

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Posgrados

Evolución urbana y perspectivas al año 2020 en la ciudad de Loja

María Cristina Romero Rojas

Richard Resl, Ph.D.(c)

Director de Trabajo de Titulación

Trabajo de titulación de posgrado presentado como requisito
para la obtención del título de Magíster en Sistemas de Información Geográfica

Quito, noviembre 2015

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO DE POSGRADOS

HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACION

Evolución urbana y perspectivas al año 2020 en la ciudad de Loja

María Cristina Romero Rojas

Firmas

Richard Resl, Ph.D.(c)

Director del Trabajo de Titulación

Pablo Cabrera, Ph.D.(c)

Miembro del Comité de Tesis

Richard Resl, Ph.D.(c)

Director del Programa de Maestría en
Sistemas de Información Geográfica

Stella de la Torre, Ph.D.

Decano del Colegio de Ciencias Biológicas y
Ambientales

Hugo Burgos, Ph.D.

Decano del Colegio de Posgrados

Quito, noviembre 2015

© Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante:	_____
Nombre:	<u>MARÍA CRISTINA ROMERO ROJAS</u>
Código de estudiante:	<u>00103367</u>
C. I.:	<u>1709642159</u>
Lugar, Fecha	<u>Quito, noviembre 2015</u>

DEDICATORIA

A mis amigos Daniel y Diana,

por no dejarme vencer

A mi madre y hermanos,

Por ser mi inspiración todos los días

AGRADECIMIENTOS

Llegar a finalizar esta etapa de formación académica no hubiera sido posible sin haber contado con el apoyo incondicional de mi madre Magdalena y mis hermanos Ximena, Karla y Gonzalo; a la confianza y apoyo de Nelly Rojas; pero sobre todo a Daniel y Diana por no dejarme vencer de mis propios miedos, por creer en mí.

A todo el equipo de UNIGIS y sobre todo a mi tutor Pablo Cabrera por ser mi guía y compartir sus conocimientos para finalizar esta etapa.

RESUMEN

A lo largo del paso del tiempo una de las transformaciones más significativas de las regiones urbanas y muestra directa de desarrollo ha sido la expansión urbana y el crecimiento de nuevas periferias.

Una clara evidencia de esto se puede comprobar en las grandes metrópolis o urbes a nivel mundial. A esta situación no escapa la ciudad de Loja, cantón principal y capital de la provincia de Loja (Ecuador). Al ser la capital de la provincia más austral se ha convertido en el foco receptor de la inmigración de la provincia, de provincias de la Amazonía y en algunos casos de regiones del norte del Perú (país colindante), por lo que ha experimentado un ritmo de crecimiento urbano acelerado. En la última década, este fenómeno de crecimiento ha sido impulsado por la migración proveniente de zonas rurales.

El crecimiento de los asentamientos urbanos se dio de forma muy acelerada, tanto así que sobrepasa la dotación de obras para la provisión de servicios e infraestructuras necesarias para brindar soporte de servicios adecuados. Asimismo, la expansión de la mancha urbana superó a la planificación de la ciudad y trascendió los límites oficiales impuestos para limitar su crecimiento.

En el presente estudio se analizan las características territoriales de la ciudad de Loja basándose en la utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Una vez establecidos los modelos de análisis, mediante esta herramienta se procede al análisis de la información geoespacial con el fin de definir un nuevo límite urbano para la ciudad de Loja.

Haciendo uso de variables biofísicas, antrópicas y a la disponibilidad de servicios básicos que posee actualmente la ciudad de Loja se obtiene como resultado la proyección de crecimiento del área urbana proyectada al año 2020 que puede ser considerada como herramienta de uso dentro de la planificación territorial de la ciudad.

ABSTRACT

Throughout the time one of the most significant transformations of urban regions and direct sample of urban development has been the expansion and growth of new suburbs.

Clear evidence of this phenomena can be seen in cities worldwide, such as the city of Loja, capital of the province of Loja (Ecuador). As a provincial capital city, Loja has received immigration from its own province, from Amazonian provinces and in some cases from regions of northern Peru. For this reason, Loja has experienced a rate of rapid urban growth. In the last decade, boosted by the migration from rural areas.

The uncontrolled growth of urban settlements can affect the provision of services and infrastructure necessary to support adequate services. Additionally, the expansion of the urban area does not correspond to the original city planning and nowadays this expansion covers areas greater than the official limits of the city.

This study analyses territorial characteristics of the Loja city based on the use GIS. The GIS analyses are focus on the definition of a new urban boundary for the city.

Using biophysical, anthropic and information related to the availability of basic services, the 2020 projected growth of Loja urban areas were obtained. These results could be considered as a tool for decision makers and urban planner in the city of Loja.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	6
ABSTRACT.....	7
1. INTRODUCCIÓN	11
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	¡Error! Marcador no definido.
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	¡Error! Marcador no definido.
2. REVISIÓN DE LITERATURA	14
2.1. Sensores Remotos.....	14
2.2. Sistemas de Información Geográfica.....	15
2.3. Proceso de expansión urbana.....	16
2.4. Factores que determinan el crecimiento de las ciudades	18
2.5. Descripción de la zona de trabajo	19
2.6. Descripción del problema a resolver con un SIG	22
2.7. Aporte del SIG en la solución del problema planteado en el GADM de Loja	24
3. METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
3.1. Modelos de análisis.....	29
3.1.1 Modelo de análisis de zonas urbanizables por aspectos biofísicos	30
3.1.2 Modelo de análisis de zonas urbanizables por aspectos antrópicos	31
3.1.3 Modelo de análisis de zonas urbanizables por efectos de disponibilidad de servicios	32
3.1.4 Modelo de análisis de zonas urbanizables.....	33
4. ANÁLISIS DE DATOS	34
4.1. Zonas Urbanizables por Factores Biofísicos	34
4.2. Zonas urbanizables por factores antrópicos	36
4.3. Zonas Urbanizables por Servicios	39
5. CONCLUSIONES.....	46
6. REFERENCIAS.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Problemas – Causas en la Planificación Territorial	22
Tabla 2: Variables Biofísicas.....	27
Tabla 3: Variables Antrópicas	28
Tabla 4: Disponibilidad de Servicios Básicos	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa del Ecuador	19
Figura 2: Ciudad de Loja	20
Figura 3: Área de Estudio.....	21
Figura 4: Zonas Urbanizables por Factores Biofísicos	35
Figura 5: Zonas Urbanizables por Factores Antrópicos	37
Figura 6: Zonas Urbanizables por Disponibilidad de Servicios	39
Figura 7: Propuesta de Ampliación Urbana de la ciudad de Loja - 2020	43

1. INTRODUCCIÓN

Como un reflejo de lo que ha ocurrido en el Ecuador en los últimos 25 años, en la provincia de Loja y de manera específica en el cantón Loja, no ha existido una planificación orientada a generar el desarrollo integral del territorio, como tampoco políticas públicas que promuevan condiciones para lograr este objetivo.

En la actualidad una de las complicaciones regionales más críticas es la elevada migración rural regional hacia la ciudad, resultado de la desigualdad económica y social en el país, que genera y acelera un crecimiento indiscriminado del territorio urbanizado. Este crecimiento genera a su vez, diferentes problemáticas en la ciudad, como falta de transporte, servicios públicos (agua potable, energía eléctrica, alcantarillada, comunicaciones), aumento de la contaminación del ambiente, generación descontrolada de residuos y su respectivo manejo, etc.

De acuerdo al COOTAD (Art. 55) que hace referencia a las competencias descritas en el Art. 260 de la Constitución Nacional y al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón (Provisional), el GADM se plantea como objetivo “planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional y provincial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural”. Con este punto de partida, es necesario definir en primera instancia el uso de suelo en la totalidad del cantón (urbano y rural), y dado que el crecimiento desmesurado de la población ha ocasionado que el área urbana se extienda y sobreponga en la zonas que por

ordenanza municipal están fuera de las mismas (zonas rurales), es necesario una nueva definición de los límites urbanos.

Para poner en marcha estas estrategias impulsadas por el GADM, en este documento se plantea utilizar como herramienta los Sistemas de Información Geográfica (SIG), los cuales permiten capturar, almacenar, manipular y analizar información georeferenciada (aptitud de suelo, hidrografía, topografía, etc.). Esta información facilitará la definición de áreas con un potencial adecuado para expandir la ciudad.

Como resultado, una vez analizadas las variables involucradas en el estudio, se logra determinar el nuevo límite urbano oficial, que contribuye a alcanzar la misión y visión del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Loja. (GADM, 2012)

En este estudio se presenta en forma ordenada la utilización de un SIG (Sistema de Información Geográfica), como herramienta para el análisis del territorio y su utilidad en la toma de decisiones, así también como herramienta para visualizar espacialmente información relevante.

1.1. Objetivo general

El objetivo del proyecto es determinar un nuevo límite urbano, detectando áreas viables para la expansión urbana de la ciudad de Loja mediante el uso de SIG.

1.2. Objetivos específicos

- a) Identificar las variables que inciden y son pertinentes para el proyecto urbano en estudio.
- b) Construir una base de datos gráfica y alfanumérica, y mediante la superposición de capas establecer los distintos modelos territoriales (Biofísico, Antrópico y Disponibilidad de servicios).
- c) Aplicar un SIG para el proyecto, como herramienta de análisis de los modelos territoriales y toma de decisiones.
- d) Aportar información relevante para desarrollar las normativas de gestión territorial.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

La definición de “urbano” cambia de un país a otro y, con las reclasificaciones periódicas, también puede variar a lo largo del tiempo dentro de un mismo país, lo que dificulta las comparaciones directas. Una zona urbana se puede definir por medio de uno o más de los siguientes factores: a) criterios administrativos o fronteras políticas (como formar parte de la jurisdicción de un municipio o comité de la ciudad); b) el tamaño de la población; c) la densidad demográfica; d) la función económica; y e) la existencia de características urbanas y disponibilidad de servicios.

