

Territory evaluation methodology for directing urban growth based on its form and functioning

Metodología de evaluación del territorio para el direccionamiento del crecimiento urbano en base a su forma y funcionamiento

Autores:

Arq. Espinoza Touma, Farid Alexander
Universidad Nacional de Chimborazo
Arquitecto
Riobamba-Ecuador



farida.espinosa@unach.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0005-8319-6663>

Arq. Nieto Páez, Erick Fabricio
Universidad Nacional de Chimborazo
Arquitecto
Riobamba-Ecuador



erick.nieto@unach.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0005-6708-037X>

Arq. Morales González, Janeth Alexandra
Universidad Nacional de Chimborazo.
Arquitecto
Riobamba-Ecuador



janeth.morales@unach.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0001-9380-4865>

Arq. Cajamarca Dacto, Karina Elizabeth
Universidad Nacional de Chimborazo
Arquitecto
Guayaquil-Ecuador



karina.cajamarca@unach.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0009-3465-302X>

Fechas de recepción: 20-ENE-2024 aceptación: 24-FEB-2024 publicación: 15-MAR-2024



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

Este estudio presenta una metodología para evaluar las oportunidades de expansión urbana controlada, centrándose en los factores que influyen en el funcionamiento y la forma del tejido urbano en relación con la escala de la ciudad. La metodología se estructura en tres fases distintas. En la primera fase, se delimita el área de estudio y se describe su tipología formal, considerando su escala. La segunda fase consiste en el monitoreo del funcionamiento del tejido urbano y el análisis de su forma, utilizando sistemas de información geográfica (SIG) que se ajustan a criterios de evaluación similares empleados en estudios de territorios comparables. En la tercera fase, se recopilan las valoraciones derivadas de los análisis realizados para llevar a cabo una evaluación multicriterio mediante SIG, en la que se ponderan tanto las restricciones como las capacidades del territorio con el fin de delimitar las zonas propicias para el crecimiento urbano. Este estudio se enfocará en la interacción entre el límite urbano y las conurbaciones rurales en Riobamba, una ciudad intermedia ubicada en la zona montañosa de América Latina, específicamente en Ecuador. El análisis del crecimiento urbano permitirá identificar las tendencias geométricas y funcionales del desarrollo de la ciudad, proporcionando así información crucial para la planificación y gestión del territorio a futuro.

Palabras clave: metodología; evaluación; direccionamiento; crecimiento urbano; forma; función

Abstract

This study presents a methodology for assessing opportunities for controlled urban sprawl, focusing on the factors that influence the functioning and form of the urban fabric in relation to the scale of the city. The methodology is structured in three distinct phases. In the first phase, the study area is delimited, and its formal typology is described, considering its scale. The second phase consists of monitoring the functioning of the urban fabric and analyzing its form, using geographic information systems (GIS) that conform to similar evaluation criteria used in studies of comparable territories. In the third phase, the assessments derived from the analyses are compiled to carry out a multi-criteria evaluation using GIS, in which both the constraints and the capacities of the territory are weighted in order to delimit the areas conducive to urban growth. This study will focus on the interaction between the urban boundary and rural conurbations in Riobamba, an intermediate city located in the mountainous area of Latin America, specifically in Ecuador. The analysis of urban growth will identify the geometric and functional trends of the city's development, thus providing crucial information for future territorial planning and management.

Key words: methodology; evaluation; direction; urban growth; form; function

Introducción

Las ciudades latinoamericanas sufren grandes procesos de expansión urbana descontrolada, debido a transformaciones físicas y sociales que han estimulado la toma de ecosistemas naturales y zonas productivas. Este proceso conlleva a mencionar la importancia de anticipar la planificación territorial enfocada en la forma y medida expansiva de la ciudad; tomando en cuenta diferentes factores espaciales que relacionan el espacio natural y el espacio artificial. Por consiguiente, este proceso identificatorio relaciona de mejor manera la función de la ciudad en relación con sus sistemas estructurantes físico-sociales

Según (Bolay & Rabinovich, 2004), se indica que un 60% de la población mundial residen en áreas urbanas, mientras que apenas un 40% residen en zonas rurales. Por lo cual se define que unos de los principales fenómenos sociales están relacionados con ella migración urbano-rural, debido a la capacidad de respuesta de los ecosistemas rurales en relación con los componentes cotidianos del estilo de vida de la civilización actual (Bazant, 1992). Cabe mencionar que el proceso de migración interna se relaciona según (Herrera et al., 1976) con el tamaño y la forma de las ciudades; relacionado con los parámetros que define dicha literatura para poder clasificar la tendencia formal y su demografía. Es por ello que, al optar por una metodología de avance de crecimiento urbano, permite medir las influencias sociales (funcionamiento), tanto como las tenencias físicas (forma), para desatar una serie de relaciones espaciales en el territorio que permitan monitorear la tendencia de su crecimiento en un rango sobre el borde urbano-rural (Finkelievich, 2004).

La tipología de funcionamiento de las ciudades latinoamericanas exhibe una tendencia común en la organización territorial, influenciada por el tejido funcional y formal establecido en la época colonial, notablemente plasmado en la Carta de Indias a lo largo de la región hispanoamericana. Este legado ha engendrado similitudes en el desarrollo territorial de América Latina (Herrera et al., 1976). Este proceso ha promovido que los territorios nacionales en la región asignen importancia a sus ciudades según su forma y función, otorgándoles características específicas en términos de escala territorial (metrópolis, ciudades intermedias, pequeños poblados), organización funcional (monocéntrica, policéntrica, lineal) y tipología formal (circular, estrellada, lineal, rectangular). Estos elementos son fundamentales para comprender la escala y dinámica territorial de las ciudades latinoamericanas (Herrera et al., 1976). Por consiguiente, este marco de referencia condiciona estos parámetros para la identificación de la tipología de las ciudades.

El funcionamiento social de los territorios latinoamericanos ha dado lugar a la consolidación de las zonas periurbanas como resultado de diversas problemáticas socioespaciales. Estas incluyen la inseguridad, la especulación del suelo, la segregación social, la migración urbano-rural, la falta de educación rural, entre otras (Merlotto et al., 2012). Todos estos aspectos contribuyen a estimular la apropiación y el fraccionamiento espontáneo de suelos rurales en

las proximidades del límite urbano, lo que conduce a la desarticulación territorial de estas zonas (Merlotto et al., 2012). Esto se manifiesta en un crecimiento desordenado que carece de compatibilidad tanto formal como funcional con las características de la ciudad circundante.

Este estudio representa un esfuerzo por contar con una metodología efectiva, de fácil aplicación, reproducible y modificable, partiendo de evaluación territorial, para ajustarse a las particularidades de los diversos contextos geográficos, teniendo como objetivo apoyar la toma de decisiones en la planificación de polígonos y creación de nuevas áreas urbanas (Pallares Bossa, 2010). Las facilidades y habilidades de la metodología están enfocadas para generar continuidad espacial en zonas territoriales periurbanas que cuenten con patrones de continuidad funcional en su tejido y que no se encuentren en peligro por las restricciones físico-naturales del territorio. Por consiguiente, se podrá generar una catalogación territorial que impedirá el avance de la mancha urbana en ecosistemas no urbanizables (Vargas-Bolaños et al., 2019).

La metodología propuesta consta de 5 fases etapas distribuidas en tres etapas de: descripción, análisis y evaluación. Cada fase de estas 3 etapas hace referencia a las características funcionales y formales del territorio. Al finalizar, se realiza la recopilación de los resultados para la ponderación de los criterios relevantes, centrados en la medición del avance urbano. Los análisis generales se apoyan en una serie de mapas temáticos que permiten realizar una evaluación territorial, asignando calificaciones que van de 1 a 5, donde 5 representa la situación óptima y 1 denota una situación negativa. Esta metodología definirá una reasignación de ponderaciones mediante el uso de la evaluación multicriterio, lo que facilitará la identificación de los valores óptimos para el avance urbano territorializado a través de sistemas de información geográfica (SIG) (Shenavar & Hosseini, 2014).

