

CAPÍTULO X

APLICACIÓN DE LOS INDICADORES

10. Aplicación de los indicadores

En el apartado número 6.11 de la presente investigación se presento una serie de indicadores a partir del modelo de la OCDE y de la Agencia Europea de medio ambiente, así como del ejercicio llevado a cabo por la diputación de Barcelona.

Con los indicadores descritos en el apartado 6.11 haré un análisis de la estructura y la dinámica del municipio, a partir de los datos presentados en los capítulos 7,8 y 9. Con el objeto de presentar una primera aproximación al análisis del territorio de Bogotá D.C con estos indicadores.

10.1 Aplicación del indicador de mosaico territorial para Bogotá D.C

En este caso el indicador de contraste de borde total (TECI: Total Edge Contrast Index)

Para calcular este indicador se consideran 5 tipos de paisaje

U= suelo urbano (zonas urbanas, urbanizaciones, zonas industriales e infraestructuras)

F= suelo forestal (bosques, montes y zonas verdes)

C= suelo agrícola (cultivos herbáceos, zonas de siembra)

R= agua continental

A= agua marina y arenales (si corresponde)

Datos para este calculo:

- Información de planeación distrital
- Mapa de usos del suelo de Bogotá 1999
- Mapa de usos del suelo industria extractiva de Bogotá 1999
- Mapa de tratamientos del suelo de Bogotá D.C 1999

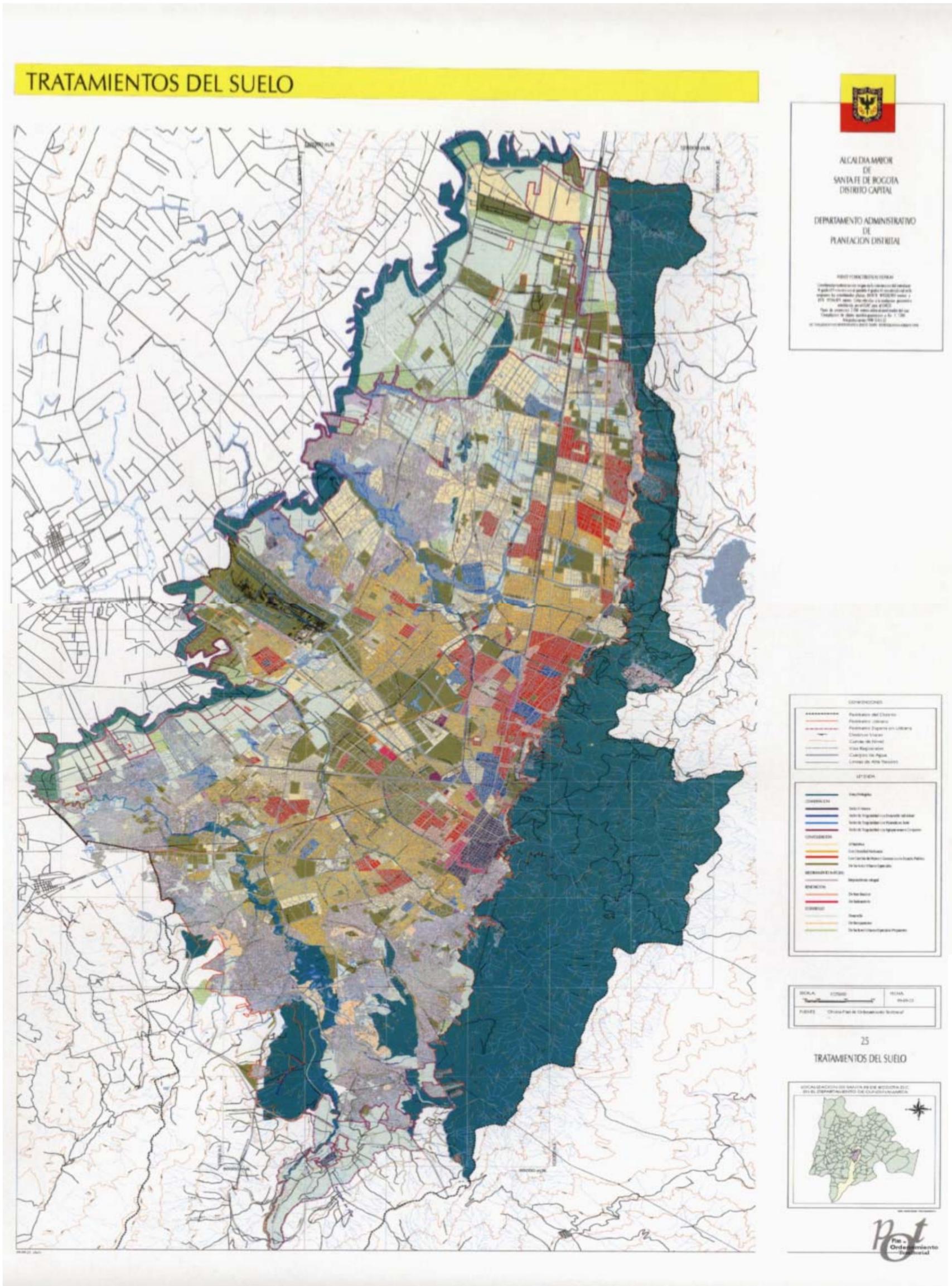


Imagen 10.3 Tratamientos del Suelo Bogotá 1999 (Fuente D.A.P.D)

El cálculo de este indicador presenta una dificultad ya que para que los datos sean más exactos se requiere que estos tengan la información asociada a un sistema de información geográfica (SIG) ya que esto facilita por un lado la obtención y el análisis. El TECI varía de 0 a 100. El valor de 0 indicaría que no existe variación en el paisaje, así entonces el valor aumenta en la medida que la fragmentación del paisaje aumenta. Realizados los cálculos tenemos los siguientes resultados. Como resalte al comienzo de este capítulo el siguiente ejercicio comprende una aproximación se deben realizar nuevos cálculos para mejorar el análisis teniendo en cuenta las recomendaciones a las que haré referencia en el capítulo de las conclusiones.