La expansión desproporcionada y sin control de una zona urbana hacia la zona rural circundante, desemboca en esquemas de desarrollo mal planificados y de baja densidad produciendo un crecimiento urbano descontrolado. Este tipo de crecimiento urbano, también conocido como “extensión horizontal” o “urbanización dispersa”, es común tanto en los países de altos ingresos como en los de bajos ingresos y se caracteriza por la dispersión de la población en zonas residenciales separadas, con manzanas largas y acceso deficiente, una excesiva dependencia del transporte motorizado y la ausencia de ejes bien definidos de actividad comercial.

2.1. Sensores remotos

Los sensores remotos han sido ampliamente usados para la creación de bases de datos espaciales que describen el uso y la cobertura de la tierra, pero se está haciendo cada vez más evidente que estos sensores representan una herramienta esencial en aspectos ambientales y socioeconómicos de las áreas urbanas. Proveen la posibilidad

de determinar el cambio en el uso y la cobertura de la tierra a través de los años, para cuantificar cuáles de estos cambios han sido relevantes (Jacquin, Misakova, & Gay, 2007)

Las fotografías aéreas y las imágenes satelitales son ampliamente usadas para evaluar el proceso de crecimiento urbano mediante la medición del cambio en la cobertura y el uso de la tierra a diferentes escalas tanto a ciudades enteras como a regiones dentro de las ciudades (Alberti, y otros, 2002).

Las aplicaciones urbanas de las imágenes satelitales son bastante diversas y aún siguen creciendo, de hecho, el empleo de los Sensores Remotos en ámbitos urbanos han sido una de las que más han crecido últimamente. La aplicación de los criterios visuales (brillo, tamaño, color, textura, forma, contexto espacial, sombras, patrón espacial) para la detección y descripción de elementos urbanos, aún permanece vigente y puede resultar un complemento ideal para el análisis digital de las imágenes satelitales en estudios relacionados (Cardozo & Da Silva, 2013)

2.2. Sistemas de información geográfica

La finalidad de los SIG es dar soporte a los procesos de toma de decisiones, brindando información geográfica del lugar o problemática bajo análisis. Si bien se observan otros fines como la gestión de determinados servicios o investigación, aquella es su finalidad principal.

“Encontramos a los SIG sirviendo en el análisis para la localización de una zona,...en la valuación de las propiedades inmuebles de una ciudad,... como herramienta de

simulación de escenarios para el diseño de políticas territoriales, etc. Estas situaciones permiten identificar, claramente, a **los SIG como una herramienta multifinalitaria**, no exclusiva de un área determinada o para un conjunto muy particular de soluciones. Una herramienta para muchas y diferentes organizaciones y proyectos, que requieren resolver problemas de la realidad y necesitan información geográfica” (Piumetto, 2006)

2.3. Proceso de expansión urbana

Por expansión del área urbana interpretan la tendencia a la baja de densidades de población de la ciudad, así como la expansión de su “huella”. Esta expansión urbana puede tomar diferentes formas; 1) puede envolver grupos de población y de actividades de la marginalidad urbana en los bordes de la ciudad, o 2) puede tomar la forma de comunidad planeada que tiene conexión con el centro de la ciudad, o se encuentra a las afueras por estar cerca de alguna amenidad. (Thomas, Nechyba, P., & Walsh, 2004)

Una de las expresiones del crecimiento poblacional en las ciudades, es el aumento del área con infraestructura urbana hacia los bordes de las ciudades y la densificación (aumento viviendas por área) de las áreas urbanas (Jimenez, 2002). El crecimiento urbano, es una forma de crecimiento del área de las ciudades y se define como la extensión de áreas metropolitanas dentro de los paisajes rurales adyacentes (Zebisch, Wechsung, & Kenneweg, 2004). A medida que un país se desarrolla, un número cada vez mayor de población vive en las áreas urbanas; este cambio demográfico tiene dos

causas principales: crecimiento natural (mayor número de nacimientos que de muertes en las ciudades) y migración de las áreas rurales a urbanas.

El proceso de crecimiento urbano inicia cuando se da un cambio de uso del suelo de rural a urbano, donde lo primero que cambia es el valor del suelo; a medida que la ciudad se expande e incorpora suelo rural al perímetro urbano para futuros desarrollos. En este proceso se crean las áreas suburbanas, que se definen como las zonas de transición entre el suelo urbano y el rural, y por lo tanto como zonas susceptibles de incorporar al suelo urbano; son también llamadas “áreas de expansión urbana”. Dichas áreas están influenciadas por dos factores principales: las expectativas de desarrollo por parte de los propietarios; y la presión para su urbanización por parte del sector formal e informal (Ordoñez, 2001). A medida que el crecimiento urbano continúa es necesario extender la infraestructura de la ciudad: vías de transporte, equipamiento, servicios públicos, entre otros; para satisfacer las necesidades de la población que llega a ocupar estas nuevas áreas (Giraldo, 1999).

Finalmente se puede decir que los patrones de desarrollo de las ciudades, son producto de las decisiones humanas en el territorio (Mc Donald, 2008), (articulación de la topografía, planes de ordenamiento, la geografía de carreteras y líneas de transporte, entre otros); así como de variables propias del territorio (Ordoñez, 2001) tales como la hidrografía (ríos, humedales, zonas inundables) o las características geofísicas, que permiten que las zonas planas inmediatas al perímetro urbano, sean las primeras en desarrollarse debido a que cuentan con la infraestructura necesaria y son de fácil acceso.

La expansión del área urbana proyectada, traerá serias consecuencias alterando significativamente el paisaje natural, creando una gran cantidad de impactos en el ambiente y los ecosistemas a todas las escalas geográficas (Lambin & Geist, 2001). Entre estos impactos se encuentra el cambio en el uso de la tierra, las zonas aledañas a la ciudad que antes eran rurales pasan a convertirse en urbanas al ser transformadas con el establecimiento de la infraestructura correspondiente (He, Okadac, Zhang, Shi, & Li, 2008) lo cual según tiene serias consecuencias en la transformación y desaparición de coberturas agrícolas y naturales. Otras consecuencias son, el incremento de la superficie de escorrentía y de las emisiones de contaminantes a la atmósfera, el agua y el suelo; que puede tener gran incidencia en el cambio climático (Tang, 2007).

2.4. Factores que determinan el crecimiento de las ciudades

Existe una gran variedad de factores sociales, económicos, culturales, ambientales y administrativos que determinan el crecimiento de las ciudades se describen de la siguiente manera:

- a) *Crecimiento de la población urbana*: ocurre en primer lugar, cuando las tasas de natalidad superan las de mortalidad, lo que es llamado el crecimiento natural; y en segundo lugar por el efecto que tiene la inmigración de personas al interior de las ciudades, provenientes tanto del campo como de otros sistemas urbanos. (Ferrer, 1992)
- b) *Características ambientales*: dichas características, constituyen las barreras para el crecimiento urbano (por ejemplo, pendientes, cuerpos de agua, áreas

protegidas, áreas de riesgo a desastres naturales y barreras naturales, entre otras).(Tarchópulos & Ceballos, 2003)

- c) *Proximidad a escala local*: en el contexto urbano, la influencia de un espacio en un área vecina está en función de la distancia, la proximidad se observa en los patrones de uso presentes y sus dinámicas de cambio en el tiempo, dichos patrones constituyen la influencia más fuerte en las dinámicas de uso de la tierra. En este contexto, existe una característica de especial cuidado, y es la proximidad a áreas disponibles para uso urbano.(Barredo, I., McCormick, & Lavallo, 2003)
- d) *Características espaciales de las ciudades*: dentro de esta categoría se encuentra la red vial, los sistemas masivos de transporte, la accesibilidad, la localización de los centros, subcentros y centros industriales, entre otros(Cheng & Masser, 2003). De acuerdo con (Kivell, 1993), los cambios en dichas características constituyen variables de gran importancia que ayudan a explicar la continua demanda de tierras para uso urbano.

2.5. Descripción de la zona de trabajo

Ubicación geográfica.

La ciudad de Loja es la cabecera del cantón que lleva su mismo nombre, y cabecera provincial de Loja, la cual se encuentra ubicada en la región sierra sur de la República del Ecuador. El cantón de Loja se encuentra sobre los 2.060 metros de altura sobre el nivel medio del mar y cubre una superficie alrededor de 1.894 kilómetros cuadrados.

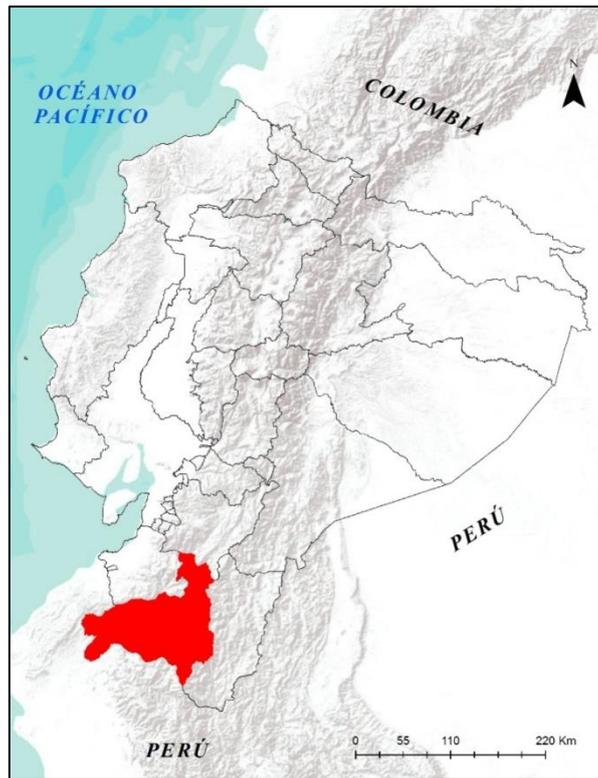
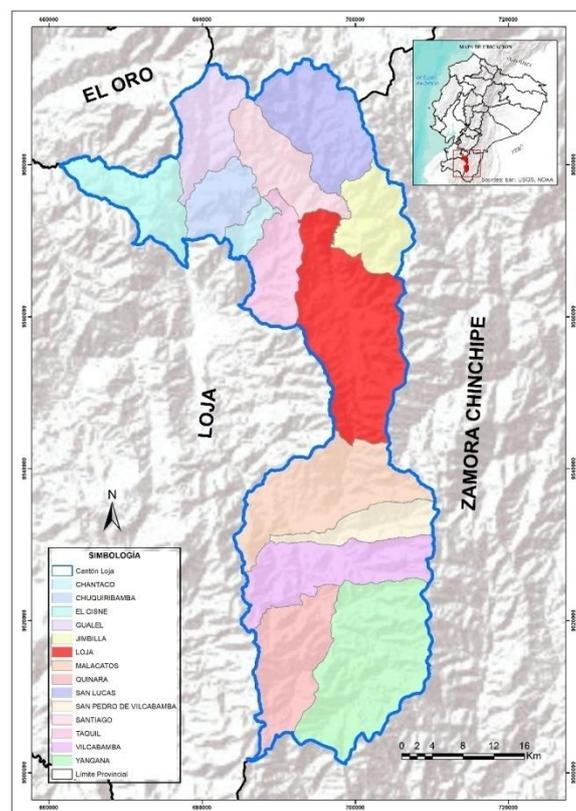