Antecedentes

Antecedentes del funcionamiento y forma de crecimiento de las ciudades latinoamericanas (Aspectos geográficos para su valoración)

Las ciudades en Latinoamérica muestran una tendencia a la formación de concentraciones urbanas en áreas relativamente reducidas en comparación con la extensión del territorio nacional (Herrera et al., 1976). Como resultado, es común observar la presencia de un reducido número de ciudades de gran extensión que concentran la mayor parte de la población nacional, estableciéndose como capitales o principales núcleos urbanos del país, conocidos como distritos metropolitanos (Herrera et al., 1976). Este fenómeno se origina en un crecimiento espontáneo que se desarrolló principalmente en las primeras décadas de su

fundación. Paralelamente, se han observado procesos de crecimiento urbano más prolongados en ciudades de menor escala, denominadas ciudades intermedias, donde el patrón de expansión territorial se manifiesta a lo largo de periodos más extensos en términos de conformación territorial (Bolay & Rabinovich, 2004).

Los procesos de expansión urbana han sido impulsados principalmente por factores demográficos, donde el constante aumento de la población ha sido estimulado por las ventajas físicas del territorio que contribuyen a la formación de condiciones sociales propicias para la habitabilidad (Mohammed et al., 2016). Estos elementos territoriales que han fomentado el rápido crecimiento de las ciudades principales están vinculados en parte a la explotación de recursos naturales y a la utilización de las características del territorio, como la accesibilidad, la calidad del suelo y el clima favorable (Bolay & Rabinovich, 2004). La elección de la ubicación de estas ciudades principales estuvo influenciada por la adecuada identificación de estas capacidades espaciales, en consonancia con las disposiciones establecidas por las ordenanzas de Felipe II, que incluyeron la Carta de Indias previamente mencionada y que guiaron la fundación de las colonias españolas (Herrera et al., 1976).

La gran mayoría de las ciudades latinoamericanas exhiben un modelo funcional mono-céntrico que se remonta al régimen de la Carta de Indias, que estableció un patrón de acomodamiento espacial del núcleo urbano en nueve manzanas (Herrera et al., 1976). En este modelo, la ciudad centralizaba los principales poderes y servicios dentro del núcleo original, que en la actualidad se ha transformado en zonas históricas. Sin embargo, tras esta fase inicial, la evolución del funcionamiento de las ciudades y el crecimiento demográfico han dado lugar a un modelo sectorizado. Este cambio se debe al avance geométrico en la forma territorial y a la dificultad del núcleo original para abastecer una cobertura similar a la inicial. Como resultado, los asentamientos urbanos de gran extensión han evolucionado hacia un modelo policéntrico, caracterizado por la generación de múltiples núcleos distribuidos geográficamente y equidistantes de la forma final de expansión (Marmolejo et al., 2015).

Los grandes procesos de crecimiento demográfico en ciudades principales generaron una gran demanda de suelo en dichos poblados, logrando así una saturación espacial de su forma y tamaño dentro de los límites físicos abarcados en una escala mayor de territorio. Por lo cual, se ha generado que los ecosistemas y las cualidades primitivas del territorio se vean mermadas por la falta de contención de la organización socio espacial. A su vez en la escala de ciudades intermedias, el avance de dicho poblado se ha visto relegado a depender de la situación territorial de sus inmediaciones y a procesos tardíos de aglomeración demográfica que generan una serie de oportunidades para anticipar el crecimiento hacia los ecosistemas naturales; donde aún se puede permitir, una delimitación y compatibilidad amigable con las condicionantes de su borde urbano.

Dentro del proceso de expansión de los poblados latinoamericanos, se pueden identificar distintas tipologías en función de su extensión territorial y su población, como señala



(Herrera et al., 1976). Se define que las ciudades intermedias son aquellas cuya población oscila entre 150,000 y 600,000 habitantes. En este sentido, resulta relevante anticipar el modelo de expansión en dichas escalas de territorio, considerando cuidadosamente ciertos factores que son pertinentes en relación con las características del territorio (Herrera et al., 1976). Es crucial dirigir el crecimiento físico artificial teniendo en cuenta aspectos como la preservación ambiental y la compatibilidad con los ecosistemas naturales, a fin de evitar problemas que puedan afectar la calidad de vida en estas ciudades (Bazant, 2010).

Se han encontrado investigaciones que abordan metodologías para el direccionamiento de la mancha urbana en zonas que son pertinentes para el medio físico, tomando en cuenta procesos de consolidación artificial en sectores del territorio que no agreden de manera sustancial las coberturas de suelo naturales (Vargas-Bolaños et al., 2019). Se toma en cuenta una serie de limitaciones físicas como la topografía, clima, cuerpos azules y ecosistemas verdes, etc. En resumen, los parámetros a los que hace referencia la literatura especializada incluyen el monitoreo de accesibilidad urbana a ciertas actividades cotidianas de la ciudadanía para medir la pertinencia y el grado de tejido funcional en las zonas peri-urbanas acopladas sus limitantes físicas.

Para la delimitación del área de estudio, (Merlotto et al., 2012), considera que la relación con la escala de territorio rural próxima es importante; concatenándolo con los aspectos formales en base a la medición de su tipología identificando el desarrollo geométrico de sus principales componentes artificiales. Por ello se expone el reconocimiento tipológico de varias ciudades intermedias de Latinoamérica para comprender la función espacial en relación con sus condicionantes naturales y tejido artificial.

Tabla 1.

Formas comunes en ciudades intermedias, características

Forma Urbana	Ubicación	Ventajas	Desventajas
Lineal Valoración: 5-15 Medida de la circularidad.	Franja litoral o valle estrecho	Posibilidad de desarrollar vías de comunicación fácilmente accesibles de ruta longitudinal. Posibilidad de extenderse sin perder contacto con el campo	Grandes distancias entre extremos y aun entre el centro y los extremos
Extendida o Estrella Valoración: 30-50 Medida de la circularidad.	Planicies amplias con nudos de comunicación (Trujillo, Perú, Cuenca, Ecuador)	Relativa homogeneidad del núcleo. Distancias similares desde los distintos puntos de la periferia y centro.	Tiende a reproducirse agrupamiento compacto centralizado, dificultando el crecimiento y expansión de actividades



Semicírculo Valoración: 15-25 Medida de la circularidad.	A) planicies a orillas de vías acuáticas (mares, ríos, lagos) (Rosario, Argentina. Manta, Ecuador)	Puede crear subnúcleos eslabonados en forma lineal a lo largo de rayos circulatorios más fuertes	Expansión periférica dispersa a lo largo de rutas divergentes, con el lento relleno de intersticios
Cerrada, Rectangular O Cuadrada Valoración: 50-80 Medida de la circularidad.	Llanura mediterránea extensa (la Plata, Argentina)	Expansión fácilmente panificable. El centro está cerca de toda la periferia Proporciona unidad sólida.	Distancias considerables entre los extremos, problemas de tránsito lento
Irregular Valoración: 60-80 Medida de la circularidad.	Áreas con problemas topográficos e hidrográficos (David, Panamá. Pasto, Colombia)	Belleza natural. posibilidad de desarrollar subnúcleos	Problemas de circulación interior, con infraestructura costosa y difícil implantación

Nota: Se exponen varios casos de estudio comparables para identificar de manera formal la tipología de ciudad que desarrollan en base a las condiciones físicas del alrededor.
 Fuente:(Herrera et al., 1976)

Según la literatura especializada en identificar las características de las ciudades se considera para la tipología formal que: “Se debe obtener la “medida de la circularidad” de la forma del centro urbano en diferentes periodos de conformación de la ciudad y observar la tendencia seguida. Los valores más altos de la medida indican la proximidad de la forma a un círculo, conforme va decreciendo la forma corresponderá a un cuadrado, una estrella, irregular y por último a una forma lineal”(Herrera et al., 1976).

