

Memoria social

Corporación Social Kirú

Artículo científico síntesis de la investigación: Aproximación al análisis de la segregación ambiental en el suelo urbano de Bogotá

Juan Camilo Baracaldo Orrego, icbaracaldao@correo.udistrital.edu.co ingeniero ambiental, Cll 131 bis #58b-53.

Rolando Stevel Fonseca Melo, rolandostevel@gmail.com, ingeniero ambiental, Cra 25ª bis #4b-53.

Resumen

Se analiza la segregación ambiental en el suelo urbano de Bogotá a través de: un acercamiento a los sucesos históricos que han dado paso al estado actual de la ciudad, la elaboración de un SIG, y la construcción de un Índice de Condiciones Urbanas Ambientales (ICUA) aplicado a la escala de las UPZ. Se encontró: una correlación lineal de 61% entre el estrato y las condiciones ambientales, un índice de Segregación Residencial ISR de 67,72% respecto al ICUA y, por último, un Índice de Gini de 0,45. La expresión más acentuada de la segregación ambiental se representa en la diferencia de la calidad ambiental urbana entre el suroccidente respecto al nororiente de Bogotá, encontrando el peor y el mejor ICUA, respectivamente.

Palabras clave: Segregación ambiental, Índice Calidad Ambiental Urbana, Bogotá.

Abstract

This research analyze of environmental segregation in Bogota urban area, using: an approximation to the historical events which led to the current state of things, the creation of a GIS, and the construction of a UEQR - Urban Environmental Quality Rate - applied to each one of Bogota's UPZ. It was found a linear correlation of 61% between social stratum and environmental conditions, a Residential Segregation Rate RSR of 67,72% regarding the UEQR, and finally a Gini rate of 0,45. The urban environmental quality gap between the southwest and the northeast of the city, which show the worst and best UEQR respectively, is the clearest proof of socio-environmental segregation in Bogota.

Keywords: environmental segregation, Urban Environmental Quality Index

1. Segregación

La segregación ha sido abordada desde múltiples lentes por las ciencias sociales, desde la sociología en términos de relaciones sociales en la producción del espacio social y las interacciones que de allí se derivan (Lefebvre, 1974), (Castells, 1974), Sabatini & Brain (2008); desde la geografía como distribución en el espacio de grupos sociales Harvey (2006), y desde la perspectiva antropológica a partir de la

variabilidad social y cultural de los grupos sociales y la variación temporal que hacen de la segregación un fenómeno dinámico (Carman, Vieira y Segura, 2013). Desde la economía se ha planteado una explicación que pasa desde las perspectivas neoclásicas como la localización residencial bajo una coordinación walrasiana que permite que el acceso a determinado suelo urbano opere bajo el criterio de “óptimo de Pareto” (Abramo, 2009), hasta las posiciones desde el materialismo histórico que explican la estructura del fenómeno a partir de las rentas del suelo urbano (Jaramillo, 2008).

La segregación ambiental, definida por los autores del presente documento, es la tendencia a que grupos socialmente desiguales y espacialmente segregados habiten territorios con condiciones ambientales relativas a sus jerarquías constitutivas. Este fenómeno se estructura a partir de la imbricación de rentas secundarias (monopolio de segregación y diferencial de vivienda) y la apropiación simbólica de los grupos sociales con su entorno.

2. Historia de la segregación ambiental en Bogotá

Los flujos migratorios originados por los diferentes conflictos armados que ha tenido el país desde el siglo XIX han producido un crecimiento urbano acelerado, que, acompañado de la ineficiente gestión pública que ha caracterizado al gobierno distrital, han configurado una ciudad en la cual los grupos sociales tienen acceso diferencial a los ambientes urbanos según su nivel socioeconómico. La superposición de los intereses de una capa social con poder político y económico sobre las necesidades de una ciudad en constante crecimiento ha producido que las contradicciones sociales en el espacio urbano se agudicen, materializándose esto en un mercado de tierras que soporta el interminable problema de vivienda, y en sistemas siempre insuficientes de saneamiento, transporte y de gestión de residuos sólidos. La historia ambiental de Bogotá es todavía un nicho de investigación poco desarrollado, sin embargo, autores como Preciado, Almanza y Leal (2005) y Palacio (2001) han aportado significativamente en esta reconstrucción histórica. A continuación, se hace un esfuerzo de síntesis de los sucesos con mayor relevancia en el plano ambiental, que aportan al entendimiento de la Bogotá que hoy conocemos.

Tabla 2-1: Hitos en la historia ambiental de Bogotá.

Periodo	Hito histórico-ambiental
Inicios de la colonia - mediados siglo XIX	<p>Decrecimiento de la población indígena 25000 habitantes y 20 pilas de agua públicas. No acueducto.</p> <p>Aumento de la población mestiza</p> <p>Apropiación por desposesión de cultivos por parte de la corona española</p> <p>Epidemias producto de vectores llegados desde Europa afectando población local</p> <p>Transporte a través de tranvía de tracción animal</p>

	<p>Consolidación de la gran hacienda como forma principal de producción</p> <p>Inserción de población indígena a la cadena de producción de la corona española como peones</p> <p>Propiedad de la tierra a través de tres mecanismos: Gran hacienda, resguardos indígenas, y Ejidos</p>
<p>Finales del siglo XIX - Década de 1930</p>	<p>Disolución de ejidos y resguardos indígenas</p> <p>Electrificación del tranvía</p> <p>Casco urbano con 117.000 habitantes</p> <p>Segregación socioespacial nodo norte (sector Porciúncula) vs nodo sur (Barrios Egipto - Las Cruces)</p> <p>Surge sector Teusaquillo como primer complejo urbano de élite</p> <p>El costo del arrendamiento de vivienda en Bogotá sube en un 350%</p> <p>Desarrollo de los primeros barrios obreros: Unión obrera, Bavaria, Antonio Ricaurte, Uribe, San Facón, y el tradicional Paseo Bolívar</p> <p>Solo 3% de la población (ubicada en Chapinero) tiene acueducto</p> <p>una epidemia de gripe que cobró la vida de cientos de bogotanos</p> <p>Fue el periodo más crítico en cuanto hacinamiento. Apenas se tenían 4,1 viviendas por cada 100 habitantes</p>
<p>Década 1940</p>	<p>Población: 378.000</p> <p>Reubicación sector Paseo Bolívar</p> <p>Urbanización de sectores: Suba, Rafael Uribe y San Cristóbal</p> <p>Creación del Instituto de Crédito Territorial</p> <p>El método de autoconstrucción de vivienda representa más de la mitad de la producción del espacio urbano</p>
<p>Década 1950</p>	<p>Urbanización acelerada de los cerros orientales por parte de grupos de élite y populares</p> <p>Construcción de Chircales en San Cristóbal</p> <p>Primera oleada de migración interna campo-ciudad</p> <p>Cierre de operación del tranvía</p> <p>Población: 750.000 habitantes</p> <p>Primer antecedente asociado a un plan de ordenamiento territorial formulado por Le Corbusier</p> <p>Urbanización de sectores: Engativá, Puente Aranda, Kennedy</p>
<p>Década 1960</p>	<p>Desarrollo de barrios: Centenario, Veraguas, Modelo, Las Colinas, La María y Santa Bárbara</p> <p>Masificación sistema de transporte a base de combustión diésel</p> <p>Colombia ocupaba el segundo lugar en Latinoamérica (después de Perú) en materia de fiebre tifoidea con 100 casos por cada 100.000 habitantes</p> <p>Creación de la Empresa Distrital de Servicios Públicos EDIS</p> <p>Población: 1.7000.000 habitantes</p> <p>Primer desvío del río Tunjuelito para actividades mineras</p>

	<p>Urbanización sectores: Tunjuelito, Usaquén y Barrios Unidos 43% de la población de la ciudad es migrante</p>
Década 1970	<p>Consolidación complejos industriales de Fontibón y Soacha Segundo desvío del río Tunjuelito para actividades mineras La creación de: Alcaldías locales, el Instituto de Desarrollo Urbano IDU, el Fondo Educativo Regional, el Servicio Distrital de Salud, el Instituto Distrital de Turismo y el Instituto Distrital para la Protección y Rehabilitación del Menor, hoy conocido como IDIPRON Urbanización sectores: Bosa, Ciudad Bolívar, Suba occidental y Usme Operación de dos rellenos sanitarios: Gibraltar y El Cortijo</p>
Década 1980	<p>Inicio de operaciones Relleno Sanitario de Doña Juana se derogan las normas que prohibían el establecimiento de servicios por encima de la cota 2.700 100.000 personas se encontraban en viviendas tuguriales Bogotá concentra el 16,4% de la población total del país Disolución de la EDIS parque automotor de 268.260 vehículos Existe un déficit de distribución de agua para cerca de 2,5 millones de habitantes</p>
Década 1990	<p>119.753 hogares no cuentan con el servicio de alcantarillado 200.000 personas se encontraban en viviendas tuguriales 620 asentamientos informales en Ciudad Bolívar y Suba Primer desvío del río Tunjuelito para actividades mineras Población: 5.000.000 de habitantes El cinturón industrial en el sector Bogotá – Soacha es quien genera la mayor carga contaminante industrial y doméstica del país, con un aporte de 324,4 toneladas de DBO/DÍA, descarga aguas residuales, agrícolas, pesqueras, pecuarias, domésticas e industriales Derrumbe del relleno sanitario Doña Juana Parque automotor 340.412 vehículos</p>
Siglo XXI	<p>Parque automotor: 2.148.541 vehículos matriculados Hegemonía del sistema BTR como oferta de transporte público Formulación e implementación del primer POT Inicio operación embalse seco de Cantarrana Definición de la Estructura Ecológica Principal de la ciudad Población: 8.000.000 de habitantes.</p>