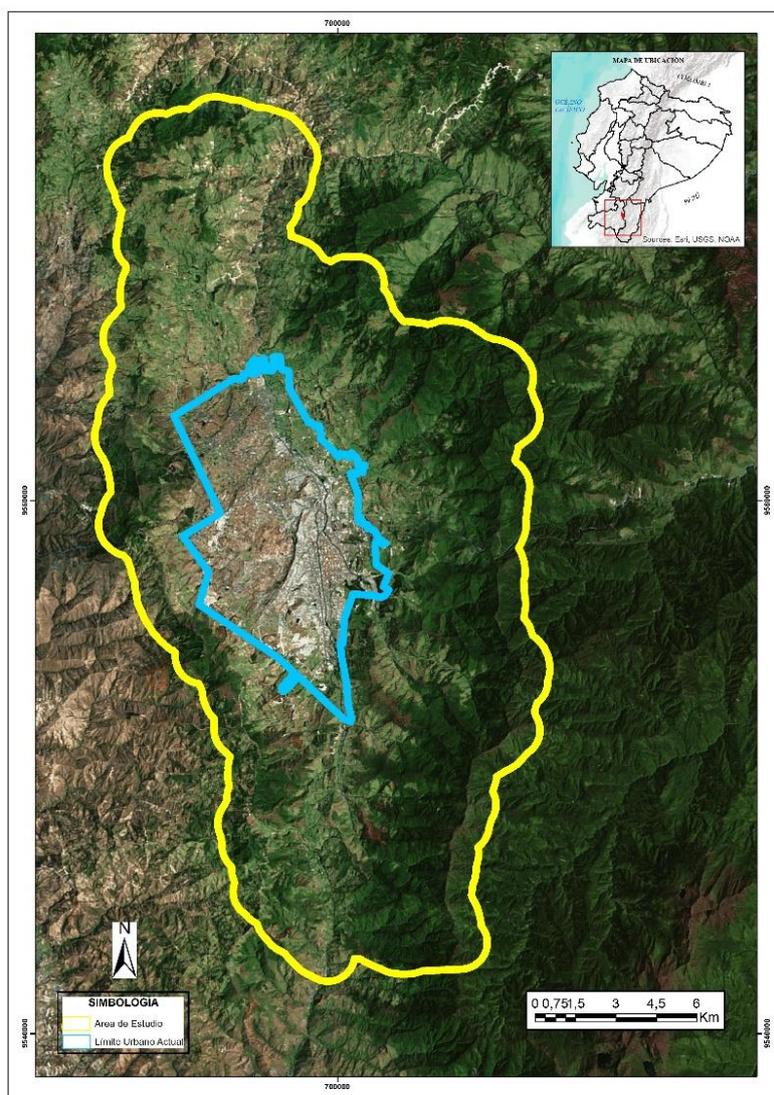
Figura 2: Ciudad de Loja



División Política.

El Cantón Loja se encuentra conformado por 4 parroquias urbanas: El Sagrario, Sucre, El Valle y San Sebastián; y por 13 parroquias rurales: Chantaco, Chuquiribamba, El Cisne, Gualiel, Jimbilla, Malacatos, Quinara, San Lucas, San Pedro de Vilcabamba, Santiago, Taquil, Vilcabamba y Yangana. La superficie delimitada por el perímetro urbano de 57 kilómetros cuadrados.

Figura 3: Área de Estudio



Aspectos demográficos.

Según proyecciones del INEC 2010, la ciudad tiene 214.855 habitantes en todo el cantón, de este número el 79,3% se encuentra ubicada en la zona urbana y el restante 20,7% en las 13 parroquias rurales

2.6. Descripción del problema a resolver con un SIG

Descripción del problema.

La problemática a analizar está relacionada con el vertiginoso crecimiento de la población de Loja, y por ende también el crecimiento de la ciudad (su mancha urbana) y sus problemas como: el transporte, servicios públicos, residuos y efluentes industriales, contaminación del ambiente, etc.

En este ámbito el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal en su Plan De Ordenamiento Territorial ha identificado los siguientes grandes problemas en la planificación territorial y sus causas:

Tabla 1: Problemas – Causas en la Planificación Territorial

PROBLEMA	CAUSAS
Desorden y discontinuidad en la densificación y consolidación de la ciudad en torno a la vivienda.	<ul style="list-style-type: none"> · Migración campo- ciudad · Costos del suelo · Costos materiales
Incumplimiento, desconocimiento y ausencia de control sobre ordenanzas de ordenamiento territorial en proyectos urbanos y arquitectónicos por parte de la	<ul style="list-style-type: none"> · Desconocimiento del plan de desarrollo urbano. · Demora en los tramites de aprobación de planos

población y la municipalidad.	<ul style="list-style-type: none"> · Tráfico de influencias · Abuso de autoridad · Falta de control
Crecimiento acelerado de los asentamientos humanos fuera del límite urbano.	<ul style="list-style-type: none"> · Migración campo ciudad · Falta de operatividad del municipio · Desconocimiento del plan de desarrollo urbano · Tráfico de influencias · Abuso de autoridad · Corrupción
Poca información y débil manejo de los bienes mostrencos (ubicación, uso, propietarios, destinos, etc.).	<ul style="list-style-type: none"> · Debilidad institucional al interior de la municipalidad · Falta de catastro actualizado · Tráfico de influencias · Abuso de autoridad · Corrupción · Ocultamiento de información
Existencia del tráfico ilegal de tierras.	<ul style="list-style-type: none"> · Tráfico de influencias · Falta de valores por parte de los involucrados. · Aprovechamiento de la necesidad ciudadana
Ocupación del espacio público por parte del comercio informal en días de feria.	<ul style="list-style-type: none"> · Falta de decisión política en el control por parte de las

	<p>autoridades del Municipio</p> <ul style="list-style-type: none"> · Falta de gestión económica por parte de las autoridades (64% del comercio informal).
--	---

2.7. Aporte del SIG en la solución del problema planteado en el

GADM de Loja

Para poder afrontar esta problemática es necesario estudiar el territorio, abarcando todas sus áreas y planificar una solución estratégica acertada. El SIG es una herramienta de apoyo para la eficiente gestión de la información recopilada y generada en el estudio del territorio. Su uso permitirá almacenar, relacionar, analizar, consultar, generar y visualizar la información territorial de la ciudad, pudiendo actualizar dicha información permanentemente. La misión del SIG varía en cada etapa del proceso de planificación, desde constituir una herramienta para organizar y sistematizar la información obtenida en el diagnóstico del territorio a estudiar, hasta conformarse en una herramienta de control y monitoreo durante la gestión del plan. Debe ser por lo tanto, flexible y versátil para permitir su adaptación en cada caso. Incluso, el SIG, constituye un soporte para la toma de decisiones relacionadas con los procesos de planificación territorial futuros, desde una perspectiva de planificación participativa y de instrumento abierto que permite una mejor difusión de la información relacionada con el plan.

Para el caso en estudio, los objetivos del SIG son:

1. Recopilar y procesar la información disponible en diversos organismos e instituciones públicas, para conformar la base cartográfica georeferenciada en formato digital que cubra los distintos niveles territoriales que competen para este problema a solucionar. Generar e integrar información relativa a los temas de interés.
2. Diseñar y construir una base de datos asociada a su expresión territorial, que contenga la información relevante para este caso.
3. Construir un sistema de información geográfico que permita en base de las varias capas, su combinación y análisis espacial, sumado a los condicionamientos y regulaciones de la municipalidad, disponer de una visualización concreta del problema, y establecer los escenarios posibles de la expansión de la mancha urbana, dando una respuesta con base científica al problema.

Esta construcción del SIG nos ayudará a disponer una visualización concreta del problema, a generar respuestas que solo observando el territorio en una escala macro puede obtenerse. Por ejemplo, poder comparar el parcelario urbano existente, el límite propuesto por el gobierno local y el límite natural que se fue dando directamente con la expansión de la mancha urbana.

3. METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Para desarrollar el presente análisis sobre el Sistema de Información Geográfica aplicado a identificar áreas para la expansión urbana de la ciudad de Loja, se usó información como:

- Variables Bióticas: Modelo digital del terreno, Uso de Suelo y cobertura vegetal, Aptitud Agropecuaria y forestal, Hidrografía y Cobertura de Bosques.
- Variables Antrópicas: Construcciones y Riesgos
- Disponibilidad de Servicios Básicos: Accesibilidad a Servicios Básicos, Red de Alcantarillado, Vialidad y Red de Agua Potable
- Ortofotografía Digital

Así como también guías de estudios urbanos y comparables similares al proyecto propuesto en esta ciudad. Los mismos fueron recolectados a través de procedimientos de investigación, y recopilación de información pertinente en las distintas instancias gubernamentales y privadas; de manera tal que se pueda obtener, no solo un perfil socioeconómico de la ciudad, sino además información base para trabajar en los demás ámbitos referentes a lo político y ambiental.