La fórmula propuesta por para la circularidad es:

$$Ms = 100ss$$

Donde:

Mc= medida de circularidad de la forma

Ss= superficie de la forma

Dp= distancia entre los dos puntos más distantes de la forma de la ciudad (limite urbano)

Aspectos territoriales considerados para el monitoreo en sistemas de información geográfica (SIG)

El autor (Quezada et al., 2019) analiza la función de la relación entre las características de la ciudad y la proximidad a ciertas actividades cotidianas ejecutadas por los habitantes (ciudades amigables con los peatones). Dicho aspecto se mide en base al radio de cobertura espacial por tipo de equipamiento urbano; tomando en cuenta los equipamientos que generan mayor frecuencia de uso en el porcentaje de la población urbana, como: accesibilidad a



equipamiento de salud, equipamiento de abastecimiento o comercio, equipamiento recreativo, equipamiento de transporte público, equipamiento administrativo o ejecutivo, equipamiento educativo. Para el cálculo de la puntuación se otorga un valor a cada rango de proximidad, siendo la mejor calificada las distancias pequeñas que comprenden una movilización peatonal o alternativa; mientras que las grandes distancias puntúan bajo debido a la exigencia del sistema de transporte público-privado. Con el análisis de proximidad de funciones de la ciudad, el presente análisis permite comprender cual es la capacidad de abastecimiento urbano en relación con la repartición del tejido compacto, con lo que satisface las necesidades prioritarias de interacción entre el humano y el medio artificial.

Por otro lado para el análisis de la formar urbana de crecimiento el autor (Criado et al., 2017), considerando que las características fundamentales de preservación de los ecosistemas es no agredir a coberturas de suelo productivas y ambientalmente protegidas, se toma como consideración el análisis de las coberturas, capacidades y forma del suelo; para poder optar por el direccionamiento de la expansión en áreas perimetrales que no se hayan identificado como potenciales ecosistemas ambientales. Por consiguiente, se pondera los valores para los factores que generan la restricción de borde para los territorios urbanos como: pendientes, uso del suelo, capacidad de utilización de la tierra, cobertura de la tierra y riesgos ambientales del territorio. Para el cálculo de su puntuación se valorará como mejor calificación las características del territorio que carezcan de riesgos ambientales y que se encuentren con cualidades de suelo medianamente urbanizadas (Gharaibeh et al., 2020). Por lo cual, las valoraciones bajas serán los sectores donde el suelo siga teniendo sus características originarias y las condiciones de riesgo sean conflictivas.

Un estudio realizado por (Gharaibeh et al., 2020), describe que la relación entre los componentes funcionales y formales de la ciudad se entrelazan entre sí. Morfológicamente cohesionados por la interacción entre lo físico y social que genera el concepto de urbanismo. Dicha apreciación crea la pertinencia de generar un modelo de evaluación multicriterio en base a los estudios de (Shenavar & Hosseini, 2014), permite la ponderación de las calificaciones de cada apartado (forma- función) con el direccionamiento hacia una expansión no invasiva en el contexto ambiental del territorio. Los valores funcionales deberán compartir relevancia con la continuidad de tejidos funcionales que permitan que la ciudad se expanda con la existencia de servicios actuales; mientras que en lo formal se generara las restricciones de valores ambientales para que los sectores con las mejores cualidades rurales se mantengan en producción.

Material y métodos

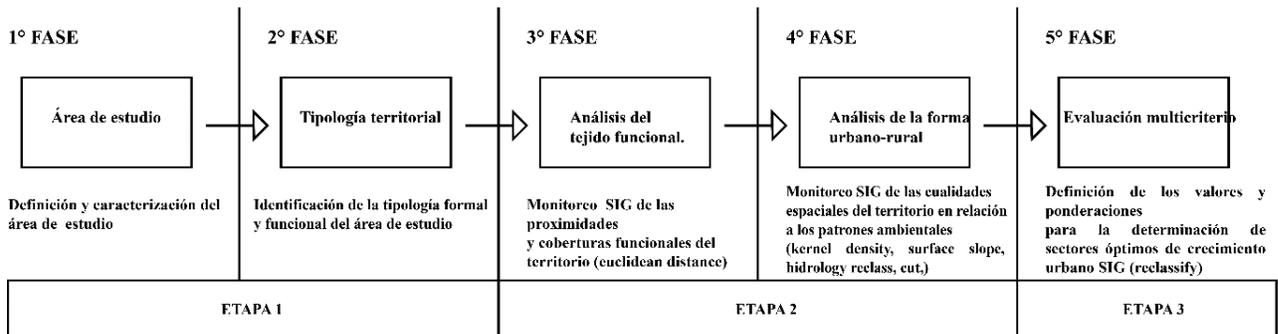


La revisión de bibliografía especializada sobre el tema de estudio indica que las características funcionales y formales de cada ámbito territorial determinan la pertinencia de las áreas periurbanas para la adecuación de infraestructura y expansión del suelo artificial en zonas medianamente consolidadas. En este trabajo se parte de la revisión bibliográfica antes detallada en base a los aspectos espaciales de ciudades intermedias y se definen aquellos atributos que cuentan con información para ser analizados en el caso de estudio.

La metodología propuesta en esta investigación comprendió 5 fases que se resumen en la Figura 1, y se desarrolló en tres etapas, uno de delimitación y determinación del territorio a estudiar, otro de análisis definición de los valores para ponderar la situación formal y funcional de la ciudad. y finalmente el momento de evaluación multicriterio en base a la recopilación de los valores obtenidos de los diferentes aspectos para poder delimitar las zonas optimas de expansión urbana en el territorio geográfico.

Figura 1.

Tabla de resumen de la metodología planteada



Fuente: Elaboración Propia

Resultados

Fase 01 y 02: Definición y caracterización del área con su identificación de tipología formal y funcional, estudio de caso Riobamba, Ecuador

Esta investigación pretende desarrollar el tema con la necesidad de anticipar el avance del crecimiento urbano en zonas periurbanas que albergan condiciones urbano-rurales. Estas consideraciones se delimitan en un modelo de ciudad intermedia que posee patrones de crecimiento en los bordes y genera una fuerte dinámica de compatibilidad de suelo natural y

artificial. El caso de estudio se realiza en una ciudad de la región sierra de los Andes de América Latina, Riobamba en Ecuador.