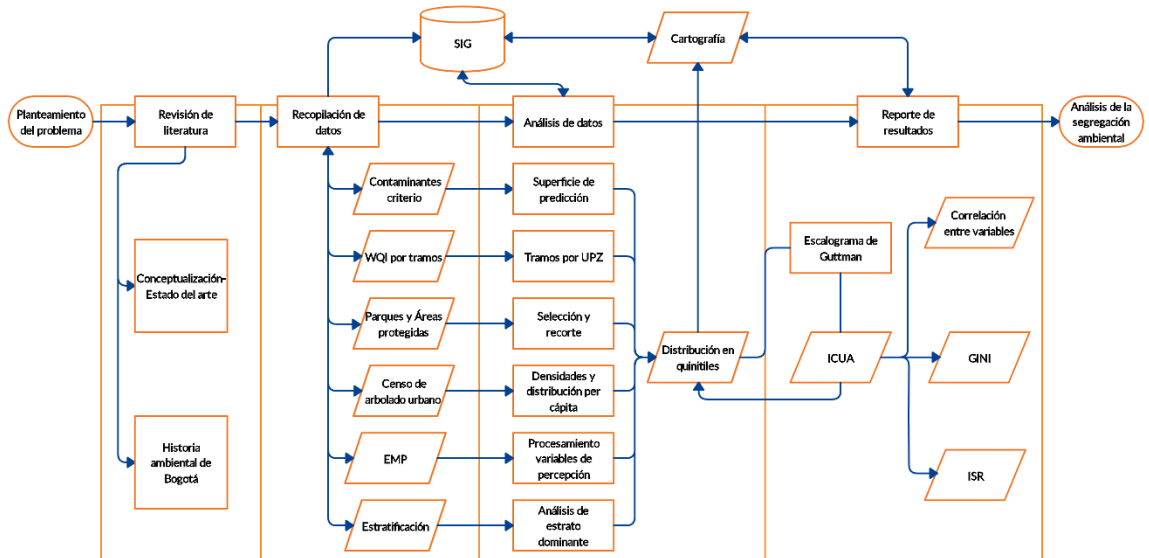
Nota: Elaboración propia.

3. Metodología

La actividad investigativa parte del cuestionamiento ¿existe segregación ambiental en la ciudad de Bogotá? Para abordar una respuesta aproximada, se propone una metodología constituida en 5 fases: I) Planteamiento del problema; II) Revisión de

literatura, III) Recopilación de datos; IV) Análisis de datos; y V) Reporte de resultados.

Ilustración 3-1: Diagrama de metodología



Fuente: Elaboración propia

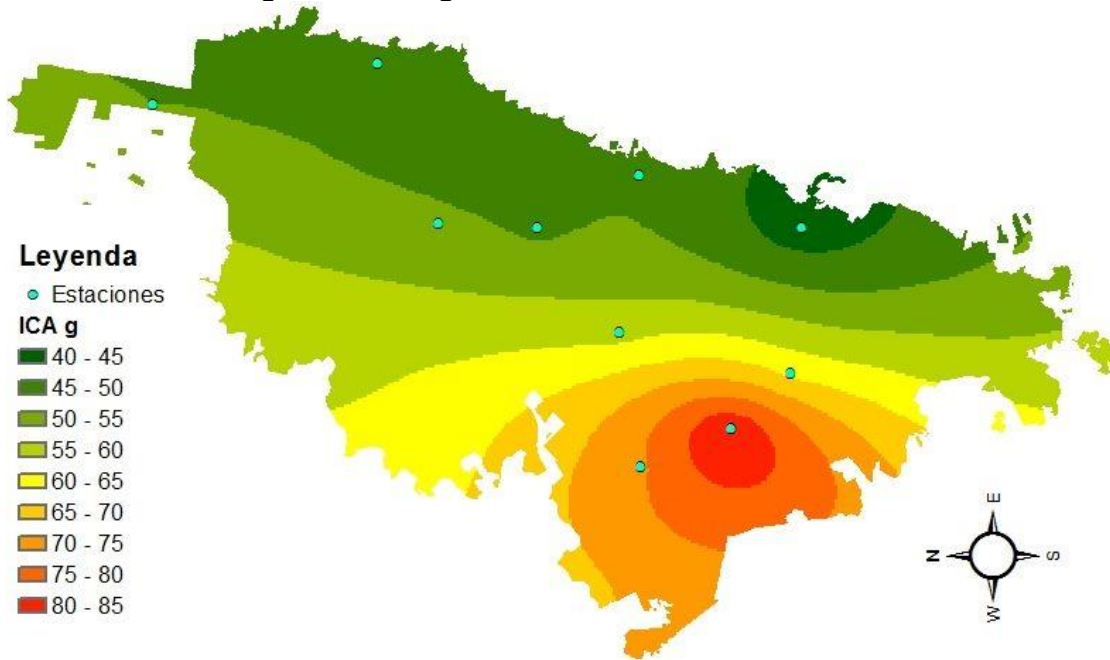
4. Resultados

Calidad del aire

La calidad del aire se analiza procesando los datos de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá, en el periodo comprendido entre 2015 y 2018, seleccionando por completitud de información y partiendo del contaminante crítico identificado (PM 2.5) el último año. Se obtuvo para las 11 estaciones el índice de calidad del aire ICA, para valores diarios, medios anuales y el índice global.

Se realizó un análisis de datos que permitiera generar una superficie de predicción corregida para Bogotá generada con el método kriging ordinario, usando una tendencia constante y ajuste logarítmico, empleando un modelo esférico, con anisotropía, y un tipo de vecindad suavizado, dando como resultado una imagen ráster a la cual se le condicionaron rangos de salida cada 5 unidades del ICA global.

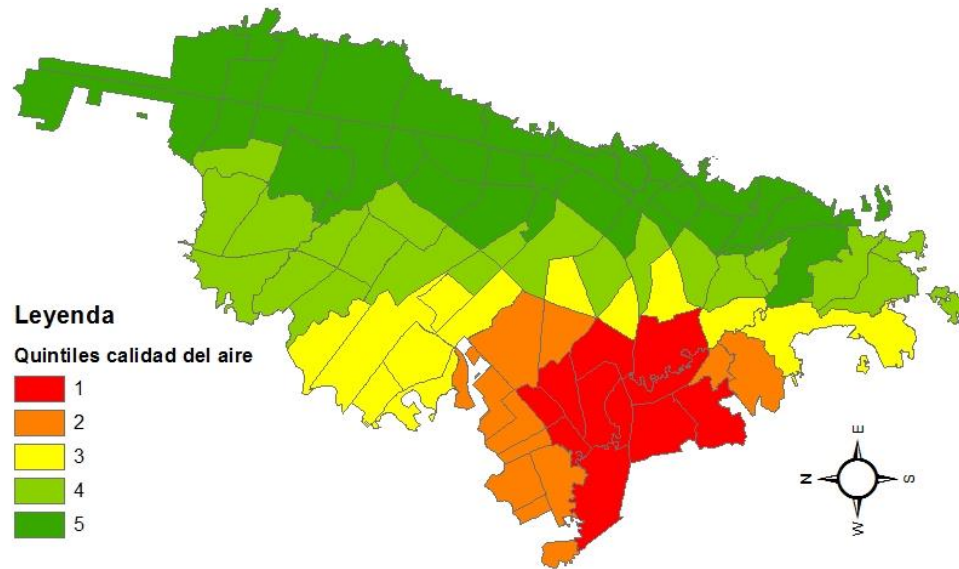
Ilustración 4-1: ICA global en Bogotá.



Fuente: Elaboración propia.

La imagen ráster obtenida por medio de la interpolación se organiza en 5 clases establecidos a modo de quintiles, pero estos no coinciden con los límites de las UPZ, por lo cual, a cada UPZ se le atribuye el valor del quintil que tenga el área predominante, dando como resultado:

Ilustración 4-2: Distribución de la calidad del aire ICAg en quintiles por UPZ.



Fuente: Elaboración propia.

