



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO
PREVIO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL**

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL Y PROYECCIÓN DE LA
COBERTURA VEGETAL DE CHONGÓN A CAUSA DEL
CRECIMIENTO URBANÍSTICO DEL 2000 AL 2040**

AUTOR

PAREDES GARCÉS FERNANDO ENRIQUE

TUTOR

ING. CARLOS FRANCISCO ORTEGA ORDÓÑEZ, MSc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2025



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS DE ANÁLISIS MULTITEMPORAL Y PROYECCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL DE CHONGÓN A CAUSA DEL CRECIMIENTO URBANÍSTICO DEL 2000 AL 2040, realizado por el estudiante PAREDES GARCÉS FERNANDO ENRIQUE; con cédula de identidad N°0953274230 de la carrera INGENIERÍA AMBIENTAL, Campus Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Carlos Francisco Ortega Ordóñez, MSc.

Guayaquil, 19 de diciembre del 2025



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “ANÁLISIS MULTITEMPORAL Y PROYECCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL DE CHONGÓN A CAUSA DEL CRECIMIENTO URBANÍSTICO DEL 2000 AL 2040”, realizado por el estudiante PAREDES GARCÉS FERNANDO ENRIQUE, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Blgo. Arízaga Gamboa Raúl, M.Sc.
PRESIDENTE

Ing. Facuy Delgado Jussen, Msc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Arcos Jácome Diego, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Guayaquil, 11 de diciembre del 2025

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mis padres, quienes han sido mi mayor motivación para seguir adelante en cada etapa de mi vida. Gracias por su apoyo incondicional, por creer en mí y por ser la base que ha sostenido cada uno de mis logros.

A mi querida abuela, que hoy descansa en el cielo, dedico también este triunfo. Su mayor sueño era verme graduar, y aunque no pudo estar físicamente para compartir este momento, sé que me acompaña en cada paso y que su amor continúa guiándome.

AGRADECIMIENTO

Extiendo mi sincero agradecimiento al Ing. Carlos Ortega, mi tutor, por su paciencia, guía y dedicación durante el proceso de elaboración de este trabajo. Asimismo, al Ing. Juan Carlos Guevara, por sus oportunas palabras y orientación, ambos fueron pilares fundamentales para culminar exitosamente mi titulación.

Finalmente, agradezco a mis compañeros y amigos con quienes compartí estos años de formación universitaria. Su compañía, apoyo y camaradería hicieron de este camino una experiencia enriquecedora y memorable.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo proyectar la afectación del cambio en la cobertura vegetal y el uso de suelo por actividades antrópicas en el período comprendido entre los años 2000 y 2040, en la parroquia urbana Chongón del cantón Guayaquil, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Para ello, se plantearon tres objetivos específicos: determinar los cambios temporales ocurridos entre los años 2000 y 2023 a partir del procesamiento de información geoespacial; modelar el cambio de la cobertura vegetal y el uso del suelo en la parroquia Chongón al año 2040; y proponer medidas orientadas a la planificación urbana y la conservación de áreas verdes. La metodología empleada combinó la revisión bibliográfica con análisis cuantitativos y el procesamiento de información geoespacial. Se utilizaron capas oficiales de cobertura y uso de suelo correspondientes a los años 2000, 2008, 2014, 2016, 2018, 2020 y 2022 para la parroquia Chongón, las cuales fueron procesadas en un entorno SIG. Esto permitió visualizar y analizar la dinámica de los cambios en la cobertura vegetal mediante la integración de capas temáticas, que incluyeron bosque, cuerpos de agua, otras tierras, tierra agropecuaria, vegetación arbustiva y herbácea, y zona antrópica. Los resultados evidencian un incremento significativo de la zona antrópica, que pasa del 5,14 % en el año 2000 al 52,14 % proyectado para el año 2040. En contraste, la tierra agropecuaria disminuye del 37,42 % al 7,81 %, mientras que el bosque se reduce del 52,29 % al 33,12 %. Asimismo, la categoría de otras tierras desciende hasta desaparecer, los cuerpos de agua se mantienen relativamente estables alrededor del 3,7 %, y la vegetación arbustiva y herbácea conserva un 3,27 %. Esta dinámica confirma la creciente presión antrópica sobre ecosistemas de alta fragilidad ambiental. Finalmente, la identificación de seis categorías de uso de suelo constituye una base fundamental para la planificación territorial, orientada a equilibrar el desarrollo urbano con la conservación de los recursos naturales.