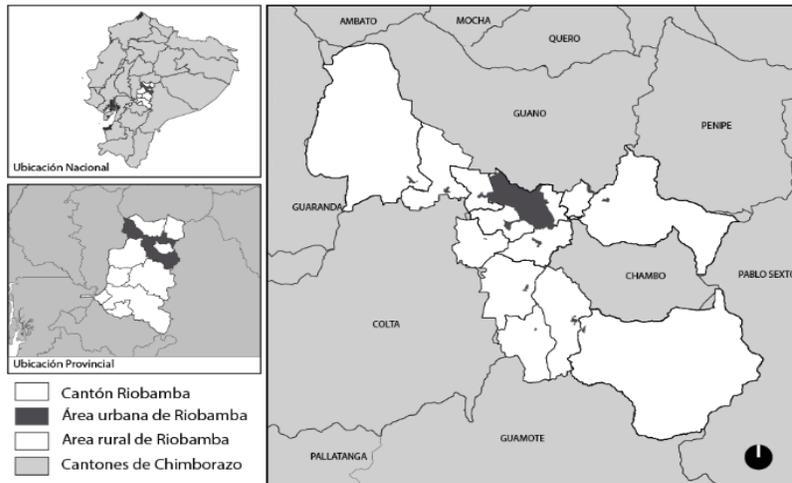
En las últimas décadas, se ha observado un rápido crecimiento de las ciudades intermedias en América Latina en comparación con las principales urbes nacionales. Este fenómeno se atribuye a los procesos de aglomeración urbana entre grandes centros poblacionales, los cuales han alcanzado su capacidad máxima en términos geográficos (Finquelievich, 2004). Como resultado, se ha producido una migración hacia ciudades satélite o residenciales que experimentan un significativo aumento demográfico y flujo migratorio. A pesar de ello, los estudios urbanos a menudo se centran en los grandes movimientos migratorios de áreas urbanas a rurales, sin considerar que la mayor parte de la población en Ecuador reside en ciudades intermedias y pequeñas. Es importante señalar que una ciudad se clasifica como intermedia en función de su densidad poblacional, según se ha discutido previamente en el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). En este modelo espacial, la escala de estas ciudades actúa como un filtro que interrelaciona las características sociales y físicas tanto del entorno rural como urbano. Investigaciones sobre ciudades intermedias en América Latina han demostrado que la expansión de la mancha urbana está principalmente influenciada por el establecimiento de asentamientos rurales en las zonas periféricas de la ciudad (Bazant, 2010).

Esta investigación considera como caso de estudio a Riobamba que es una ciudad intermedia con una población de 260 88 Hab y una extensión de territorio de 982,69 km². Situada en una llanura interandina de la Sierra de Ecuador, en el cantón del mismo nombre; se asienta en una pendiente relativamente plana, entre 2870 y 2820 metros, limitada por el río Chibunga en la zona oeste y el límite cantonal en la zona este. (Vinueza, 2018). Las conurbaciones de dicho poblado generan el acercamiento a cabeceras parroquiales rurales y cabeceras cantonales. Por lo cual se identifica a nivel de gestión la pertinencia de monitorear su crecimiento con la incidencia en los límites cantonales para consolidar su forma dentro de la división política administrativa.

Figura 2



Área de estudio. Con la ubicación de las zonas urbanas con relación al cantón y el territorio Nacional



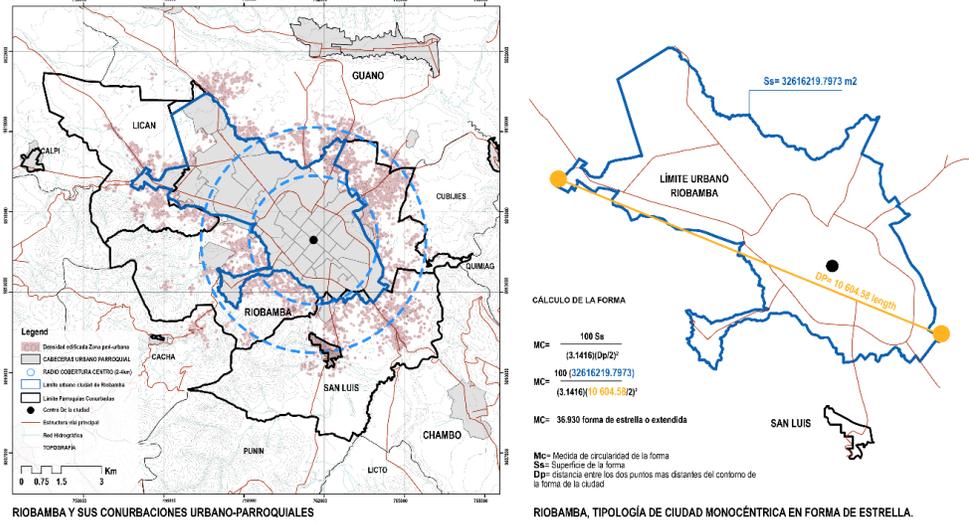
Fuente: Elaboración Propia

El cantón Riobamba se conforma por 5 parroquias urbanas y 11 rurales Figura 2, estas últimas cuentan con dos cabeceras parroquiales (Licán y San Luis) que constituyen un área urbana colindante al límite urbano de la ciudad de Riobamba. (Vinuesa, 2018). Por las cualidades de la sierra andina generalmente concentran la mayor cantidad de población rural cercanas a las ciudades principales de cada provincia, conectadas funcionalmente con el centro urbano a través de un sistema de infraestructura vial que actúan como expansores urbanos. Este fenómeno genera la limitada disponibilidad de suelo urbanizable sin características invasivas en ecosistemas productivos, estimulando el crecimiento disperso y de baja densidad en zonas de protección ambiental (Laue, 2017).

La delimitación del área de estudio se estableció en relación con las conurbaciones urbano-rurales presentes dentro de los límites cantonales. Estos procesos de expansión urbana son evidentes a través de la consolidación densificada de viviendas en el perímetro urbano, extendiéndose hacia territorios agrícolas y productivos, como se muestra en la figura 3. En el área de influencia del centro urbano se identifican dos cabeceras urbano-parroquiales, previamente mencionadas. Es relevante destacar que el 40% de la población provincial reside en el cantón Riobamba, y de esta, el 90% habita en la zona urbana de la ciudad de Riobamba. INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). La planificación del cantón Riobamba reconoce los asentamientos humanos en las áreas periféricas de la urbe como polígonos especiales de interés social. Por lo tanto, se considera fundamental anticipar el desarrollo urbano hacia sectores periféricos que puedan dar cabida a esta demanda poblacional.

Figura 3

Riobamba su relación con las conurbaciones del contexto territorial y su tipología formal



Fuente: Elaboración Propia

Como se describe en la Figura 3, se realiza el cálculo para la delimitación de la forma del contorno de la ciudad, por lo expresado gráficamente se evidencia una conformación en estrella, lo cual muestra la fuerte dinámica de crecimiento espacial en relación con la infraestructura vial que genera la comunicación con los poblados urbano-parroquiales cercanos (Herrera et al., 1976). Las ramificaciones de su forma causan el estímulo de zonas subsiguientes a las arterias viales generando un crecimiento segregado en forma de filamento acoplado a la geometría vial. Estas consideraciones espaciales generan una tendencia de crecimiento en desventaja territorial acumulando variantes como principalmente la existencia barrios suburbanos lejanos y desabastecidos. con relación al centro geométrico donde se encuentra el núcleo de la ciudad. (Ciudades monocéntricas)(Marmolejo et al., 2015)

Fase 03 y 04: Análisis del tejido funcional y la forma urbano rural

Después de abordar conceptual y metodológicamente los antecedentes de crecimiento en ciudades latinoamericanas, se procede a definir y resumir los parámetros que comparten consideraciones espaciales similares y que son relevantes para el estudio de caso. Estos parámetros también son evaluados según criterios dirigidos a obtener los mejores resultados para el crecimiento urbano en áreas en proceso de desarrollo sin restricciones ambientales. Finalmente, se presenta un cuadro resumen que destaca los parámetros seleccionados para el análisis presente.