De esta forma, y partiendo de la premisa de que un proyecto de esta envergadura requiere de la unificación de toda la información, se ha traducido la data obtenida a un mismo lenguaje gráfico, para que a su vez la misma pueda ser analizada y reclasificada, de acuerdo a los criterios establecidos, para así establecer las áreas propicias para la expansión urbana. Para ello se ha reagrupado todas las variables temáticamente según

sus características comunes, la dinámica e interacción entre ellas, llegando así a clasificarse en tres grandes grupos:

- a) **Aspectos Biofísicos,**
- b) **Aspectos Antrópicos y**
- c) **Disponibilidad de Servicios.**

Una vez organizadas las capas, se procedió a investigar y asignar los valores necesarios para reclasificar sus atributos de acuerdo a los criterios de Recomendable, Restringido y No Recomendable, representando así la potencialidad de urbanización en las áreas próximas a las variables o dentro de las mismas. A continuación presentamos los criterios definidos para la reclasificación de los atributos en cada capa de acuerdo a los tres temas antes mencionados:

Tabla 2: Variables Biofísicas

VARIABLE	VALORES
Pendientes	0-12 % = Recomendable 12-25 % = Restringido > 25 % = No recomendable
Hidrografía	Distancia a cada lado según tipo de cauce: Quebrada: 15 metros y/o Ríos: 30 metros = No recomendable A partir de las distancias dadas = Recomendable
Bosques	> 100 metros = Recomendable 100 metros alrededor = Restringido Dentro del bosque = No recomendable
Aptitud agropecuaria y forestal	No recomendable

Tabla 3: Variables Antrópicas

VARIABLE	VALORES
Edificaciones periurbanas	> 5 edificaciones/Ha = Recomendable 3-5 edificaciones/Ha = Restringido 0-3 edificaciones/Ha = No recomendable

Tabla 4: Disponibilidad de Servicios Básicos

VARIABLE	VALORES
Red vial	0-700 metros = Recomendable 701-1500 = Restringido > 1500 = No recomendable
Red agua potable	0-500 metros = Recomendable 501-1000 = Restringido >1000=No recomendable
Red alcantarillado	0-250 metros = Recomendable 251-500 = Restringido > 500 = No recomendable

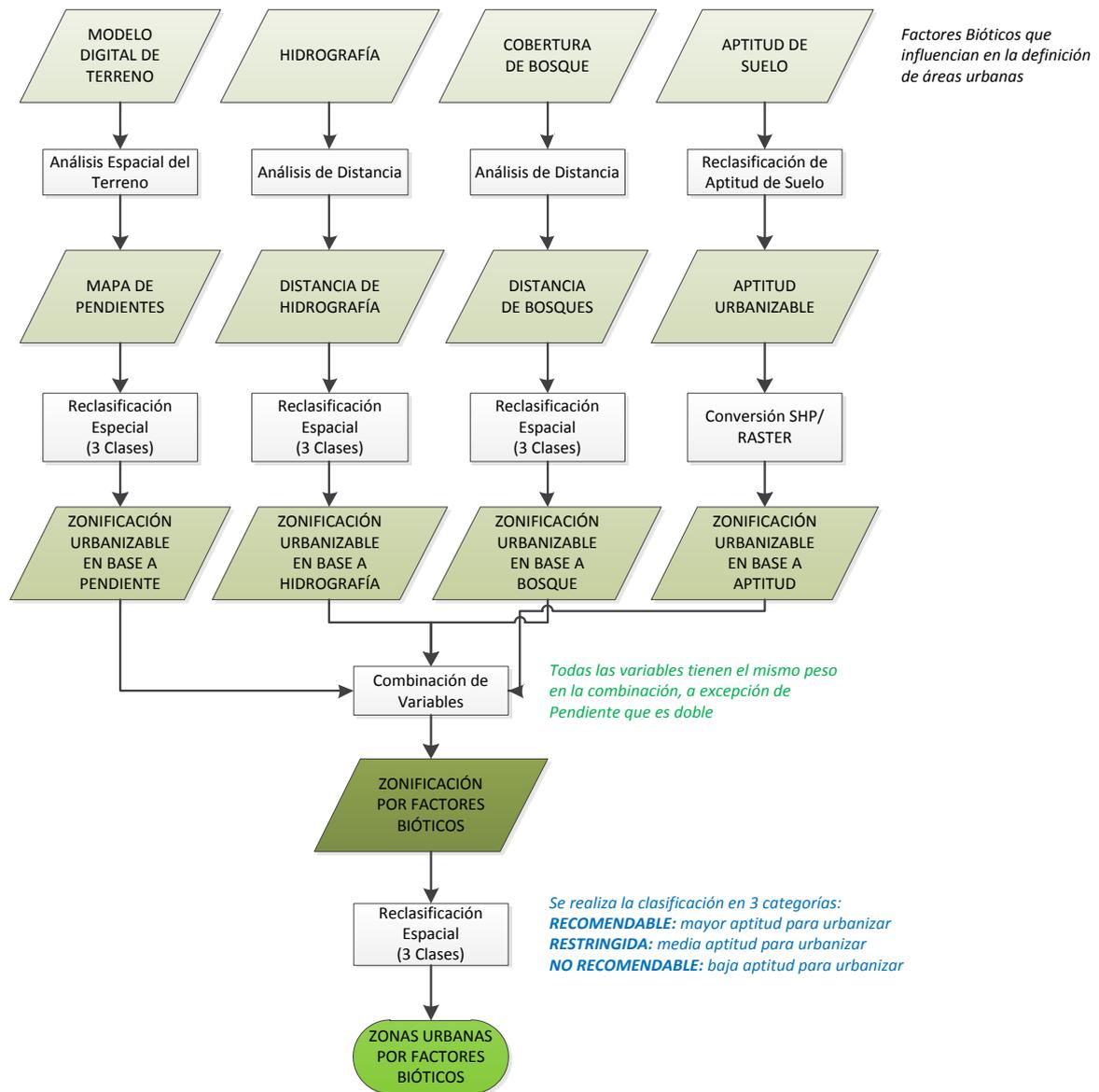
Consecutivamente, se realizaron análisis de tipo raster, utilizando las herramientas de análisis espacial que provee ArcGIS 10.1, según la geometría dada en cada capa. A continuación se reclasificaron los resultados asignándoles puntuaciones a los criterios establecidos de Recomendable (5); Restringido (3) y No recomendable (1), los que luego se combinaron con una operación de álgebra de mapas, obteniendo el mapa resultante para ese grupo de variables. Posteriormente se realizó una nueva

combinación de los tres grupos resultantes utilizando nueva vez la herramienta de cálculos de mapas, obteniendo las áreas resaltadas y diferenciadas según la clasificación propuesta, logrando determinar aquellas áreas idóneas para la expansión urbana en la ciudad de Loja, y aquellas cuyas condicionantes la restringen o no la permiten.

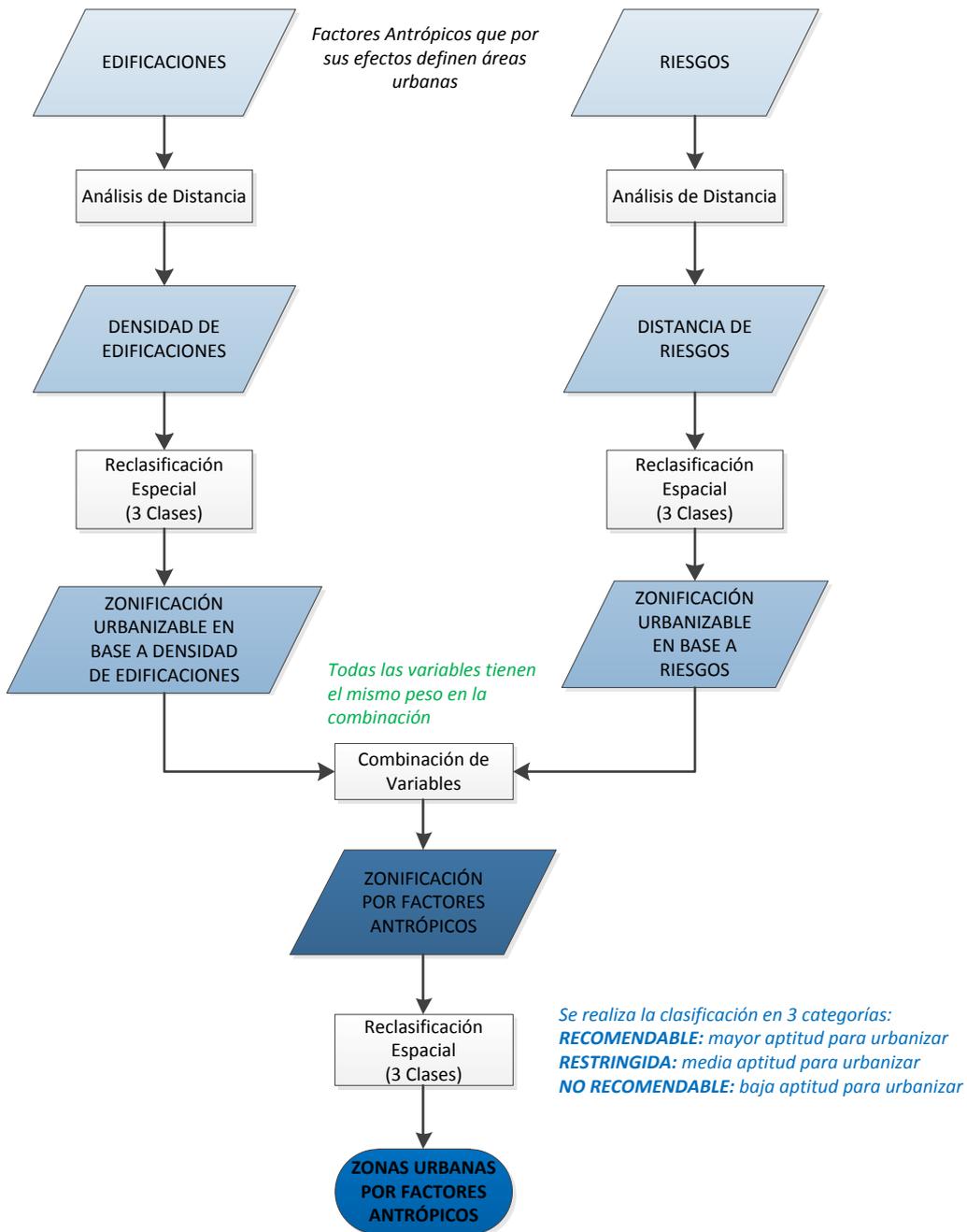
3.1. Modelos de análisis

Como se describió en la metodología, este proyecto se basó primordialmente en análisis espaciales con datos de tipo raster y en la reclasificación de la información de cada una de las variables. De esta forma, para representar de manera coherente y comprensible la cartografía de los resultados de dichos análisis, mostramos a continuación los flujogramas que indican la operación y el resultado obtenido:

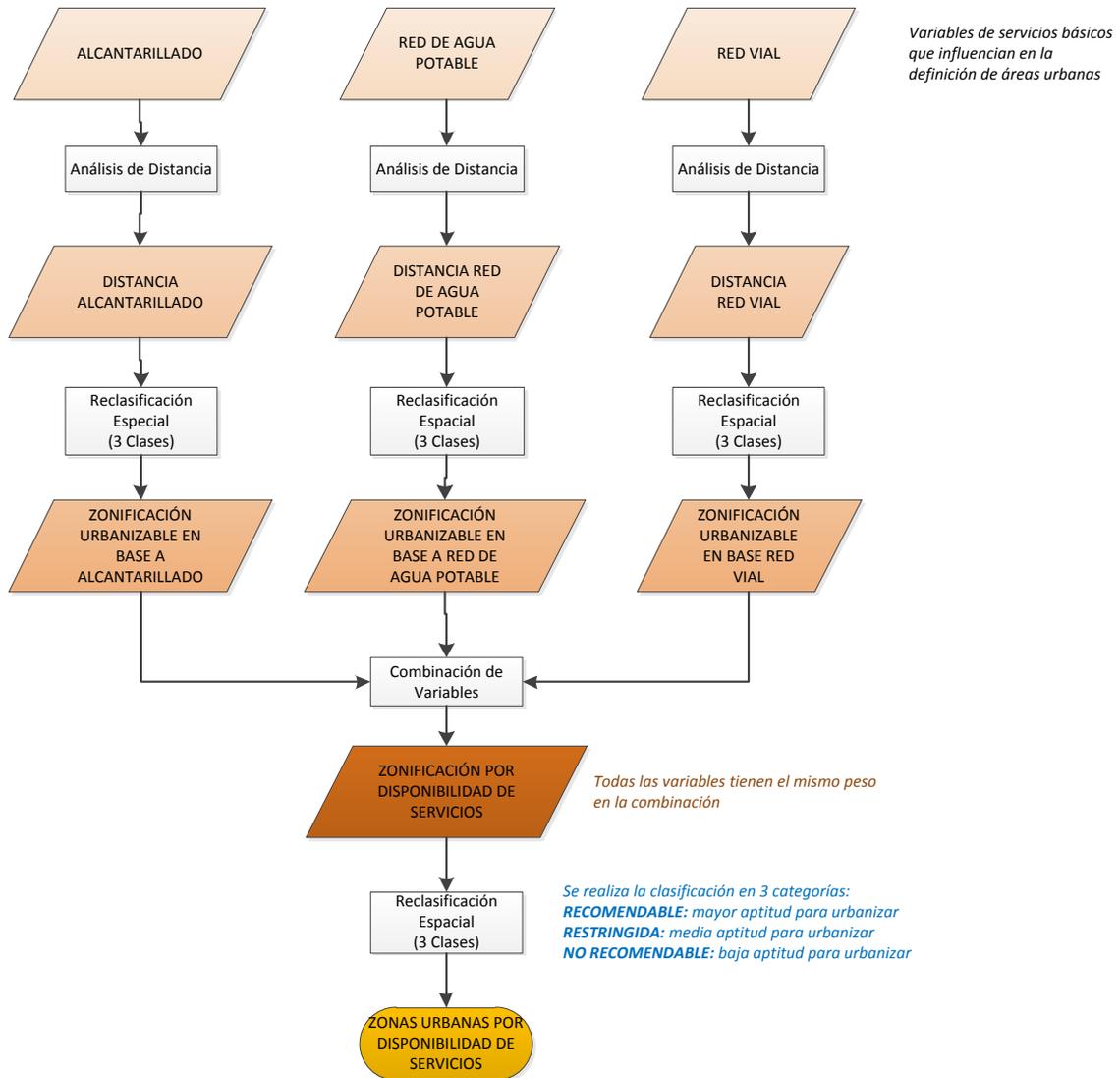
3.1.1 Modelo de análisis de zonas urbanizables por aspectos biofísicos.



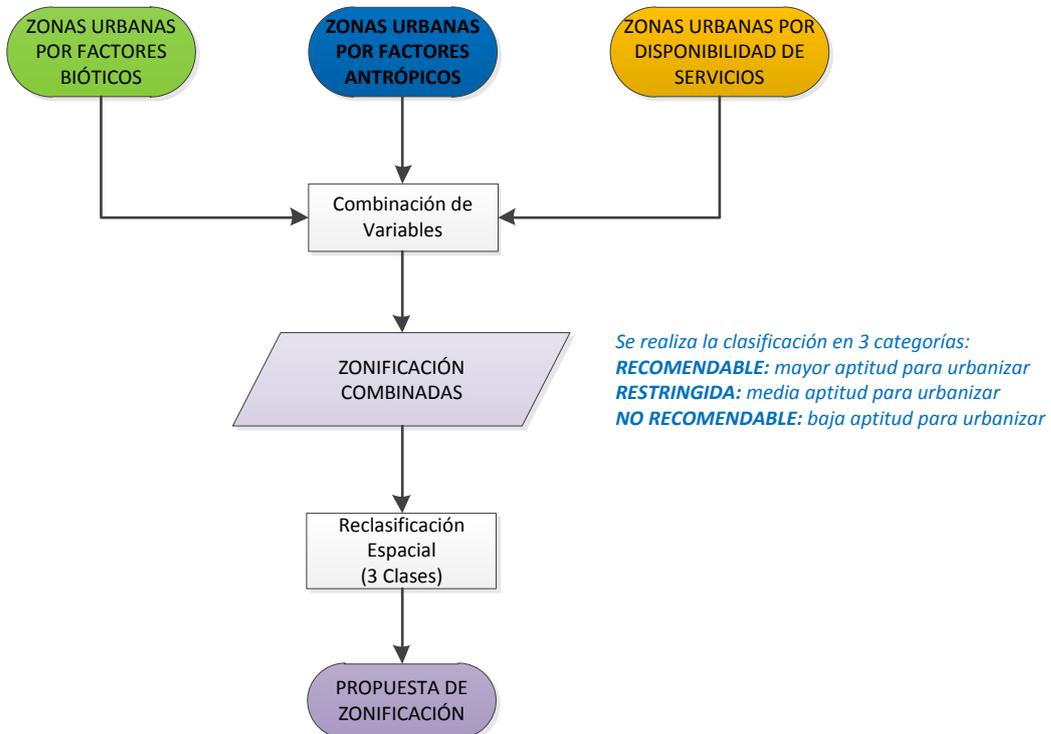
3.1.2 Modelo de análisis de zonas urbanizables por aspectos antrópicos.



3.1.3 Modelo de análisis de zonas urbanizables por efectos de disponibilidad de servicios.



3.1.4 Modelo de análisis de zonas urbanizables.



4. ANÁLISIS DE DATOS

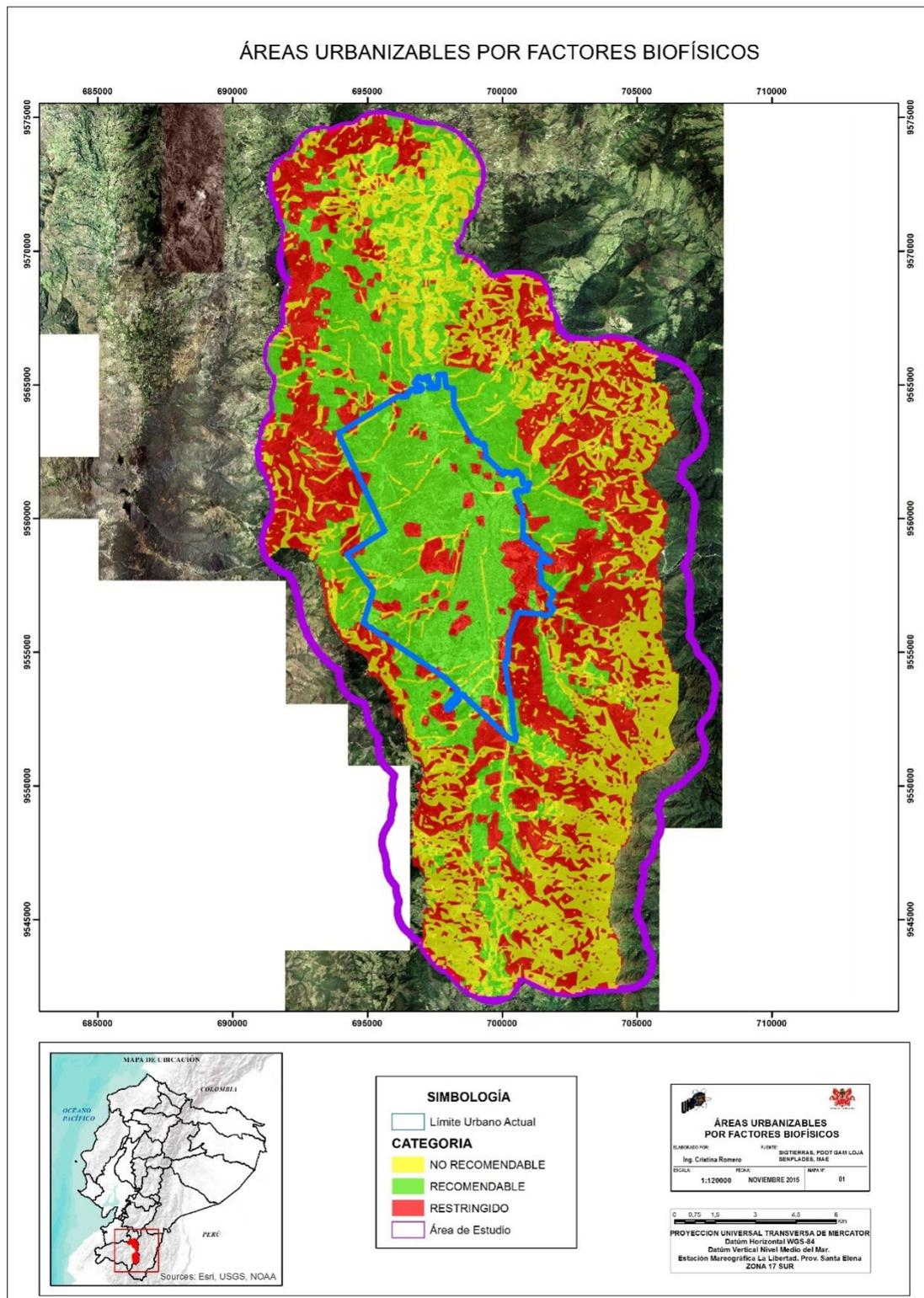
El área de estudio para el presente documento se planteó la zona urbana de la ciudad de Loja en su totalidad, incrementado una zona buffer de 1.000 metros, cubriendo así una superficie de 37.550 hectáreas. Es importante anotar que al momento el límite urbano establecido por Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja ocupa una superficie de 5.851 hectáreas, este límite se planteó de acuerdo a la realidad de la ciudad a la fecha.