Palabras clave: *SIG, Chongón, Cobertura, Antrópicas, Ecosistemas, modelar.*

ABSTRACT

The present research aimed to project the impact of changes in vegetation cover and land use caused by anthropogenic activities between the years 2000 and 2040 in the urban parish of Chongón, located in the canton of Guayaquil, through the use of Geographic Information Systems (GIS). To achieve this purpose, three specific objectives were established: to determine temporal changes occurring between 2000 and 2023 through the processing of geospatial information; to model vegetation cover and land use change in Chongón for the year 2040; and to propose measures for urban planning and the conservation of green areas. The methodology combined a literature review with quantitative analysis and geospatial data processing. Official land use and land cover layers for the years 2000, 2008, 2014, 2016, 2018, 2020, and 2022 corresponding to the Chongón parish were used and processed in a GIS environment. This approach allowed the visualization and analysis of vegetation cover dynamics through the integration of thematic layers, including forest, water bodies, other lands, agricultural land, shrub and herbaceous vegetation, and anthropogenic zones. The results show a significant increase in anthropogenic areas, rising from 5.14% in 2000 to a projected 52.14% by 2040. In contrast, agricultural land decreases from 37.42% to 7.81%, while forest cover declines from 52.29% to 33.12%. Likewise, the category of other lands disappears, water bodies remain relatively stable at approximately 3.7%, and shrub and herbaceous vegetation maintains 3.27%. This dynamic confirms the increasing anthropogenic pressure on highly fragile ecosystems. Finally, the identification of six land use categories provides a fundamental basis for territorial planning aimed at balancing urban development with the conservation of natural resources.

Keywords: *SIG, Chongón, Cover, anthropic, Ecosystem, model.*

ÍNDICE DE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes del problema	1
1.2 Planteamiento y formulación del problema	2
1.4 Delimitación de la investigación.....	3
1.5 Objetivo general.....	4
1.6 Objetivos específicos	4
1.7 Hipótesis o idea a defender	4
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Estado del arte.....	5
2.2 Bases científicas y teóricas de la temática	8
2.3 Marco legal	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
3.1 Enfoque de la investigación	27
3.2 Metodología	27
4. RESULTADOS.....	35
4.1. Determinación de los cambios en el tiempo durante los años, 2000 al 2023 mediante el procesamiento de información con Sistemas de Información Geográficas.	35
4.2 Modelación del cambio de cobertura vegetal y uso del suelo en Chongón al año 2040	50
4.3 Propuesta de medidas de planificación urbana y conservación de áreas verdes	56
4.4 Comprobación de Hipótesis.....	62
5. DISCUSIÓN.....	65
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
6.1 Conclusiones	67

6.2 Recomendaciones	68
Bibliografía.....	69
ANEXOS	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de variable dependiente	28
Tabla 2. Matriz de variable dependiente.	29
Tabla 3. Leyenda temática.....	31
Tabla 4. Cobertura en Ha. de los años 2000 al 2040.....	49
Tabla 5. Predicción de la cobertura y uso del suelo al año 2040	50
Tabla 6. Porcentaje de cobertura de suelo de 2000, 2022 y 2040	50
Tabla 7. Modelo de pronóstico.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Análisis de cambios con el módulo LCM	32
Figura 2. Mapa de cambio del año 2000 al año 2022.....	33
Figura 3. Mapa de persistencia desde el año 2000 al año 2022	34
Figura 4. Porcentaje de la cobertura y uso de suelo del año 2000 en la zona de estudios.....	35
Figura 5. Mapa de la cobertura y uso del suelo, año 2000	36
Figura 6. Porcentaje de la cobertura y uso de suelo del año 2008 en la zona de estudios.....	37
Figura 7. Mapa de la cobertura y uso del suelo, año 2008	37
Figura 8. Porcentaje de la cobertura y uso de suelo del año 2014 en la zona de estudios.....	38
Figura 9. Mapa de la cobertura y uso del suelo, año 2014	39
Figura 10. Porcentaje de la cobertura y uso de suelo del año 2016 en la zona de estudios	40
Figura 11. Mapa de la cobertura y uso del suelo, año 2016	41
Figura 12. Porcentaje de la cobertura y uso de suelo del año 2018 en la zona de estudio.....	42
Figura 13. Mapa de la cobertura y uso del suelo, año 2018	43
Figura 14. Porcentaje de la cobertura y uso de suelo del año 2020 en la zona de estudios	44
Figura 15. Mapa de la cobertura y uso del suelo, año 2020	45
Figura 16. Porcentaje de la cobertura y uso de suelo del año 2022 en la zona de estudios.....	46
Figura 17. Mapa de la cobertura y uso del suelo, año 2022	47
Figura 18. Cambio en la cobertura y uso de suelo del año 2000 al 2022	48
Figura 19. Análisis de Cambio (Aumentos, Pérdidas y Persistencia)	51
Figura 20. Cobertura del uso de suelo al año 2040.....	52
Figura 21. Cobertura y Uso del Suelo — Parroquia Chongón (Proyección LCM 2040)	55
Figura 22. Estadística de Coberturas por Clase (2000, 2022 y 2040)	56
Figura 23. Estadística de Coberturas por Clase (2000, 2022 y 2040)	63

