

# ENTRE EL DESARROLLO URBANO Y LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL UN ANÁLISIS PARA EL ECUADOR

*Data de aceite: 02/10/2024*

### **Darlyn Tenelanda Mora**

Maestrando en Dirección y Gestión de Recursos Financieros y Humanos, Economista con mención en Gestión Empresarial. Técnico de Investigación del Centro de Investigación de Economía Agrícola y Ambiental “Ing. Jacobo Bucaram Ortiz, PhD”, de la Facultad de Economía Agrícola de la Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8070-4993>

### **Marjorie Isabel Alvarado Ortiz**

Máster en Finanzas y Proyectos Corporativos, Economista, Docente, Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2839-2395>

**RESUMEN:** La rápida urbanización en Ecuador ha generado significativos desafíos ambientales, incluyendo la pérdida acelerada de áreas verdes y el aumento de la contaminación del aire. Este fenómeno es particularmente evidente en las provincias de Guayas, Pichincha, Manabí y El Oro, donde el crecimiento demográfico ha sido notable desde 1950. Las ciudades de Guayaquil, Quito y Cuenca han visto una expansión

urbana considerable, transformando espacios naturales en desarrollos residenciales y comerciales, y resultando en la fragmentación de ecosistemas y la reducción de la biodiversidad. Las imágenes satelitales comparativas entre 1984 y 2022 destacan la magnitud de esta expansión urbana y sus efectos negativos, como el incremento de las temperaturas locales debido al efecto de isla de calor y la disminución de la capacidad de las ciudades para absorber dióxido de carbono. Además, el desarrollo urbano sin planificación adecuada ha incrementado la vulnerabilidad de las áreas urbanas a desastres naturales como deslizamientos e inundaciones. Para mitigar estos impactos negativos, es crucial implementar estrategias de desarrollo urbano sostenible que incluyan el uso de materiales de construcción ecológicos, la promoción de energías limpias, y la conservación y expansión de espacios verdes. La educación ambiental y la participación comunitaria también son esenciales para fomentar una cultura de sostenibilidad. Gestionar el crecimiento urbano de manera que se equilibre con la conservación del medio ambiente es fundamental para asegurar una calidad de vida óptima para las generaciones

presentes y futuras en Ecuador. Este análisis proporciona una base sólida para la formulación de políticas públicas efectivas que promuevan un desarrollo urbano armonioso y sostenible.

**PALABRAS CLAVES:** Urbanización, Pérdida de Áreas Verdes, Contaminación ambiental, Desarrollo urbano sostenible, Ecuador

## BETWEEN URBAN DEVELOPMENT AND ENVIRONMENTAL POLLUTION, AN ANALYSIS FOR ECUADOR

**ABSTRACT:** Rapid Urbanization in Ecuador has led to significant environmental challenges, including the accelerated loss of green areas and increased air pollution. This phenomenon is particularly evident in the provinces of Guayas, Pichincha, Manabí, and El Oro, where demographic growth has been notable since 1950. The cities of Guayaquil, Quito, and Cuenca have experienced considerable urban expansion, transforming natural spaces into residential and commercial developments, resulting in ecosystem fragmentation and reduced biodiversity. Comparative satellite images between 1984 and 2022 highlight the magnitude of this urban expansion and its negative effects, such as increased local temperatures due to the heat island effect and reduced city capacity to absorb carbon dioxide. Additionally, unplanned urban development has increased the vulnerability of urban areas to natural disasters such as landslides and floods. To mitigate these negative impacts, it is crucial to implement sustainable urban development strategies that include the use of eco-friendly building materials, the promotion of clean energy, and the conservation and expansion of green spaces. Environmental education and community participation are also essential to fostering a culture of sustainability. Managing urban growth in a way that balances environmental conservation is fundamental to ensuring an optimal quality of life for present and future generations in Ecuador. This analysis provides a solid foundation for the formulation of effective public policies that promote harmonious and sustainable urban development.

**KEYWORDS:** Urbanization, Loss of Green Spaces, Environmental Pollution, Sustainable Urban Development, Ecuador.

## INTRODUCCIÓN

Según Inostroza et al. (2013) América del Sur es uno de los continentes más urbanizados del mundo, con casi el 84% de la población viviendo en ciudades, por delante de América del Norte (82%) y Europa (73%). Utilizando imágenes satelitales, se cuantificaron parámetros clave de desarrollo urbano en 10 ciudades latinoamericanas durante un período de 20 años, identificando indicadores espaciales utilizando herramientas SIG. Hay una expansión espacial continua, y la mayoría de las ciudades crecen a un ritmo rápido y tienden a reducir la densidad de población. Si bien existen diferencias significativas en las tasas y densidades de uso de la tierra, existe una tendencia subyacente de creciente fragmentación que probablemente aumentará con un mayor desarrollo económico.

En el contexto de Ecuador, los datos históricos muestran un marcado crecimiento poblacional en las principales áreas urbanas del país. Según el censo de 2022, las provincias de Guayas, Pichincha, Manabí y El Oro tuvieron el mayor crecimiento desde 1950, con un

aumento de la población urbana en Guayas y Pichincha. Ciudades como Guayaquil, Quito y Cuenca han experimentado un desarrollo urbano a gran escala, lo que ha provocado una reducción significativa de los espacios verdes y un aumento de contaminación. Este fenómeno es preocupante porque los espacios verdes urbanos tienen un papel importante en la mitigación del cambio climático, la protección de la biodiversidad y la mejora de la calidad de vida de las personas.