Calidad de aguas superficiales

La ciudad presenta una problemática generalizada de vertimientos de aguas residuales en estructuras asociadas al alcantarillado pluvial de la ciudad, lo cual está asociado a conexiones erradas (descarga de agua residual al alcantarillado pluvial) lo que deteriora considerablemente la calidad de las aguas de las corrientes y canales de la ciudad, afectando la calidad de los ríos urbanos y finalmente el río Bogotá. (SDA, 2008). Otros factores asociados a la problemática de la calidad de las aguas de la ciudad son los asentamientos en las rondas de protección de los ríos, el vertimiento directo de residuos sólidos y líquidos producto de actividades domésticas e industriales, y la ausencia de aplicación de tecnologías para el tratamiento de las aguas. Para realizar el análisis espacial de esta categoría, se usó información de la Red de Calidad Hídrica de Bogotá operada por la Secretaría Distrital de Ambiente. Esta red mide y establece de manera permanente la variabilidad y el estado de la calidad del recurso hídrico superficial de la ciudad. El SIG emplea el criterio de presencia de cuerpo de agua, de modo que, si sobre la UPZ se presenta un cuerpo de agua sobre el cual se hubiera medido WQI, se toma el valor del tramo que presente la WQI más deficiente. Los quintiles construidos arrojan los siguientes rangos de datos, donde 1 es la peor condición y 5 la mejor condición respecto al WQI:

Tabla 4-1: Distribución en quintiles de la calidad del agua WQI en Bogotá.

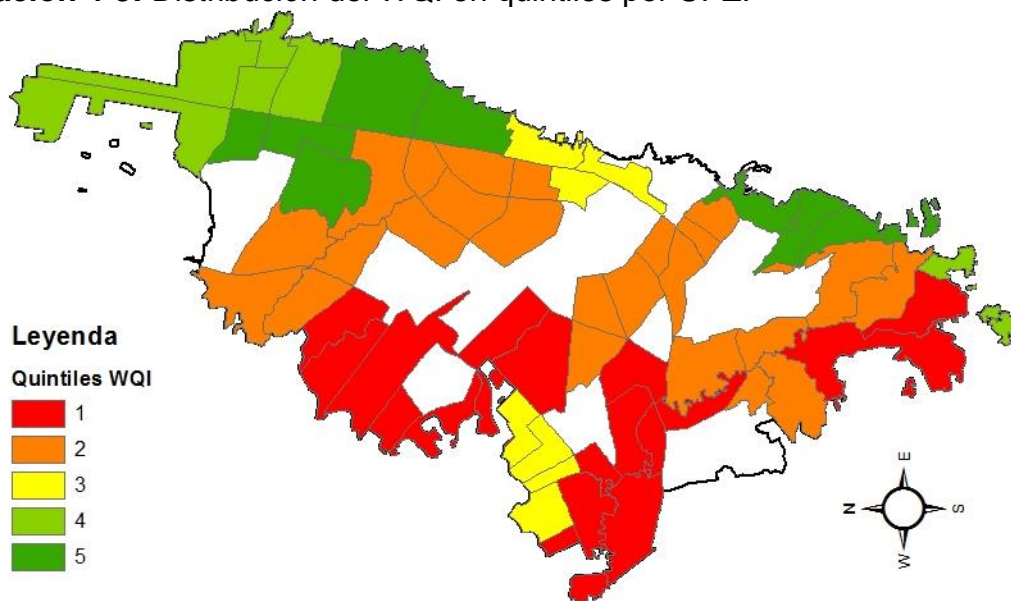
Quintil	WQI
1	23,00 – 27,00
2	27,01 – 34,00
3	34,01 – 50,00
4	50,01 – 80,00

5	80,01 - 100
---	-------------

Nota: Elaboración propia.

Algo característico de las cuencas (...) es que la calidad de los tramos altos de los ríos urbanos de la ciudad, ubicados en los cerros orientales es buena al punto que los ríos ofrecen a las comunidades servicios ambientales como su uso para actividades recreacional y soporte a la vida acuática entre otros. (Salvador, Porras, Martínez, Ramírez, 2014). Se hace evidente que el suroccidente de la ciudad es el sector que más aqueja contaminación de las aguas superficiales. En contraparte, el nororiente se posiciona como un espacio privilegiado respecto a esta variable.

Ilustración 4-3: Distribución del WQI en quintiles por UPZ.



Fuente: Elaboración propia.

Espacios verdes urbanos

La información geográfica empleada en este apartado, fue obtenida de la Secretaría Distrital de Planeación (2018), para su procesamiento fue necesario realizar algunos ajustes, como: eliminar los parques y el suelo de protección (asociado a ecosistemas estratégicos) situados por fuera del perímetro urbano, por medio de la herramienta clip del software ArcGis; al verificar la dotación, extensión y funcionalidad social de los parques de bolsillo se procedió a su eliminación, con

lo cual 1610 entidades poligonales fueron eliminadas, pues estas áreas no representan una amenidad significativa en términos de la calidad ambiental; los parques aún no construidos fueron eliminados, en total 14 unidades deportivas, 12 parques metropolitanos propuestos y 10 parques zonales propuestos. Hecho lo anterior, se intersecaron las capas parques y UPZ, tras lo cual con la herramienta *Merge* se obtuvieron las áreas totalizadas de los parques según su tipología (zonales, vecinales y metropolitanos) para cada UPZ.

Tabla 4-2: Porcentaje de área de parques por estrato

Estrato	Área de parques (m ²)	% Área parques	Población	m ² de parques/habitante
1	2473994,74	9,72	810.266	3,05
2	7824180,30	30,75	3.220.104	2,43
3	8521951,49	33,49	2.807.349	3,04
4	2938069,96	11,55	604.219	4,86
5	1949189,62	7,66	204.002	9,55
6	1738964,59	6,83	148.522	11,71
Total	25446350,69	100	7.794.463	3,26

Nota: Elaboración propia con datos de SDP (excluyendo parques de bolsillo) y EMP, 2014.

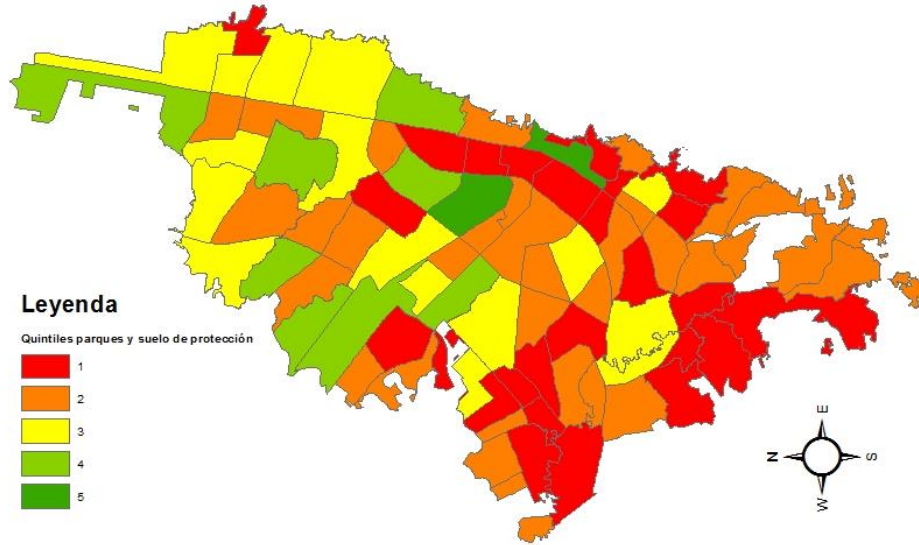
Se encuentra una distribución desigual de las áreas de parques por estrato, encontrando que, si bien la mayor extensión en parques se ubica al interior de los estratos 3 y 2 respectivamente con 33,49% y 30,75% del total, es justamente allí donde la disponibilidad de estos es menor en relación con su población, es tanto así que la correlación entre el estrato y la cantidad de m² de parques por habitante es de 0,91 (siendo la máxima posible 1). La recomendación de la OMS frente a este indicador esta entre 10 y 15 m² de espacio verde por habitante, por lo cual solo el estrato 6 cumple con esta recomendación mientras de cerca se encuentra la población de estrato 5. Al momento de construir los quintiles se excluyó del análisis a la UPZ Parque Entre Nubes, esto debido a que la totalidad de la UPZ es área protegida y por tanto incompatible con los usos urbanos, de allí que los asentamientos humanos presentes en la zona representan más un conflicto de uso, que de haberse obviado, hubiera conllevado a un dato atípico donde se presentarían 108,1 m² de espacio verde por habitante, más del doble respecto a la UPZ La Esmeralda que consecutivamente tiene el mayor valor en este indicador.

Tabla 4-3: Distribución en quintiles de espacio verde por habitante en Bogotá

Quintil	Rango área (m ²) de parques y áreas protegidas por habitante
1	0 – 2,21
2	2,22 – 4,31
3	4,32 – 7,94
4	7,95 – 15,24
5	15,25 – 50,56

Nota: Elaboración propia.

Ilustración 4-4: Distribución en quintiles de los m² de espacio verde por habitante en quintiles por UPZ.

