
Microentornos naturales y salud urbana: estudio de indicadores para Guayaquil

Natural microenvironments and urban health: study of indicators for Guayaquil

Felipe Espinoza

Universidad de Guayaquil, Guayaquil,
Ecuador
felipe.espinozao@ug.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3733-0823>

Alina Delgado

Universidad de Guayaquil, Guayaquil,
Ecuador
alina.delgadob@ug.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-2148-4879>

**Pro Sciences: Revista de Producción,
Ciencias e Investigación**

CIDEPRO, Ecuador
e-ISSN: 2588-1000
Periodicidad: Trimestral
Vol. 8, No. 54, 2024
editor@journalprosciences.com

Recepción: 30 julio 2024
Aprobación: 29 agosto 2024

DOI: <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol8iss54.2024pp91-108>

Resumen: La región de América Latina presenta uno de los niveles más altos de urbanización a nivel mundial, con un 70 % de su población viviendo en ciudades. El medio ambiente urbano tiene una relación directa en nuestras vidas y en la forma como vivimos y en nuestra salud. Esto depende directamente de las oportunidades o no que tengamos de realizar actividades físicas, movernos o recrearnos en nuestro entorno inmediato. Sin embargo, en las ciudades en América Latina y en Guayaquil en particular esas oportunidades pueden ser reducidas o limitadas por la conformación urbana de los contextos inmediatos de los ciudadanos. Pareciera que el derecho a la ciudad no incluyera el derecho a un hábitat de calidad y saludable. Así, en la planificación de los últimos años en Guayaquil no ha sido una prioridad considerar estrategias que permitan integrar políticas de planificación urbana y de diseño de los espacios urbanos con políticas de salud pública, el objetivo de este artículo es a través de un análisis de indicadores de calidad ambiental, normativas municipales, políticas y revisión bibliográfica, poder realizar recomendaciones para el diseño de los microentornos urbanos y los espacios públicos de Guayaquil, y a la necesidad de que se desarrollen políticas de planificación urbana que consideren objetivos de salud pública.

Palabras claves: calidad urbana, salud, microentornos urbanos, arborización.

Como citar: Espinoza, F., & Delgado, A. (2024). Microentornos naturales y salud urbana: estudio de indicadores para Guayaquil. *Pro Sciences: Revista De Producción, Ciencias E Investigación*, 8(54). Recuperado a partir de <https://journalprosciences.com/index.php/ps/article/view/752>

Abstract: The Latin American region has one of the highest levels of urbanisation in the world, with 70% of its population living in cities. The urban environment directly affects our lives, how we live, and our health. This impact depends on whether we have opportunities for physical activity, movement, and recreation in our immediate environment. However, in Latin American cities and Guayaquil in particular, these opportunities may be reduced or limited by the urban form of citizens' immediate contexts. It seems that the right to the city does not include the right to a quality and healthy habitat. Thus, in the planning of recent years in Guayaquil, it has not been a priority to consider strategies that allow for the integration of urban planning policies and the design of urban spaces with public health policies. The aim of this article is through an analysis of environmental quality indicators, municipal regulations, policies, and literature review, to make recommendations for the design of urban microenvironments and public spaces in Guayaquil and the need to develop urban planning policies that consider public health objectives.

Keywords: Urban quality, health, urban micro-environments, tree planting.

INTRODUCCIÓN

La forma como nuestras ciudades están diseñadas influye sobre la calidad de vida de sus habitantes. Según Jan Gehl (2010), “Primero damos forma a nuestras ciudades, luego ellas nos dan forma a nosotros”, indicando las implicaciones de la forma urbana en la condición de calidad de vida y salud de los habitantes de una ciudad. La Organización Panamericana de la Salud indica que las políticas públicas preventivas son más eficaces que las curativas porque finalmente resultan menos costosas y menos presupuesto para el ministerio de salud pública (OPS, 2007). Esto va en línea con el enfoque “salutogénico” para el diseño de los espacios urbanos y arquitectónicos (Mittelmark et al., 2017). Así mismo, la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2021) ha dictado normativas, las mismas que son consideradas en reglamentos nacionales y locales.

Si bien es cierto los objetivos de desarrollos sostenibles del 2015 fueron divulgados para que cada país adopte las políticas públicas que sean más pertinente a su realidad, no es menos cierto que muchos de los lineamientos indicados no han sido incorporados en las políticas públicas de los países, porque generalmente los temas han sido tratados por separados y no de forma integral. A ello se suma la constante contaminación producida por las políticas de consumo que genera el crecimiento de las ciudades, cerca de 4000

millones de personas vivían en ciudades y se prevé aumente a 5000 millones para 2030 (ONU, 2015).

Este crecimiento implica un reto a las autoridades nacionales y municipales para proyectar ciudades prósperas y solidarias. Para ello, se necesita fortalecer la planificación y gestión urbana para convertir los espacios urbanos en espacios inclusivos, resilientes y sostenibles (Hábitat, 2016). De acuerdo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) la meta es proyectar ciudades que tenga como objetivo cuidar y mejorar la salud de sus ciudadanos, lo cual es posible con la articulación de políticas públicas en donde se requiere la planificación municipal y la participación ciudadana (ONU-OMS, 2021).

