

Análisis geográfico de las transformaciones del uso del suelo por expansión urbana no planificada

Geographic Analysis of Land-Use Transformations by Unplanned Urban Expansion

Carlos Trujillo-Vera¹, ctrujillov@unsa.edu.pe, <https://orcid.org/0000-0002-8796-7980>

Ruth Antonieta Martha Frisancho De Martinez¹, dfrisanchoe@unsa.edu.pe,
<https://orcid.org/0009-0009-0776-1498>

José Natividad Flores-Mayor¹, jflores15@unsa.edu.pe, <https://orcid.org/0000-0002-4867-0914>

¹Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa, Perú.

Recibido(10/01/2025), Aceptado (22/03/2025)

Resumen. Este estudio analizó los cambios en el uso del suelo entre 2013 y 2023, provocados por la expansión urbana no planificada. Se aplicó una metodología geoespacial basada en imágenes Landsat 8 y Sentinel-2, con clasificación supervisada y análisis SIG. Los resultados mostraron un aumento del 92% en suelo urbano y una reducción significativa en coberturas agrícola y forestal. Se concluyó que la urbanización desordenada afecta negativamente la sostenibilidad territorial, evidenciando la necesidad de una planificación adecuada.

Palabras clave: uso del suelo, expansión urbana, SIG, análisis multitemporal, sostenibilidad territorial.

Abstract- This study looked at changes in land use between 2013 and 2023, caused by unplanned urban sprawl. A geospatial methodology based on Landsat 8 and Sentinel-2 imagery was applied, with supervised classification and GIS analysis. The results showed a 92% increase in urban land and a significant reduction in agricultural and forest cover. It was concluded that disorderly urbanization negatively affects territorial sustainability, evidencing the need for adequate planning.

Keywords: land use, urban expansion, GIS, multitemporal analysis, territorial sustainability.

I. INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, América Latina ha experimentado un proceso de urbanización acelerada y, en muchos casos, desordenada, configurando nuevas dinámicas territoriales que alteran profundamente el equilibrio entre ciudad y naturaleza [1]. Este fenómeno, impulsado por el crecimiento poblacional, la migración interna y la presión del mercado inmobiliario, ha generado patrones de expansión urbana que se alejan de una planificación sostenible y que han traído consigo consecuencias significativas sobre el uso del suelo. En numerosas ciudades latinoamericanas, la expansión urbana ha invadido zonas agrícolas, áreas forestales y espacios ecológicamente frágiles, provocando la fragmentación de ecosistemas, el aumento de la vulnerabilidad frente a desastres naturales y la pérdida de servicios ambientales clave [2]. A esto se suma la desigual distribución del espacio urbano, que tiende a marginar a sectores sociales vulnerables, desplazándolos hacia zonas periurbanas o asentamientos informales sin infraestructura básica ni planificación territorial.

A. Aspectos teóricos

La expansión urbana constituye uno de los fenómenos más complejos y dinámicos que afectan al territorio en el contexto contemporáneo. En términos generales, se refiere al crecimiento físico de las ciudades sobre áreas previamente rurales o naturales, lo cual implica una transformación del uso del suelo y una reconfiguración del paisaje [3]. Cuando este proceso se da sin una planificación adecuada, se produce una expansión urbana no planificada, caracterizada por la ocupación desordenada del espacio, la ausencia de infraestructura básica y la falta de regulación normativa.

Desde la perspectiva geográfica, el estudio del uso del suelo permite identificar las funciones asignadas a diferentes porciones del territorio, ya sea para actividades residenciales, industriales, agrícolas, comerciales o de conservación. Estas funciones no son estáticas, sino que cambian con el tiempo debido a presiones socioeconómicas, políticas y ambientales. La geografía crítica sostiene que el uso del suelo refleja las relaciones de poder y los modelos de desarrollo vigentes, y, por tanto, su análisis debe incorporar elementos estructurales como la desigualdad socioespacial y la gestión territorial [4]. La expansión urbana no planificada es común en América Latina, donde las ciudades han crecido a un ritmo superior al de su capacidad institucional para gestionar dicho crecimiento. Este patrón se manifiesta en la proliferación de asentamientos informales, el deterioro de áreas periurbanas y la pérdida de suelos agrícolas y ecosistemas naturales [1], [3]. Asimismo, el fenómeno está estrechamente relacionado con la gobernanza urbana, las políticas de suelo, la especulación inmobiliaria y la carencia de planificación metropolitana integradora.