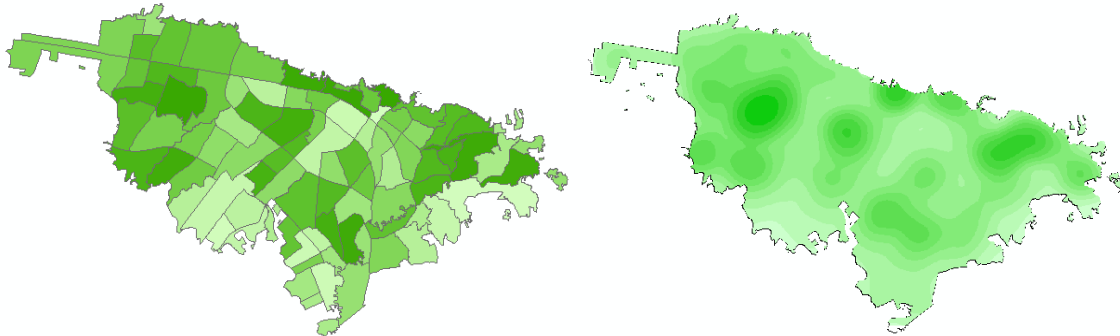


Fuente: Elaboración propia.

Arbolado urbano

Con el censo del arbolado urbano del 2018 elaborado por el Jardín Botánico de Bogotá, se generó una superficie que permitiera comprender la densidad arbórea urbana, por dos métodos, individuos por hectárea en cada UPZ (izquierda) y como densidad de Kernel (derecha).

Ilustración 4-5: Densidad del arbolado urbano en Bogotá



Fuente: Elaboración propia.

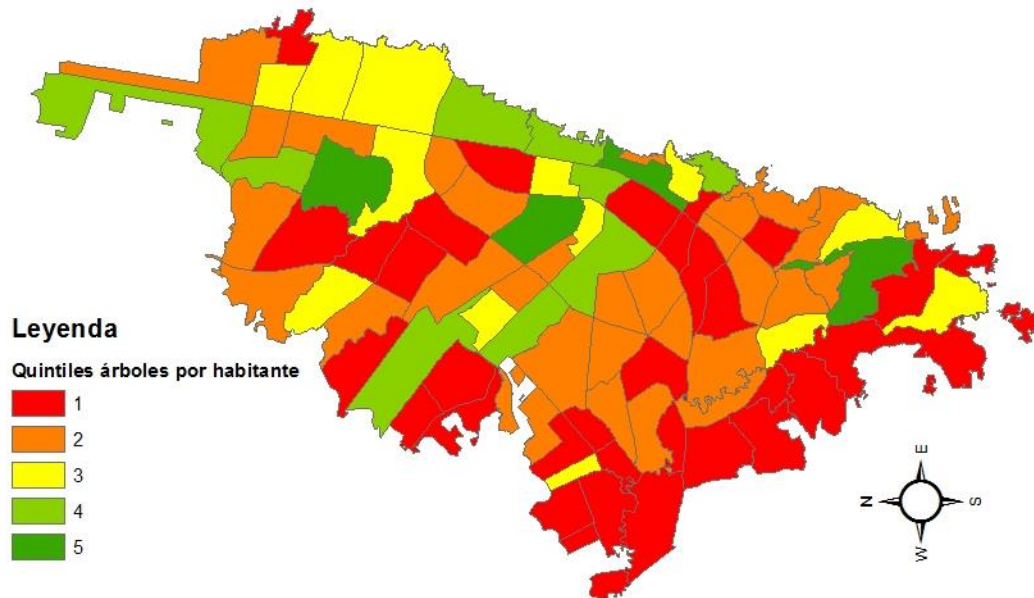
Se analizó respecto a la recomendación de la OMS que propone un árbol por cada tres habitantes (Londoño et al., 2017), sin embargo, esto solo se cumple en el 17% de las UPZ. La variable árboles por persona se agrupa por quintiles y se presenta en un mapa a nivel de UPZ:

Tabla 4-4: Distribución en quintiles del número de árboles por habitante en Bogotá.

Quintil	Rango árboles por habitante (10^{-2})	Árboles por persona	
1	1,1851 – 9,9247	3 a 25 árboles cada 250 personas	0,012 – 0,01 árboles/persona
2	9,9248 – 21,4047	10 a 21 árboles cada 100 personas	0,01 – 0,21 árboles/persona
3	21,4048 – 37,3641	2,1 a 3,7 árboles cada 10 personas	0,21 – 0,37 árboles/persona
4	37,3642 – 62,9555	3,7 a 6,3 árboles cada 10 personas	0,37 – 0,63 árboles/persona
5	62,9556 – 165,65101	6,3 a 16,5 árboles por cada 10 personas	0,63 - 1,65 árboles/persona

Nota: Elaboración propia.

Ilustración 4-6: Distribución de número de árboles por persona en quintiles por UPZ.



Fuente: Elaboración propia.

Variables de percepción

Estudiar las condiciones ambientales implica un enfoque sobre lo ambiental. Partiendo del modelo “ecosistema y cultura” (Maya, 2013), es posible decir que lo ambiental requiere del estudio, tanto de los ecosistemas como de los modelos culturales. Entendiendo la cultura, desde el mismo autor, como el conjunto de la formación social (técnica, organización social y manifestaciones simbólicas). Por lo cual, el modelo de interpretación de las condiciones del ambiente urbano no puede

excluir la percepción sobre los entornos, pues hace parte de las concepciones de lo ambiental leídos desde la cultura, así el problema completitud versus objetividad se suprime, si se supera el monismo metodológico. Así mismo, para (Romero et al., 2011) la segregación ambiental se expresa también subjetivamente en la forma que los habitantes de un determinado sector aprecian y evalúan sus propios niveles de calidad ambiental y él de quienes habitan otras áreas vecinas.

En Bogotá, el estudio más reciente y completo donde se aborda la percepción de las condiciones ambientales por parte de la ciudadanía es en la encuesta multipropósito (EMP); en este estudio macro se incorporó como objetivo: indagar sobre el grado de riesgo de la vivienda ante problemas ambientales (DANE, 2017). Estos problemas ambientales se abordan a través de la pregunta 15 del capítulo B de la encuesta, así: ¿Cuáles de los siguientes problemas presenta el sector donde está ubicada su vivienda?: 1. Ruido, 2. Exceso de anuncios publicitarios, 3. Inseguridad, 4. Contaminación del aire, 5. Malos olores, 6. Generación y manejo inadecuado de las basuras, 7. Invasión de espacio público, 8. Presencia de insectos, roedores o animales que causen molestia; las respuestas posibles son Sí o No. Adicionalmente la EMP ofrece un estimado del total poblacional por UPZ. Los problemas de entorno abordados en la EMP aportan a la comprensión de las condiciones ambientales del suelo urbano de Bogotá, en el presente trabajo se incorporan las variables: ruido, olores ofensivos y presencia de insectos, roedores o animales molestos.

Los quintiles construidos para la elaboración del SIG arrojan los siguientes rangos de datos, en cada una de las variables trabajadas, donde 1 es la peor condición y 5 la mejor condición respecto a la presencia de la variable.

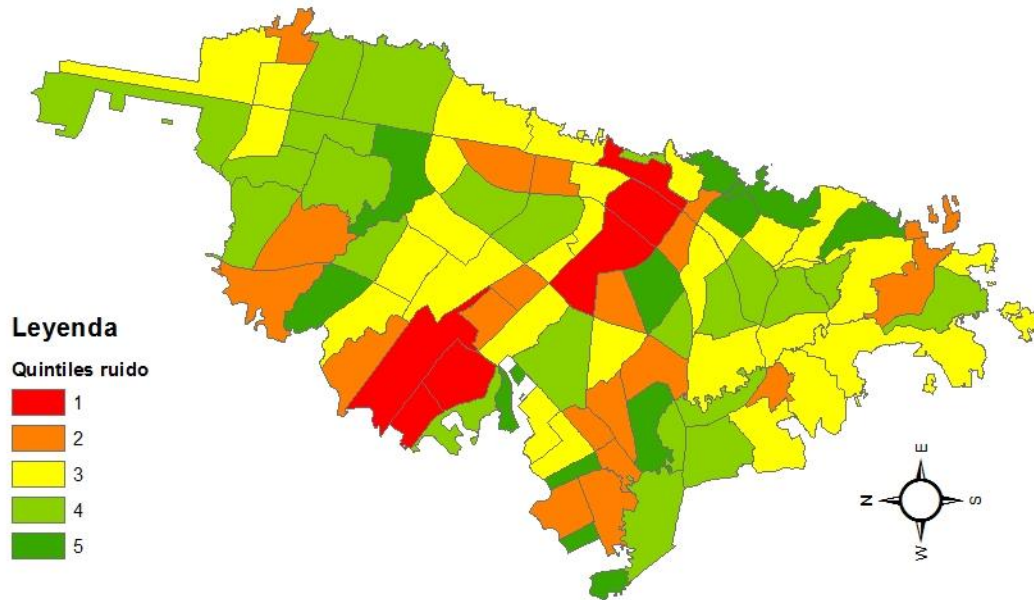
Ruido

Tabla 4-5: Distribución en quintiles de la percepción del ruido en Bogotá.

Quintil	Rango ruido (%)
1	5,83 – 21,22
2	21,23 – 29,65
3	29,66 – 38,11
4	38,12 – 50,75
5	50,76 – 80,32

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 4-7: Distribución de la percepción del ruido en quintiles por UPZ.