Al interior de las ciudades se dan las condiciones para una mayor o menor exposición de los ciudadanos a factores de riesgo, así como para la existencia de grupos más vulnerables. Existen determinantes ambientales y no solo sociales que influyen para la presencia de unos u otros problemas de salud. Por lo tanto, la promoción de la salud y la prevención de enfermedades en la planificación de los espacios deben estar en la agenda de los gobiernos locales. En ese marco, es necesario destacar la conocida la relación que existe entre contaminación ambiental y la presencia de enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Así, la contaminación del aire originada por el uso de combustibles fósiles, contiene una variedad de contaminantes perjudiciales para la salud humana, incluyendo pequeñas partículas que penetran directamente en los pulmones y entran en el torrente sanguíneo, produciendo un severo impacto en la salud a través de varias enfermedades como cardiopatía isquémica, accidentes cerebrovasculares, infecciones de las vías respiratoria inferiores, enfermedad pulmonar obstructiva, cáncer al pulmón entre otras (WHO, 2021). En ese sentido una política municipal encaminada a disminuir la contaminación ambiental evitará más casos de las enfermedades mencionadas.

A nivel de la región de América Latina existen experiencias importantes sobre políticas públicas integradoras, en países como Colombia, Brasil, que han implementado políticas públicas integradas para fortalecer el transporte público, la movilidad humana, la disminución de la contaminación ambiental, el aumento de la solidaridad entre los ciudadanos, tales como, el sistema de transporte Transmilenio en Medellín, el BRT de Curitiba (OPS, 2010).

En el Ecuador, de acuerdo con el Código Orgánico de Ordenamiento Territorial (COOTAD, 2010), las competencias de los gobiernos locales relacionadas con el territorio y la salud de la población son: prestar los servicios públicos y construir la obra pública cantonal correspondiente con criterios de calidad, eficacia y eficiencia, observando los principios de solidaridad, interculturalidad, subsidiariedad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad, participación y equidad; regular, prevenir y controlar la contaminación ambiental en el territorio cantonal. Es imprescindible que se cumplan estas competencias, pero para ello se requiere planificación e implementación de políticas públicas municipales a mediano y largo plazo. A su vez, el Ministerio de Salud, establece normativas relacionadas con calidad del aire y de la contaminación acústica, Ley Orgánica de Salud (2006), cap. III, Artículos 111, 112 y 113. Adicional, la universidad puede contribuir en la elaboración de propuestas, para encontrar soluciones a los problemas de las ciudades.

A nivel del gobierno local, en Guayaquil, hasta ahora los departamentos de ambiente son estructuras independientes del proceso de planificación, las acciones demuestran que las

pocas políticas implementadas están orientadas al control ambiental de vehículos e industrias, y el departamento de áreas verdes va por otro lado. Muy pocas acciones se han realizado en la mejora de los espacios públicos para mejorar los efectos del clima y reducir la contaminación. Los espacios verdes y el espacio público se manifiestan en el índice verde en Guayaquil es de 1.12 m²/hab. (INEC, 2012), y las estadísticas de la CTE (2019), indican 1 vehículo por cada 5 personas, estos indicadores reclaman ser considerados para enfrentar el cambio climático.

Las políticas deben estar encaminadas a minimizar o evitar los riesgos que interactúan para que ocurran enfermedades cardio-respiratorias. Es necesario conocer los principales problemas de salud, actuales y futuros, de los guayaquileños, especialmente el cardio respiratorio e identificar las políticas públicas, planes y acciones que el municipio de Guayaquil debe priorizar e implementar en los próximos años. El estado de salud de los habitantes en Guayaquil está relacionado con servicios sanitarios, agua potable, eliminación de excretas, ambientes libres de contaminación, recolección de basura, seguridad pública, recreación y actividad física, condiciones de trabajo, movilidad, ambientes públicos seguros, acceso a espacios verdes. Pero también se vinculan con comportamientos comunitarios, pero sobre todo con las decisiones políticas y económicas de los gobiernos nacionales y locales.

El objetivo de este artículo es a través de una revisión bibliográfica e investigación de datos en diferentes instituciones relacionadas, encontrar las relaciones entre los indicadores ambientales en el marco de su interacción dentro del ecosistema, que permita formular las primeras conclusiones y recomendaciones para mejorar las prácticas de intervención en el espacio público. Con los antecedentes mencionados se plantean los siguientes enfoques principales conceptuales adoptados para este trabajo:

Ecosistema Urbano

El considerar a las ciudades como un ecosistema urbano nos permite entender su funcionamiento, y a través de esto plantear estrategias a futuro para un desarrollo más sostenible. Al estudiar la ciudad como un ecosistema urbano se consideran todos los recursos que contribuyen y son necesarios para el funcionamiento de esta, pero también todos los efectos que esto producen, como la eliminación de residuos y contaminación ambiental (Terradas, et al., 2015).

El estudio de la ecología urbana permite entender las difíciles relaciones entre la ciudad y el territorio circundante, así como el impacto del crecimiento urbano sobre ecosistemas naturales frágiles (Di Pace, M. y Caride, H., 2012). Las ciudades son entes complejos, en los que es necesario entender todas las relaciones de su ecosistema urbano junto con los naturales, con el fin de crear ciudades más verdes, compactas, variadas y permeables a distintos tipos de flora y fauna (Terradas, et al., 2015).