MUNICIPIO	TECI						FRAGMENTACIÓN
		U	F	C	A	R	
BOGOTÁ	68.982	62.32	18.24	6.47	2.33		89.96

10.2 Intensidad de la urbanización en la economía local

Como quedo descrito en el cuadro 6.5 de los indicadores de ordenamiento territorial sostenible este indicador se calcula:

$$\frac{\text{Suelo construido } X - \text{Suelo construido año } X-1}{\text{PIB municipal año } X}$$

Unidades m² de suelo construidos / millones de pesos Tiene que tender a la disminución

Las fuentes de datos para este cálculo son la Alcaldía, planeación distrital, planeación nacional y DANE.

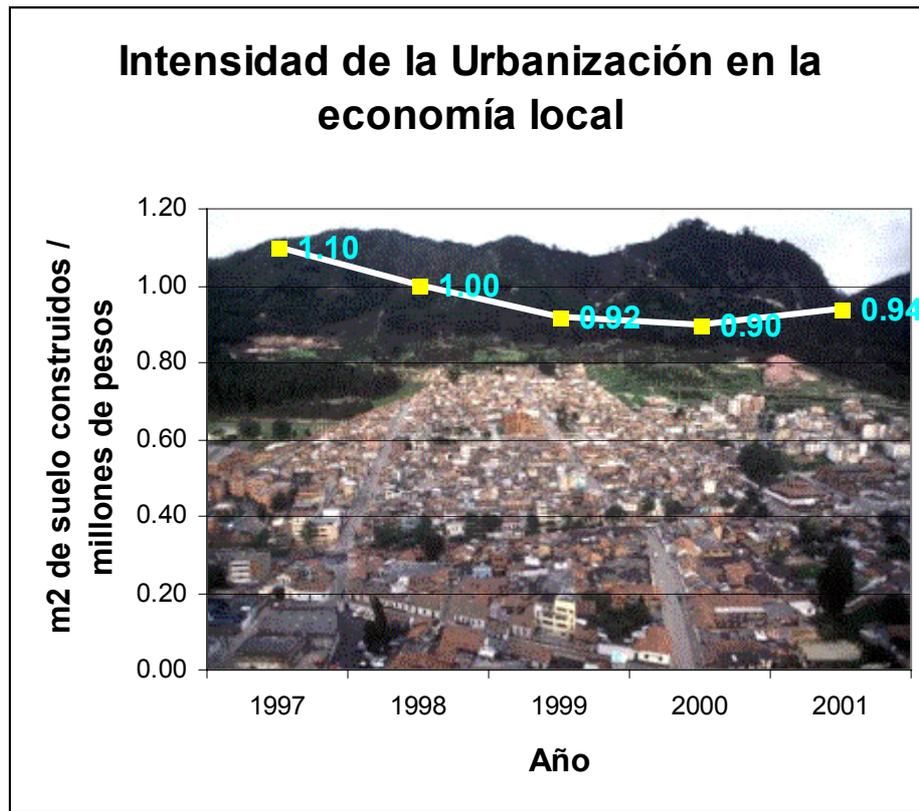


Grafico 10.1 Representación del indicador de Intensidad de la urbanización en la economía local

Como se observa este indicador presenta la tendencia deseada de disminución sin embargo esta tendencia obedece mas a la actual recesion económica que agudizo una crisis en el sector de la construcción, que una política al respecto, se considera que la tendencia es a seguir aumentando.

10.3 Ocupación de suelo urbano

Con este indicador se pretende analizar la ocupación urbana del suelo, mediante en análisis de la superficie urbana ocupada y lo que se proyecta ocupar (planes urbanísticos de la alcaldía). Todo esto teniendo de presente la superficie total del municipio.

El calculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{\left[\begin{array}{l} \text{Superficie urbana actual} + \text{superficie urbanizable planificada} \\ + \text{superficie de sistemas generales en el suelo no urbanizable} \end{array} \right]}{\text{Superficie total}} \times 100$$

Los datos que alimentan este análisis los proporciona, la alcaldía, planeación distrital, catastro distrital y el instituto de desarrollo urbano.

La idea es hacer este cálculo como mínimo cada año., y el valor se representa en escala porcentual.

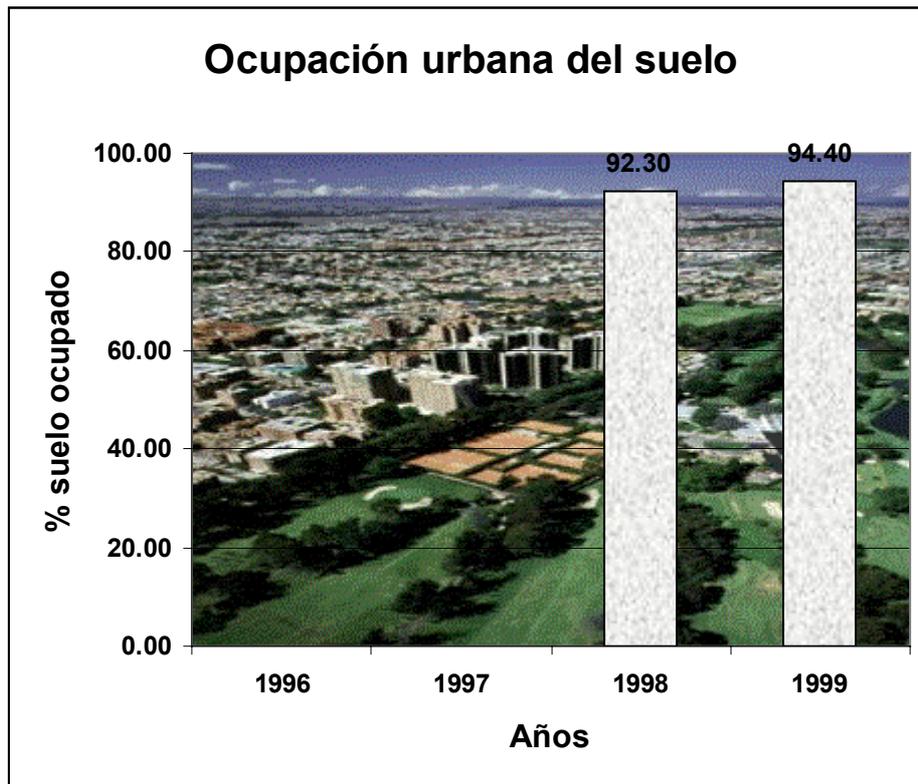


Grafico 10.2 Representación del indicador de ocupación urbana del suelo

10.4 Proximidad a servicios básicos urbanos

Este indicador calcula la población del municipio que vive en una densidad entre 75 y 550 habitantes por hectárea y que presenta acceso, como básico a seis tipos de equipamientos o servicios básicos a menos de 500 metros.