Fuente: Elaboración propia

Olores ofensivos

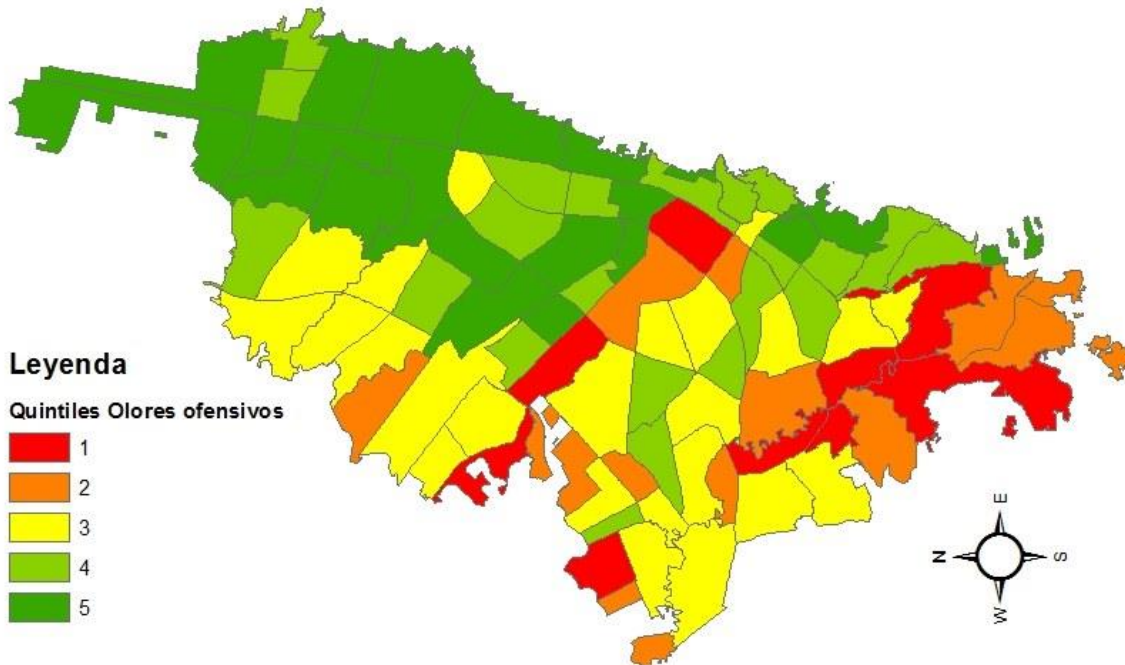
La contaminación odorífica u odorífera es la contaminación causada por los malos olores. De acuerdo con la Resolución 1541 de 2013 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el olor es la propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira determinadas sustancias volátiles.

Tabla 4-6: Distribución en quintiles de la percepción de olores ofensivos en Bogotá.

Quintil	Rango olores (%)
1	2,36 – 14,33
2	14,34 – 26,50
3	26,51 – 40,24
4	40,25 – 57,70
5	57,71 – 82,87

Nota: Elaboración propia

Ilustración 4-8: Distribución de la percepción de olores ofensivos en quintiles por UPZ.



Fuente: Elaboración propia

Presencia de insectos, roedores y animales molestos

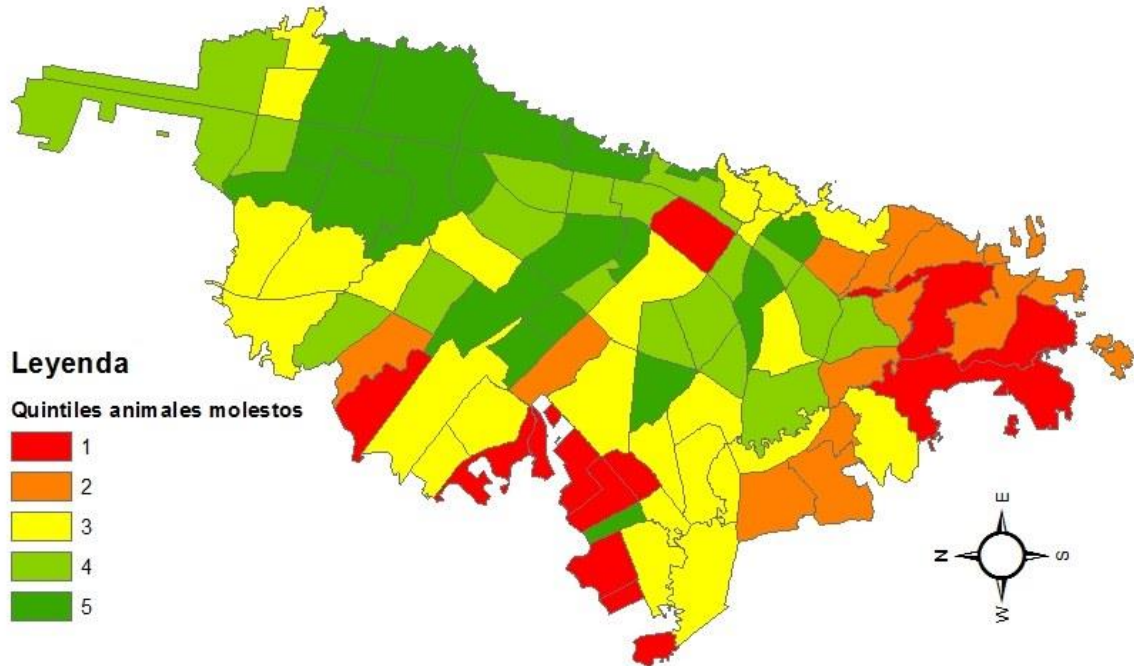
Estimar la percepción de los ciudadanos sobre la presencia de insectos, roedores o animales que causan molestias puede aproximar, entre otros factores, a la valoración del estado de la salud ambiental de la población.

Tabla 4-7: Distribución en quintiles de la percepción de animales molestos en Bogotá.

Quintil	Rango animales molestos (%)
1	2,63 – 8,81
2	8,82 – 17,17
3	17,18 – 23,98
4	23,99 – 34,86
5	34,87 – 48,90

Nota: Elaboración propia.

Ilustración 4-9: Distribución de la percepción de animales molestos en quintiles por UPZ.



Fuente: Elaboración propia.

5. Análisis de resultados

Analizar el estado del ambiente urbano requiere de una síntesis que permita abordar las diferentes variables de forma conjunta, para ello se emplea el escalograma de Guttman (Rondinelli, 1988), elaborando un índice urbano de la calidad ambiental, en adelante ICUA, este índice se construyó asignando pesos a cada tipo de variable, de modo que aquellas que son de percepción tienen un peso relativo de 0,5, mientras que las variables cuantitativas de 1. El peso relativo de cada variable se multiplica por su valor quintil (1 a 5), finalmente, la sumatoria da como resultado un valor que se puede hallar en un rango de entre 5,5 y 27,5, al dividir este valor por la suma de los pesos relativos de las variables (5,5) nos permite obtener un dato que acá se entiende, como ICUA un índice que se puede hallar entre el rango de 1 y 5, se ajusta para aquellas UPZ que no cuenten con todas las variables (cada variable menos representa un 0,5 o un 1 menos en el denominador, según sea cuantitativa o de percepción).

$$ICUA_{upz} = \frac{1(QICA_{upz} + QWQI_{upz} + QEV_{upz} + QA_{upz}) + 0,5(QO_{upz} + QR_{upz} + QAM_{upz})}{5,5}$$

El resultado obtenido es:

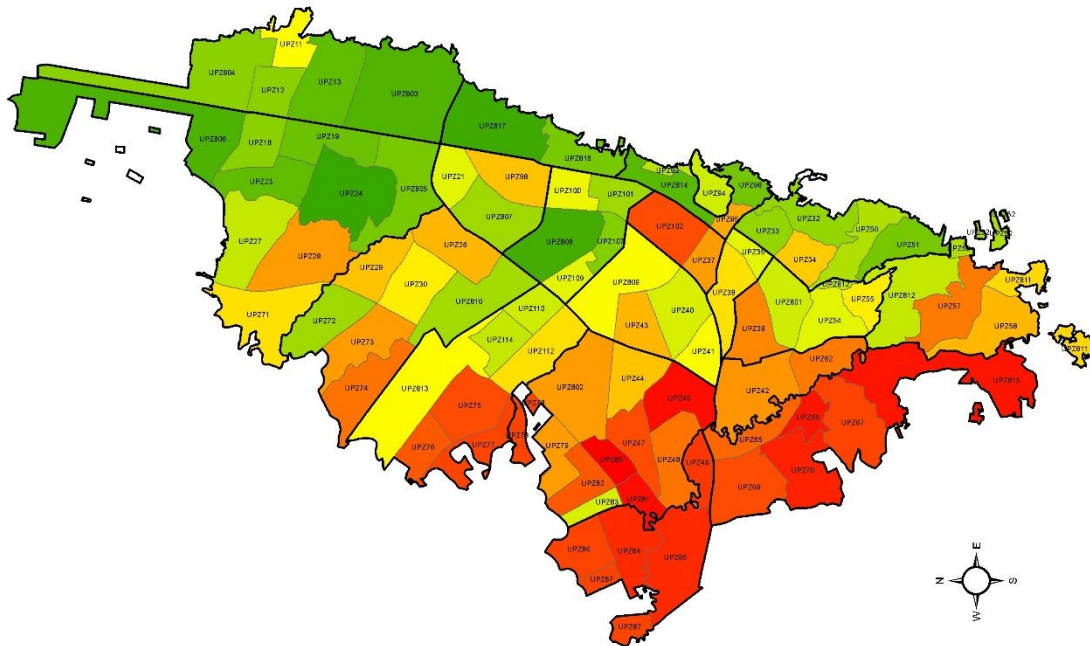
Tabla 5-1: Índice de Calidad Urbana Ambiental por UPZ con agregación en quintiles