Por su parte Alvarado y Toledo. (2017) examinaron la relación entre el crecimiento económico y la degradación ambiental en Ecuador de 1971 a 2010. Utilizando pruebas de cointegración de Johansen, modelos de corrección de errores y la causalidad de Granger, se encuentra una relación inversa entre el PIB real y la cobertura vegetal, indicando que el crecimiento económico se basa en la degradación ambiental. Se confirma una relación de equilibrio a largo plazo entre el PIB, la cobertura vegetal y la tasa de urbanización, así como una relación a corto plazo entre estos factores. Las políticas ambientales deben enfocarse en proteger el medio ambiente sin comprometer el crecimiento económico ni el proceso de urbanización acelerada.

En Guayaquil, la expansión hacia zonas como Pascuales, Durán y Chongón ha provocado la desaparición de los manglares y la degradación del bosque protector de Cerro Blanco. En Quito, el desarrollo en áreas como Calderón, Carcelén y el Valle de Tumbaco ha llevado a la deforestación en áreas periurbanas, aumentando la vulnerabilidad a desastres naturales como deslizamientos de tierra e inundaciones. Cuenca, por su parte, ha experimentado una importante urbanización en los cerros circundantes, fragmentación de su ecosistema y disminución de la cobertura vegetal.

La deforestación y la fragmentación son componentes importantes del cambio global, contribuyendo a la rápida pérdida de áreas de bosques tropicales y afectando la conservación de la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas. Según Tapia et al. (2015) en el sur de Ecuador, identificado como un punto caliente de biodiversidad por su alta diversidad y endemismo, se han registrado tasas de deforestación anuales del 0.75% (1976-1989) y 2.86% (1989-2008). Aproximadamente el 46% de la cobertura forestal original del sur de Ecuador se había convertido en pastizales y otros usos de la tierra antropogénicos para 2008. La deforestación es más intensa a elevaciones más bajas y actualmente avanza hacia las áreas altas.

El sector de la construcción es uno de los mayores contaminantes del planeta. En Guayaquil, la demanda de vivienda ha llevado a la población a migrar a cantones vecinos, adquiriendo villas en urbanizaciones. Este crecimiento en el sector inmobiliario no es sostenible ecológicamente, ya que se utilizan materiales nocivos para el medio ambiente y la salud, además de maquinaria que consume combustibles fósiles. El estudio de Zambrano Murillo et al. (2020) busco establecer nuevas regulaciones ambientales para la construcción en “La Aurora”, analizando los contaminantes de los materiales más utilizados. Entre las propuestas destacan el uso de materiales menos contaminantes, energías limpias y el aumento de áreas verdes y programas de reforestación.

Imágenes de satélite comparativas de 1984 y 2022 muestran claramente la escala del desarrollo urbano y la consiguiente pérdida de espacios verdes. Este análisis visual muestra cómo la expansión urbana ha invadido los espacios naturales, impactando negativamente la biodiversidad y la capacidad de las ciudades para secuestrar carbono. Además, la conversión de zonas verdes en desarrollo urbano ha contribuido al efecto isla de calor urbana, aumentando las temperaturas locales y deteriorando la calidad del aire.

El propósito de este artículo es analizar el impacto del desarrollo urbano en la pérdida de áreas verdes y la contaminación ambiental en el Ecuador. A través de un enfoque interdisciplinario que combina análisis visual, revisión de literatura y evaluación de datos secundarios, este estudio tiene como objetivo proporcionar una comprensión integral de los desafíos que enfrenta Ecuador en términos de urbanización y protección ambiental.

## ANTECEDENTES

Sun et al. (2019) En China el rápido desarrollo económico ha acelerado la industrialización y urbanización, intensificando la contradicción entre la calidad ambiental y el crecimiento económico. El estudio analizó la relación entre urbanización, desarrollo económico y contaminación ambiental usando datos de panel de 31 provincias chinas entre 2004 y 2015. Los resultados muestran una correlación espacial positiva significativa en la contaminación interprovincial, con una transición de descarga de contaminantes de las provincias costeras a las interiores. Tanto la urbanización como el crecimiento económico agravan la contaminación, aunque el crecimiento económico puede aliviarla en provincias vecinas.

Según Liang et al. (2019) China está experimentando una urbanización sin precedentes, mejorando significativamente el bienestar de los residentes, pero también causando serios problemas ambientales en la aglomeración urbana Beijing-Tianjin-Hebei. Entre 2000 y 2015, el índice de urbanización aumentó de 0.157 a 0.438. Factores como el nivel de la industria de servicios, ingresos fiscales, ingresos de los residentes, nivel educativo y aplicación de Internet ayudaron a reducir la contaminación ambiental, mientras que la tasa de urbanización, aglomeración de la población, desarrollo económico e industrial, y la construcción urbana y de transporte la agravaron. La urbanización mejoró la calidad ambiental en áreas montañosas, pero empeoró la contaminación en llanuras y áreas costeras.

Rumyantseva et al. (2023) analizaron la relación entre la calidad del paisaje, los niveles de contaminación del aire, la vegetación y la salud pública en las ciudades rusas. Proponen revisar el enfoque para identificar prioridades de inversión y ajustar la legislación para tener en cuenta el impacto de los cambios en los entornos urbanos y rurales sobre la salud pública. Los espacios verdes urbanos son importantes para mejorar la salud pública porque pueden reducir la contaminación y promover la sostenibilidad urbana. El estudio

destaca la necesidad de realinear las prioridades de inversión para tener en cuenta los beneficios ambientales y de salud pública, enfatizando que los espacios verdes de alta calidad son esenciales para el bienestar de los residentes de la ciudad.