Considerando como equipamientos y servicios básicos:

 Equipamientos educativos

- 🌳 Espacios verdes y otros espacios de uso público al aire libre
- 🏥 Centros de salud
- 🚗 Transporte público
- 🎭 Establecimientos públicos culturales y de ocio

Se calcula de la siguiente manera:

$$\left[\frac{\text{Población con densidad entre 75 y 550 hab/ha que dispone de 6 servicios básicos}}{\text{Población total}} \right] \times 100$$

La fuente de datos para este indicador es la Alcaldía, planeación distrital y el IDU.

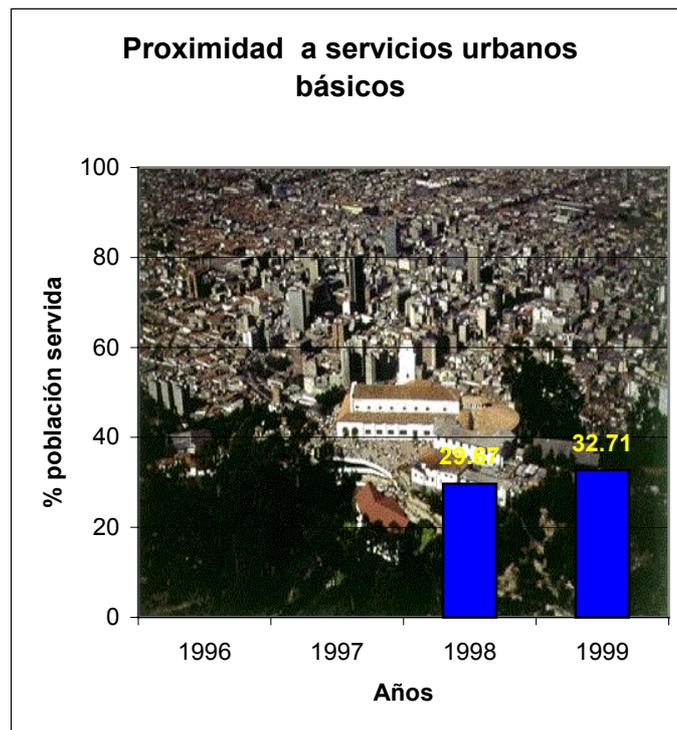


Grafico 10.3 Representación del indicador de proximidad a servicios urbanos básicos

10.5 Movilidad y desplazamiento de la población

Con este indicador se conoce la movilidad dentro y fuera del municipio y de esta manera conocer la influencia que tienen los desplazamientos en vehículo privado dentro de todo el esquema de movilidad.

Del mismo modo en el capítulo 8 de esta investigación se analizó la movilidad en Bogotá de modo especial.

El indicador debe presentar una tendencia hacia la disminución y estimular el uso del transporte público.

Es calculado mediante la siguiente ecuación:

$$\left[\frac{\text{Núm. de desplazamientos en vehículo privado}}{\text{Núm. total de desplazamientos (a pie + bicicleta + transporte público + vehículo privado)}} \right] \times 100$$

La unidad se representa en términos porcentuales.

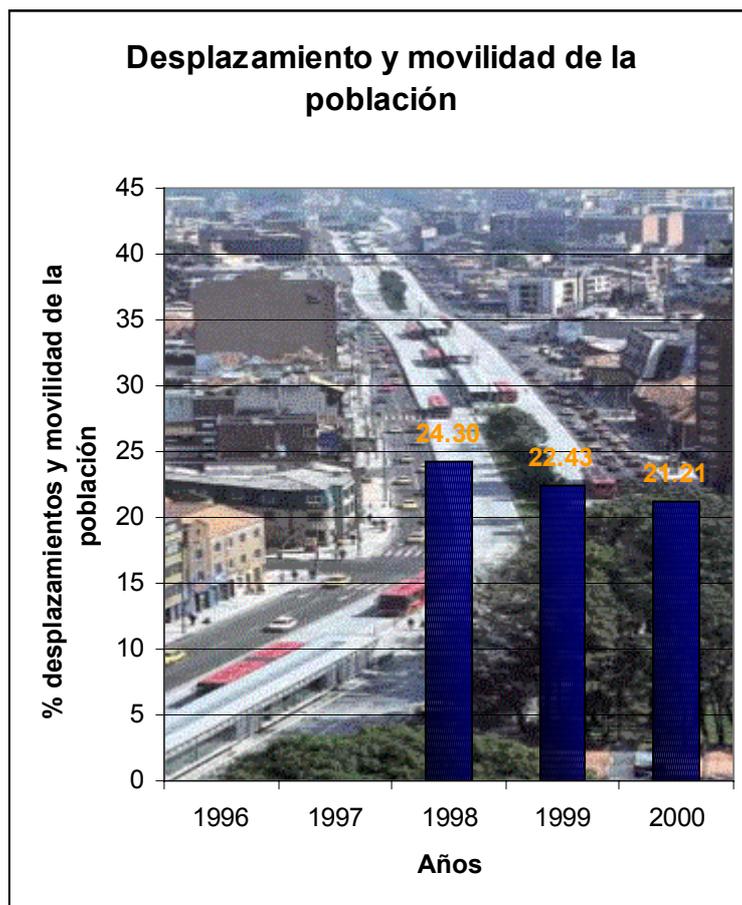


Grafico 10.4 Representación del indicador de movilidad y desplazamiento de la población

10.6 Vías con prioridad para peatones

Con este indicador se evalúa la superficie de vías urbanas que presentan un programa moderado de circulación (esto es zonas para peatones, zonas de prioridad invertida, zona 30) respecto a la superficie total de la red vial.

La intención es que la medida de este indicador de año en año vaya en aumento, de esta manera se mediría una mejora en la calidad de vida en este caso referente a los peatones.