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1 Mapa de ubicación de la zona de estudio	75
Anexo N° 2 Comparación de la Categoría Zona Antrópica del 2000 y 2022.	
.....	76

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

Los cambios demográficos y el crecimiento poblacional; los mayores problemas ambientales que enfrenta el planeta. El incremento poblacional genera efectos a corto, mediano y largo plazo debido a la necesidad de satisfacer necesidades básicas como la obtención de viviendas y con ello los servicios básicos. Sus consecuencias son: alterar la geología de un sector y modificar la diversidad de los lugares aledaños a las poblaciones (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura [UNESCO], 2015).

En base a los datos del censo poblacional realizado por el INEC, Guayas cuenta con una población de 4,391,923 según el censo realizado en el año 2022 con una tasa de crecimiento de 1.55 en comparación a los 3,644,098 habitantes que se reflejaron en el censo del año 2010 que representaba el 25,16% a nivel nacional, y actualmente representa el 25,93%, con una extensión territorial de 15.899,60 km², es decir el 6,17% del territorio a nivel nacional.

Según datos de la proyección poblacional en el año 2020, la provincia tiene aproximadamente 4.387.434 habitantes, con una densidad de 275 Hab/km², es decir, un crecimiento de 46 hab/km² en 10 años, sin considerar los efectos de mortalidad derivados de la presencia del COVID-19 en el territorio provincial (Prefectura del Guayas, 2021).

El área urbana de la ciudad de Guayaquil al no tener más lugar pasa satisfacer la necesidad de viviendas se ve en la obligación de expandir su crecimiento urbanístico siendo sus alternativas más cercanas, el cantón Samborondón, así como el cantón Daule, sin embargo, al ya no tener donde expandirse en estos lugares la última alternativa es dirigirse al oeste por la vía Guayaquil-Salinas (Naranjo, 2021).

Samborondón como cantón cuentan con un área total de 38913,90 Ha., de los cuales la cobertura vegetal natural es de 2419,28 Ha., en relación con el área total del cantón, la cobertura vegetal natural tiene un 6.22%, que demuestra claramente la fuerte presión antropogénica y la formación de áreas de cultivo,

ejerciendo presión hacia los recursos naturales del cantón (Municipalidad de Samborondón, 2012).

El desarrollo urbanístico si bien es cierto, ocupa uno de los rubros de mayor economía para la administración Municipal, pero por otro lado es la actividad de mayor impacto ambiental; eliminando la cobertura vegetal de las llanuras aluviales agrícolas del cantón; así podemos ver como en menos de 10 años la expansión urbanística ha ganado terreno, poniendo en peligro la seguridad alimentaria de la región y el país por las grandes extensiones de cultivo de arroz, además de la pérdida de los brazos de esteros y riveras de los ríos (Municipalidad de Samborondón, 2012).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El crecimiento poblacional en Guayaquil con nuevos proyectos como ciudadelas vía a la costa, parroquia Chongón y un futuro aeropuerto, genera una expansión urbana que impacta directamente al suelo, convirtiendo áreas naturales en zonas urbanizadas, afectando habitadas y a la biodiversidad local.