McCarty y Kaza (2015) midieron la relación entre la estructura espacial urbana y la calidad del aire en los Estados Unidos. Utilizando un marco de métricas de paisaje urbano, se examina empíricamente si los patrones urbanos fragmentados y dispersos están asociados con baja calidad del aire. Se desarrolló un algoritmo para corregir sesgos dentro de métricas de paisaje urbano. Controlando variables demográficas y la actividad económica, se encontró una fuerte relación entre el tipo y el patrón de desarrollo y los niveles de contaminantes. Se concluyó que los patrones de desarrollo fragmentado y expansivo están correlacionados con una mala calidad del aire. Además, la mezcla relativa de tierras urbanas y forestales también impacta la calidad del aire.

Shukla y Parikh (1992) Evaluaron las consecuencias ambientales de la urbanización y el tamaño de las ciudades en el contexto del desarrollo económico. Se analiza la relación entre la calidad del aire y el tamaño de la ciudad, encontrando diferencias significativas entre países desarrollados y en desarrollo. Los resultados muestran que la mala calidad del aire no es inevitable en ciudades grandes y tiende a mejorar con el crecimiento económico y medidas de reducción de contaminación. Así, restringir el crecimiento urbano en países en desarrollo puede no ser necesario ni suficiente para lograr mejoras ambientales.

Adebayo et al. (2021) evalúan el impacto de la urbanización, el crecimiento económico, el consumo de energía y el desarrollo financiero en las emisiones de CO<sub>2</sub> en países de América Latina. Utilizando técnicas econométricas de panel y pruebas de causalidad de Dumitrescu Hurlin, se encontró que el crecimiento económico, el consumo de energía y la urbanización aumentan las emisiones de CO<sub>2</sub>. También, el consumo de energía y el crecimiento económico pueden predecir las emisiones de CO<sub>2</sub>. Esto muestra la importancia de estrategias para abordar la degradación ambiental, enfatizando en políticas que fomenten la transformación hacia energías limpias y la conservación de energía para mitigar el calentamiento global y sus impactos.

Zhao y Li (2017) La ciudad ambientalmente sostenible está ganando atención debido a su potencial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero mediante el desarrollo urbano de alta densidad y compacto, lo cual disminuye los kilómetros recorridos por vehículos. Pero, este tipo de desarrollo puede causar también problemas de salud, como hacinamiento, reducción de espacios verdes, efecto de isla de calor, exposición a la contaminación del aire y estrés psicológico. Este “paradojo de salud pública” destaca la contradicción entre las políticas de sostenibilidad global y los efectos negativos en la salud local, complicando la implementación de políticas debido a la oposición de los residentes y cuestiones de equidad.

Según el estudio realizado por Mena et al. (2022) en Esmeraldas, Ecuador, evaluaron la relación entre el desarrollo urbano y la vulnerabilidad al cambio climático, especialmente

a deslizamientos de tierra e inundaciones. Al utilizar la automatización móvil para modelar el crecimiento urbano y analizar la vulnerabilidad socioeconómica, se espera que el área urbana aumente un 50% para 2035 en comparación con 2015. 2016. Este aumento está vinculado a la proporción de afroecuatorianos y al riesgo de desastres naturales. La expansión urbana reducirá la vegetación natural, aumentará la vulnerabilidad al cambio climático y afectará principalmente a las comunidades de bajos ingresos.

## METODOLOGÍA

El presente estudio tiene una exhaustiva revisión bibliográfica para comprender la relación entre el crecimiento urbano y la degradación ambiental en Ecuador. Se identificarán y seleccionarán artículos académicos, informes técnicos, libros y estudios previos relevantes al tema. Los criterios de inclusión se centrarán en estudios que aborden el crecimiento urbano, la pérdida de áreas verdes y las implicaciones ambientales de la urbanización en América Latina, con un enfoque particular en Ecuador. Se realizará un análisis cualitativo de los textos seleccionados para identificar patrones, tendencias y hallazgos clave sobre la relación entre el crecimiento urbano y la degradación ambiental.

También se recopilarán datos de fuentes secundarias como el Instituto Nacional de Estadística y Censos de Ecuador (INEC), el Banco Mundial y la ONU-Hábitat para analizar el crecimiento poblacional y urbano a nivel nacional y provincial. Se utilizarán imágenes satelitales y mapas de entidades como Google Earth y el Servicio Geológico para visualizar la expansión urbana y la reducción de áreas verdes. Para el análisis espacial y temporal, se emplearán herramientas de Sistemas de Información Geográfica para analizar la expansión urbana y la pérdida de áreas verdes en diferentes provincias de Ecuador. Se realizará un análisis temporal para observar cómo ha cambiado la extensión urbana y la cobertura vegetal desde la década de 1980 hasta la actualidad, utilizando datos de series temporales.

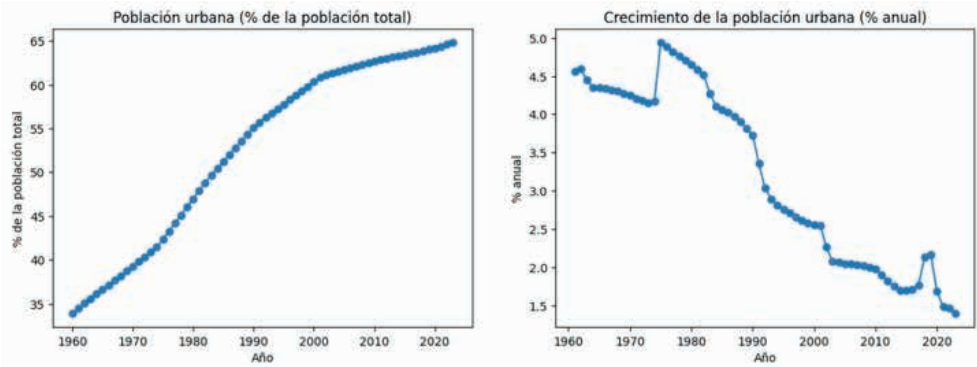
## RESULTADOS

Si observamos la **Figura 1**, la proporción de la población que vive en áreas urbanas tiende a aumentar entre 1960 y 2023. Esto puede explicarse por la teoría de la urbanización, que establece que a medida que las economías de los países se desarrollen, las áreas urbanas se desarrollarán más rápido que las áreas rurales. Estudios como el de Davis (1965) y Satterthwaite (2007) han demostrado que la urbanización es un proceso inevitable de desarrollo económico, especialmente en los países en desarrollo. Atraen oportunidades laborales, educación, atención sanitaria y mejores infraestructuras a las ciudades está provocando que la gente migre de las zonas rurales a las ciudades.