Una vez analizadas las variables, el presente estudio plantea una zona de expansión urbana, revisando la realidad actual de la ciudad y sus respectivos factores los cuales se describen a continuación.

4.1. Zonas urbanizables por factores biofísicos

El producto de la aplicación de este modelo y sus variables se resaltan las áreas urbanizables, teniendo como condicionantes las capas de pendientes, hidrografía, bosques y aptitud de suelo. Para convergir todas las capas se realizó con anterioridad, análisis de tipo raster a cada una ellas, en su mayoría análisis espaciales de distancia, una vez hecho el cálculo y de realizar la posterior reclasificación según los valores y las puntuaciones, se obtuvo la cartografía que muestra con claridad, las áreas óptimas para urbanizar según los factores biofísicos.

Figura 4: Zonas Urbanizables por Factores Biofísicos



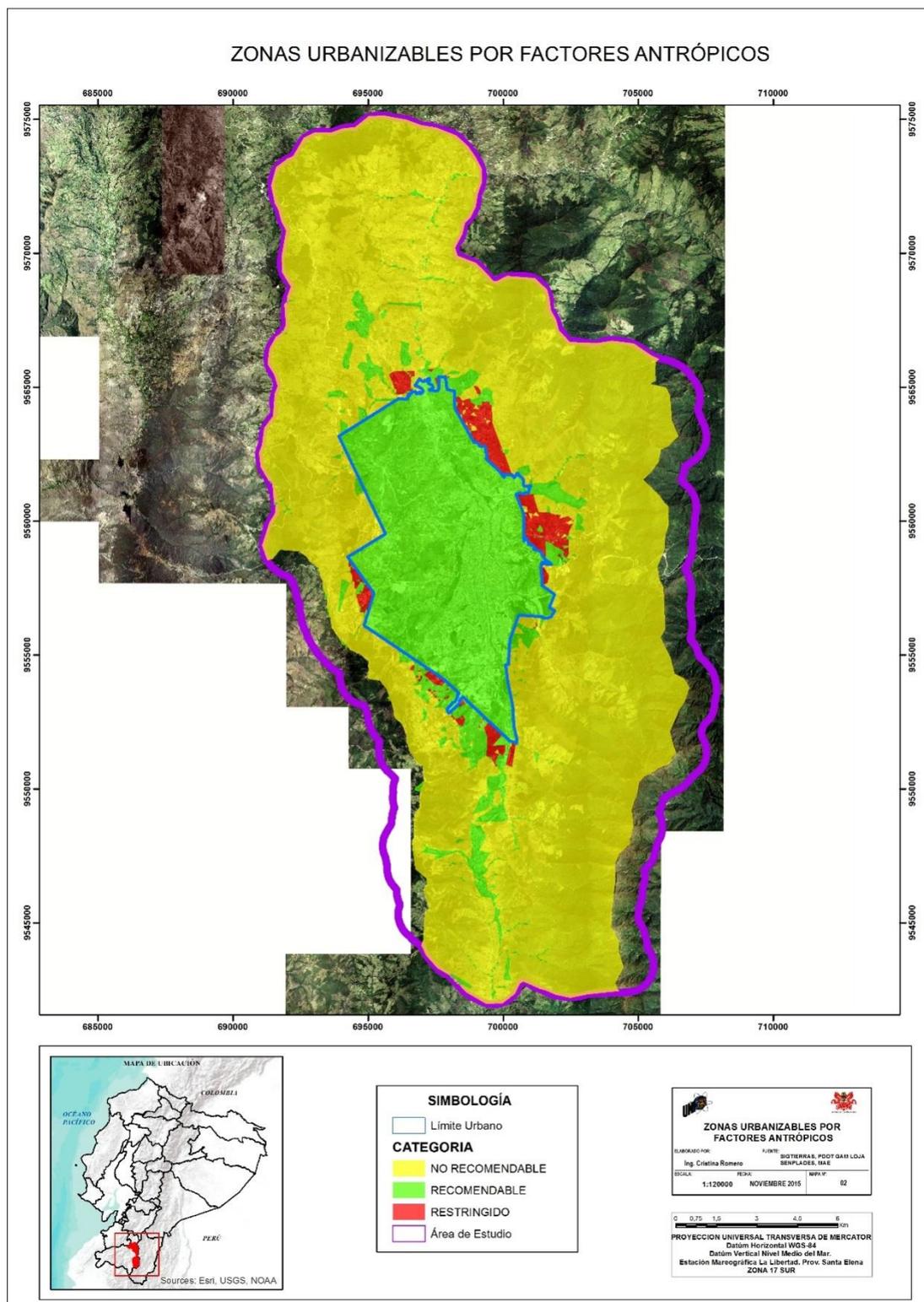
En la figura anterior se puede visualizar las zonas en las que bajo las variables bióticas se recomienda o no ampliar la zona urbana, teniendo en cuenta la superficie de cada una de ellas y la sumatoria de las mismas (33.164 hectáreas) se puede decir que las 3 zonas prácticamente tienen el mismo porcentaje, 35% para las zonas no recomendables, 33% para las zonas restringidas y 32% para las zonas recomendables.

Dentro de las variables biofísicas también se puede tener en cuenta las áreas protegidas con sus diferentes categorías de protección. Estas según su categoría serán sitios concretos en los que está terminantemente prohibido realizar algún tipo de actividad antrópica.

4.2. Zonas urbanizables por factores antrópicos

En este resultado se muestran las áreas urbanizables de acuerdo a las condicionantes producidas por el hombre. Debido a que a los riesgos presentes en la zona, no son producidos por ningún factor natural, si no por incidencia del hombre se decidió colocarlos dentro esta clasificación junto a las edificaciones periurbanas. Se obtuvo la cartografía que muestra con claridad, las áreas óptimas para urbanizar según los factores antrópicos.

Figura 5: Zonas Urbanizables por Factores Antrópicos



La concentración de edificaciones en la ciudad y sus alrededores son un factor importante al momento de determinar las zonas de expansión urbana, muchas de las

viviendas están ubicadas dentro del límite urbano de la ciudad, pero existen ciertas aglomeraciones de edificaciones que se encuentran por fuera del límite urbano, esto se debe prácticamente a la construcción de nuevas vías u obras de infraestructura.

Adicionalmente en la ciudad se está implantando la idea de tener viviendas un tanto alejadas del núcleo urbano, lo que conlleva a que se generen urbanizaciones o zonas con una densificación de viviendas; esta densificación obliga a que el límite urbano se modifique de una manera un tanto ilegal, y poco técnica.