Figura 1

Ecosistema Urbano-Malecón del Salado-Plaza Guayarte

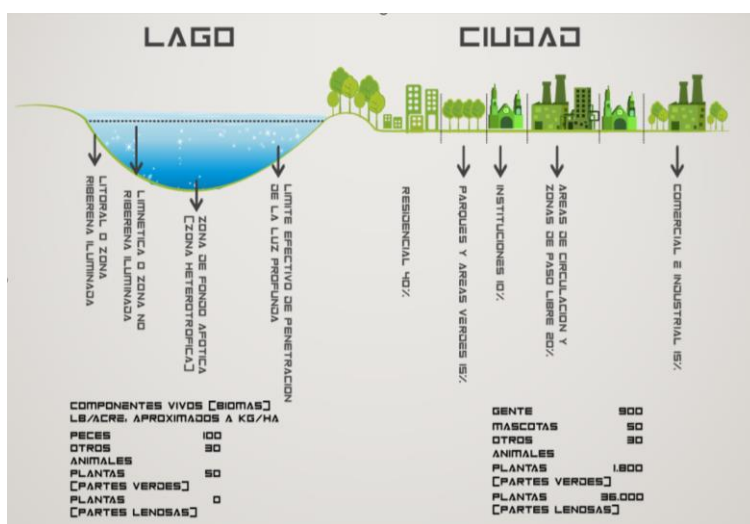


Fuente: Delgado, A. (2023)

Para el planteamiento de esta investigación se abordaron las siguientes preguntas ¿Como articulamos las intervenciones urbanas utilizando ecosistemas?, ¿Existe vinculación entre los problemas respiratorios, el espacio público y el tráfico urbano?, ¿es cierto que en muchas ciudades el departamento de salud está por un lado y el de árboles por otro?, para traducir estas preguntas se aborda el concepto de ecosistema propuesto por Odum Eugene (1999) Ecología, Cecsá, México, enfoque que permitirá formular el sistema de indicadores que se requiere explorar.

Figura 2

Representación gráfica del concepto de ecosistema según Odum Eugene (1999)



Fuente: Odum, E. Ecología, Cecsá, México, 1993.

Infraestructura verde

En las últimas décadas diversas experiencias han demostrado el valor y la utilidad de las soluciones de infraestructura verde para hacer frente al cambio climático y contribuir al

mejoramiento de las calidades ambientales de la vida urbana. Se han definido para esto diversos tipos de infraestructura, como aquellos sistemas con un control cercano a la fuente, de drenajes sostenibles, como recolección del agua lluvia de techos, pavimentos y suelos permeables, techos y paredes verdes. Así mismo, hay soluciones para retener el agua lluvia y almacenarla en lagunas y humedales, así como aumentar la infiltración del agua lluvia al suelo. De la misma forma el incremento de la arborización urbana como una alternativa de infraestructura verde que contribuye en gran medida al mejoramiento de las condiciones ambientales urbanas a nivel de la microescala o nivel de la calle, considerando limitaciones del clima y del entorno construido (MUVH, et al., 2021).

La calle como un ecosistema

La arborización y el tratamiento del suelo en los microentornos urbanizados (la calle), permite una mejora a la humedad y con ello la producción de microclimas que pueden impulsar el uso, mejorar la salud y el disfrute del espacio público, del protagonista de las ciudades habitables, como son los peatones. Calles diseñadas adecuando la escala a sus recorridos, creando espacios confortables, amigables, seguros y diversos, que atraigan a las personas a recorrerlas caminando y permitan la interacción social (Higueras, 2009).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica, con el fin de determinar los principales indicadores que pudieran aplicarse a nivel local para el caso Guayaquil. Se consideraron los indicadores más relevantes para poder inferir la relación entre los espacios naturales y la salud urbana.

Los indicadores utilizados según el enfoque de ecosistema indicado, para la presente investigación son los siguientes:

- Indicador De Temperatura Pisos.
- Tasa Del Parque Automotor.
- Indicadores De Mediciones De Polvo.
- Impactos En La Salud.
- Tasas De Mortalidad.
- Indicador Procesamiento De La Naturaleza De Polvo, Y Hollín.

RESULTADOS

De la revisión realizada se pueden inferir los siguientes indicadores:

Indicador de temperatura

Este es uno de los indicadores más críticos, en diciembre 2019, en Guayaquil, por ejemplo, el día con la temperatura máxima del mes llegó a 35,8 grados a la sombra. Sin embargo, el récord histórico de ese mes corresponde a 37 grados, registrado en un día de diciembre de 1987. Para este trabajo es necesario conocer la temperatura media de capa

asfáltica para espesores de diseño, para ello se tomará como referencia la tesis de grado (López, U. & André, W., 2014). En tabla 3 se indican resaltadas las temperaturas obtenidas en el espacio horario de 14h a 17h para los espesores más utilizados, como son 7,5 a 14, resultando en los valores máximos obtenidos de temperaturas que van de los 37 a los 38 grados centígrados. De esta forma, se puede observar que en el área geográfica monitoreada las temperaturas en el pavimento involucradas en todos los casos están en el rango entre 29 y 39°C, incluidos dichos valores. Estas pueden considerarse las temperaturas de trabajo para dicha zona.