Las ilustraciones presentadas abajo muestran que el crecimiento de la población urbana en Ecuador ha sido notable a lo largo de las últimas décadas, reflejando un proceso global de urbanización acelerada. Uno de los factores principales se debe a la migración

interna, esta es uno de los principales impulsores del crecimiento urbano en el país. Según Rudel y Richards (1990) las personas se desplazan del campo a la ciudad en busca de mejores oportunidades de empleo, educación, y acceso a servicios de salud. La teoría de la migración de Ravenstein sostiene que la búsqueda de mejores condiciones de vida es un factor clave en la migración hacia áreas urbanas.

**Figura 1 - Población urbana (% de la población total) VS Crecimiento de la población urbana (% anual)**



**Nota:** Elaborado por los autores, a partir de los datos del Banco Mundial, 2024.

Las Principales ciudades, con más crecimiento económico han sido Guayaquil y Quito, están han experimentado un crecimiento económico significativo, atrayendo inversiones y desarrollos industriales. Este desarrollo ha generado empleo y ha incentivado a las personas a trasladarse a las áreas urbanas para aprovechar estas oportunidades ya que las ciudades ofrecen mejores infraestructuras y servicios en comparación con las áreas rurales. Esto incluye acceso a educación de calidad, atención médica, y servicios básicos como agua potable y electricidad. Estos factores hacen que las áreas urbanas sean más atractivas para vivir, impulsando el crecimiento de la población urbana.

Como resultado el traslado de personas de las zonas rurales a las ciudades ha generado una presión significativa sobre las infraestructuras urbanas, llevando a una rápida expansión de áreas metropolitanas. Este crecimiento urbano implica un aumento en las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) debido al uso intensivo de vehículos motorizados y la construcción de infraestructuras. Según la Agencia Nacional de Regulación y Control de la Electricidad y Energía Renovable (ARCONEL), el sector del transporte es uno de los principales contribuyentes a las emisiones de CO<sub>2</sub>. Además, la deforestación para dar paso a nuevos desarrollos urbanos ha reducido la capacidad de las ciudades para absorber CO<sub>2</sub>, exacerbando la contaminación del aire y disminuyendo la biodiversidad local.

Según Bartra y Delgado (2020) la gestión inadecuada de residuos sólidos en las áreas urbanas ha resultado en la contaminación del suelo y del agua, agravada por el rápido crecimiento poblacional. La urbanización intensiva ha contribuido al efecto de isla de

calor urbano, incrementando temperaturas locales y aumentando la demanda de energía para refrigeración, lo que a su vez eleva las emisiones de CO<sub>2</sub>. Para mitigar estos efectos, es crucial implementar estrategias de desarrollo urbano sostenible que incluyan una planificación urbana integrada, la conservación de áreas verdes, la promoción de energías limpias y la gestión eficiente de residuos.

Por otro lado, aunque la proporción de la población urbana ha aumentado, la tasa de crecimiento anual de la población urbana ha disminuido, esto se ve reflejado en **la Figura 1**. Esta tendencia a la baja se entiende utilizando un modelo de transición demográfica. Según Notestein (1945) las sociedades pasan por diferentes etapas de crecimiento poblacional. En las primeras etapas, las tasas de natalidad y mortalidad son altas, lo que provoca que la población crezca lentamente. A medida que la sociedad se desarrolla, la tasa de mortalidad disminuye y la tasa de natalidad sigue siendo alta, lo que conduce a un rápido crecimiento demográfico. En etapas posteriores, la tasa de natalidad también disminuyó, lo que provocó una disminución del crecimiento demográfico. En el contexto urbano, esta transición demográfica se refleja en una desaceleración del desarrollo urbano a medida que las ciudades alcanzan la saturación de infraestructura y servicios.

Un acontecimiento importante que marca a Ecuador fue el impacto de la Dolarización la cual repercutió en el crecimiento urbano, ya que la estabilidad económica que se produjo fue un atractivo para inversiones, la drástica reducción de la inflación de tres dígitos a un solo dígito, logro estabilizar los precios y restauró la confianza en el sistema bancario y financiero. Esto fue crucial para atraer Inversión Extranjera Directa (IED) ya que la eliminación del riesgo cambiario y la percepción de mayor estabilidad económica atrajeron inversiones significativas en sectores clave, incluyendo la construcción y el desarrollo urbano.

El auge en el sector inmobiliario se situó en las principales ciudades de Quito y Guayaquil que experimentaron un aumento en proyectos de construcción de viviendas, centros comerciales, y oficinas, impulsando el crecimiento urbano, como consecuencia el gobierno y los municipios invirtieron en mejoras de infraestructura urbana. Proyectos importantes incluyeron la modernización del sistema de transporte público, la construcción de nuevas carreteras y la mejora de la conectividad entre áreas urbanas y rurales, la expansión de servicios públicos como agua potable, electricidad y alcantarillado mejoraron las condiciones de vida en las áreas urbanas, haciendo las ciudades más atractivas para vivir y trabajar.