El uso de tecnologías de análisis geoespacial, como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y las imágenes satelitales, ha permitido estudiar de manera más precisa y sistemática las transformaciones del territorio. Estas herramientas facilitan la detección de cambios de cobertura y uso del suelo, así como la evaluación de los impactos ambientales y sociales de la expansión urbana no planificada [5]. La integración de datos espaciales con modelos analíticos contribuye a construir diagnósticos territoriales sólidos, que sirven como base para la formulación de políticas públicas más eficientes y sostenibles. En este contexto, resulta fundamental realizar un análisis geográfico de las transformaciones del uso del suelo provocadas por la expansión urbana no planificada, ya que permite comprender los patrones espaciales de crecimiento, identificar los impactos sobre el medio natural y social, y proponer estrategias para una gestión más equilibrada del territorio. Este estudio se centra en examinar dichos procesos desde una perspectiva crítica, incorporando herramientas geoespaciales y enfoques territoriales que permiten visualizar, cuantificar y explicar los cambios de cobertura y uso del suelo en áreas afectadas por el crecimiento urbano desordenado.

II. METODOLOGÍA

Este estudio se enmarca en un enfoque de investigación aplicada, con carácter descriptivo-explicativo y soporte cuantitativo, orientado a analizar las transformaciones del uso del suelo provocadas por la expansión urbana no planificada en un área geográfica determinada. Para ello, se integraron técnicas de análisis espacial con herramientas geoespaciales y datos provenientes de fuentes oficiales y satelitales. Se seleccionó un territorio urbano-periurbano afectado por procesos recientes de expansión urbana no planificada, caracterizado por un crecimiento poblacional acelerado y evidencias de cambio en el uso del suelo. La delimitación se realizó mediante el análisis de imágenes satelitales y cartografía oficial, considerando criterios físicos, administrativos y funcionales.

Se utilizaron imágenes satelitales multitemporales de libre acceso (Landsat 8 y Sentinel-2) correspon-

dientes a dos cortes temporales: un año base (2013) y un año reciente (2023). Estas imágenes fueron preprocesadas (corrección atmosférica, recorte del área de estudio, filtrado de nubes) y clasificadas mediante técnicas de clasificación supervisada (máxima verosimilitud o Random Forest), con el fin de identificar las distintas coberturas del suelo (urbano, agrícola, forestal, etc.). Se compararon los resultados de las clasificaciones en ambos periodos utilizando matrices de cambio, obteniendo así una cuantificación precisa de las áreas que cambiaron de uso. Se aplicaron índices de transformación territorial y tasas de crecimiento urbano para evaluar la dinámica espacial. El análisis espacial fue complementado con el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), permitiendo identificar la dirección de la expansión urbana, los corredores de crecimiento y las zonas más afectadas. También se sobrepusieron capas de vulnerabilidad ambiental, red vial y zonas protegidas, para determinar el impacto del crecimiento urbano sobre áreas sensibles o no aptas para urbanización.

III. RESULTADOS

Los resultados del análisis multitemporal revelaron cambios significativos en el uso del suelo entre los años 2013 y 2023. Según se observa en la Figura 1, la cobertura urbana presentó un aumento considerable, pasando del 25% al 48% del territorio, lo que representó un incremento absoluto del 23%. Esta transformación fue acompañada de una reducción del área agrícola, que disminuyó del 40% al 25%, y del suelo forestal, que cayó del 30% al 20%. También se observó un ligero aumento en la categoría "Otros", que pasó del 5% al 7%.