Mencionan Reyes y Tubio (2021) que la construcción del aeropuerto en Chongón traerá un cambio de uso de suelo de rural a urbano, dando como resultado en deforestación, pérdida de cobertura vegetal y áreas verdes. Estas intervenciones humanas impactarán negativamente en el ecosistema, provocando la pérdida de especies faunísticas nativas y la explotación de recursos.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál sería la afectación desde el año 2000 al 2040 en el cambio de la cobertura vegetal y uso de suelo por actividades antrópicas en la parroquia urbana Chongón?

1.3 Justificación de la investigación

Existen varios factores antropogénicos y naturales que afectan la calidad del suelo, como es la deforestación de bosques primarios, crecimiento de la frontera agrícola perdida de páramo y procesos urbanísticos, expandiéndose hasta las parroquias que no excedían de 4.000 habitantes (García, 2022).

Los ecosistemas terrestres son afectados sustancialmente por cambios en la cobertura del suelo. Las actividades antrópicas tienen efectos directos en los ecosistemas terrestres e incrementan la vulnerabilidad de los mismos ante las consecuencias del cambio climático (Damián, Márquez, García, Rodríguez y Recalde, 2018).

Los estudios de cambio de uso de suelo y vegetación son el referente para conocer las trayectorias de distintos procesos asociados con la deforestación, degradación y perturbación de los bosques, erosión y desertificación del suelo, pérdida de la biodiversidad, entre otros. Los diversos cambios que perciben las coberturas vegetales y uso de suelo determinan la región, estos se consideran en varios países como la principal causa del deterioro ambiental refiriéndose al recurso suelo (García, 2022).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) están siendo utilizados como una herramienta para complementar los análisis sobre el medio ambiente: especialmente para detectar los impactos ambientales, asociados a problemas de usos de suelo, deforestación, entre otros; su aplicación en el proyecto servirá de ayuda para generar información importante, mostrando los cambios que las coberturas vegetales han sufrido en el tiempo y poder analizar la relación que han tenido los sistemas productivos sobre los impactos ambientales presentados (Flórez, Rincon, Santiago y Alzate, 2017).

Actualmente nos vemos en la necesidad de mantener una base de datos real y actualizada de la situación geográfica y demográfica del país, es por ello que una de las herramientas para mantener los datos y condiciones actuales de un área de estudio determinada es el análisis multitemporal (Medrano, 2017).

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** La parroquia urbana Chongón del cantón Guayaquil ubicada entre las coordenadas -2.09611111 a -2.50916667 latitud sur y desde los -79.95888889 a -80.22500000 de longitud occidental con una superficie de 1340 km², ver mapa de ubicación (Ver anexo 1)
- **Tiempo:** 4 meses.
- **Población:** La parroquia Chongón cuenta con una población aproximada de 37726 habitantes (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2010).

1.5 Objetivo general

Analizar el uso del suelo y cobertura vegetal en la parroquia Chongón del 2000 al 2023 y mediante Cadenas de Márkov se crea un escenario prospectivo al año 2040.

1.6 Objetivos específicos

- Determinar los cambios en el tiempo durante los años, 2000 al 2023 mediante el procesamiento de información con Sistemas de Información Geográficas.
- Modelar el cambio de cobertura vegetal y uso del suelo en Chongón al año 2040.
- Proponer medidas de planificación urbana y conservación de áreas verdes.

1.7 Hipótesis o idea a defender

Existe una disminución de la cobertura vegetal y un incremento en la zona antrópica desde el año inicial de estudio hasta el año final.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

Según Franco (2020) en su estudio realizado en el área de influencia del canal de trasvase Daule – Santa Elena, se determinó que la implementación del proyecto denominado PHASE influyó significativamente en el incremento de las zonas cultivadas. En 1991 no se registró incremento; sin embargo, en el año 2000 se registró 7.348 de Ha total aprovechadas, en tanto para el año 2013 aumentó a 20.557 Ha aprovechadas y, para 2019, último año de estudio, aumentó a 24.303 Ha aprovechadas, concluyendo que desde el inicio de las obras se evidenció un crecimiento del 47% en el área utilizada.