Tejido Funcional: En función de la conceptualización de la función del tejido urbano, se considera el reconocimiento teórico de la función de la ciudad basada en sus habitantes. Se

percibe que la interacción entre lo físico y lo social genera una serie de actividades territorializadas en espacios construidos y abiertos, influyendo en el funcionamiento urbano a través de la actividad de desplazamiento y la dinámica sectorial. En este sentido, se categoriza este apartado como la identificación de ciertos equipamientos distribuidos en la ciudad como dispositivos de interacción medio físico-social que promueven el funcionamiento del tejido urbano (Vargas-Bolaños et al., 2019)

Los criterios para la selección de los parámetros, basados en la literatura, son: a) similitud en las variantes en relación con los componentes existentes en el territorio; b) pertinencia, considerando las características propias de las ciudades latinoamericanas de la cordillera Andina; c) acceso a la información geomática y factibilidad de corroborar la veracidad de dicha información en sistemas de información geográfica (SIG) (Shenavar & Hosseini, 2014). Como resultado, se obtuvieron cuatro parámetros de estudio en el caso: Proximidad a 4 tipos de servicios y actividades cotidianas (equipamientos), Accesibilidad a servicios básicos, accesibilidad a medios de transporte público y accesibilidad al espacio público y áreas verdes (Mohammed et al., 2016).

Análisis de la Forma Urbano-Rural: El monitoreo de la estructura territorial abarca la dualidad de cualidades espaciales en la transición de las coberturas del suelo entre el campo y la ciudad. Se delimitó el área de estudio en una zona que pueda abarcar, además del límite urbano, los polígonos parroquiales próximos a la urbe, exponiendo los procesos de conurbación entre cabeceras parroquiales que han generado fenómenos en el cambio de uso de suelo (Da Silva & Cardozo, 2015). Para reconocer los factores pertinentes en el caso de estudio, se filtran de manera conceptual aspectos que influyen en la forma y cobertura del suelo original; tomando en cuenta que los sectores que tengan mayor influencia sobre estos parámetros se considerarán como restricciones formales (Shenavar & Hosseini, 2014).

Los criterios para la selección de los parámetros, basados en la literatura, son similares a la etapa de análisis del tejido funcional. Por consiguiente, se obtuvieron seis parámetros de estudio en el caso: Pendientes, Densidad edificada, Capacidad de utilización de la tierra y Geomorfología (Mohammed et al., 2016).

Tabla 2

Resumen de atributos básicos en tabla de capacidades (función) y restricciones (forma).

No.	Parámetros	Ciclo Ciudades, 2011	Zayed, 2016	Eltit Neumann, 2011	Suárez Lastra et al., 2016	Marqués et al., 2015
A	Función Del Tejido (Capacidad)					
1	Accesibilidad a espacio público recreativo	X				
2	Accesibilidad a equipamiento de salud	X				



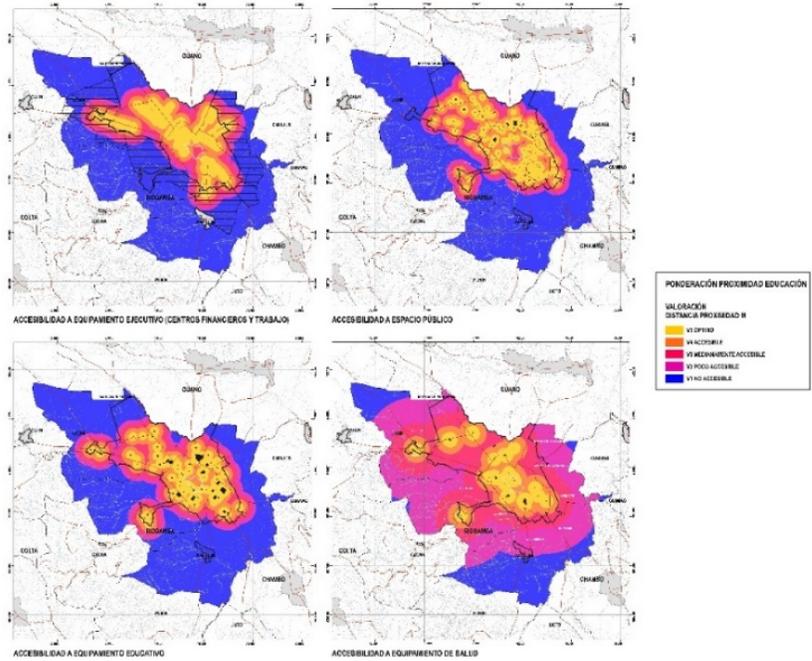
3	Accesibilidad a equipamiento educativo	X		X
4	Accesibilidad a equipamiento ejecutivo (trabajo)	X	X	X
5	Accesibilidad al transporte público	X		
<hr/>				
B	Forma Del Tejido Urbano- Rural (Restricción)			
<hr/>				
1	Pendientes			X
2	Densidad edificada fuera del límite urbano			X
3	Capacidad de utilización de la tierra			
4	Geomorfología			

Fuente: Elaboración Propia

En ambos factores de estudio, se establece la brecha de resultados mediante el análisis SIG, que abarca el límite entre lo urbano y lo rural de la ciudad en relación con sus áreas circundantes de campo (Santos Preciado et al., 2013). Por lo tanto, se representarán los factores funcionales como la capacidad de respuesta y abastecimiento de infraestructura urbana en relación con la proximidad a los sectores en proceso de desarrollo; estos factores representarán una oportunidad para la expansión de la ciudad. Mientras tanto, los aspectos formales, de acuerdo con las variables consideradas, indicarán las restricciones del territorio en función de las cualidades receptoras de la tierra (Vargas-Bolaños et al., 2019). Ambos factores interactuarán para delimitar y determinar el mejor espacio territorial que tenga un grado de cobertura pertinente y que no se vea obstaculizado por componentes físicos.

Figura 4

Mapa de distancia euclidiana para la medición de accesibilidad de las actividades y servicios cotidianos que presta la infraestructura equipada de la ciudad



Fuente: Elaboración Propia

La función del tejido urbano es monitoreada mediante la herramienta de distancia euclidiana SIG, que permite el cálculo espacial en base al centro geométrico de las construcciones analizadas (features); generando un rango de cobertura representado por las distancias determinadas en base a los conceptos de valoración de factores de proximidad a cada infraestructura. Por lo cual dichas valoraciones priorizan los desplazamientos cortos, que, principalmente se pueden cumplir en una ciudad intermedia con caminatas, el uso de la bicicleta y el uso del transporte público (Santos Preciado et al., 2013).

Tabla 3

Parámetros para la valoración de los componentes de función del territorio.

Parámetros	Descripción	Proximidad espacial	Valoración	Tipo de desplazamiento
a)	Accesibilidad a actividades que se frecuentan de manera diaria y deben tener una cercanía al	1-350m	V1 óptimo	Caminata
		350-700m	V2 Accesible	Caminata y bicicleta
b)	Accesibilidad a	700-1050 m	V3 Medianamente accesible	Bicicleta y transporte público

equipamiento educativo	espacio de residencia.	1050-1750 m	V4 accesible	Poco	Transporte público y vehículo privado
	Tienen una influencia en la calidad de vida cotidiana	1750m- adelante	V5 No accesible		Vehículo privado
Accesibilidad a equipamiento de salud	Actividades que se frecuentan de manera intermitente,	1-500m	V1 óptimo		Caminata
		500-1000m	V2 Accesible		Bicicleta
	pero estructuran servicios imprescindibles de calidad de vida	1000-1500m	V3 Medianamente accesible		Bicicleta y transporte público
		1500-3000m	V4 accesible	Poco	Transporte público y vehículo privado
		3000m en adelante	V5 No accesible		Vehículo privado
a) Accesibilidad a equipamiento ejecutivo (trabajo)	Actividades que estimulan el desplazamiento de las ciudades	1-400m	V1 óptimo		Caminata
		400-800m	V2 Accesible		Caminata y bicicleta
b) Accesibilidad al transporte público	y se frecuentan de manera diaria	800-1200m	V3 Medianamente accesible		Bicicleta y transporte público
		1200-2000m	V4 accesible	Poco	Transporte público y vehículo privado
		2000m en adelante	V5 No accesible		Vehículo privado

Nota: Los criterios de evaluación del territorio se han personalizado para el caso de estudio en relación con ciertas similitudes con la aplicación de estudios en ciudades intermedias.