Tabla 1

Temperatura media del pavimento para diferentes espesores

		Espesores											
HORAS	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	
Espesores													
7.5	31	31	31	31	30	30	31	31	33	34	35	36	
10	31	31	30	30	30	30	30	31	32	33	35	36	
14	30	30	30	30	29	30	30	30	32	33	34	35	
20	30	30	30	30	29	29	29	30	31	32	34	35	
HORAS	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00	
Espesores													
7.5	37	38	38	39	38	37	35	35	33	33	32	31	
10	37	38	38	38	38	36	35	34	33	33	32	31	
14	37	37	37	37	37	36	35	34	33	32	32	31	
20	36	37	37	37	37	35	34	33	32	32	31	30	

Fuente: Evaluación de mezclas asfálticas mediante pruebas creep estáticas, 2014.

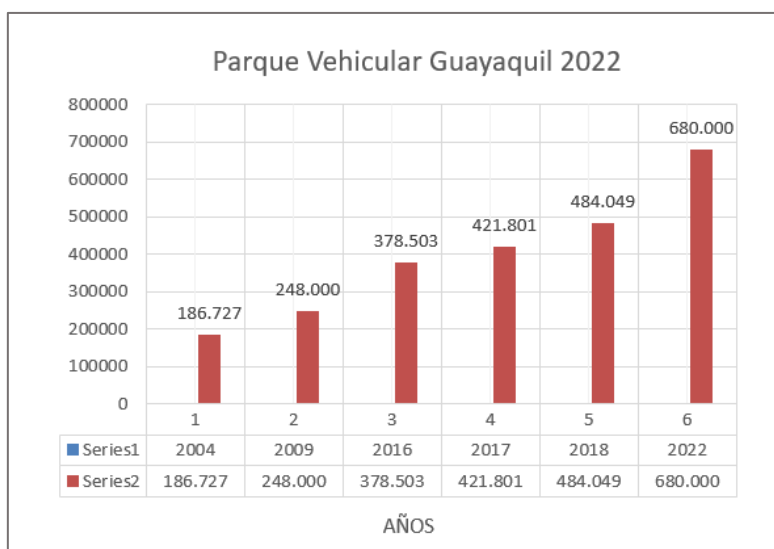
Tasa del parque automotor

Las causas de la contaminación del aire son múltiples. Todos los estudios concluyen que los mayores contaminantes son los carros, buses y cualquier vehículo que utilice gasolina o Diesel. Las personas que viven en centros urbanos son las más afectadas. En el Ecuador, seis de cada diez personas viven en una ciudad.

A inicios del año 2000 la cifra de automotores registrados en Guayaquil era de 290.752, según estadísticas de la Comisión de Tránsito del Ecuador (CTE), antes CTG. Según el INEC 2018, en la provincia del Guayas, cuya capital es Guayaquil, con 529 603 unidades, pero para abril del 2022, se estimaba cerca de 680.000 vehículos en Guayaquil.

Figura 3

Parque vehicular Guayaquil, 2022



Fuente: CAF (2017) Seria Huella de Ciudades No, 6 Ciudad de Guayaquil

Indicadores de mediciones de polvo

Para efectos de evidenciar la situación las mediciones en un punto del centro de la ciudad se han tomado como referencia las normas del texto unificado de la legislación ambiental secundaria actualizada al 2003:

Tabla 2

Indicadores mediciones de polvo

Contaminante	Máximo nivel permisible
Material particulado PM10	150ug/m3
Monóxido de carbono	35 ppm (24h)
Dióxido de Azufre	0.13 ppm (24h)
Dióxido de nitrógeno	0.08 ppm (24)

Fuente: Texto unificado de la Legislación Ambiental Secundaria. Actualizada a septiembre Del 2003.

Como muestra se escogió una intersección medida en un estudio realizado por (Petroecuador, 2004). La intersección de Aguirre y Pedro Carbo, ubicada en el centro de Guayaquil (Figura 4). El estudio estableció que en promedio las concentraciones de dióxido de nitrógeno llegan a 0,27 partículas por millón (ppm), valor como se ve superior al 0,08 para 24 horas que permite la norma.

Figura 4

Calle Pedro Carbo y Aguirre, en el centro de la Ciudad de Guayaquil



Fuente: Espinoza, 2020

Con respecto a la concentración del dióxido de azufre que en los sitios inspeccionados superan igualmente la norma de 0,13 ppm en 24 horas. Así, en Aguirre y Pedro Carbo, considerados los sitios con mayor contaminación, se registra un promedio de 1,09 ppm y máxima de 2,3 ppm, cuando la norma establece 0.13 ppm. Respecto al monóxido de carbono, no sobre pasan los 25 ppm como valor promedio, pero en ciertos sitios dependiendo de la hora del día, cuando aumenta la congestión y el tráfico vehicular, se han registrado valores superiores a los 35 ppm que establece la norma, llegando a 72 ppm, que corresponde a un porcentaje de mediciones que superan el 4.8%.

Sin embargo, otro estudio en el 2001, de Asistencia Técnica OPS/OMS (OPS/OMS, 2001), indican que los niveles del monóxido de carbono demostraron que éstos superan la norma nacional y de la EPA para un promedio de 8 horas móviles, siendo más altos en la zona central de la ciudad, lo cual se debe al intenso tráfico vehicular y poco control en el mantenimiento de los carros.