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\left[\frac{\sum \text{Superficie viaria con moderación en la circulación} \text{ (áreas peatonales, contra flujo, zonas 30)}}{\text{Superficie total de la red vial urbana}} \right] \times 100$$

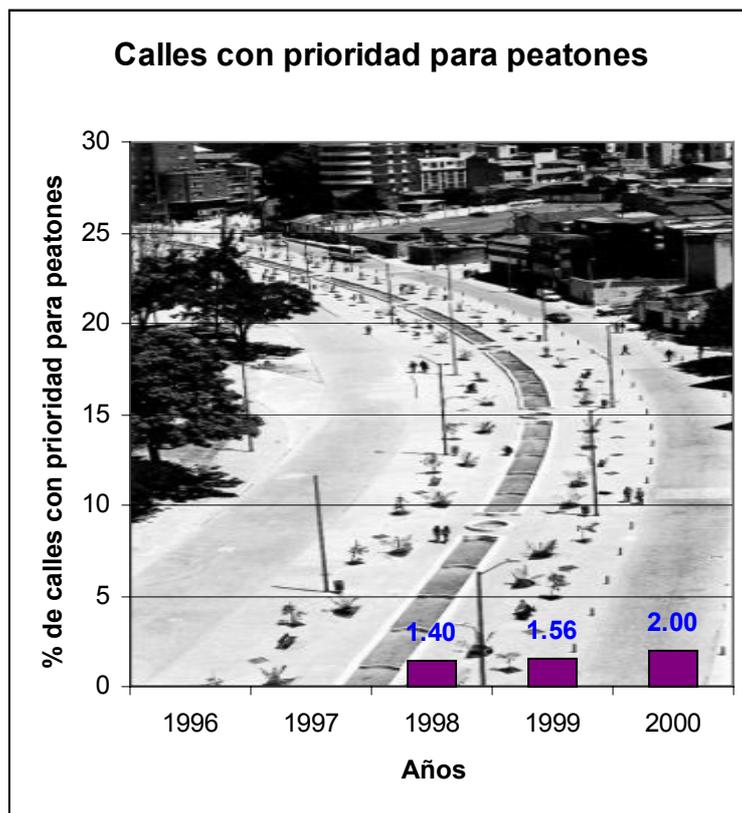


Grafico 10.5 Representación del indicador de vías con prioridad para peatones

10.7 Adecuación del POT a las características ecológicas del territorio

Con este indicador se analiza el valor ecológico de un suelo urbanizable en el marco de un POT (plan de ordenamiento territorial).

Los espacios que merecen una consideración de valor ecológico son:

- Bosque naturales o secundarios de especies autóctonas
- Cursos fluviales y zonas húmedas
- Márgenes fluviales y bosques de ribera.
- Lagunas costeras, humedales y dunas
- Hábitats rocosos y cuevas
- Otros espacios naturales de connotación municipal especial (suelo agrícola, espacios periurbanos de especial labor, etc.)

Se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$100 \cdot \left[\frac{\Sigma (\text{Superficie de especial valor ecológico en suelo urbanizable})}{\text{Superficie total de espacios de especial valor ecológico}} \right] \times 100$$

La fuente de información para el cálculo, la proporciona el DAMA, la idea es realizar esta valoración anualmente y se valora en términos porcentuales, donde la idea es que este porcentaje vaya en aumento.

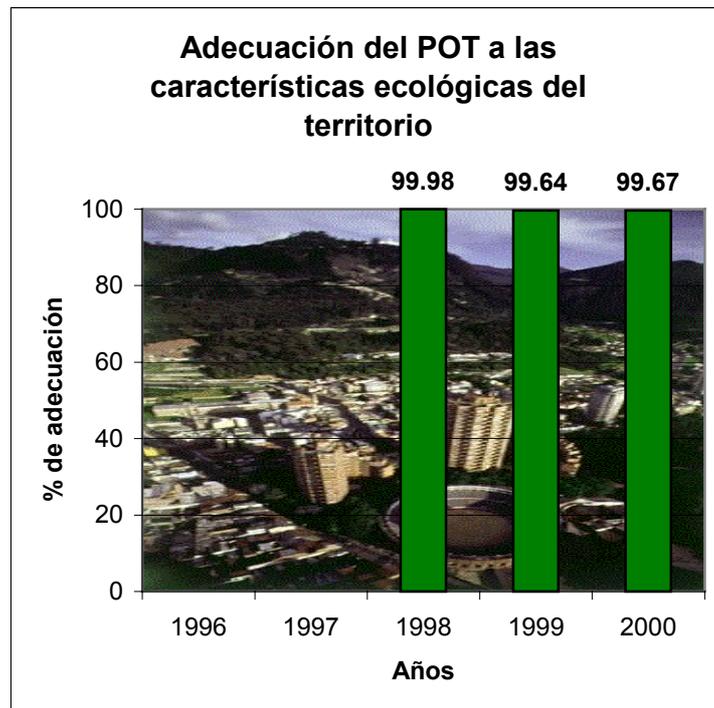


Grafico 10.6 Representación del indicador de adecuación del POT a las características ecológicas del territorio

10.8 Protección de espacios de interés ecológico

Aquí se evalúa la superficie de espacios de interés natural del municipio que de alguna manera presenta algún tipo de protección con relación a la superficie de espacios de especial valor ecológico del municipio

Aquí es importante tener en cuenta las zonas descritas como parques nacionales, reservas naturales, reservas de fauna etc y otras figuras que contemple la legislación.

Se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$\left[\frac{\text{Superficie de espacios naturales con algún tipo de protección}}{\text{Superficie de espacios de especial valor ecológico}} \right] \times 100$$

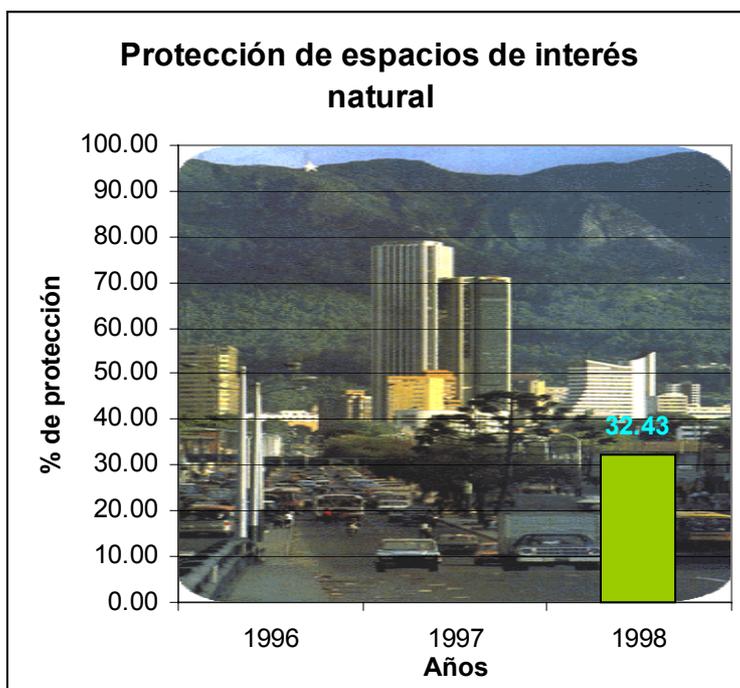


Grafico 10.7 Representación del indicador de protección de espacios de interés natural

10.9 Prevención de riesgos ambientales

Aquí se evalúa el grado de prevención de riesgos ambientales en el municipio y se determina a su vez el número de los mismos contemplados en los diferentes planes de prevención. Con relación al número total de riesgos ambientales potenciales del municipio.