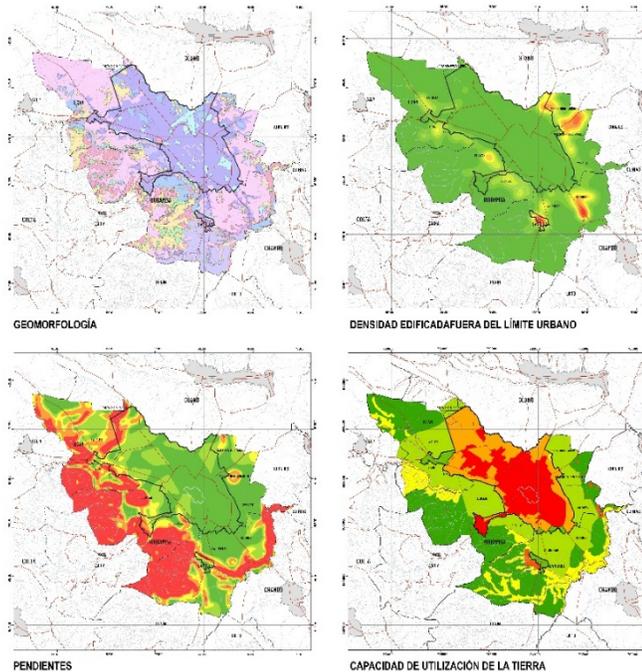
Fuente: (Quezada et al., 2019)

En la Tabla 3 se muestran las categorías y valoración del análisis de la proximidad a la función urbana, con la descripción de la pertinencia de dichas actividades en la interacción diaria que se producen en los entornos urbanos. Por ende, para su seguimiento se realiza el condicionamiento de las valoraciones V1-V2 como las aptitudes positivas del territorio para poder responder hacia un incremento del área urbana en función a su ubicación y cercanía de las zonas periféricas.

En el aspecto físico de la forma urbana se comprometen los factores elegidos como una gama de mapas temáticos realizados por medios de información geográfica que se tiene como insumo inicial de las bases oficiales de los gobiernos a cargo de la gestión del suelo urbano-rural. Por lo cual se realiza la representación de los que inciden en la valoración de la importancia de las condiciones naturales del suelo. Con el cual se realiza una ponderación en relación con caracterización de dichas capas en las situaciones geográficas expuestas (Mohammed et al., 2016).

Figura 5

Recopilación de mapas del análisis de la forma urbano rural



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 5, se presenta el resultado de la rasterización de las capas que componen los polígonos clasificados con las características físicas del territorio (*features*), por lo cual se agrupan con ponderaciones del 1-5 para poder intersecar con las valoraciones obtenidas en los componentes funcionales del territorio (Santos Preciado et al., 2013). En la herramienta SIG estos polígonos establecen coberturas y características del suelo real, en base a la composición estructurante de su relieve y manto de cobertura. Mientras que los componentes como pendientes y densidad edificada son factores direccionados a estar representados con una clasificación en base a metodologías similares que aseguran los valores óptimos de acomodación de nuevos asentamientos en específicos aspectos (Shenavar & Hosseini, 2014). Para el establecimiento de la densidad edificada se realiza un mapa de calor (*kernel density*) donde la aproximación geométrica de los polígonos edificados fuera del límite urbano genera un patrón de aglomeración identificado como masa edificada. (Santos Preciado et al., 2013) Generando de esta forma una afirmación de la existencia de posibles estructuras urbanas en las zonas más consolidadas, por lo cual se asegura que se pueda aprovechar dichos gestos expansivos ya existentes para no involucrar a nuevo límite urbano con ecosistemas vírgenes. La condición de las pendientes es ambigua cuando se habla de la forma territorial, mientras que para enfocarse directamente con procesos de nuevos asentamientos urbanos se debe verificar las condiciones topográficas para que las plataformas artificiales puedan cumplir

estructuras simples sin generar complejidad en el acomodamiento de infraestructuras urbanas y fuertes actividades de movimientos de tierra que generarían un atentado con las condiciones originales del suelo. Por ello a continuación se exponen los criterios de valoración enfocados en que los componentes resulten no invasivos en la extensión del territorio (Pallares Bossa, 2010).

Tabla 4

Parámetros para la valoración de los componentes de forma del territorio

Parámetros	Descripción	Factores físicos	Valoración
Pendientes	Asentamientos sin necesidad creación de plataformas	1-2%	V1 Óptimo
	Planicies con leves cambios en su composición topográfica	2-4%	V2 Urbanizable
	Necesidad de leves movimientos de tierras	4-8%	V3 Medianamente Urbanizable
	Superficies de desarrollo de pocas plataformas y movimientos de tierras	8-12%	V4 Poco Urbanizable
	Considerables movimientos de tierras para editar las plataformas	12% en adelante	V5 no Urbanizable
Geomorfología	Zonas con patrones de regularización de plataformas	Superficie de aplanamiento	V1 Óptimo
	Leves distorsiones altimétricas en planicies extensas	Colinas medianas	V2 Urbanizable
	Planicies extensas con la existencia de vegetación alta	Valles interandinos	V3 Medianamente Urbanizable
	Zonas topográficas poco manejables por conducción natural de líquidos	Vertientes convexas	V4 Poco Urbanizable
	Zonas topográficas poco manejables por conducción natural de líquidos	Vertientes irregulares	V5 no Urbanizable
Capacidad de utilización de la tierra	Zonas que carecen de posibilidades productivas de suelo	Sin uso agropecuario	V1 Óptimo
	Superficies con coberturas de suelo tipo arbustiva sin capacidades altas de producción comercial.	Pastos	V2 Urbanizable
	Superficies de suelo con fuertes capacidades de producción	Cultivos	V3 Medianamente Urbanizable
	Grandes aglomeraciones de especies vegetales de diferentes características	Bosques	V4 Poco Urbanizable
	Cuerpos azules de conducción de cauces naturales	Cuerpos de agua	V5 no Urbanizable
Densidad edificada	Conjunto edificado consolidado con patrones de estructura urbana	30-40 Viv/Ha	V1 Óptimo

fuera del límite urbano.	Conjunto en proceso de consolidación con leves patrones de estructura urbana	20-30 Viv/Ha	V2 Urbanizable
	Conjunto edificado sin patrones de estructura urbana	10-20 Viv/Ha	V3 Medianamente Urbanizable
	Agrupación de edificaciones aisladas entre grandes parcelas	5-10 Viv/Ha	V4 Poco Urbanizable
	Edificaciones rurales situadas en grandes parcelas	0-5 Viv/Ha	V5 no Urbanizable

Nota: Los criterios de evaluación del territorio se han personalizado para el caso de estudio en relación con ciertas similitudes con la aplicación de estudios en ciudades intermedias.

Fuente: (Vargas-Bolaños et al., 2019)

Fase 05: Evaluación Multicriterio

La evaluación multicriterio (EMC) Por medio de ejecución con herramientas SIG, permite el tráfico de información territorial dentro de un espacio digital para poder generar intersecciones tridimensionales dentro del espacio urbano, dicha herramienta toma en cuenta las coincidencias espaciales de los factores en los cuales asimila el direccionamiento de las diferentes valoraciones para poder triangular las coincidencias espaciales y recopila las ubicaciones que mantienen una misma valoración (Cardoso & Carñel, 2022).