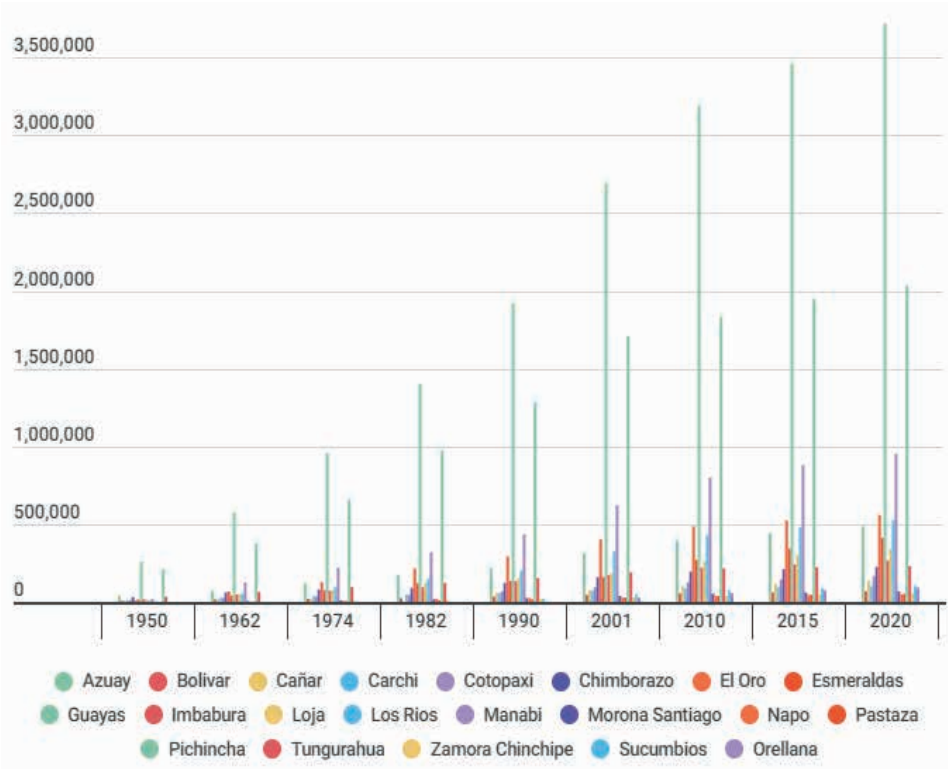
La **Figura 2** muestra el crecimiento urbano en las diferentes provincias del Ecuador, provincias como Guayas, Pichincha, Manabí y El Oro han crecido en forma exponencial frente a otras provincias, este crecimiento ha llevado a la pérdida de áreas verdes, lo que ha tenido un impacto considerable en el medio ambiente y la calidad de vida de los habitantes. En 2022, se estimó que la población urbana de Guayas alcanzó los 3,877,230 habitantes, la de Pichincha llegó a 2,116,318, Manabí registró 984,962 habitantes y El Oro tuvo 574,901



habitantes. Este crecimiento ha sido impulsado por la migración interna hacia las ciudades en busca de mejores oportunidades económicas y servicios.

El crecimiento urbano descontrolado en estas provincias ha llevado a un aumento de la contaminación ambiental. Según Massa Sánchez et al. (2020) la construcción masiva de viviendas y el desarrollo de infraestructura urbana utilizan materiales y maquinaria que emiten grandes cantidades de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros contaminantes. Además, el uso intensivo de vehículos motorizados en áreas urbanas ha incrementado la contaminación del aire, afectando la salud de los residentes. A su vez la expansión de las áreas urbanas ha resultado en la pérdida significativa de áreas verdes. Según datos recientes, grandes extensiones de manglares y bosques han sido destruidas para dar paso a proyectos de urbanización y desarrollo industrial. Esta pérdida reduce la capacidad del medio ambiente para absorber CO<sub>2</sub> y afecta la biodiversidad y los ecosistemas locales.

**Figura 2 - Crecimiento urbano por provincias del Ecuador desde 1950 al 2020**



**Nota:** Elaborado por los autores, a partir de los datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2024.

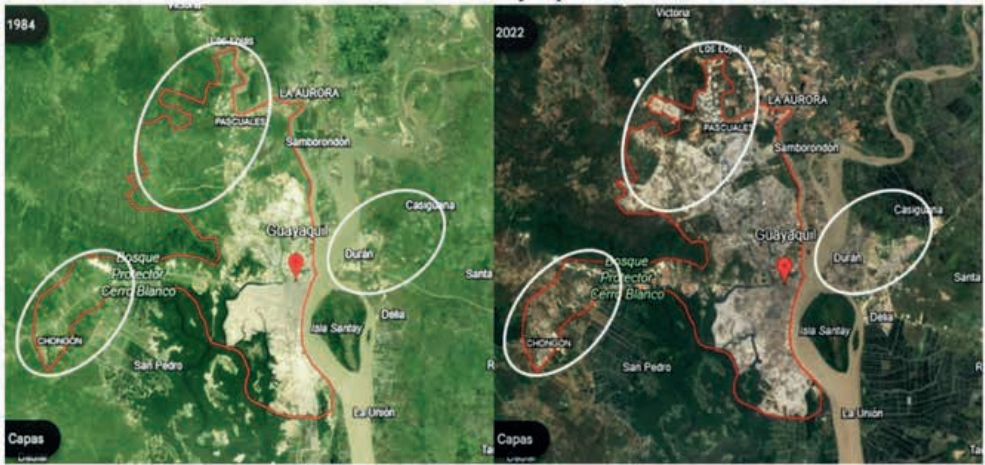
La **Figura 2** muestra como desde 1950 al 2020 sobre todo en las provincias del Guayas y Pichincha la rápida urbanización especialmente en ciudades ha tenido un impacto significativo en la pérdida de áreas verdes. La expansión descontrolada y el desarrollo de

infraestructuras como el nuevo aeropuerto de Quito inaugurado en 2013 o la expansión del puerto de Guayaquil han llevado a la eliminación de espacios naturales, afectando tanto al medio ambiente como a la calidad de vida de los habitantes urbanos. La pérdida de vegetación contribuye al efecto de isla de calor urbano, incrementando las temperaturas en las ciudades.