Loc	UPZ o Agrupación		ICUA	Q ICUA	Loc	UPZ o Agrupación		ICUA	Q ICUA	Loc	UPZ o Agrupación		ICUA	Q ICUA	
1	803	COUNTRY CLUB	4.18	5	8	45	CARVAJAL	1.45	1	11	28	EL RINCON	2.36	2	
	12	TOBERIN	3.64	4		80	CORABASTOS	1.22	1		807	DOCE DE OCTUBRE	3.45	4	
	804	LA URIBE	3.64	4		79	CALANDAIMA	2.36	2		12	21	LOS ANDES	3.00	3
	13	LOS CEDROS	4.00	5		47	KENNEDY CENTRAL	1.89	1		98	LOS ALCAZARES	2.55	2	
	11	SAN CRISTOBAL NORTE	2.82	3		48	TIMIZA	2.09	2		100	GALERIAS	2.91	3	
2	817	EL REFUGIO	4.45	5	802	BAVARIA	2.36	2	13	107	QUINTA PAREDES	3.67	4		
	816	CHAPINERO	3.73	4	44	AMERICAS	2.55	2		101	TEUSAQUILLO	3.45	4		
3	814	LAS NIEVES	4.09	5	78	TINTAL NORTE	1.82	1		808	LA ESMERALDA	4.36	5		
	96	LOURDES	3.78	4	75	FONTIBON	1.89	1		109	CIUDAD SALITRE ORIENTAL	3.00	3		
	92	LA MACARENA	3.33	4	114	MODELIA	3.22	3		14	102	LA SABANA	1.89	1	
4	95	LAS CRUCES	2.44	2	110	CIUDAD SALITRE OCCIDENTAL	3.11	3	37	SANTA ISABEL	2.36	2			
	33	SOSIEGO	3.55	4	9	76	FONTIBON SAN PABLO	1.91	1	15	35	CIUDAD JARDIN	3.00	3	
	51	LOS LIBERTADORES	3.73	4	813	CAPELLANIA	2.82	3	38	RESTREPO	2.73	3			
	50	LA GLORIA	3.36	4	112	GRANJAS DE TECHO	2.73	3	809	PUENTE ARANDA	2.89	3			
	34	20 DE JULIO	2.56	2	77	ZONA FRANCA	1.82	1	16	43	SAN RAFAEL	2.45	2		
5	32	SAN BLAS	3.55	4	810	JARDIN BOTANICO	3.44	4	41	MUZU	2.89	3			
	811	ALFONSO LOPEZ	2.64	2	72	BOLIVIA	3.45	4	40	CIUDAD MONTES	3.09	3			
	58	COMUNEROS	2.45	2	29	MINUTO DE DIOS	2.55	2	17	94	LA CANDELARIA	3.11	3		
	57	GRAN YOMASA	2.18	2	26	LAS FERIAS	2.45	2	18	55	DIANA TURBAY	2.78	3		
6	52	LA FLORA	3.36	4	73	GARCES NAVAS	2.36	2	801	SAN JOSE	3.11	3			
	62	TUNJUELITO	2.18	2	74	ENGATIVA	2.09	2	54	MARRUECOS	3.00	3			
7	42	VENECIA	2.27	2	30	BOYACA REAL	2.78	3	39	QUIROGA	2.22	2			
	86	EL PORVENIR	1.82	1	27	SUBA	3.22	3	67	LUCERO	1.82	1			
	49	APOGEO	1.73	1	19	EL PRADO	3.82	4	815	EL MOCHUELO	1.55	1			
	84	BOSA OCCIDENTAL	1.64	1	24	NIZA	4.73	5	65	ARBORIZADORA	2.00	1			
	85	BOSA CENTRAL	1.64	1	23	CASA BLANCA SUBA	4.00	5	70	JERUSALEM	1.56	1			
8	87	TINTAL SUR	1.82	1	71	TIBABUYES	2.73	3	66	SAN FRANCISCO	1.55	1			
	83	LAS MARGARITAS	3.09	3	806	La Academia	4.27	5	69	ISMAEL PERDOMO	1.89	1			
	81	GRAN BRITALIA	1.45	1	18	BRITALIA	3.64	4	5-18	812	PARQUE ENTRENUBES	3.22	3		
	82	PATIO BONITO	1.91	1	805	LA ALHAMBRA	3.73	4							

Nota: Elaboración propia.

La representación espacializada de la anterior tabla se puede apreciar en la siguiente imagen, donde el mejor ICUA va desde un verde intenso hacia los peores valores en tono rojo:

Ilustración 5-1: Índice urbano de la calidad ambiental por UPZ en Bogotá.



Fuente: Elaboración propia.

Por la lógica de construcción del índice que va elaborando una jerarquización de datos simplificada por medio de quintiles, sería posible que la ilustración anterior revelara esa jerarquía, sin que, necesariamente lo rojo representara una condición ambiental deteriorada o mala. No obstante, los resultados eran claros al mostrar que aquellas UPZ que caían a los quintiles más bajos en cada variable analizada, presentaban indicadores que, al ser comparados con los rangos recomendados, por parte de organismos como la EPA y la OMS, no alcanzaban una condición aceptable.

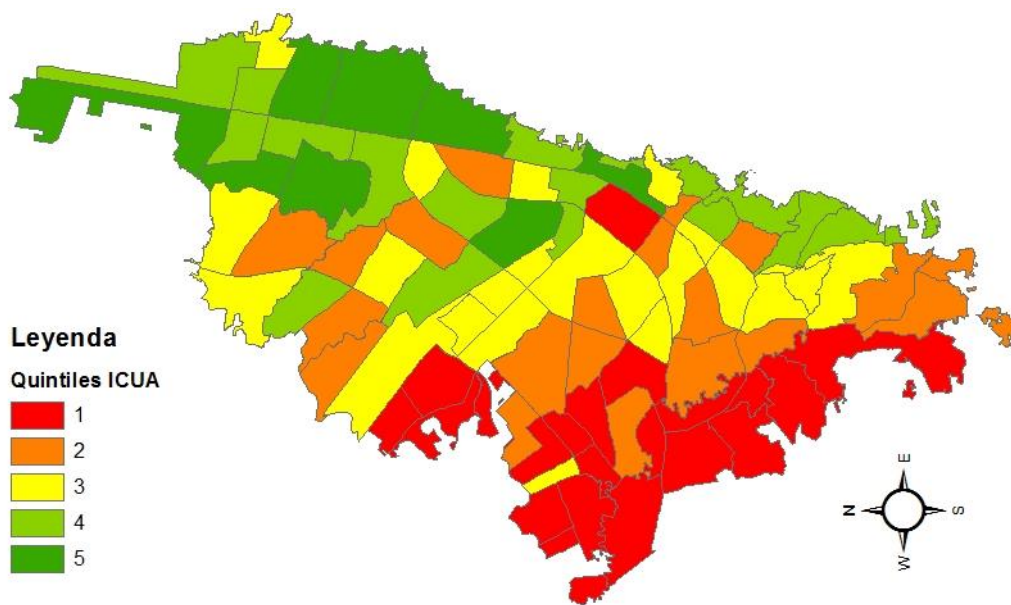
Para tener una unidad común y poder realizar el análisis de segregación a 2 escalas (UPZ y localidad) se organizan en quintiles y se les asigna el valor promedio de datos ICUA dentro del quintil.

Tabla 5-2: Rango de los quintiles ICUA y valor promedio del quintil

Quintil	Rango de datos	Valor promedio
1	1.22 – 2.00	1.61
2	2.01 – 2.64	2.325
3	2.65 – 3.22	2.935
4	3.23 – 3.82	3.525
5	3.83 – 4.73	4.28

Nota: Elaboración propia.

Ilustración 5-2: Distribución del ICUA en quintiles por UPZ.