Para llevar a cabo la jerarquización de los factores establecidos para la valoración de los componentes urbanos y rurales, nos adentramos en una fase en la que se emplea la Evaluación Multicriterio (EMC). En esta etapa, se ha concebido preliminarmente una valoración conceptual en base a una escala de 1 a 5, considerando que las calificaciones entre 1 y 2 indican factores urbanos óptimos para la expansión y urbanización con pequeñas consideraciones de forma y función (Shenavar & Hosseini, 2014).

Tabla 5

Resumen de parámetros utilizados como factores admisibles para la expansión urbana en base a los análisis previos

Parámetros	Valoración	Descripción	Interacción espacial
	V1 Óptimo		Capacidad



Función del tejido urbano	V2 Accesible	Zonas con accesibilidad a servicios y actividades cotidianas	
Forma del tejido urbano-rural	V1 Óptimo V2 Urbanizable	Zonas sin restricciones físico-ambientales	Restricción

Fuente: Elaboración propia

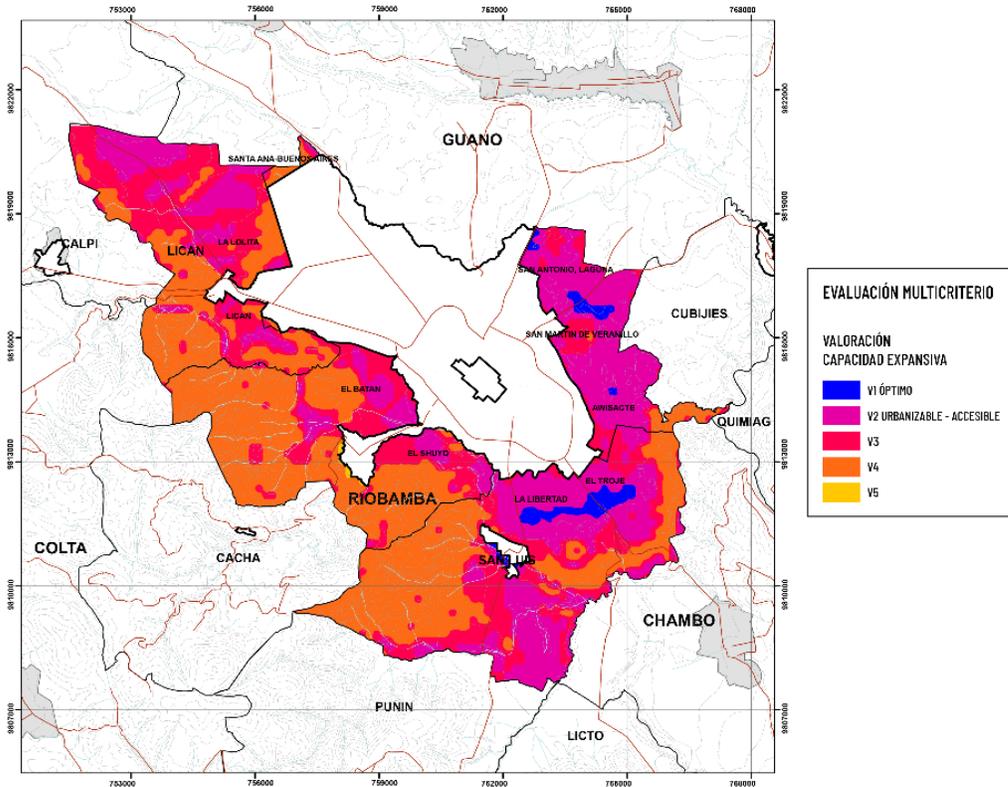
Según la Tabla 5, se reclasifica los valores de puntuación de cada uno de los factores urbanos analizados, agrupando de manera preferencial las capacidades del territorio y sus restricciones en un mismo rango o puntuación. Se estima que al introducir estos datos en la herramienta SIG y realizar la reclasificación, se llevará a cabo el cálculo geométrico de las coincidencias espaciales de las áreas que cubren los valores V1 y V2, seleccionados para que interactúen entre sí y generen una indicación gráfica de dicha coincidencia. Esto permitirá direccionar en el espacio territorial las ubicaciones precisas de las zonas óptimas para la urbanización.

En Riobamba, Ecuador, cada una de las parroquias rurales estudiadas ha demostrado una capacidad de soporte para una posible expansión urbana, considerando las factibilidades físicas y funcionales en diferentes tipos de valoración. A partir de los gráficos de evaluación multicriterio, se comprende que existen zonas con una extensión considerable de territorio que podrían ser propicias para generar una extensión del límite urbano. Por lo tanto, el territorio debe ser dirigido para cubrir la brecha entre la zona urbana y estas áreas identificadas como óptimas para la expansión, como se muestra en la figura Esto ayudará a establecer los nuevos límites del perímetro urbano (Shenavar & Hosseini, 2014).

Un análisis preliminar de las características de las zonas limitantes del borde urbano en Riobamba ha generado ciertos acondicionamientos de polígonos periurbanos de interés social. Este precedente indica que, en el futuro, estas localidades se integrarán a la trama urbana. Sin embargo, se observa que varios de estos sectores altamente consolidados presentan deficiencias en su morfología urbana y arquitectónica. Estas inconsistencias espaciales hacen pertinente la elección de los valores seleccionados para evaluar las zonas factibles para el emplazamiento urbano-arquitectónico, con el fin de direccionar la zona urbana hacia áreas donde las condiciones físicas del suelo faciliten la planificación de fraccionamientos y acomodamientos de plataformas urbanas sin que resulten en una actividad compleja y costosa.

Figura 6

Mapa de Evaluación Multicriterio para Expansión Urbana.



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 6, se observa que el territorio debido a sus condicionantes naturales, no registra zonas pertinentes para la expansión en sentido noroeste, debido a la cercanía con un fuerte perfil montañoso y la existencia de un afluente natural de agua y lahares. A continuación, en la zona sureste se evidencian mejores condiciones para la expansión, debido al ensanchamiento de varias plataformas de tierra que presentan pocas condiciones productivas del suelo y por ende se han ocupado mayormente de asentamientos humanos que generan cierto condicionamiento del espacio con estructuras urbanas no planificadas.

Como resultado se ha determinado la ubicación espacial en el territorio de los sectores con una valoración óptima de expansión. Dicha selección de suelo permite asegurar las capacidades de la ciudad en respuesta a próximos asentamientos que podrán verse favorecidos por la cobertura de servicios y actividades cotidianas que realzan la calidad de vida y su cotidianidad; mientras que en lo físico se asegura que el territorio no será amenazado por actividades incompatibles con sus cualidades naturales y morfológicas.

Esta herramienta tiene la capacidad de definir el enfoque del avance urbano en las ciudades para poder dar respuesta desde la planificación a un sistema que pueda anticipar el suelo

vacante para el acomodamiento de nuevos sistemas y asentamientos urbanos. Desde la gestión y uso de suelo se deben generar las consideraciones sectorizadas, tomando en cuenta el análisis detallado de los elementos existentes en base a consideraciones morfológicas urbanas para poder acondicionar estas zonas medianamente consolidadas para que puedan adicionarse a una regularización del trazado urbano (Bolay & Rabinovich, 2004).

Cabe recalcar los planes de gestión del suelo donde se debe delimitar la continuidad de ciertos polígonos en el perímetro debido a la falta de capacidades en base al funcionamiento urbano y a la acumulación de restricciones físicas del suelo. Por lo cual, este estudio es una herramienta para poder catalogar cual es la secuencia de crecimiento en relación con el límite, tomando en cuenta valores reales que son similares en referentes latinoamericanos de ciudades intermedias con ciertos componentes espaciales que tienden a demarcar un borde intangible. De manera geométrica el análisis evidencio la consistencia optima de la aglomeración edificada en ciertas zonas periurbanas. Se muestra que el apoderamiento de territorios peri-urbanos (Figura 7).