Otro punto a considerar es que el urbanismo y la contaminación ambiental afectan gravemente la salud pública. El crecimiento urbano intensifica el uso de vehículos motorizados y las actividades industriales, aumentando la emisión de contaminantes como dióxido de azufre, partículas en suspensión y óxidos de nitrógeno. Estos contaminantes están asociados con enfermedades respiratorias, como el asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y cardiovasculares, como infartos e hipertensión. Además, La calidad del aire deteriorada y la exposición continua a contaminantes debilitan el sistema inmunológico, aumentando la vulnerabilidad a enfermedades infecciosas y crónicas.

Según Wu et al. (2020) la contaminación ambiental influye en el proceso de urbanización en China, evaluando la urbanización desde cuatro perspectivas: población, economía, entorno de vida y condiciones de vida. Utilizando un modelo de panel con umbral dinámico, identificaron una relación no lineal entre la contaminación (aguas residuales, dióxido de azufre y desechos sólidos) y la urbanización bajo diferentes costos de salud de los residentes. Esto demostró que la contaminación ha inhibido la mejora de la urbanización en general, la población y la economía, pero ha promovido la urbanización del entorno de vida. A medida que aumentan los costos de salud, el efecto inhibitorio de la contaminación sobre la urbanización se intensifica, excepto en el entorno de vida, donde disminuye.

**Figura 3 - Crecimiento urbano de la ciudad de Guayaquil de 1984 al 2022**



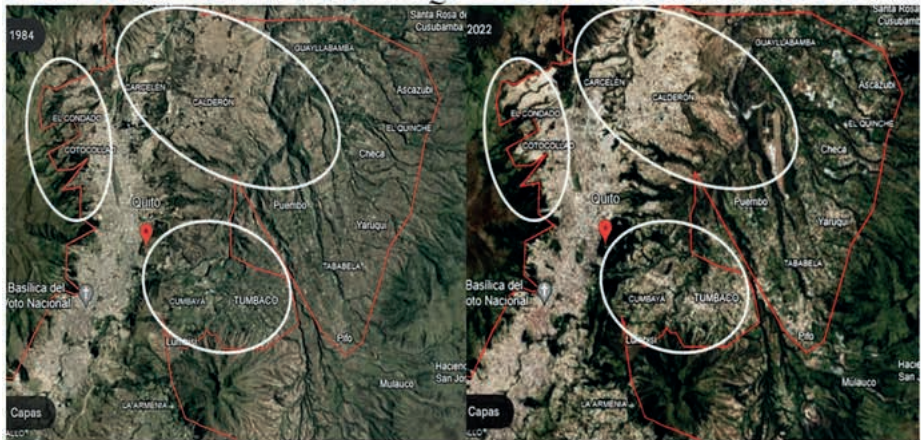
La **Figura 3** muestra cómo ha cambiado la ciudad de Guayaquil y sus áreas verdes perdidas por proyectos urbanos, incluidos Malecón 2000, Puerto Santa Ana, Parque Samanes y ampliaciones de carreteras, que contribuyen significativamente a la pérdida de

espacios verdes. Un ejemplo es el Bosque Protector Cerro Blanco, este es uno de los últimos remanentes de bosque tropical seco en una región amenazada por la expansión urbana y la construcción de infraestructura. Además, los bosques de manglares en el estuario del Guayas han disminuido significativamente debido a la urbanización y la conversión de tierras a la agricultura y la acuicultura. La pérdida de vegetación natural no sólo afecta a la biodiversidad, sino que también reduce la capacidad del medio ambiente para absorber CO<sub>2</sub> y mitigar los efectos del cambio climático.

La comparación de las imágenes satelitales entre 1984 y 2022 revela un marcado crecimiento urbano. En 1984, las áreas urbanas estaban concentradas principalmente en el centro de la ciudad y sus alrededores, como La Alborada, Guasmo y Samborondón, mientras que los colores verdes oscuros representaban zonas con alta densidad de vegetación, como el Bosque Protector Cerro Blanco. Para 2022, se observa una considerable expansión urbana hacia áreas como La Aurora y Bastión Popular, invadiendo espacios que antes eran rurales o naturales. Los verdes más claros, que indican vegetación menos densa o en uso agrícola, también han disminuido, siendo reemplazados por desarrollos residenciales y comerciales. La fragmentación y reducción de los hábitats naturales ha afectado negativamente la biodiversidad local.

En Quito, la situación es igualmente alarmante. La **Figura 4** muestra el deterioro y pérdida de zonas, esto debido a la construcción del Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre y el desarrollo de proyectos como el Metro de Quito y la Plataforma Gubernamental Financiera han llevado a la deforestación y la eliminación de vegetación urbana. Áreas protegidas como el Bosque Protector Pululahua y espacios recreativos importantes como el Parque Metropolitano Guanguiltagua han sido impactados negativamente por la expansión urbana. Además, la urbanización intensiva alrededor del río Machángara ha resultado en la deforestación de áreas ribereñas, aumentando la vulnerabilidad a inundaciones y reduciendo la calidad del agua.

