmobiliaria de la Universidad Nacional de Colombia. Cuenta con experiencia profesional e interés investigativo en planificación y ordenamiento territorial. Es docente investigadora y coordinadora académica de la Maestría en Estudios del Territorio de la Universidad Santo Tomás, sede Medellín.

ORCID:

<https://orcid.org/0000-0003-2164-4043>

CORREO ELECTRÓNICO:

liliana.arboleda@ustamed.edu.co

Juan Alberto Restrepo-Sánchez

Arquitecto, especialista en Diseño Urbano y magíster en Arquitectura. Actualmente es docente de las

universidades Santo Tomás y Nacional de Colombia, en Medellín. Pertenece al grupo de investigación Metellium de USTA Medellín. Ha sido investigador y consultor en procesos urbanos e instrumentos asociados al ordenamiento territorial y sus áreas de actuación son los estudios urbanos, la proyectación urbanística y la sostenibilidad de la ciudad.

ORCID:

<https://orcid.org/0000-0002-5744-9840>

CORREO ELECTRÓNICO:

juan.restrepo@ustamed.edu.co

Índice temático

A

acceso a puntos limpios (PL) 53, 57,
91-92, 97, 111-113, 123, 125, 127,
129, 131, 136, 141, 157, 160, 170,
175, 184, 191, 198, 206, 214, 222,
230, 232, 233, 235, 238, 253, 256,
259, 260, 261, 272-273

análisis

multivariado 192, 193, 240-252,
255-256
univariado 192, 193, 203, 234,
236, 238, 240

áreas

de estudio 41, 44, 50, 51, 52, 54,
59, 257
urbanas consolidadas 22, 39,
49
verdes 45, 48, 50-57, 85, 93, 134,
138, 142, 144, 152, 186, 204-230,
244-250, 258, 263, 268, 269 B

barrio sostenible 58

C

calidad de vida 23, 35, 36, 44

caracterización socioeconómica 74

ciudad

compacta 22, 33, 37, 39

sostenible 24, 27, 29, 30, 32, 33,
35, 36, 47, 254

coeficiente

de correlación 242-247

de determinación 240, 242-243

cohesión social 25, 30, 45, 48, 56,
240, 254, 273, 280

compacidad absoluta (CA) 50,
57, 132, 142, 202, 210, 218, 226,
244-252

competitividad 28, 35

complejidad 25, 26, 50, 238, 262, 268
urbana 30, 45, 47, 52, 56, 254,
280

contexto urbano 43, 280

crecimiento exponencial 22, 28

D

densidad de población 43, 63
desarrollo

sostenible 22, 24, 29, 31, 32, 33-35
sustentable 32

distribución de frecuencias 132,
164, 166, 168, 170, 172, 217

E

ecociudad 31, 33
ecodesarrollo 34
ecología urbana 29, 31, 33
economía ambiental 34
edificabilidad 89

neta 43, 46, 63

eficiencia urbana 39
equilibrio 48, 268, 270
entre actividad y residencia
(AR) 52, 57, 89, 136, 142, 148, 206,
212, 222, 228, 244, 246-252
social 34

equipamientos básicos 57

escala 21, 23, 27, 29, 31, 42
barrial 22, 24, 25, 37, 39, 121
global 29
local 24, 36

espacio
público 23, 36, 45, 46, 47, 48, 54,
56, 57, 61, 62, 93, 258, 262
urbanizado 30, 47, 50

verde habitable 45, 48, 50, 54,
57, 85, 93, 134, 204, 210, 220,
226, 244-248, 252, 258

F

fenómeno urbano 22, 31, 55, 60
fragmentación espacial 42
funcionalidad urbana 30, 47

G

gestión
territorial 24
urbana-territorial 28
y gobernanza 45, 46

H

heterogeneidad 49, 133, 135, 138,
193, 203, 226, 234, 237, 239, 241,
253-256, 262, 268
homogeneidad 43, 49, 76, 78,
133-135, 138, 193, 195, 203, 226,
234-239, 241, 253, 260, 261,
268, 273