Impactos en la salud

La gran concentración de gases tóxicos producto del tráfico vehicular que se genera en los puntos del centro en la ciudad de Guayaquil produce daños severos en la salud: irritación de ojos y vías respiratorias, resequedad en mucosas y afectación a plantas y animales. El NO₂, irrita los pulmones, causa bronquitis y neumonía, además de reducir la resistencia a las infecciones respiratorias., comunicaron que a concentraciones de 0,127 ppm el riesgo de mortalidad por causa respiratoria es del 30% (Saldiva et al., 1994). El SO₂, causa afecciones respiratorias (como asma) y debilitamiento de las defensas pulmonares, agravamiento de enfermedades respiratorias y cardiovasculares ya existentes y muerte. la realización de una actividad a exposición $\geq 0,4-0,5$ ppm implica un riesgo importante para su salud. El CO, cantidades mayores a 300 o 400 ppm, suelen estar asociadas con dolores de cabeza, somnolencia, aumento de la frecuencia cardíaca y náuseas (OMS, 2021).

Para 1998, las enfermedades respiratorias ocuparon el segundo lugar en la provincia del Guayas, según el INEC y el Ministerio de Salud Pública (MSP, 1998) de las siete principales causas de mortalidad en la Provincia, lo cual se muestra en la tabla 3 a continuación:

Tabla 3

Tasa de mortalidad por 10000 habitantes

Tasas de mortalidad Por 10 000 habitantes y Posición que ocupan en orden de magnitud, Guayas 1998: Mortalidad	
Causa	Tasa
1.-Enfermedades hipertensivas	3.33
2.- Neumonía	2.78
3.- Diabetes mellitus	2.18
4.- Enfermedades	1.99
5.- Agresiones	1.97
6.- Enfermedades isquémicas del corazón	1.96
7.- Tuberculosis respiratoria	1.63

Fuente: INEC y MSP, 1998.

Para el año 2016, según el INEC, las principales causas de muerte en el cantón Guayaquil se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4

Principales causas de muerte en el Cantón Guayaquil-2016

Principales Causas De Muerte En El Cantón Guayaquil Posición Que Ocupan En Orden De Magnitud, Guayaquil 2016: Mortalidad	
causa	numero
1.-Infarto agudo miocardio	6.106
2.- Influenza y Neumonía	2.643
3.- Diabetes mellitus	2.360
4.-Diabetes mellitus tipo 2	2.203
5.-Fibrosis y cirrosis al hígado	1.778

Fuente: INEC y MSP, 1998.

Para el año 2019, según el INEC, las principales causas de muerte en el cantón Guayaquil, la influenza (gripe) y neumonía ocupan el tercer lugar, lo que se indica en la siguiente tabla 5.

Tabla 5

Principales causas de muerte en el Cantón Guayaquil-2019

Principales causas de muerte en el cantón Guayaquil posición que ocupan en orden de magnitud, Guayaquil 2019: Mortalidad	
Causa	Número
1.-Enfermedades isquémicas del corazón	2057
2.- Diabetes mellitus	2.643
3.- Influenza y Neumonía	2.360
4.-Enfermedades cerebrovasculares	2.203
5.-Enfermedades de Hipertensivas	1.778

Fuente: INEC y MSP, 1998.

Para el año 2020, las causas de fallecimiento por enfermedades respiratorias se encuentran en primer lugar las enfermedades isquémicas del corazón, segundo lugar, seguido COVID-19 en 4to y 5to lugar, reflejando un deterioro en las condiciones ambientales urbanas en la ciudad de Guayaquil, así como una disminución de la calidad de vida de sus habitantes, como se aprecia en la tabla 6.

Tabla 6

Principales causas de muerte en el Cantón Guayaquil-2020

Agrupamiento causas (Lista de las principales causas de muerte Becker)1/2020	Guayaquil
35 Enfermedades isquémicas del corazón	5.312
46 Influenza y neumonía	3.255
26 Diabetes Mellitus	2.482
66 COVID-19, virus identificado	2.298
67 COVID-19, virus no identificado	1.365
Total	25.722

Fuente: INEC y MSP, 1998.

Por lo indicado se concluye que los departamentos de salud van por un lado y las políticas públicas nacionales y locales sobre arboles van por otro, a pesar de estos resultados, hasta la fecha no se ha encontrado una política pública consistente relativa a los temas respiratorios en la ciudad de Guayaquil (Cañizares, R. & Barquet, G., 2019).

Muchas investigaciones registran más de 3 millones de muertes prematuras al año a nivel mundial, causadas por las partículas llamadas PM2.5 que penetran profundo en los pulmones, afectándolos. Otro problema particularmente grave en Europa es el del dióxido de nitrógeno que proviene principalmente de los vehículos diésel. "Cuando la contaminación es mayor, las personas con un historial o enfermedad crónica requerirán más medicamentos, pero incluso las personas saludables sufrirán las consecuencias (Barratt, B. M., et al., 2019).

Indicador procesamiento de la naturaleza de polvo, y hollín

Según la última evaluación, Guayaquil genera 6,8 toneladas de dióxido de carbono (CO₂) al año, de ese total cerca del 39% proviene del transporte (principalmente por el consumo de gasolina y GLP) (CAF, 2017). Hay varias políticas para disminuir la huella de carbono, pero siempre está la constante del papel que cumple la naturaleza. Aunque su capacidad de absorción de carbono de un árbol puede variar, se puede considerar que un árbol almacena unos 167 kg de CO₂ al año, o 1 tonelada de CO₂ al año para 6 árboles maduros. Esto significa que habría que plantar más de 67 árboles al año para compensar las emisiones de CO₂ de una persona. (Crowther, T., et al.; 2015; Bastin, J., et al., 2015).