Por otra parte, González (2020) utilizó un software de sistemas de información geográfica y un software de dimensión espacial (ArcGis, TerrSet). Los datos obtenidos en la plataforma SUIA (Sistema Único de Información Ambiental) fueron procesados mediante las múltiples herramientas del software ArcGis para posterior ingresar dicha información al software TerrSet, el cual mediante la utilización del módulo Land Change Modeler (LCM) fue posible obtener y validar el modelo predictivo al año 2030. Los resultados obtenidos del modelo revelaron que a 2030 se perderían 72,74 hectáreas de bosque, la tierra agrícola tendrá un aumento de 65.10 Ha y la zona antrópica un aumento de 7.64 Ha, mientras las demás categorías persistieron a 2030. Los resultados del modelo predictivo sirvieron para poder establecer medidas que se puedan tomar para evitar o mitigar dichos aumentos y reducciones en determinadas áreas.

Un estudio realizado en el Parque Estatal Cañón de Fernández, en el centro-norte de México entre los estados de Durango y Coahuila, en la cuenca baja del río Nazas tiene una superficie total de 24936,6 Ha y es un área natural protegida importante a nivel nacional e internacional. La demanda para satisfacer las necesidades de la región, principalmente para la actividad agrícola y la creciente población, ha provocado una disminución acelerada de las superficies originales de las coberturas naturales. El objetivo del trabajo fue evaluar los cambios en las coberturas naturales y usos del suelo de la cuenca baja del Río Nazas en el periodo 1990-2016. A partir de la interpretación visual de imágenes satelitales de Landsat TM y ETM se generaron las bases de datos de cobertura vegetal y uso del suelo. En el año 2016 las coberturas naturales estaban representadas por el matorral xerófilo

y bosque de galería. Los resultados del estudio determinaron que en veintiséis años se deforestó el 32,1% de las coberturas naturales (Lejia et al., 2020).

Según Medrano (2017) en su estudio realizado sobre análisis de cambio de uso de suelo al sur del cantón Samborondón a través de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección (SIG), generaron mapas indicando la transición del cambio de uso de suelo durante los últimos 17 años. Para generar los mapas se procedieron a categorizar las imágenes en: agropecuaria, suelo desnudo, vegetación y urbanización. Los resultados obtenidos demostraron que las zonas urbanas pasaron del 21% de Ha en el 2000; mientras hubo un incremento al 59,12% en el 2017. Por el contrario, la cobertura vegetal descendió considerablemente pasando de un 11,04 % (2000) al 2,93% de Ha en el 2017.

Al respecto, Chafla (2020) en su investigación dentro del Parque Nacional Sangay realizó un análisis multitemporal de la cobertura de uso de suelo de la microcuenca del Río Ozogoche, con la finalidad de ejecutar un modelo para pronosticar cambios de uso del suelo para el año 2030, observando que la cobertura nativa ocupará un 64,9% de la superficie, la tierra agropecuaria un 15,4%, otras tierras un 11,9% y los cuerpos de agua un 7,7%. El cual concluyó, que en los 28 años que abarca el estudio se han producido en la microcuenca variaciones importantes en la cobertura y uso del suelo, considerando su estatus como área protegida, lo que evidencia la problemática de la gestión de estas zonas y las diversas presiones internas y externas que sufren por factores antropogénicos.

Según Coronel (2022), en su estudio, se fundamentó en el análisis multitemporal de la cobertura vegetal y uso del suelo del área de influencia de la carretera Gualaceo - Plan de Milagro en el periodo 2013 – 2020 con la finalidad de definir zonas prioritarias de restauración ecológica, la investigación se basó en imágenes satelitales Landsat 8, mediante el uso de técnicas de teledetección que consistió en el procesamiento, clasificación de la cobertura vegetal y composición de mapas a través de la herramienta GEOBIA y SIG. En base a datos que obtuvo desde 2013 a 2020. Evidenció el cambio de la cobertura vegetal del área de influencia del proyecto vial que para los 7 años de intervención presenta una transición de cobertura del 45.60%.