Es calculado a partir de la siguiente ecuación:

$$\left[\frac{\text{Núm. de riesgos ambientales contemplados en los planes de prevención}}{\text{Núm. total de riesgos ambientales potenciales del municipio}} \right] \times 100$$

La fuente de información para el calculo proviene de la Alcaldía y de los planes de emergencia.

Se mide en términos porcentuales y la intención es que la medida vaya en aumento.

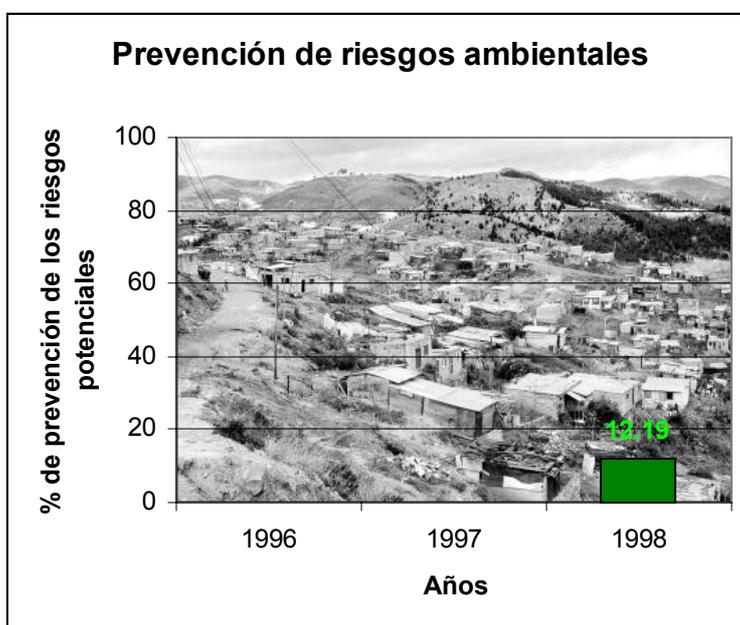


Grafico 10.8 Representación del indicador de prevención de riesgos ambientales

10.10 Participación ciudadana en procesos de sostenibilidad

Este indicador permite evaluar el estado de los diferentes organizaciones de participación ciudadana en procesos relacionados con la Agenda XXI y determina las reuniones anuales de dicho organismos.

Es indicador debe tener una tendencia que muestre la periodicidad en las reuniones. Por ello se mide en # de reuniones/año .

Número anual de reuniones de los entes de participación ciudadana

En este capítulo no se pudo analizar este indicador ya que no se tienen datos. Estos datos los debe proporcionar la Alcaldía, el DAMA y el comité de agenda 21 de Bogotá.

10.11 Asociaciones ambientales del municipio

Con este indicador se pretende determinar el número de afiliados a asociaciones de carácter ambiental registradas en el municipio de Bogotá. Una asociación de carácter ambiental es aquella que dentro de sus estatutos contempla la mejora y protección del medio ambiente.

Este indicador se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$\left[\frac{\text{Núm. afiliados a asociaciones registradas en el municipio}}{\text{Núm. habitantes}} \right] \times 1000$$

Los datos para llevar a cabo el cálculo los debe proporcionar la alcaldía, el DAMA principalmente. Como en el anterior indicador para este análisis previo no se contó con datos por ello el análisis no se pudo llevar a cabo.

10.12 Gasto municipal en medio ambiente

Este indicador permite determinar el gasto municipal en medio ambiente corriente.

Se debe tener en cuenta al momento de calcular este indicador los siguientes conceptos:

- Gestión de residuos
- Limpieza de vías
- Programas de prevención de la contaminación acústica y atmosférica
- Gestión del agua
- Jardinería y espacios verdes
- Ahorro energético y fomento de tecnologías energéticas limpias.
- Protección y gestión del medio natural
- Movilidad
- Educación y formación ambiental
- Investigación y desarrollo en materia ambiental

- Acciones derivadas de la Agenda 21
- Programas de desarrollo sostenible

Para ello se calcula a partir de esta ecuación:

$$\left[\frac{\text{Gasto municipal corriente en medio ambiente}}{\text{Gasto municipal corriente}} \right] \times 100$$

Para este análisis se hizo el calculo a partir de los datos encontrados en el plan de desarrollo de Bogotá año 2001

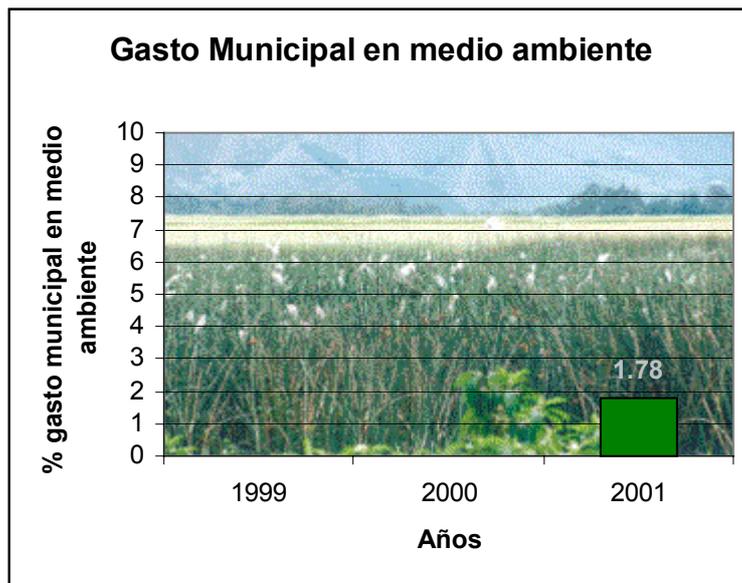


Grafico 10.9 Representación del indicador de gasto municipal en medio ambiente

10.13 Consumo final de energía

Con este indicador se mide el consumo final de energía teniendo para ello en cuenta todos los tipos de energía usados por el municipio, energía eléctrica (EE), gas natural (GN), gases licuados del petróleo (GLP), combustibles líquidos (CL) y energías de

producción total. El indicador se expresa en toneladas equivalentes de petróleo (TEP) por habitante y año y en kilovatios hora (kWh) por habitante y año.