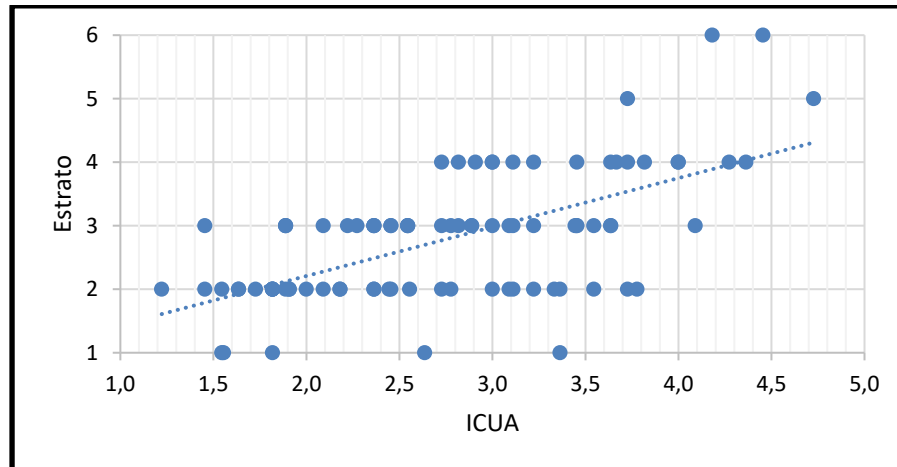
Fuente: Elaboración propia.

Correlación entre variables

Para explicar la segregación ambiental es fundamental poder trazar la relación que existe entre las condiciones socioeconómicas, y las ambientales. Para ello se acude al análisis de la asociación o interdependencia entre las variables mencionadas, empleando el coeficiente de correlación. Estrato e ICUA por UPZ, son variables aleatorias, adimensionales, cuantitativas y discretas, por lo tanto, se emplea el coeficiente de correlación de Spearman, que se puede analizar del mismo modo que el coeficiente de correlación de Pearson, es decir, toma valores entre -1 y 1 indicando asociaciones positivas o negativas lineales.

Se obtuvo un valor de 0,59, lo cual indica una correlación positiva moderada en términos estadísticos, pero que en un sentido social nos permite ver que la vinculación a un estrato social determina en una elevada proporción la calidad del ambiente urbano. Evidentemente, este tipo de correlaciones deben guardar una cierta distancia respecto al valor 1 (correlación positiva perfecta), ya que el espacio no refleja sino más bien difracta la estructura social y sus contradicciones, pues la ciudad es un espacio construido socialmente en el marco de disputas en que los diferentes actores han logrado ganarle algo de terreno a su contrario.

Gráfica 5-1: Relación lineal entre estrato e ICUA



Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica anterior se evidencia la relación lineal existente entre el ICUA y el estrato, en esta se aprecian algunos datos en los que se presentan las mayores distancias con respecto a la línea de tendencia, se trata de UPZ con particularidades como: estrato 1 con ICUA de 3,364 (UPZ La Flora, en Usme), estrato 2 con ICUA 3,778 (UPZ Lourdes, localidad Santa Fe), ICUA de 3,54 (UPZ San Blas, localidad de San Cristóbal); estas UPZ de bajo estrato y un ICUA de medio a alto (ubicados abajo y a la derecha de la línea de tendencia) son, en general, las que se ubican hacia el costado oriental de la ciudad y algunas cerca del centro histórico, donde las valoraciones de la calidad ambiental se ven fuertemente influidas por su ubicación dentro de las cuencas altas, donde la calidad del agua y el aire son mejores. En contraposición, todas las UPZ en las que predominan poblacionalmente los estratos 5 y 6 tienen un ICUA de mínimo 3,727 valor solo alcanzado por una de las UPZ de estratos 1 y 2.

Segregación ambiental por localidades

Para reconocer la segregación ambiental en una escala de agregación distinta se toma el valor promedio ICUA de todas las UPZ al interior de las localidades lo cual permite interpretar la segregación como la heterogeneidad en términos de la calidad del ambiente que se pueda presentar en una localidad respecto a las demás.

Se trata de comparar las diferencias entre localidades de una misma variable (el ICUA), es decir, la dispersión o variación de los conjuntos de datos respecto a sus promedios, donde no se presentan diferencias de magnitudes o escala, por lo cual, es posible identificar la desviación estándar de los datos, lo cual indica la dispersión de datos para los ICUA.

La desviación estándar de los ICUA de todas las localidades es de 0,67, es decir esa es su distancia respecto a una media de 2,84. Este valor es menor, con respecto a la variación que puede hallarse entre las UPZ (0,69) respecto a una media mayor (3,14), lo cual expresa una menor disimilitud en la escala de las

localidades. Se expresa mayor segregación al analizar con más detalle en la escala.

Al comparar solamente pares de localidades se pueden encontrar, mayores distancias (en magnitud ICUA), pero lo interesante resulta de analizar entre cuales localidades se presentan las diferencias más amplias con respecto a los pares, que, en contraposición, resultan más homogéneos, esto teniendo en cuenta los estratos dominantes en las localidades, ver Tabla 5-3.

La mayor segregación se da entre la localidad de Chapinero y las localidades Bosa y Ciudad Bolívar. En Chapinero los estratos dominantes en sus UPZ son el 4 y el 6, mientras que en Bosa solo predomina el estrato 2 y en Ciudad Bolívar la mitad de las UPZ tienen dominancia estrato 1 y las restantes tienen predominio de estrato 2.

Las menores diferencias de calidad ambiental urbana entre localidades se presentan entre aquellas, que, en consonancia, tienen mayor similitud en su composición de estratos. Esto no solo se explica por la contigüidad de esas localidades, como algo natural, pues la desviación estándar entre Usaquén y Chapinero (0,31), es apenas menor a la de Chapinero y Suba (0,34). La cercanía de estas localidades y sus condiciones ambientales se explican por la renta monopólica de segregación.

Tabla 5-3: Desviación estándar del ICUA entre pares de localidades

Localidad		Usaquén	Chapinero	Santa Fe	San Cristóbal	Usme	Tunjuelito	Bosa	Kennedy	Fontibón	Engativá	Suba	Barrios Unidos	Teusaquillo	Los Mártires	Antonio Nariño	Puente Aranda	La Candelaria	Rafael Uribe Uribe	Ciudad Bolívar	
	ICUA	3,66	4,09	3,41	3,33	2,66	2,23	1,73	2,02	2,50	2,73	3,61	3,00	3,48	2,13	2,87	2,83	3,11	2,78	1,73	
Usaquén	3,66	0																			
Chapinero	4,09	0,31	0																		
Santa Fe	3,41	0,17	0,48	0																	
San Cristóbal	3,33	0,23	0,54	0,06	0																
Usme	2,66	0,71	1,01	0,53	0,47	0															
Tunjuelito	2,23	1,01	1,32	0,84	0,78	0,31	0														
Bosa	1,73	1,36	1,67	1,19	1,13	0,66	0,35	0													
Kennedy	2,02	1,16	1,47	0,98	0,93	0,45	0,15	0,20	0												
Fontibón	2,50	0,82	1,12	0,64	0,59	0,11	0,19	0,54	0,34	0											
Engativá	2,73	0,65	0,96	0,48	0,42	0,05	0,36	0,71	0,50	0,16	0										
Suba	3,61	0,03	0,34	0,14	0,20	0,67	0,98	1,33	1,13	0,79	0,62	0									
Barrios Unidos	3,00	0,46	0,77	0,29	0,23	0,24	0,55	0,90	0,69	0,35	0,19	0,43	0								
Teusaquillo	3,48	0,13	0,43	0,05	0,11	0,58	0,89	1,24	1,03	0,69	0,53	0,09	0,34	0							
Los Mártires	2,13	1,08	1,39	0,91	0,85	0,38	0,07	0,28	0,08	0,27	0,43	1,05	0,62	0,96	0						
Antonio Nariño	2,87	0,56	0,87	0,39	0,33	0,15	0,45	0,80	0,60	0,26	0,09	0,53	0,10	0,43	0,52	0					
Puente Aranda	2,83	0,58	0,89	0,41	0,35	0,12	0,43	0,78	0,57	0,23	0,07	0,55	0,12	0,46	0,50	0,02	0				
La Candelaria	3,11	0,39	0,69	0,21	0,15	0,32	0,63	0,98	0,77	0,43	0,27	0,35	0,08	0,26	0,70	0,17	0,20	0			
Rafael Uribe Uribe	2,78	0,62	0,93	0,45	0,39	0,08	0,39	0,74	0,54	0,20	0,03	0,59	0,16	0,50	0,46	0,06	0,04	0,24	0		
Ciudad Bolívar	1,73	1,36	1,67	1,19	1,13	0,66	0,35	0,001	0,20	0,55	0,71	1,33	0,90	1,24	0,28	0,80	0,78	0,98	0,74	0	

Fuente: Elaboración propia.

En la semaforización de las diferencias entre las localidades se presenta la mayor homogeneidad con colores claros y las más altas disimilitudes (tonalidades rojas), la semaforización se generó como se muestra a continuación.

Tabla 5-4: Rango para la semaforización de la desviación estándar entre localidades

Rangos	1,51 - 2,00
	1,01 - 1,50
	0,51 - 1,00
	0,00 - 0,50

Nota: Elaboración propia.

Coefficiente de Gini de Segregación Ambiental

El índice de Gini se construye al comparar la distribución empírica que se forma con los datos observados y la línea de igualdad perfecta que supone la distribución teórica derivada de la curva de Lorenz; esto significa que permite estimar concentraciones y distribuciones de una variable respecto a la población de estudio. En el caso particular de la segregación ambiental, el cálculo del Índice de Gini se asocia al ICUA distribuido entre el número de ciudadanos.