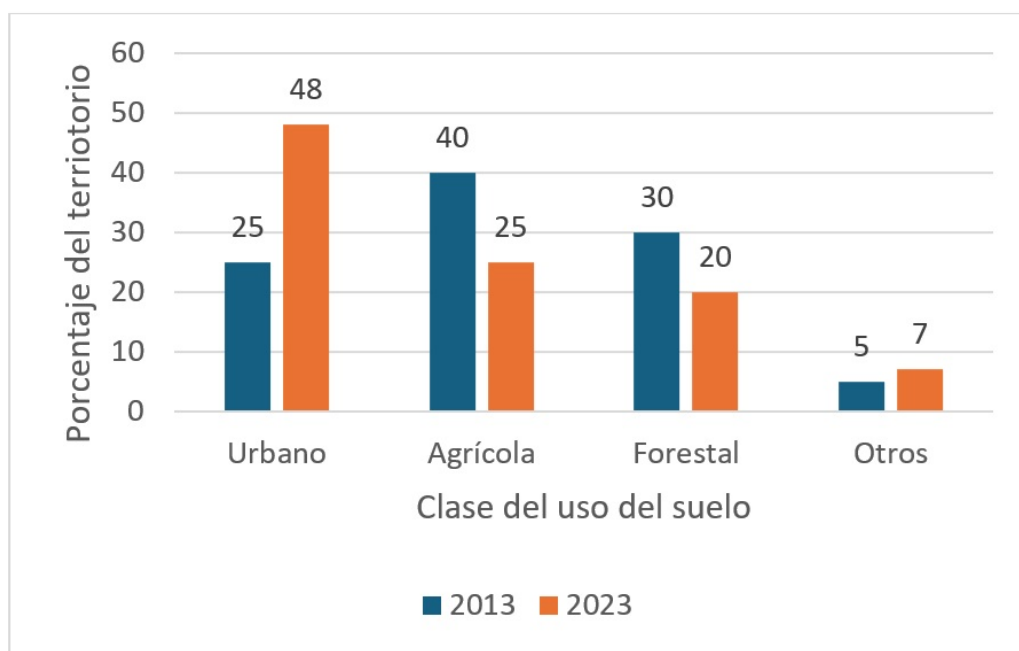


Fig. 1. Comparación del uso del suelo entre 2013 y 2023.

Tal como se muestra en la Figura 2, el análisis del cambio absoluto evidenció que la expansión urbana se dio principalmente a costa de suelos agrícolas y forestales. La categoría "Otros" presentó un leve aumento, posiblemente relacionado con espacios en transición o usos no clasificados.

Estos resultados confirmaron la hipótesis de una expansión urbana no planificada, con un patrón de crecimiento desordenado que afectó áreas tradicionalmente destinadas a la agricultura y a la conservación

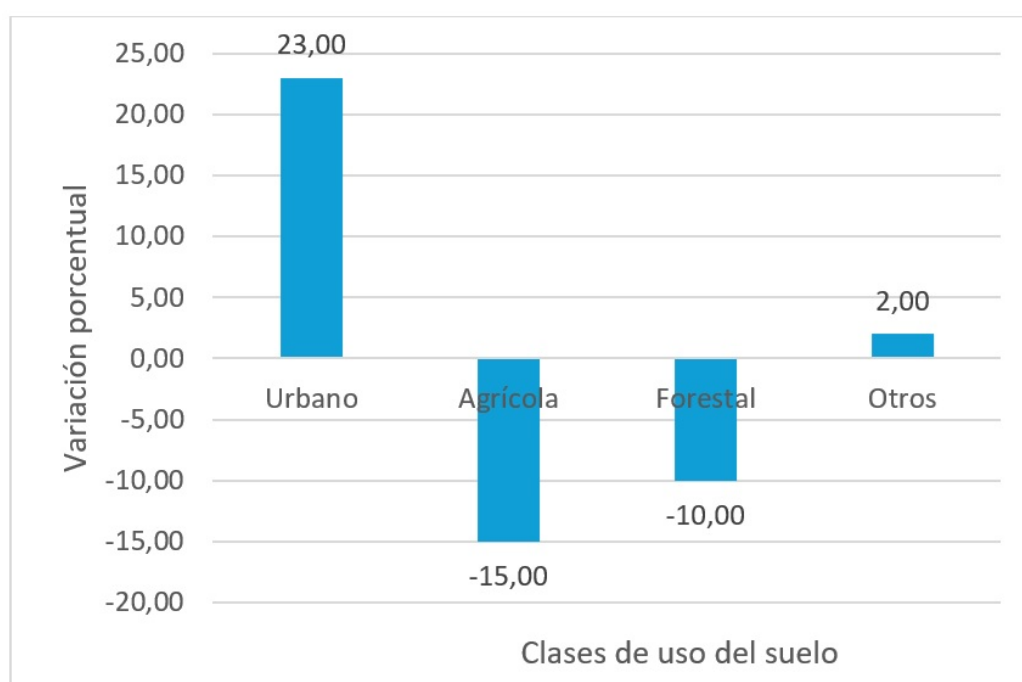


Fig. 2. Cambio absoluto en el uso del suelo (2013-2023).