Haciendo cálculos, el ser humano necesita entre 300 y 600 litros de oxígeno a la hora lo que supone unos 7200 a 8000 litros al día. En tanto que la cifra aproximada de oxígeno que un árbol puede producir al día estaría alrededor de los 320 a 360 litros en 24 horas (Crowther, T., et al, 2015). Sin embargo, no todos los árboles son iguales. El tamaño, la especie, la hoja que tienen, la ubicación, el entorno, todo esto influye para que ese oxígeno se genere y sea beneficioso para el ser humano.

De forma complementaria diversos investigadores trabajan para encontrar soluciones para la contaminación atmosférica. Confirmando los efectos positivos de la vegetación en la reducción de los contaminantes aéreos dentro de las grandes ciudades (Ning, Z., et al., 2016). En ciertas avenidas con monitores portátiles, se ha registrado reducciones importantes de los niveles de dióxido de nitrógeno de 120 partes por billón en avenidas y 100 partes por billón bajo los árboles, lo que sugiere un impacto positivo de la vegetación. Las coníferas, como la secuoya roja, tiene hojas todo el año. Y sus hojas con cera facilitan la adherencia de partículas.

Del mismo modo, las plantas y los árboles reducen los contaminantes por medio de la absorción de gases a través de las estomas en sus hojas y también al capturar partículas en la superficie de estas. Los gases ingresan al interior de las hojas donde hay mucha agua. Muchos gases se disuelven y cambian de estado y funcionan como fertilizante. Las plantas necesitan nitrógeno y azufre (Nowak, D., 2017). "A nivel general encontramos que los árboles en las ciudades de Estados Unidos impiden 850 muertes al año y más de 670.000 casos de episodios respiratorios agudos" (Nowak, D., 2017).

De esta forma, ensayos tales como los realizados por The Nature Conservancy (Nature, 2023), han propuesto en las calles hileras de árboles entre 4 y 6 metros dependiendo de

las raíces, y otros factores, como estrategia para reducir la contaminación. Así, The Nature Conservancy, considera que los árboles ayudan a reducir la materia particulada en el aire entre un 7% y un 24%. Por otro lado, reducen la temperatura hasta en 2 grados centígrados debido a la sombra que producen y la transpiración durante la fotosíntesis, ofreciendo protección a las personas contra los impactos del cambio climático. Así, hay estudios que encuentran que la distancia máxima de enfriamiento de los parches o hileras de árboles de la calle, se encuentran dentro de los 30 metros de área de cobertura de un árbol (McDonald, R., et al., 2016).

DISCUSIÓN

Los resultados de los estudios analizados muestran que la adopción de las medidas de infraestructura verde como el aumento del área de cobertura de la copa de los árboles, o la inclusión de franjas verdes de árboles, permitirían la reducción de la contaminación y el mejoramiento de la salud de las personas. La diversidad en las estrategias de diseño a adaptar dependerá del contexto, en lo relacionado a clima, suelo y arboles nativos.

Adicional, la introducción de las soluciones de infraestructura verde mencionadas, aumentan el bienestar psicológico de las personas; así como el caminar por 90 minutos por la naturaleza, en comparación por calles con mucho tráfico. Se detectó que los que lo hicieron entre árboles presentaron menor actividad en la zona de la corteza prefrontal subgenual. Así, en un reciente estudio publicado en la revista Nature (Terrer, C., et al., 2022), estima que los árboles no son los únicos actores que procesan la contaminación, sino también el suelo, los suelos o las plantas absorberán más CO_2 a medida que aumente los niveles de carbono en la atmósfera, pero no ambos. Cuando las plantas aumentan la biomasa generalmente hay una disminución en el almacenamiento de carbono del suelo. Lo que presupone que ambos actores juegan un papel dinámico en el control de la contaminación, por lo que es recomendable que el suelo también sea considerado en el tratamiento de soluciones, los suelos y/o pastizales con pocos arboles contribuirían a la solución, así como también el uso de superficies permeables, que reduzcan la absorción e irradiación del calor al espacio urbano (Smart Surfaces Coalition, 2024)). Las plantas y los suelos juntos absorben actualmente un 30% del CO_2 emitido por las actividades humanas cada año.

En relación con el Ministerio de Salud, si bien es cierto establece una serie de normativas relacionadas con calidad del aire y de la contaminación acústica, no vincula estos indicadores con los espacios verdes, (Ley Orgánica de Salud, 2006), a pesar de que la OMS establece como norma mínima 9 m^2 hab de áreas verdes a su alrededor, a no más de 300 metros de distancia o 10 minutos caminando (OMS, 2021).

Con respecto a las Gestiones Municipales del GAD Guayaquil, desde el primer diagnóstico del 2004, solo se ha registrado medidas para realizar la propuesta del Programa de Monitoreo y Vigilancia de la Calidad del Recurso Aire en el cantón Guayaquil, y difundir la información recopilada mediante la gestión del recurso aire y operación de la red de vigilancia para inducir la concienciación del público en general, esta última no se ha realizado con la amplitud del caso. Desde el 2021, el municipio quiere formular un plan que usará de base el estudio de vulnerabilidad climática de Guayaquil de la CAF (2018), que incluye diez medidas de adaptación al cambio climático (CAF, 2017).