I

indicadores 29-31, 42, 46, 49, 50,
56-57, 58,-59, 61-62, 75, 80, 81,
121, 122, 130, 133, 142, 154, 165,
174, 192, 193, 202, 210, 216, 226,
235-238, 253, 262, 272, 276-280

de sostenibilidad 23, 24, 45
 índices 24, 46, 54, 131, 132, 140,
 157, 272

M

marcos temporales 44
 medidas
 de dispersión 192, 202, 203, 234,
 235-240
 de tendencia central 192, 194,
 232, 234-240
 metabolismo urbano 23, 30, 47,
 48, 56, 261, 272, 280
 modelo de ciudad 30, 36, 37, 254
 morfología y estructura urbana
 45, 46, 56, 262
 movilidad y servicios 45, 47, 56, 262

O

objetivos
 de desarrollo sostenible 29
 globales 32
 ordenamiento
 territorial 24, 25, 29, 54, 59, 61,
 62, 63, 89, 93, 95
 urbano 280

P

parámetros
 básicos de selección por
 comunidades 65-66

complementarios de selección
 barrial 64, 68, 74
 participación ciudadana 53
 percepción del espacio verde
 urbano (PV) 50-51, 57, 85, 134,
 204, 210, 220, 226, 244, 246,
 247, 248, 252
 planificación 23
 integral del territorio 24
 territorial 24
 urbana 27, 33
 políticas públicas 29
 porcentajes de cobertura 50-52,
 54, 85
 procesos de urbanización 29, 61
 proximidad
 a equipamientos (PE) 54, 57,
 138, 154, 208, 216, 224, 232, 244,
 247-252
 a puntos limpios (PL) 53, 57, 91,
 136, 142, 150, 206, 214, 222, 230,
 244, 246, 247, 248, 250, 252

R

reparto del viario público (VR) 51,
 85, 142, 244, 246-248, 252

S

sistema
 ambiental 48
 urbano 39
 sostenibilidad

- ambiental 28, 45
urbana 23-26, 30, 33, 35, 36, 45, 253, 279
superficie verde por habitante (sv) 53, 57, 93, 138, 142, 152, 208, 214, 224, 230, 234, 246-252
- T**
tejidos 31, 46, 48, 67, 78, 122, 257, 268, 269, 273, 275, 278, 280
bajos 72, 257
barriales 23, 25, 46, 55, 59, 63, 68-71, 76, 80, 85, 121, 263, 268, 272, 279
centrales 43, 72, 76, 257, 258, 259-260, 280
- medios 72, 257
urbanos 23-25, 280
- U**
umbral de cumplimiento 141, 142-152, 154, 194-200, 203
unidades de análisis (UA) 39-40, 49, 50, 58, 59, 75-79, 82, 121, 123, 131, 141, 156, 174, 191, 217, 232-235, 242, 254, 256, 260, 262, 268, 269, 273, 277, 280
urbanismo ecosistémico 25, 30, 33, 45
urbanización 21, 22, 28, 29, 32, 35, 43, 44, 61, 64, 74-78

COLEC-
CIÓN
440

SERIE
ARQUITEC-
TURA

ESTA OBRA SE TERMINÓ
DE EDITAR EN DICIEMBRE
DE 2020, A LOS 440 AÑOS DE LA
FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD
SANTO TOMÁS DE COLOMBIA

EDICIONES
USTA



SERIE
ARQUI-
TECTURA

Este estudio determina el nivel de sostenibilidad urbana en tres tejidos urbanos diferenciales de la ciudad de Medellín (Colombia), utilizando el concepto de sostenibilidad barrial. La descripción de la condición urbana de los barrios estudiados y la identificación de problemáticas y potencialidades para la sostenibilidad en dichos barrios, permite generar un marco metodológico e instrumental para la medición de condiciones de sostenibilidad a escala barrial. Por ello, es este un aporte a los futuros procesos de diagnóstico y de ordenamiento territorial local.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
SEDE MEDÉLLIN