Las fuentes de información que permiten el cálculo de este indicador son:

Empresa de energía de Bogotá, CODENSA, Gas natural, distribuidores de gasolina, ECOPETROL. Alcaldía

Para este ejercicio no se pudo realizar el cálculo por tener datos insuficientes.

La fórmula de cálculo es:

$$\frac{\text{Consumo anual total de energía (EE+GN+GLP+CL+EPL)}}{\text{Núm. habitantes}}$$

10.14 Recuperación de residuos municipales

Con este indicador se pretende calcular el porcentaje de residuos municipales que se gestionan y que por ende son recuperados del total que produce la ciudad. Ya sea por reciclaje, reutilización o compostaje.

Para realizar este análisis los datos los debe proporcionar la Alcaldía, la unidad Ejecutiva de Servicios Públicos (Uesp), y los cuatro concesionarios que se encargan de la recolección: Ciudad Limpia, Lime, Aseo Capital y Corpoaseo.

En Bogotá actualmente se producen 1'825.000 toneladas anuales de residuos sólidos urbanos.

No se tiene datos anuales de recuperación por ello el cálculo final que acompañaría este ejercicio no se pudo llevar a cabo.

La ecuación que permite llevar a cabo el cálculo es la siguiente:

$$\left[\frac{\text{Toneladas anuales de residuos municipales recuperados}}{\text{Toneladas anuales de residuos municipales **producidos**}} \right] \times 100$$

10.15 Recuperación de residuos industriales

Este indicador evalúa el porcentaje de residuos industriales con respecto al total de residuos producidos. Aquí se debe considerar como residuo recuperado aquel que, por medio de un conjunto de operaciones (reciclaje, reutilización y compostaje) es aprovechado de forma total o parcial.

El indicador debe ir aumentando en su valoración.

Se mide en términos de porcentaje.

Se calcula bajo la siguiente ecuación:

$$\left[\frac{\text{Residuos industriales producidos y recuperados}}{\text{Total de residuos industriales producidos}} \right] \times 100$$

Para este ejercicio no se pudo realizar el cálculo por lo que no se cuentan con datos al respecto, la fuente de estos datos es la Alcaldía y el DAMA así como el programa ACERCAR.

10.16 Abastecimiento de agua del municipio

Con este indicador se pretende evaluar el consumo de agua que proviene de la red de suministro municipal y las pérdidas registradas en la red de distribución. Se considera el consumo total de los sectores doméstico e industrial y de los equipamientos y servicios municipales.

Se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Abastecimiento de agua municipal * (litros)}}{\text{Núm. de habitantes x 365 días}}$$

*Consumo doméstico + industrial + servicios y equipamientos municipales - pérdidas de la red

La fuente de información para el cálculo es la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá, así como la alcaldía.

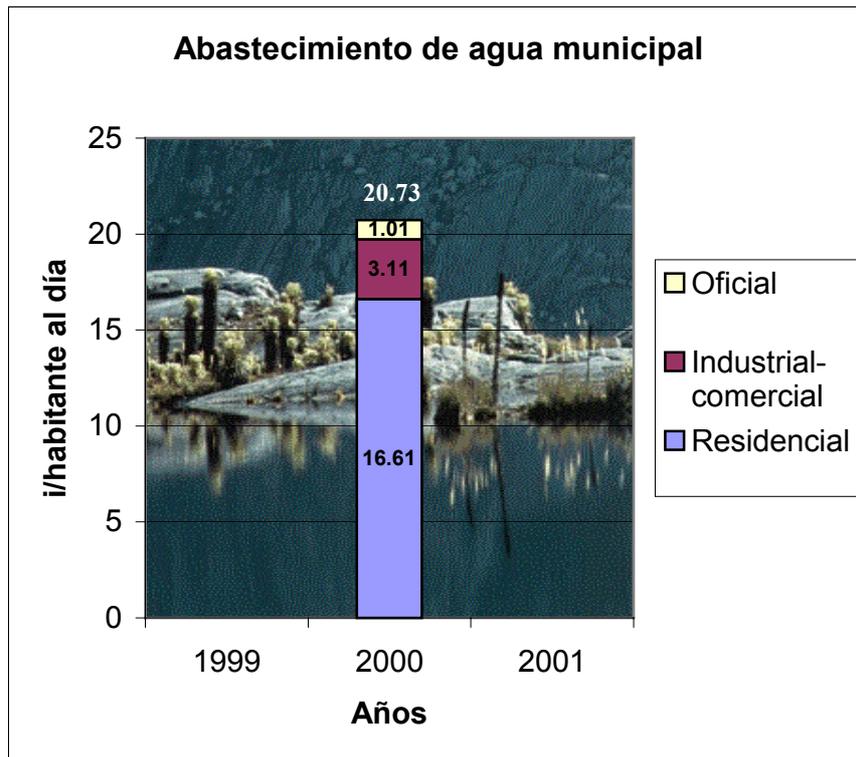


Grafico 10.10 Representación del indicador de abastecimiento de agua municipal

10.17 Gestión de aguas residuales

Con este indicador calculamos el porcentaje de población conectada a sistemas de saneamiento. Aquí se debe considerar por un lado la población conectada a alcantarillado, población conectada a red de saneamiento y población conectada a una depuradora con tratamiento secundario.

Se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$\left[\frac{\text{Población conectada a un sistema de saneamiento}}{\text{Población total}} \right] \times 100$$

La fuente de información para este cálculo es la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá y el DAMA.

La tendencia ideal de este indicador es el aumento, se mide en términos de porcentaje de población conectada. Para el presente ejercicio no se pudo realizar el cálculo por carecer de datos al respecto.

10.18 Utilización de aguas depuradas

En este análisis se pretende observar el grado de utilización de aguas depuradas provenientes de depuradoras municipales. Aquí se calcula como porcentaje de agua residual reutilizada respecto al total del agua residual tratada en la depuradora municipal.