Hasta ahora solo se ha cumplido, por ejemplo, con el diagnóstico del arbolado urbano y la conservación de áreas protegidas. Y un plan de reforestación en las áreas protegidas, pero no hay estrategia para las zonas urbanas de la ciudad. También en el 2021 se aprobó una ordenanza que promueve la economía circular (optimización de agua, luz, desechos), incluyendo la creación de un observatorio sobre cambio climático y una herramienta para el monitoreo ambiental. Es necesario además la coordinación de los diferentes departamentos municipales involucrados como el departamento de áreas verdes y salud, como menciona Rob Mc Donald (2016). "En muchas ciudades el departamento de salud está por un lado y el de árboles por otro" Es por tanto una de las metas a cumplir, el trabajo de estas dos áreas que se traduzca en el renacimiento de plantaciones de árboles en el centro urbano para beneficio de sus habitantes.

El sistema de indicadores analizados a su vez permitirá explorar las Reformas al COOTAD (Código Orgánico de Organización Territorial Gestión Del Suelo), Código De Salud, y al INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos).

CONCLUSIONES

La planificación urbana a largo plazo y la implementación de políticas públicas y su monitoreo, es un importante mecanismo que pueden ayudar a mejorar la salud de los ciudadanos que viven en Guayaquil, pero sobre todo la planificación del espacio público, porque hasta ahora la planificación solo se ha centrado en la atención (centros y dispensarios de salud) con cierta capacidad para prevenir y mantener la salud. Sin embargo, quedan pendiente los temas de monitoreo de la calidad del aire para implementar propuestas que sirvan para formular políticas públicas concretas en las calles de mayor concentración de tráfico vehicular.

En primer lugar, para frenar y revertir la contaminación del aire, es necesario aplicar estrategias de mitigación que varían de acuerdo con las ciudades, los indicadores de salud y los climas, para el caso de Guayaquil es imprescindible optar por el sistema de franjas de amortiguamiento verde de 3 metros, implicando reducir un carril a las calles del centro, esto presupone adoptar una política de 70/30, 70% para la circulación peatonal y 30% para la circulación vehicular, previo estudio de un plan maestro de transporte público. Así mismo, se recomienda seguir modelos tales como el de Singapur, incluyendo cinturones verdes e incorporarlos dentro de los diseños urbanos, esto mejoraría la temperatura dentro de la ciudad, generando una reducción de la dispersión de los contaminantes del aire. La plantación de árboles es una solución que alcaldes, y otros líderes municipales de todo el mundo pueden implementar dentro de sus comunidades, lo que permite reducir la contaminación del aire, mejorar la salud de las personas y frenar el cambio climático.

En segundo lugar, a partir de la Pandemia 2020, implementar e integrar la salud en la planificación urbana y territorial es un objetivo que persigue Naciones Unidas (ONU, 2021). con el propósito de lograr el bienestar colectivo. Es el fruto más reciente de la estrecha y extensa colaboración entre ONU-Hábitat y la Organización Mundial de la Salud, materializada asimismo en el reporte global de salud urbana "*Global Report On Urban Health: Equitable Healthier Cities For Sustainable Development*" (Informe mundial sobre la salud urbana: ciudades más sanas y equitativas para un desarrollo sostenible), publicado en el 2016. Los indicadores ambientales analizados para Guayaquil sirven de base para buscar estrategias para la reducción de la contaminación ambiental,

priorizando los espacios verdes como una estrategia de salud pública, para enfrentar el cambio climático y las diferentes consecuencias que provoca: elevación de la temperatura, inundaciones, tsunamis, y sobre todo las afectaciones a la salud como las enfermedades respiratorias y las enfermedades isquémicas del corazón. Las conclusiones indicadas son iniciativas que siguen en debate en los diferentes foros, más aún por el incremento de temperatura y contaminación que azotan las ciudades, según el último reporte de marzo del 2024 de la Organización Meteorológica Mundial sobre el cambio climático (WMO, 2024). El estudio realizado permite por un lado entrever la necesidad de atender a la reducción de los efectos del cambio climático en el espacio urbano de Guayaquil y la necesidad de elevar la calidad de vida de sus habitantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barratt, B. M., Fuller, G. W., Kelly, F. J., Priestman, M., Tremper, A. H. y Green, D. C. (2019). *Environment International*. London Underground.
- Bastin, J. F., Garcia, Y. F., Mollicone, D., Rezende, M., Routhconstantin, D., Zohner, M. y Crowther, T. W. (2019). *The global tree restoration potential*, Vol 365. Issue 6448.
- CAF. (2017). *Huella De Ciudades No. 6* Ciudad De Guayaquil.
- Cañizares, R. y Barquet, G. (2019), *La Salud De Los Guayaquileños y La Gestión Municipal*.
- Crowther, T. W., Glick, H. B., Covey, K. R., Bettigole, C., Maynard, D. S., Thomas, S. M., Smith, J. R., Hintler, G., Duguid, M. C., Amatulli, G., Tuanmu, M. N., Jetz, W., Salas, C., Stam, C., Piotto, D., Tavani, R., Green, S., Bruce, G., Williams, S. J., Wiser, S. K., Huber, M. O., Hengeveld, G. M., Nabuurs, G. J., Tikhonova, E., Borchardt, P., Li C. F., Powrie, L. W., Fischer, M., Hemp, A., Homeier, J., Cho, P., Vibrans, A. C. Umunay, P. M. S., Piao, L., Rowe, C. W., Ashton, M. S., Crane P. R. y Bradford, M. A. (2015). *Mapping tree density at a global scale*, Nature volume 525.
- CTE. (2019). *Siniestros de tránsito 2019*. Comisión de Tránsito del Ecuador. Dirección de Planificación Unidad de Estadística. Guayaquil-Ecuador.
- Gehl, J. (2010). *Ciudades para la Gente*. ONU-Hábitat. Ediciones Infinito. Buenos Aires.
- Hart, R. (1980). *A Natural Ecosystems Analog Approach to the Design of Successional Crop System for Tropical Forest Environments*. Biotropica 12(12): 73-82.
- Higuera, E. (2009). *El reto de la ciudad Habitable y Sostenible*. La Ciudad como Ecosistema Urbano. Editorial DAPP. Capítulo 2.
- INEC. (2012). *Índice Verde Urbano*. Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos.
- López, U. y André, W. (2014). *Evaluación De Mezclas Asfálticas Mediante Pruebas Creep Estáticas*. Universidad Católica de Santiago. Guayaquil.
- McDonald, R., Kroeger, T., Boucher, T., Longzhu, W. y Salem, R. (2016). *Planting Healthy Air, A global analysis of the role of urban trees in addressing particulate matter pollution and extreme heat*. The Nature Conservancy.
- Ley Orgánica de Salud (2006). Asamblea Nacional del Ecuador. Suplemento Del Registro Oficial 423. Ley No. 2006-67. 22 De diciembre 2006