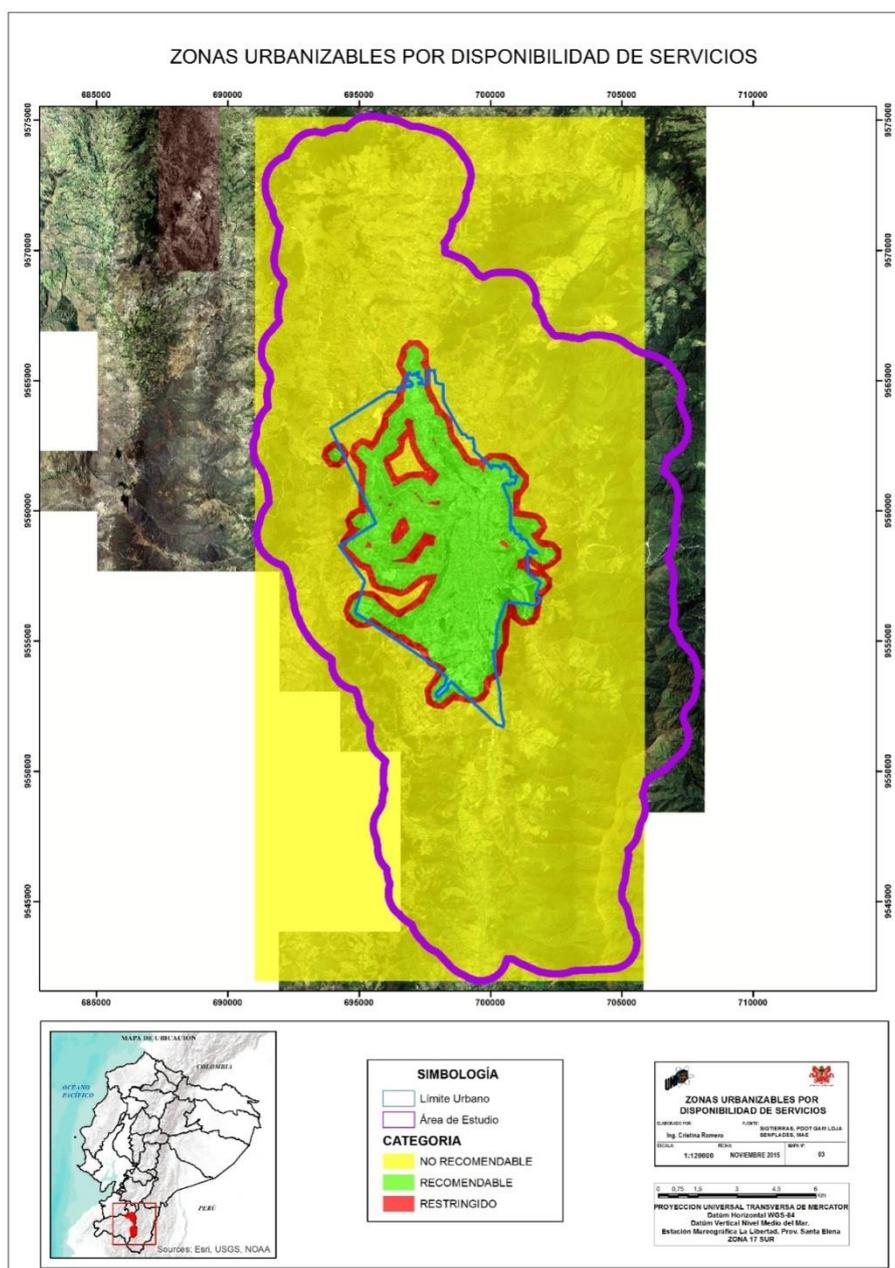
La variable de riesgo si bien no es una variable netamente antrópica, se la asocia en este análisis debido a que en algunos sitios, por la acción del hombre se han degradado los suelos o se ha perdido masa boscosa que pueden afectar en un futuro con deslizamientos. Por lo tanto estas zonas no pueden ser ocupadas por viviendas a fin de evitar posibles pérdidas materiales y humanos en un futuro.

Realizado el análisis con estas dos variables, se puede apreciar en la figura anterior que la mayor parte de la parroquia no puede servir para una ampliación de la zona urbana, lo cual es correcto al tener también la zona rural dentro de la parroquia. Aun así el 22% que representan 7.481 hectáreas de la parroquia pueden servir para realizar una propuesta de ampliación urbana. Cabe recalcar en este sentido que ya se han excluido zonas con un alto susceptibilidad a deslizamientos.

4.3. Zonas urbanizables por servicios

Se muestra las áreas urbanizables según las condicionantes de red vial, red de agua potable y red de alcantarillado. Al igual que en la carta de factores biofísicos, la mayoría de los análisis individuales de las capas se realizaron con análisis espaciales de distancia.

Figura 6: Zonas Urbanizables por Disponibilidad de Servicios



El análisis de estas variables permite tener una idea clara de lo que la ciudad podría llegar a ampliarse en función de la obra con la que hasta el momento cuenta la ciudad, con lo cual también podrá servir como una herramienta importante al momento de planificar obras de alcantarillado, agua potable, luz y asfaltado de vías, con lo cual puede significar un coste bajo para la ciudad.

Para (Gomez, 2009) las 5 variables explicativas: distancia a vías, perímetro urbano, zonas de inundación, pendiente y áreas protegidas sirvieron para detectar los cambios en el área de las coberturas y entender el dinamismo del crecimiento urbano.

Mientras que para (Hofstee & Brussel, 1999) la aptitud para la expansión urbana considera como determinante el uso de las variables explicativas: a) distancia al centro de la ciudad; b) pendientes y c) zonas de peligro.

Por otro lado, el manejo de recursos hídricos, generación de indicadores, jerarquización de cuencas y sub-cuencas según los grados de riesgo poblacional permite obtener datos importantes para la toma de decisiones de planificación y territorio (Herrero & Leonardo, 2008)

Para (Alberto, 2005) las condiciones naturales (topografía, hidrografía y riesgos a inundación), condiciones antrópicas (aspecto inmobiliario, demográfico, infraestructura y servicios) son variables indispensables en la aplicación del modelo para el ordenamiento de un espacio rural sujeto a la presión del crecimiento urbano.

Dado que el crecimiento en las ciudades principales (cabeceras cantonales) de Ecuador es desmesurado, el presente estudio puede ser replicado en las mismas. Asimismo, podría consolidarse la metodología aplicada para que pueda ser utilizarla en los demás Gobiernos Autónomos Descentralizados del país. También podría utilizarse como

herramienta dentro los planes de ordenamiento territorial que en este momento están llevando a cabo, dejando definidos los límites urbanos de una manera óptima.

Estudios sobre crecimiento urbano como el realizado por (Hofstee & Brussel, 1999) analiza otras variables como son: hundimientos, inundaciones y aptitud, pero en este caso la variable más importante es la velocidad de crecimiento de la ciudad. Es decir, el estudio analiza el cambio porcentual del uso del suelo urbano al año, de esta manera calcula un promedio aritmético por periodos mediante una tasa de crecimiento planteada por una fórmula.

(Mercado, Alarcón, Díaz, & Sanchez, 2006) En su estudio sobre la Expansión Urbana de la ciudad de Montería”, utilizaron para determinar la ampliación urbana imágenes satelitales, en dos años para poder realizar una predicción. Para esto calcularon la reflectancia espectral para cada imagen a fin de determinar las zonas con suelo expuesto, así como edificaciones. También se calculó el Índice Normalizado de Vegetación (NDVI) y el Índice de Suelo-Humedad (ISH). Esto dio como resultado la estimación de áreas y perímetros en los dos momentos.

El estudio “Impacto de la Expansión Urbana Sobre el Sector Agrícola en la Región Metropolitana de Santiago” realizado por la Oficina de Estudios y Políticas Agraria del Ministerio de Agricultura de Chile 2012 (Rivas & Alfonso, 2013), tienden a analizar la presión que ejerce la zona urbana sobre las zonas agroproductivas, con lo cual el principal insumo para dicho análisis es la aptitud del suelo en sus diferentes clases agrológicas, primando para la expansión esta de manera muy importante, siendo limitante en categorías con suelos productivos para la expansión urbana. Analizando el cambio de uso de suelo determinaran el destino que va a tener cada área analizada.

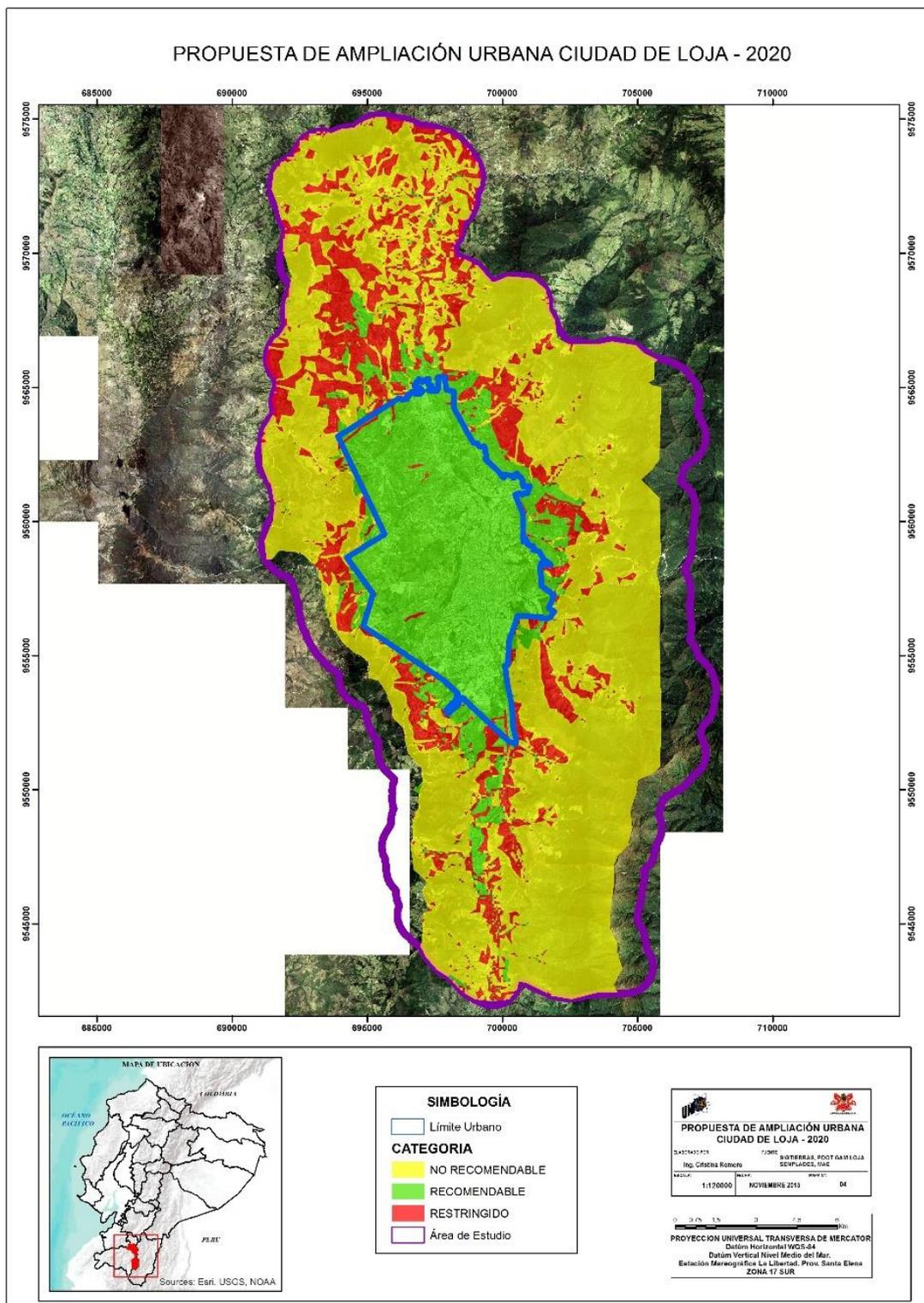
Por otra parte (Rocca, Lancioni, Ríos, Dellachaux, & Sgroi, 2013) abordan la expansión urbana teniendo en cuenta los flujos migratorios con una metodología multiescalar, en este estudio influyo mucho la normativa legal de los municipios y localidades evaluadas, esto, acompañado de una zonificación ayudo a determinar las zonas que deberían tener una ampliación de suelo urbano.