La ecuación que permite el cálculo es:

$$\left[\frac{\text{Volumen de agua depurada utilizada}}{\text{Volumen de agua depurada}} \right] \times 100$$

Como menciones se calcula en términos de % de agua depurada utilizada, la tendencia debe ser en aumento, la fuente de datos es la corporación autónoma regional (CAR), el DAMA y la alcaldía.

Para este ejercicio no se pudo realizar el cálculo por carecer de datos al respecto.

10.19 Emisión de contaminantes atmosféricos

Se trata de estimar el volumen de emisiones de los principales contaminantes atmosféricos. PST (partículas en suspensión totales), CO, SO₂, NO_x, COVs

Las emisiones deben expresarse en toneladas de contaminante por kilómetro cuadrado.

La fuente de información para este cálculo es la alcaldía y el departamento administrativo de medio ambiente (DAMA).

En este caso solo se posee el estimativo total y no por contaminantes, con lo que para este ejercicio no es posible realizar el cálculo completo del indicador.

Toneladas de contaminante

Km² de suelo urbano real

	1997	1998	1999	2000
	<i>t/km² de suelo urbano</i>			
PST				
COV				
CO				
CO₂				
SO_x				
NO_x				
CH₄				
Total			344000	

10.20 Emisión de gases de efecto invernadero

Este indicador determina el volumen de emisiones de los contaminantes que contribuyen al efecto invernadero. Se debe calcular para CO₂, NO_x y CH₄

Mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Kg de un contaminante}}{\text{Núm. de habitantes}}$$

La intención es que esta valoración disminuya y se calcula en kg de contaminante / habitante al año.

La fuente de información para este calculo es el DAMA, se carecen de datos por lo cual en este ejercicio el cálculo no se pudo realizar.

10.21 Concentración ambiental de contaminantes atmosféricos

Con este indicador medimos los niveles de emisión de los principales contaminantes atmosféricos. Se expresa como el número de días que un contaminante determinado ha superado los valores de referencia establecidos.

El indicador se debe calcular para NO₂, O₃, SO₂ y PST

La tendencia es la disminución de estos episodios.

La fuente de datos es el DAMA

Número de días que un contaminante ha superado los valores de referencia establecidos por la legislación

Y como en los anteriores caso se carece de datos para el cálculo.

10.22 Personas expuestas a niveles de contaminación sonora

Este indicador determina el porcentaje de población que está expuesta a niveles de ruido ambiental de referencia. De acuerdo a esto es ≥ 70 dbA diurno y de ≥ 60 db A nocturno.

La fuente de información es el DAMA, y el ideal es observar estos niveles disminuir.

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\left[\frac{\text{Población expuesta a niveles de ruido ambiental superiores al valor de referencia}}{\text{Población total}} \right] \times 100$$

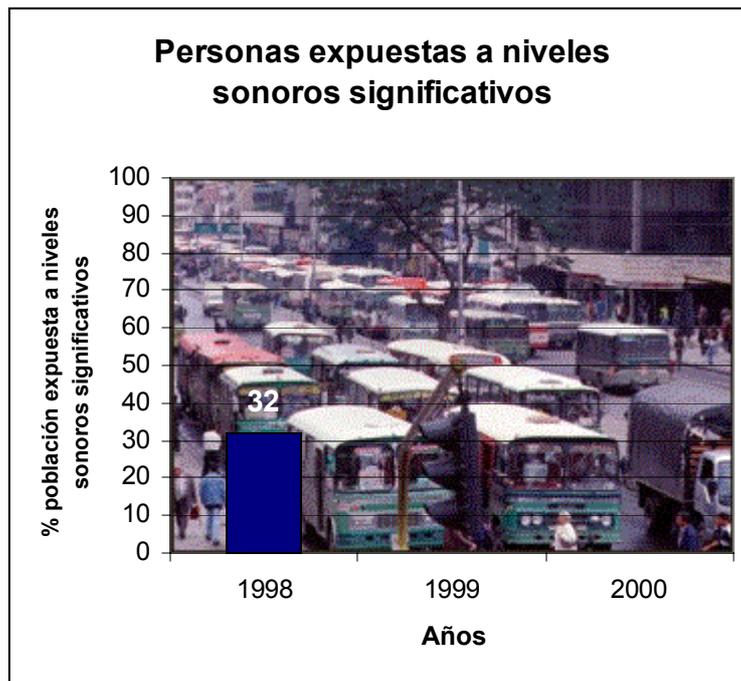


Grafico 10.11 Representación del indicador de personas expuestas a niveles sonoros significativos.
Datos estudio propio

10.23 Evolución de la calidad del agua de los acuíferos

Con este indicador se pretende analizar la evolución de la calidad del agua de los acuíferos principales del municipio, a partir del calculo de nitratos y conductividad.

La idea es que esta medida disminuya.

Se calcula así:

Concentración de nitratos del agua de los acuíferos principales

Conductividad del agua de los acuíferos principales

Para este ejercicio se carece de datos de medición, la fuente de estos datos es la empresa de acueducto y alcantarillado, el DAMA y la alcaldía.

10.24 Estado ecológico de los ríos y quebradas

Se evalúa como su nombre indica el estado de los ríos y quebradas a partir del calculo del índice FBILL y del índice QBR, debe hacerse en por lo menos 3 puntos de muestreo y la idea es por lo menos hacer mediciones trimestrales, para este caso se carece de valores, por ello el ejercicio no se pudo llevar a cabo.

Cálculo del índice FBILL y del QBR según el protocolo

10.25 Superficie forestal perdida por incendios

Este importante indicador evalúa en un año determinado la superficie de zona forestal quemada respecto al total de la superficie forestal, mediante esta ecuación:

$$\left[\frac{\text{Superficie forestal quemada}}{\text{Superficie forestal total}} \right] \times 100$$

Como mencione anteriormente se hace anualmente y la idea es que las valoraciones que este indicador arroje disminuyan año tras año.

La fuente de información es el DAMA, la Alcaldía, el cuerpo de Bomberos de Bogotá y la defensa civil.