**Figura 4 - Crecimiento urbano de la ciudad de Quito de 1984 al 2022**



La comparación de las imágenes satelitales entre 1984 y 2022 revela una notable expansión urbana y una significativa reducción de áreas verdes. En 1984, existían extensas áreas verdes alrededor de Quito, especialmente hacia el este y sur, con vegetación densa en las montañas y valles cercanos, la urbanización estaba concentrada principalmente en el centro y norte de Quito, con barrios como El Condado, Cotacollao y Carcelén claramente definidos, y áreas menos desarrolladas hacia el este y el sur. Para 2022, la expansión urbana se ha extendido significativamente hacia el norte y este, abarcando áreas como Calderón y Tumbaco. Zonas que antes eran rurales ahora están densamente urbanizadas, con una notable extensión hacia los valles circundantes.

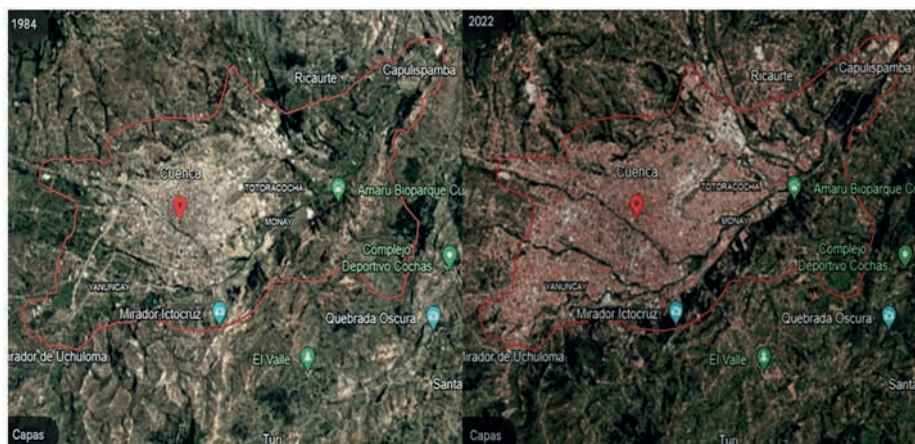
La desaparición de áreas verdes tiene múltiples efectos negativos. La reducción de la biodiversidad es una consecuencia directa de la destrucción de hábitats naturales, poniendo en riesgo a numerosas especies de flora y fauna. Además, la falta de vegetación contribuye al efecto de isla de calor urbano, donde las áreas urbanizadas son significativamente más calientes que las áreas rurales circundantes, afectando el clima local. La calidad del aire también se ve comprometida, ya que las plantas juegan un papel crucial en la purificación del aire al absorber dióxido de carbono y otros contaminantes. La pérdida de áreas verdes, por lo tanto, incrementa los niveles de contaminación del aire, afectando negativamente la salud de los residentes urbanos.

Cuenca, una de las ciudades más importantes de Ecuador, también ha experimentado un crecimiento urbano significativo en las últimas décadas, si se observa la **ilustración 5** se aprecia la pérdida de áreas verdes. La expansión de áreas residenciales y comerciales ha resultado en la deforestación de las colinas circundantes y la fragmentación de los ecosistemas naturales. Proyectos de infraestructura, como la construcción de nuevas vías y la expansión de la red de transporte público, han contribuido a la reducción de espacios naturales y a la alteración de los hábitats locales. Esta urbanización ha incrementado la contaminación del aire debido al aumento del tráfico vehicular y la utilización de materiales de construcción no sostenibles.

La comparación de las imágenes satelitales entre 1984 y 2022 revela una notable expansión urbana y una significativa reducción de áreas verdes. En 1984, la urbanización estaba concentrada principalmente en el centro de Cuenca, con áreas desarrolladas en torno a la ciudad principal. Los barrios como el centro histórico, Mirador Icto Cruz y Ciudadela Kennedy estaban claramente delimitados, y la periferia mostraba una menor densidad de desarrollo urbano. Para 2022, la expansión urbana se ha extendido significativamente hacia los alrededores de la ciudad, con áreas como Ricaurte y El Valle. La mancha urbana se ha expandido en todas direcciones, ocupando terrenos que anteriormente eran rurales o naturales.



**Figura 5 - Crecimiento urbano de la ciudad de Cuenca de 1984 al 2022**



Esta expansión urbana ha llevado a una reducción considerable en la densidad de vegetación en los alrededores de la ciudad, fragmentando los espacios naturales y convirtiendo áreas verdes en zonas residenciales y comerciales. En 1984, existían extensas áreas verdes alrededor de Cuenca, con una notable densidad de vegetación en las montañas y valles circundantes, indicadas por los colores verdes oscuros. Sin embargo, para 2022, muchas de estas áreas han sido urbanizadas, reduciendo significativamente la cobertura vegetal. Los valles cercanos a Cuenca, como El Valle y Molinopamba, que mostraban baja densidad de desarrollo urbano en 1984, han experimentado un desarrollo considerable para 2022, llevando a la fragmentación de ecosistemas y la pérdida de vegetación natural.

## CONCLUSIONES

El análisis del crecimiento urbano en las ciudades de Guayaquil, Quito y Cuenca a través de imágenes satelitales de 1984 y 2022, así como los datos de crecimiento por provincias, revela un patrón consistente de expansión urbana acelerada y una consecuente reducción significativa de áreas verdes. Primero, el crecimiento urbanístico en Ecuador ha sido notable en las últimas décadas. Según los datos del censo, las provincias de Guayas, Pichincha, Manabí y El Oro han experimentado un crecimiento demográfico significativo desde 1950. Particularmente, las provincias de Guayas y Pichincha que concentran el 50% de la población urbana, reflejando una tendencia clara hacia la urbanización acelerada en las principales áreas metropolitanas del país.