Sería de gran utilidad, al momento de realizar el análisis, incorporar el estudio sobre la tenencia de tierra del cantón, contar con el inventario predial de la parroquia a nivel urbano y rural serviría como una herramienta fundamental para determinar el destino que se está dando a cada predio en determinada ubicación, teniendo una certeza si el cambio en el uso del suelo afectaría a la agroproductividad.

Como se indicó con anterioridad, el presente estudio se realiza en base a diferentes variables agrupadas en 3 factores, el uso de las herramientas SIG, permiten determinar mapas de accesibilidad y distancias a todas las variables, preparando las mismas para un análisis más completo, la interacción de estos factores permitirá establecer concretamente las zonas de ampliación urbana partiendo del estado actual de la ciudad.

En estemapa se muestra el último análisis realizado en base a las 3 zonas homogéneas encontradas (biofísicas, antrópicas y de servicios, y la resultante del proceso de análisis indicando las zonas no recomendables y recomendables. Sobre la misma se muestra la capa vectorial final con el nuevo límite propuesto para la ciudad de Loja al año 2020. Como factor de comparación se muestra el actual límite oficial de la ciudad (línea roja), sobre el nuevo límite propuesto (color morado).

Figura 7: Propuesta de Ampliación Urbana de la ciudad de Loja - 2020



Una de variables de las que carece esta metodología, y no necesariamente se la puede determinar cómo debilidad es la normativa vigente en el municipio, esta se la puede acoplar al final del análisis en el momento de implantar la nueva zona urbana.

Realizar un análisis de crecimiento poblacional permitiría realizar una estimación más precisa al momento de determinar las zonas en las que es factible ampliar la zona urbana. La tasa de crecimiento al igual que la densidad de edificaciones son dos variables que se complementan.

Se podría realizar adicionalmente una comparación con la situación de la ciudad en años anteriores, de tal manera que se pueda comprobar si el modelo planteado es el adecuado.

El uso de imágenes satelitales es fundamental en estudios como estos, si bien en este estudio no se lo menciona su uso como tal, está implícito en las variables de coberturas vegetales y aptitud del suelo.

Como ventaja de realizar este tipo de estudio se puede anotar, que el mismo parte de la situación actual de la ciudad, con lo cual se puede evaluar la ampliación partiendo de la infraestructura y obra presente en la ciudad.

Otra ventaja de este análisis es centrarse en las variables más directas en la ampliación urbana, como son los factores biofísicos, antrópicos y de servicios, siendo este último muy importante.

Por último se puede anotar que es un análisis que no requiere de una gran cantidad de cálculos, ya que valiéndose de herramientas SIG, permite determinar los

parámetros necesarios para poder obtener un resultado que sirva como una herramienta de toma de decisiones para el GAD Municipal.

5. CONCLUSIONES

Analizar la expansión urbana de la Ciudad de Loja con base a las variables biofísicas, antrópicas y a la disponibilidad de servicios ha permitido proyectar un crecimiento del área urbana en un 36% lo que representa en superficie 2.127 hectáreas.

En tal sentido el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja deberá planificar la implementación de la red de alcantarillado, red vial y demás servicios en la proyección de expansión urbana.

6. REFERENCIAS

- Alberti, M., Weeks, R., Booth, D., Hill, K., Coe, S., & Stromberg, E. (2002). *Land Cover Change Analysis for the Central Puget Sound Region 1991–1999*. Obtenido de Urban Ecology Research Laboratory, University of Washington: <http://www.urbaneco.washington.edu/>
- Alberto, J. (2005). *Aplicación a través de SIG de un modelo para el ordenamiento de un espacio rural sujeto a la presión del crecimiento urbano. Estudio de un caso del Gran Resistencia*. Resistencia: Centro de Geociencias Aplicadas – Instituto de Geografía. Facultad de Humanidades. UNNE.
- Barredo, J., I., K. M., McCormick, N., & Lavalle. (2003). Modelling dynamic spatial processes: simulation of urban future scenarios through cellular automata. En J. Barredo, K. M. I., N. McCormick, & Lavalle, *Landscape and Urban Planning* (págs. (64) 145–160).
- Cardozo, O., & Da Silva, C. (2013). Aplicaciones Urbanas de los Sensores Remotos. *Revista Geográfica Digital. IGUNNE. Facultad de Humanidades. UNNE*, 2-5.
- Cheng, J., & Masser, I. (2003). Urban growth pattern modeling: a case study of Wuhan city, PR China. En J. Cheng, & I. Masser, *Landscape and Urban Planning* (págs. (62) 199–217).
- Ferrer, M. (1992). *Sistemas Urbanos, los países industrializados del hemisferio norte e Iberoamérica*. Madrid: Editorial Síntesis.
- GADM, L. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón de Loja - 2012*. Loja: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Loja.
- Giraldo, F. (1999). *Ciudad y Crisis. Hacia un nuevo Paradigma?* Bogotá: TM Editores.
- Gomez, Á. (2009). *Estudio Multitemporal de la dinámica de transformación espacial de la cobertura por crecimiento urbano, en una zona de la localidad de Suba, Bogotá – Colombia, en el período 1955 - 2006*. Bogota: Trabajo de Grado, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales Carrera de Ecología, Pontificia Universidad Javeriana.
- He, C., Okadac, N., Zhang, Q., Shi, P., & Li, J. (2008). Modelling dynamic urban expansion processes incorporating a potential model with cellular automata . En C. He, N. Okadac, Q. Zhang, P. Shi, & J. Li, *Landscape and Urban Planning* (págs. (86) 79–91).
- Herrero, A. C., & Leonardo, F. V. (2008). *Planteamiento Urbano: Marco para la gestión del Riesgo Poblacional en Cuencas*. Lujan: Área Ecología Urbana - Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Hofstee, & Brussel, I. M. (1999). *Análisis de aptitud para la expansión urbana*. Enschede: Department of Land Resource and Urban Sciences, ITC.
- Hofstee, P., & Brussel, M. (s.f.). Department of Land Resource and Urban Sciences, International Institute for Geoinformation Sciences and Earth Observation (ITC).
- Jacquín, A., Misakova, L., & Gay, M. (2007). A hybrid object-based classification approach for mapping urban sprawl in periurban environment . En A. Jacquín, L. Misakova, & M. Gay, *Landscape and Urban Planning* (págs. (84) 152–165).

- Jimenez, A. M. (2002). *Crecimiento Urbano en Bogotá ¿Expansión o Densificación?* Bogotá: Tesis Maestría en Planeación Urbana y Regional - Pontificia Universidad Javeriana.
- Kivell, P. (1993). *LAND and the CITY pattern and process of urban change*. Londres: Routledge and Kegan Paul.
- Lambin, E., & Geist, H. (2001). Global land use and land cover change: what have learned so far? *Global Change News Lett*, (46) 27–30.
- Mercado, B., Alarcón, J., Díaz, E., & Sanchez, L. (2006). *Estudio sobre la Expansión Urbana de la Ciudad de Montería, utilizando imágenes de satélite de los años 1991 y 2001*. Córdoba: Universidad de Córdoba - Departamento de Geografía y Medio Ambiente .
- Ordoñez, C. (2001). *Crecimiento urbano del borde norte de Bogotá consolidación de la periferia urbana y su articulación con el área de expansión. Desarrollo de una unidad de actualización dentro de un plan parcial en la ciudad norte*. Bogotá: Tesis Magíster en planeación urbana y regional. Pontificia Universidad Javeriana.
- Piumetto, M. (2006). *Usos y Aplicaciones de los sistemas de Información Geográfica*. . Buenos Aires: Lincoln Institute of Land Policy.
- Rivas, T., & Alfonso, T. (2013). *Expansión Urbana y Suelo Agrícola: Revisión de la situación de la región metropolitana*. Santiago de Chile: ODEPA - Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile.
- Rocca, M., Lancioni, A., Ríos, L., Dellachaux, A., & Sgroi, A. (2013). *Expansión urbana en municipios de la provincia de Buenos Aires: avances del proceso y vínculos con las políticas territoriales*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes.
- Tang, Y. (2007). *The analysis of spatial-temporal dynamics of urban landscape structure: a comparison of two petroleum-oriented cities dissertation*. Texas: Tesis Doctorado en la Texas State University-San Marcos.
- Tarchópulos, D., & Ceballos, O. (2003). Formas de crecimiento urbano en Bogotá: patrones urbanísticos y arquitectónicos en la vivienda dirigida a sectores de bajos ingresos. *Scripta Nova. REVISTA ELECTRÓNICA DE GEOGRAFÍA Y CIENCIAS SOCIALES. Universidad de Barcelona*, Vol. VII, 077-146.
- Thomas, J., Nechyba, P., R., & Walsh. (2004). *Urban Sprawl*. The Journal of Economic Perspectives.
- Zebisch, M., Wechsung, F., & Kenneweg, H. (2004). Landscape response functions for biodiversity assessing the impact of land-use changes at the county level. En M. Zebisch, F. Wechsung, & H. Kenneweg, *Landscape and Urban Planning* (págs. (67) 157–172).

GLOSARIO

SIG	Sistemas de Información Geográfica
GADM	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal
COOTAD	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
PDOT	Plan de Ordenamiento Territorial