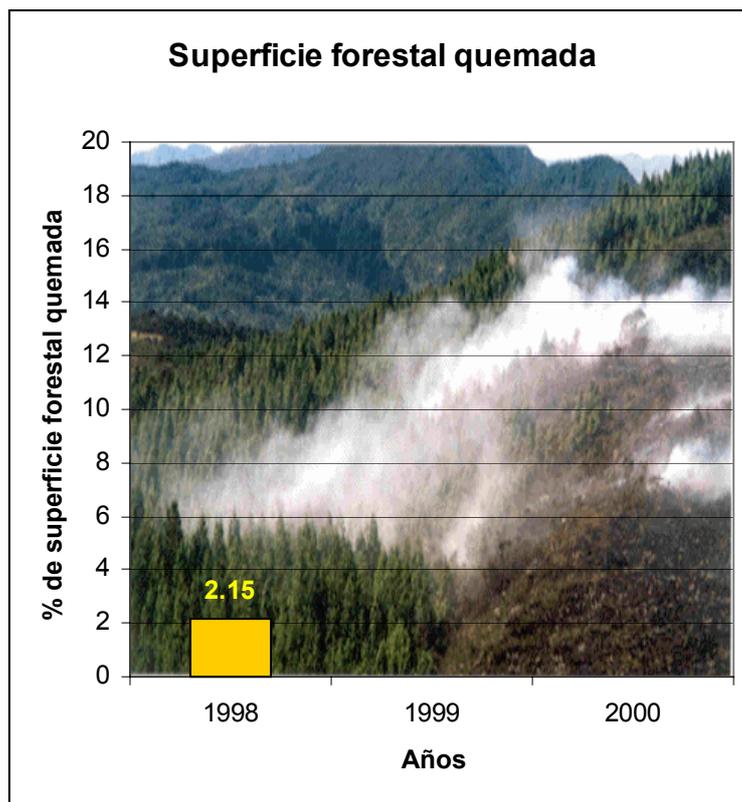


Grafico 10.12 Representación del indicador de personas expuestas a niveles sonoros significativos. Datos estudio propio

Como se puede analizar luego de trabajar la mayoría de indicadores propuestos, se presentan dificultades de medición al carecer de fuentes que brinden una información completa, sin embargo una vez medidos es una herramienta que además de ilustrativa permiten orientar medidas para buscar la sostenibilidad de una urbe como en este caso de Bogotá. Y que si se tienen bien presentes y bien desarrollados permiten que el POT sea una herramienta con una base real, por tanto clara y proyectiva de una urbe sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

Alberti, M. y Bettini, Virginio (1996 b): Capítulo sexto, “*Sistemi urbani e indicatori di sostenibilità*”. En Virginio Bettini: Elementi Di Ecología Urbana. Ed. EINAUDI, Torino.

Agence Européenne de l’Environnement a Developpe (1995). ONU.

Contraloría de Santafé de Bogotá D.C, *Agenda de Participación Local*, Santa fe de Bogotá: 1.997

Birtles, A. B. (1997): “*Environmental impact evaluation of building and cities for sustainability*”. En Evaluation of the built environment for sustainability. Brandon, P.L. Lombardi; V. Bentivegna. E & Spon, London, 1997.

Corporación Ecofondo, *Gestión ambiental en el centro del país*, - Unidad regional Bogotá Cundinamarca, Bogotá 1997

CAR. *Atlas regional. 25 años*. Bogotá. 1995

Departamento administrativo de planeación distrital. *Plan de ordenamiento territorial POT*. Santa fe de Bogotá. 1999

Departamento Técnico Administrativo Medio Ambiente DAMA. *Atlas ambiental de Bogotá*. Santa fe de Bogotá. 1997

Departamento Técnico Administrativo Medio Ambiente DAMA. *Estudios de impacto ambiental de las plantas de tratamiento de aguas residuales para Santa fe de Bogotá*. Santa fe de Bogotá.1995

Departamento Técnico Administrativo Medio Ambiente DAMA. *Visión ambiental Bogotá 2015*. Santa fe de Bogotá. 2000

Departamento Administrativo de Planeación Distrital DAPD, *Estadísticas- Santa Fe de Bogotá D.C.*, Santafé de Bogotá 1.997

Departamento Administrativo Nacional Estadístico DANE, *Censo Nacional de Población 1993*, Santafé de Bogotá: 1.994

Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente DAMA, *Agendas Locales Ambientales*, Santafé de Bogotá: 1.994

Diputación de Barcelona, (2000) Sistema municipal de indicadores municipales. Xarxa de ciutats i pobles cap a la sostenibilidad. Barcelona 2000.

Franco, N. (1995): “*Auditorías ambientales municipales: Eines de gestió locals per assolir ciutats sostenibles i saludables*. Congreso Internacional “*Tecnología, desarrollo*

sostenible y Desequilibrios". Terrassa (Barcelona) 14-16 de septiembre de 1995.

El Espectador. *Colombia Ecológica*, Puntos Suspensivos -, Bogotá 1995

Girard, Fusto L. (1997): "*Self-sustainable urban development*". En Evaluation of the built environment for sustainability. Brandon, P.L. Lombardi; V. Bentivegna. E & Spon, London, 1997.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. *Atlas básico de Colombia*, Bogotá 1989

Jiménez Herrero, Luis M., (1996): "*Desarrollo, Sostenible y Economía Ecológica*", *integración medio ambiente-desarrollo y economía-ecológica*. Ed. Síntesis, Madrid, 1996.

Mejía Gutierrez, Mario. *Contribución al conocimiento de la climatología Colombiana*. Revista de Geografía. 1982.

Misión Siglo XXI. *Perfil Ambiental de Santa fe de Bogotá*. 1996

Molina Luis Fernando Osorio Jaqueline, Uribe Eduardo, *Cerros, humedales y áreas rurales*, Santafé de Bogotá. DAMA, Santafé de Bogotá, 1997.

Proposta de 50 Indicators de Sostenibilitat". Xarxa, de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat, Grups de Treball; Diputació de Barcelona, Àrea de medi Ambient, Barcelona, 1998.

Rueda, Salvador (1999): "*Modelos e indicadores para ciudades más sostenibles*". Workshop: Indicadores de huella y calidad ambiental urbana. Departament de Medi Ambient. Generalitat de Catalunya. Barcelona, 1999.

UE (1992): "*Cap a un Desenvolupament sostenible; Programa de la Comunitat Europea sobre Política i Acció con relación al Medi Ambient i al desenvolupament sostenible: una proposta de la Comissió de les Comunitats Europees*", març del 1992. Barcelona. Departament de Medi Ambient, 1992.