Segundo, el crecimiento urbano ha sido especialmente marcado en las ciudades de Guayaquil, Quito y Cuenca. En Guayaquil, la expansión urbana ha invadido áreas rurales y naturales, transformando zonas como La Aurora y Samborondón en desarrollos

residenciales y comerciales densos. Quito ha experimentado un crecimiento similar, extendiéndose hacia los valles circundantes como Calderón y Tumbaco, mientras que Cuenca ha visto un notable desarrollo en áreas como Ricaurte y El Valle. Este crecimiento ha llevado a una significativa fragmentación de los ecosistemas y la pérdida de vegetación natural.

Es fundamental implementar políticas de desarrollo urbano sostenible para mitigar los efectos negativos del crecimiento urbano. Estas políticas deben incluir la protección y expansión de áreas verdes, la promoción del uso de energías limpias y tecnologías sostenibles en la construcción y el transporte, y la mejora de la gestión de residuos sólidos. Además, el uso de herramientas de análisis espacial y datos satelitales es crucial para monitorear y gestionar el desarrollo urbano de manera efectiva. Las recomendaciones derivadas de este análisis tienen el potencial de guiar a los responsables de la formulación de políticas y a las comunidades hacia la adopción de prácticas sostenibles que aseguren un desarrollo urbano equilibrado y la preservación de los recursos naturales de Ecuador para las generaciones presentes y futuras.

## REFERENCIAS

Adebayo, T. S., Ramzan, M., Iqbal, H. A., Awosusi, A. A., & Akinsola, G. D. (2021). The environmental sustainability effects of financial development and urbanization in Latin American countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 57983-57996. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14580-4>

Davis, K. (1965). The Urbanization of the Human Population." *Scientific American*. *Scientific American Magazine*, 213(3), 41-53. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0965-40>

Mena, C. F., Benitez, F. L., Sampedro, C., Martinez, P., Quispe, A., & Laituri, M. (2022). Modeling Urban Growth and the Impacts of Climate Change: The Case of Esmeraldas City, Ecuador. *Sustainability*, 14(8). <https://doi.org/10.3390/su14084704>

Rudel, T. K., & Richards, S. (1990). Urbanization, roads, and rural population change in the Ecuadorian Andes. *Studies In Comparative International Development*, 25, 73.89. <https://doi.org/10.1007/BF02687180>

Tapia-Armijos, M. F., Homeier, J., Espinosa, C. I., Leuschner, C., & de la Cruz, M. (2015). Correction: Deforestation and Forest Fragmentation in South Ecuador since the 1970s - Losing a Hotspot of Biodiversity. *Plos One*, 10(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142359>

Alvarado, R., & Toledo, E. (2017). Environmental degradation and economic growth: Evidence for a developing country. *Environmental Development and Sustainability*, 19, 1205-1218. <https://doi.org/10.1007/s10668-016-9790-y>

Bartra Gómez, J., & Delgado Bardales, J. M. (2020). Gestión de Residuos Sólidos Urbanos y su Impacto Medioambiental. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 4(2), 993-1008. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v4i2.135](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v4i2.135)

Inostroza, L., Baur, R., & Csaplovics, E. (2013). Urban sprawl and fragmentation in Latin America: A dynamic quantification and characterization of spatial patterns. *Journal of Environmental Management*, 115, 87-97. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.11.007>

- Liang, L., Wang, Z., & Li, J. (2019). The effect of urbanization on environmental pollution in rapidly developing urban agglomerations. *Journal of Cleaner Production*, 237. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117649>
- Massa Sánchez, P., Quintana Romero, L., Correa Quezada, R., & Río Rama, M. (2020). Empirical Evidence in Ecuador between Economic Growth and Environmental Deterioration. *Sustainability*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/su12030853>
- McCarty, J., & Kaza, N. (2015). Urban form and air quality in the United States. *Landscape and Urban Planning*, 139, 168-179. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.03.008>
- Notestein, F. W. (1945). Population – The Long View. En T. Schultz, *Food for the World* (págs. 36-57). University of Chicago Press.
- Rumyantseva, E. E., Bezdudnaya, A. G., & Rastov, M. A. (2023). Urban Improvement, Environmental Pollution and Population Health in the Context of Investment Priorities Working-Out for Sustainable Development. En *Finance, Economics, and Industry for Sustainable Development. NCSDESG 2022*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-30498-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-031-30498-9_1)
- Satterthwaite, D. (2007). *The Transition to a Predominantly Urban World and its Underpinnings*. <https://doi.org/ISBN:1843696703>
- Shukla, V., & Parikh, K. (1992). The environmental consequences of urban growth: Cross-national perspectives on economic development, air pollution, and city size. *Urban Geography*, 13(5), 422-449. <https://doi.org/10.2747/0272-3638.13.5.422>
- Sun, J., Wang, J., Wang, T., & Zhang, T. (2019). Urbanization, economic growth, and environmental pollution: Partial differential analysis based on the spatial Durbin model. *Management of Environmental Quality*, 30(2), 483-494. <https://doi.org/10.1108/MEQ-05-2018-0101>
- Wu, H., Gai, Z., Guo, Y., Li, Y., Hao, Y., & Lu, Z.-N. (2020). Does environmental pollution inhibit urbanization in China? A new perspective through residents' medical and health costs. *Environmental Research*, 182. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109128>
- Zambrano Murillo, C., Hechavarría Hernández, J. R., & Vázquez, M. L. (2020). Multicriteria analysis in the proposed environmental management regulations for construction in Aurora, Guayas, Ecuador. En *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 965. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-20454-9\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-20454-9_10)
- Zhao, P., & Li, P. (2017). Rethinking the relationship between urban development, local health and global sustainability. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 25, 14-19. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.02.009>