Discusiones

Este estudio se lleva a cabo en una etapa de expansión urbana debido a la migración significativa hacia ciudades intermedias cercanas al campo, impulsada principalmente por factores de digitalización que fomentan la demanda de educación y accesibilidad a condiciones de vida urbanas que solo pueden encontrarse cerca de la ciudad. Es crucial contar con apoyo en la toma de decisiones de planificación mediante herramientas simples y replicables que delimiten un panorama expansivo y acorde a las necesidades del territorio, así como para evaluar la pertinencia de la inversión en la infraestructura que la acompaña.

La ciudad de Riobamba se presenta como un caso de estudio por ser una ciudad intermedia con una importante población rural, considerando la proximidad de las parroquias rurales y la zona productiva de la provincia que bordea los límites de la ciudad. Se busca generar una metodología basada en procesos espaciales que promuevan un desarrollo pausado y organizado para la expansión del borde urbano. Se analizaron previamente las características similares de territorios propensos a generar un borde urbano, considerando restricciones físicas como la limitación de suelos inadecuados para asentamientos humanos.

La metodología propuesta en este estudio contribuye a los subcentros periurbanos de ciudades intermedias en el contexto andino. Se destaca la necesidad de considerar estas áreas como extensiones espaciales de la ciudad, a pesar de ser administrativamente rurales, al impulsar el uso de la bicicleta como transporte cotidiano. Los parámetros fueron definidos según la literatura especializada para dirigir el crecimiento horizontal de manera sostenible y conservar los ecosistemas naturales en zonas andinas.



Conclusiones

La mayoría de las crisis en ciudades intermedias comienzan con un aumento incontrolado de la migración urbano-rural, lo que genera un desequilibrio espacial y la pérdida de los recursos naturales del suelo. Este estudio pretende anticipar el crecimiento del territorio para satisfacer la demanda de habitantes y prevenir la sobreexplotación del suelo, brindando una herramienta para anticipar la ubicación del suelo disponible y organizar la planificación necesaria para el crecimiento de la ciudad.

A diferencia de los estudios convencionales que analizan factores similares en el tejido urbano-rural, este estudio resalta la importancia de comprender los procesos de consolidación constructiva de conjuntos habitacionales como una oportunidad para acondicionar el sistema urbano en estructuras preexistentes, regulando el acceso al suelo y la infraestructura urbana.

Los componentes analizados reflejan ciertas dinámicas sociales en el territorio, donde se observa el fenómeno del apropiamiento del espacio urbano por parte de la población, resultando en la aglomeración de asentamientos humanos y una ocupación no planificada del territorio. En este contexto, es viable que a través de la planificación se pueda formalizar esta acción de apropiamiento, pero es crucial hacerlo de manera coherente con la estructura y función cohesionada de la ciudad.

Referencias bibliográficas

- Bazant, J. (1992). Espacio Abierto Cuaderno Venezolano de Sociología Expansión urbana incontrolada y paradigmas de la planeación urbana. 19(3), 475-503.
- Bazant, J. (2010). Expansión urbana incontrolada y paradigmas de la planeación urbana. Espacio Abierto Cuaderno Venezolano de Sociología, 19(3), 475-503.
- Bolay, J. C., & Rabinovich, A. (2004). Intermediate cities in Latin America risk and opportunities of coherent urban development. *Cities*, 21(5), 407-421. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2004.07.007>
- Cardoso, M. M., & Carñel, G. E. (2022). Planificación urbana: evaluación multicriterio para nuevas localizaciones de centros de salud en Santa Fe. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 15(1), 37. <https://doi.org/10.11144/javeriana.cvu15.puem>
- Criado, M., Martínez-Graña, A., Santos-Francés, F., Veleda, S., & Zazo, C. (2017). Multi-criteria analyses of urban planning for city expansion: A case study of Zamora, Spain. *Sustainability (Switzerland)*, 9(10), 2-18. <https://doi.org/10.3390/su9101850>



- Da Silva, C. J., & Cardozo, O. D. (2015). Evaluación multicriterio y sistemas de información geográfica aplicados a la definición de espacios potenciales para uso del suelo residencial en residencia (Argentina). *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 16, 23–40. www.geo-focus.org
- Finquelievich, S. (2004). Ciudades y redes telemáticas: centralidades y periferias en la sociedad informacional. En *El rostro urbano de América Latina. O rostro urbano de América Latina* (pp. 115–141). <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/clacso/gt/20100930123706/6p2art2.pdf>
- Gharaibeh, A. A., Shaamala, A. H., & Ali, M. H. (2020). Multi-Criteria Evaluation for Sustainable Urban Growth in An-Nuayyimah, Jordan; Post War Study. *Procedia Manufacturing*, 44, 156–163. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.217>
- Herrera, L., Petch, W., & Olivares, F. (1976). Crecimiento urbano de América Latina.
- Laue, F. (2017). Principios rectores y cambio climático en la práctica de planificación urbana de Alemania.
- Marmolejo, C., Ruiz, N., & Tornés, M. (2015). ¿Cuán policéntricas son nuestras ciudades? Un análisis para las siete grandes áreas metropolitanas en España. *CIUDAD Y TERRITORIO ESTUDIOS TERRITORIALES*, 186, 2–22.
- Merlotto, A., Piccolo, M. C., Germán, Y., & Bértola, R. (2012). Crecimiento urbano y cambios del uso/ cobertura del suelo en las ciudades de Necochea y Quequén, Buenos Aires, Argentina. *Revista de Geografía Norte Grande*, 53, 159–176.
- Mohammed, K. S., Eltayeb Elhadary, Y., & Samat, N. (2016). Iden. SHS Web of Conferences, 23, 2–19. <https://doi.org/10.1051/C>
- Pallares Bossa, J. (2010). Globalización y Fragmentación Territorial del Estado: En claves, región y distrito de Cartagena.
- Quezada, C. R., Bascuñán, M. M., De La Fuente Contreras, H., Faulbaum, A. S., Aguilera Saéz, F., Fuentes Me-Lla, G., Peyrín Fuentes, C., & Carrasco Montagnaancas Cruz, J. (2019). Accesibilidad a equipamientos según movilidad y modos de transporte en una ciudad media, Los Ángeles, Chile Carolina. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 39(1), 177–200. <https://doi.org/10.5209/aguc.64682>
- Santos Preciado, J. M., Azcárate Luxán, M. V, Cocero Matesanz, D., & Muguruza Cañas, C. (2013). Medida de la dispersión urbana, en un entorno SIG. Aplicación al estudio del desarrollo urbano de la Comunidad de Madrid. *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 13(1), 1578–5157. www.geo-focus.org48

Shenavar, B., & Hosseini, S. M. (2014). Comparison of Multi-criteria evaluation (AHP and WLC approaches) for land capability assessment of urban development in GIS. *International Journal of Geomatics and Geosciences*, 4(3), 435–446. <https://www.researchgate.net/publication/262486480>

Vargas-Bolaños, C., Orozco-Montoya, R., Vargas-Hernández, A., & Aguilar-Arias, J. (2019). Metodología para la determinación del crecimiento de la mancha urbana en las capitales de la región centroamericana (1975-1995-2014). *Revista Geográfica de América Central*, 1(64), 59–91. <https://doi.org/10.15359/rgac.64-1.3>

Cabrera Jaime M., Medina Ferley., Sánchez Irlesa I. y Arias Juan M. El grado de manejo de las TIC para el aprendizaje de la física en ingeniería. *Revista Espacios*. Vol. 38, Año 2017, Número 45, Pág. 6. Recuperado de: <http://revistaespacios.com/a17v38n45/17384508.html>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.