La medición del coeficiente varía entre 0 y 1, usualmente se consideran tres intervalos para interpretar el coeficiente, donde: valores entre (0 – 0,39) son reflejo de una distribución equitativa, valores entre (0,40 – 0,60) indican desigualdad y valores superiores a 0,60 distribución gravemente inequitativa.

Se obtuvo un coeficiente de Gini de 0,4462 con el software Geo-Segregation Analyzer lo que implica que la ciudad expresa situaciones de desigualdad ambiental.

Es necesario tener en cuenta que la calidad ambiental urbana no es igual al interior de las UPZ, (que suelen ser multiestrato), y contrariamente, se encuentran UPZ con gran desigualdad ambiental al interior de ellas.

Aplicación del Índice de Segregación Residencial

El ISR consiste en entender la segregación según Rodríguez Vignoli (2001) como el “peso que tiene la localización de las unidades sociodemográficas elementales dentro del territorio de referencia en la variación total del atributo entre ellas” (p. 27), en consecuencia la segregación se mide aquí partiendo de un atributo cuantitativo, para este caso el ICUA, en entidades sociodemográficas elementales (UPZ) y una unidad territorial de referencia de orden y jerarquía superior (localidades), se calcula basado en la varianza total del ICUA en las localidades, el promedio del atributo en sus subunidades (UPZ) y la varianza de la distribución de la media del atributo ICUA en las 89 subunidades territoriales; así, el ISR será la proporción de la varianza total que se explica por la varianza entre subunidades.

Al realizar el cálculo se encuentra que el 67,72% de la varianza del atributo ICUA se explica por la varianza entre las localidades, estas no son en su interior totalmente homogéneas, pues se componen de UPZ con ICUA diferentes, de lo contrario la segregación sería total o máxima (100%). Esto indica que, a la escala

de las localidades, Bogotá presenta una alta segregación ambiental. Al interpretar el resultado en la escala de las UPZ se encuentra que la segregación es total, pues se reporta que el 100% de la variación del ICUA se explica por la variación entre las UPZ pues estas, al ser en su interior totalmente homogéneas no permiten la interacción de grupos sociales con diversas calidades del ambiente urbano, no obstante, esto se debe a la carencia de subunidades territoriales de análisis más pequeñas que permitan un mayor detalle.

Conclusiones

El método que se selecciona para la medición de la segregación influye en los resultados que se pueden obtener y por tanto del análisis al que se pueda llegar. Al analizar la segregación ambiental como distribución desigual del índice ICUA en la población, agrupada en las UPZ, por medio del índice de Gini, se encuentra una desigualdad media cuantificada en 0,45 (frente a una máxima posible de 1). En comparación, al emplear el índice de segregación residencial ISR se encuentra que la segregación intraUPZ es del 100% pues hay una total homogeneidad al interior de las UPZ a su vez que se presentan variaciones de cada UPZ respecto a las demás. Al realizar el análisis en escalas distintas empleando los mismos métodos también se encuentran variaciones significativas en los análisis a los que se pueda llegar, por ejemplo, el ISR entre las localidades es de 67,72%, esto debido a la alta homogeneidad al interior de las localidades (con algunas excepciones como en Suba donde se presentan 4 de los 5 quintiles ICUA) y a su vez la alta disparidad entre ellas; es de anotar que entre localidades es menor la segregación ambiental, pues dentro de las mismas se presentan diferentes ICUA.

Al promediar el ICUA de las UPZ para estimar el promedio de la ciudad, se encuentra el valor 3,14 en un rango de 1 a 5, que una escala de 1 a 100, el promedio de ICUA para Bogotá es 53,5. El MADS formuló una metodología para estimar la Calidad Ambiental Urbana de las ciudades del país. En 2015 se implementó esta metodología en Bogotá, y su resultado fue un ICAU de 50,9. La diferencia entre el ICUA presentado en esta investigación y el ICAU del ministerio es de 2,6 puntos. Esto se explica por la cantidad de variables de más que usa el ministerio. Sin embargo, el índice del ministerio solo permite analizar la ciudad como espacio homogéneo, en cambio el ICUA de este trabajo parte de la escala de la UPZ como unidad mínima de análisis, por lo que su complejidad está más en el detalle que en la cantidad de parámetros empleados. Comparativamente, la ciudad de Bogotá se encuentra en una buena posición entre las ciudades con mejor calidad ambiental urbana, solo superada por Medellín, ciudad que tiene un ICAU de 55,5. Sobre otras grandes ciudades encontramos a Ibagué con 45,2; Cali con 33, Bucaramanga con 35,9; Cali con 33; Barranquilla con 21,7; y el caso más preocupante, la Ciudad de Cúcuta con apenas 6,5.

Finalmente, se puede concluir que sí existe segregación ambiental en la ciudad de Bogotá; esta se representa en magnitudes diferentes de acuerdo con la escala de

trabajo. Este fenómeno se hace más evidente en la macroescala, cuando se contrastan las localidades del suroccidente con las del nororiente. También se reafirma la existencia de la segregación ambiental con la alta correlación lineal positiva encontrada entre el estrato y el ICUA.

Se encuentra la tendencia de que a menor sea la escala de trabajo, mayor es la desviación estándar, lo que expresa mayor desigualdad en el polígono de análisis. Esto permite pronosticar que, si se aplica la metodología de esta investigación a subunidades espaciales más pequeñas (como los barrios), se encontraría una mayor desviación estándar respecto a las encontradas en el análisis entre UPZ y entre localidades.

Bibliografía

- Abramo, P. (2009). La ciudad calidoscópica. *Apuntes Del CENES*, XXVIII(48), 125–196.
- Carman, Vieira & Segura (2013). Antropología, diferencia y segregación urbana.
- Castells, M. (1974). *La cuestión urbana* (15th ed.). Siglo XXI. Retrieved from <https://leerlaciudadblog.files.wordpress.com/2016/05/castells-la-cuestion-urbana.pdf>
- DANE. (2017a). *Metodología General Encuesta Multipropósito-EM 2017*. Retrieved from http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/disenio_metodologico_em2017.pdf
- DANE. (2017b). *Metodología General Encuesta Multipropósito-EM 2017*. Bogotá, D.C. Retrieved from http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/disenio_metodologico_em2017.pdf
- Harvey, D. (2006). *Social Justice and the City*. *Geographical Review* (Vol. 65). <https://doi.org/10.2307/213551>
- Jaramillo, S. (2008). *Hacia una teoría de la renta del suelo urbano* (Segunda ed). Bogotá, D.C. Retrieved from http://www.institutodeestudiosurbanos.info/dmdocuments/cendocieu/coleccion_digital/Teoria_Renta_Suelo-Capitulo_8.pdf
- Lefebvre, H. (1974). La producción del espacio. *Papers: Revista de Sociología*, 3.
- Londoño, E. P., Turbay, M. U., Licht, N. Y., Enrique, G., Barragán, Á., Jaramillo, P. R., ... Cifuentes -Diseñador, B. (2017). *2 Segundo Reporte Técnico de Indicadores de Espacio Público 3 Contenido*. Retrieved from <http://observatorio.dadep.gov.co/sites/default/files/Reporte-tecnico-2-2017.pdf>
- Maya, Á. A. (2013). El Reto de la Vida. Ecosistemas y Cultura, Una introducción al Estudio del Medio Ambiente., 121. Retrieved from www.augustoangelmaya.com
- Palacio, Luis A. (2001) *Naturaleza en disputa. Ensayos de historia ambiental 1850 – 1995*. Universidad Nacional de Colombia.
- Preciado, J. Almanza, C. & Leal, R. (2005). *Historia ambiental de Bogotá siglo XX*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.

- Rondinelli, D. (1988). Método aplicado de análisis regional. La dimensión espacial de la política de desarrollo. Medellín: Gobernación de Antioquia, Banco Central Hipotecario.
- Rodríguez Susa, M. S., Porras, L., Martínez, L., & Ramírez, N. (2014). *Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá (2012-2013)* (Uniandes:). Bogotá D.C., Colombia. Retrieved from oab.ambientebogota.gov.co/.../calidad_recurso_hidrico_2009-2010.pdf
- Rodríguez Vignoli, J. (2001). Segregación residencial socioeconómica: ¿qué es?, ¿cómo se mide?, ¿qué está pasando?, ¿importa? *CEPAL - SERIE Población y Desarrollo*, No. 16, 80. Retrieved from <http://archivo.cepal.org/pdfs/2001/S017595.pdf>
- Romero, H., Salgado, M., & Fuentes, C. (2011). Segregación Socio-ambiental en espacios intraurbanos de la ciudad de Santiago de Chile, 55–82. Retrieved from <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/118161/SegregacionSocioAmbienta.pdf?sequence=1>
- Sabatini, F., & Brain, I. (2008). La segregación, los guetos y la integración social urbana: mitos y claves. *EURE (Santiago)*, 34(103), 5–26. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612008000300001>