- Legislación Secundaria de Medioambiente (2003). Texto Unificado de la Legislación Secundaria de Medioambiente. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador. Última modificación 29 marzo 2017.
- MUVH, MADES, PNUD, FMAM (2021). *Manual de Infraestructura Verde Urbana*. Proyecto “Asunción Ciudad Verde de las Américas-Vía a la Sustentabilidad” Asunción, Paraguay.
- Ning, Z. H., Chambers, R. y Abdollahi, K. (2016). *Modeling air pollutant removal, carbon storage, and CO2 sequestration potential of urban forests in Scotlandville, Louisiana, USA*. ISSN: 1971-7458.
- Nowak, D. (2017). *Assessing the benefits and economic values of trees*. In: Ferrini, Francesco; van den Bosch, Cecil CK; Fini, Alessio, eds. *Routledge handbook of urban forestry*. ISSN: 0191-1465.
- OMS. (2021). *WHO global air quality guidelines, Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*.
- ONU. (2021). *Integrar la salud en la planificación urbana y territorial*. Manual de consulta.
- OPS. (2007). *Salud en las Américas v.1—regional*, Publicación Científica y Técnica No. 622.
- OPS. (2010). *Defensa del transporte público seguro y saludable*. Fomento De La Participación Del Sector Sanitario En Un Marco Multisectorial.
- OPS/OMS. (2001). *Diagnóstico De Las Condiciones Locales y Situación Actual De La Dirección De Medio Ambiente De La M. I. Municipalidad De Guayaquil Para Implementar El Sistema De Monitoreo y Vigilancia De La Calidad Del Recurso Aire En La Ciudad*. Municipio de Guayaquil.
- Odum, E. (1999). *Ecología*, Cecsá, México.
- The Nature Conservancy. (2023). *Green Streets. Naturally Resilient Communities*. <https://nrcsolutions.org/green-streets/>. Consultado 5/10/2023
- Petroecuador. (2004). *Estudio De La Calidad Del Aire De La Ciudad De Guayaquil*. Universidad Central. Municipio de Guayaquil.
- Saldiva H., Lichtenfels J., Paiva S., Barone A., Martins A., Massad E. (1994). *Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children in Sao Paulo, Brazil: a preliminary report*. *Environ Res.* 1994; 65: 218-25.
- Smart Surfaces Coalition (2024). *Delivering Climate Change Mitigation, Adaptation, and Environmental Justice*, <https://smartsurfacescoalition.org/>

- Terrer, C., Phillips, R. P., Hungate, B. A., Pett-Ridge, J., Craig, M. E., Van Groenigen, K. L., Keenan, T. F., Sulman, B. N., Stocker, B. D., Reich, P. B., Pellegini, A. F., Pendall, F., Zhang, H., Evans, R. D., Castillo, Y., Fisher, J. B., Van Sundert, K., Vicca, S. y Jackson, B. R. (2022). *A Trade Off Between Plant and Soil Carbon Storage Under Elevated Co2, Nature.*
- Terradas, J., Franquesa, T., Pares, M. y Chaparro, L. (2015). *Ecología Urbana. Investigación y Ciencia.* noviembre 2012, 52-60.
- Westman, W. (1985). *Ecology, Impact assessment, and Environmental planning.* Editorial John Wiley. New York.
- WHO. (2021). *Global Air Quality Guidelines Particulate matter (PM 2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide.*
- WMO. (2023). The World Meteorological Organization. State of the Global Climate 2023, WMO-No. 1347 <https://library.wmo.int/records/item/68835-state-of-the-global-climate-2023>