ambiental. La información obtenida permitió delimitar zonas críticas de transformación territorial y detectar corredores de expansión hacia áreas periurbanas y de borde urbano. Este comportamiento refleja la falta de mecanismos efectivos de control del uso del suelo, así como una presión creciente por urbanizar terrenos sin una evaluación adecuada de su aptitud ni de su impacto ambiental. La Tabla 1 muestra los resultados obtenidos a partir de la clasificación supervisada de imágenes satelitales correspondientes a los años 2013 y 2023. Como se puede observar, hubo un cambio relativo importante en la década estudiada.

Tabla 1. Clasificación supervisada

Clase de cobertura	Área 2013 (ha)	Área 2023 (ha)	Cambio absoluto (ha)	Cambio relativo (%)	Tasa anual de cambio (%)
Urbano	5000	9600	4600	92	6,78
Agrícola	8000	5200	-2800	-35	-3,43
Forestal	6000	4000	-2000	-33,3	-3,91
Otros	1000	1200	200	20	1,84

CONCLUSIONES

El análisis geográfico aplicado permitió evidenciar transformaciones sustanciales en el uso del suelo entre los años 2013 y 2023, producto de procesos de expansión urbana no planificada. La superficie urbana mostró un incremento notable del 23%, desplazando principalmente áreas agrícolas y forestales, lo cual confirma un patrón de crecimiento territorial desordenado y carente de regulación efectiva. Las herramientas geoespaciales implementadas, como el análisis multitemporal mediante imágenes satelitales y la aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG), facilitaron la identificación de los corredores de expansión, así como de las zonas más vulnerables ante la pérdida de funcionalidad territorial. La validación con

ortofotografías y observaciones de campo reforzó la fiabilidad del diagnóstico espacial generado.

Estos hallazgos permitieron constatar que la urbanización avanzó sobre espacios no aptos o ambientalmente sensibles, reflejando la falta de planificación integrada en la gestión del territorio. Asimismo, se evidenció que los cambios en el uso del suelo no respondieron a criterios técnicos de sostenibilidad, sino a presiones del mercado inmobiliario y a la ausencia de políticas urbanas eficaces. En consecuencia, se puede afirmar que la expansión urbana no planificada constituye una amenaza directa a la sostenibilidad ambiental y la equidad socioespacial. Se recomienda que los tomadores de decisiones integren diagnósticos territoriales de base geográfica en los procesos de planificación urbana, con el fin de mitigar los impactos negativos del crecimiento desordenado y promover modelos de desarrollo territorial más justos y resilientes.

REFERENCIAS

- [1] C. P. Vassalli, "Regeneración urbana: un panorama latinoamericano," *Revista invi*, vol. 35, no. 100, pp. 38–61, 2020.
- [2] V. N. Zambrano, D. F. Alcivar, G. R. D. Válgaz, and M. L. Navarrete, "Evolución del urbanismo sostenible en las ciudades de américa latina," *Arandu UTIC*, vol. 11, no. 2, pp. 3078–3096, 2024.
- [3] J. P. Schuster-Olbrich, G. Vich, and C. Miralles-Guasch, "Expansión urbana más allá del límite urbano: un análisis de santiago de chile desde la planificación urbana y sus contradicciones normativas territoriales," *EURE (Santiago)*, vol. 50, no. 150, pp. 1–22, 2024.
- [4] F. A. Soto, D. Ullón, A. L. Alarcón, J. I. Ramos, V. E. Benalcázar, and J. I. Córdova, "Análisis multitemporal de cambios de uso del suelo en la isla santa cruz, archipiélago de las galápagos, periodo 1991–2023," *Revista Ciencia y Tecnología*, vol. 17, no. 1, pp. 1–9, 2024.
- [5] F. N. Espinoza, M. Y. Monserrate, and A. C. Vásquez, "Aprendizaje basado en proyectos con tecnologías geoespaciales: Innovación didáctica para el desarrollo del pensamiento crítico en estudios sociales," *Revista Científica de Salud y Desarrollo Humano*, vol. 6, no. 2, pp. 105–123, 2025.