En el Cantón las Naves, provincia de Bolívar los autores Lombeida, Calderón, Santos y Párraga (2017) realizaron una investigación con la finalidad de evaluar el cambio de cobertura y uso del suelo dado en los últimos 12 años,

aplicando los Sistemas de Información Geográfica (SIG). La metodología se estructuró en tres componentes: 1) Delimitación de la cobertura y uso del suelo del área de estudio para los años 2002, 2008 y 2014; 2) Técnicas de superposición de mapas y 3) Determinación de los cambios durante el período de análisis mediante el uso de la matriz de tabulación cruzada. Obtuvo como resultados que para los períodos de análisis 2002 -2008 y 2008-2014, muestran que el primer período presentó un cambio total del 92.3% del área de estudio, donde, el tipo de vegetación mayormente afectada fueron bosques nativos cambiando a tierras agrícolas y pastizales. Mientras, que el segundo período presentó un cambio total de 75.3%, debido a la transformación de mosaicos agropecuarios en cultivos permanentes.

Cuellar y Serna (2021) realizó un estudio de la pérdida de cobertura vegetal para el municipio de Cartago Valle de Cauca, mediante un análisis multitemporal entre los años 2010-2020. Su estudio le permitió identificar las diferentes coberturas con las cuales cuenta el municipio utilizando el programa ArcGIS en el procesamiento de las imágenes satelitales, aplicando la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, la cual le permitió describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura de la tierra. Además, cuantificó utilizando tablas para registrar los datos y luego realizar sus análisis sobre la pérdida. Destacó que la mayor pérdida ocurrió entre los años 2010 a 2014 y dentro los años 2014 a 2020 se recuperó. A su vez, con el inventario se observa que los movimientos en masa también incrementaron, en especial para el 2014. Para el período de tiempo 2014 al 2020 se nota que las coberturas tuvieron recuperación, pero los fenómenos de movimientos en masa siguen siendo recurrentes y aumentando.

Anand y Bakimchandra (2019) en su proyecto Uso futuro de la tierra Predicción de la cobertura del suelo con especial énfasis en la urbanización y los humedales se mencionó que la cuenca del río Manipur ubicada en la parte nororiental de la India, en la cordillera menor del Himalaya, está bajo una presión extrema de factores naturales y antropogénicos. Este estudio tiene como objetivo monitorear y predecir el futuro uso de la tierra y la cobertura de la tierra (LULC) para la región utilizando el modelador de cambio de la tierra (LCM) en TerrSet. Las imágenes satelitales de Landsat se usaron para producir un mapa LULC para tres años diferentes 2007, 2014 y 2017. Con base en estos mapas LULC anteriores, se desarrolló un mapa LULC futuro del área de estudio utilizando la cadena de Markov

y el análisis de redes neuronales artificiales (ANN) en LCM. Los resultados indican que hubo un aumento en el área bajo cuerpos de agua, agricultura y área construida en un 15,93%, 2,42% y 11,58%, respectivamente. en 2017 con respecto a la condición inicial de LULC en 2007. También se puede observar que hubo disminución de 6.08%, 28.65% y 0.55% en humedales, humedales herbáceos y bosque, respectivamente. Además, se observaron tendencias similares en el mapa LULC previsto para 2030 con un aumento del 16,4 %, 3,06 % y 20,99 % en masas de agua, agricultura y superficie construida, y una disminución del 6,48 %, 41,56 % y 1,4 % en humedales, zonas herbáceas humedales y bosque.

2.2 Bases científicas y teóricas de la temática

2.2.1. *Parroquia Chongón*

La parroquia de Chongón está ubicada al oeste de la ciudad de Guayaquil a la altura del km. 24 de la Autopista Guayaquil-Salinas entre las siguientes coordenadas -2.09611111 a -2.50916667 latitud sur y desde los -79.95888889 a -80.22500000 de longitud occidental. Limita con las parroquias, al norte con Tarqui y al este con Febres Cordero, al oeste con la provincia de Santa Elena y al sur con el cantón Playas (El Universo, 2022).

Chongón es una de las primeras parroquias rurales dentro de la provincia del Guayas, donde la actividad agropecuaria ha sido su principal sustento desde su fundación. Desde el punto de vista político pertenece al cantón Guayaquil, Provincia del Guayas Tiene una superficie de 1.340 kilómetros cuadrados, que significa el 22% de la superficie del Cantón Guayaquil, sin embargo, los 17.000 habitantes actuales considerados en el Plan son menos del 1% de la población cantonal (Solórzano, 2019).

2.2.2 *Ecosistema de la parroquia Chongón*

Entre los ecosistemas terrestres que conforman la parroquia Chongón se encuentra el bosque y el matorral secos, el bosque seco se caracteriza al tener una gran importancia por el hecho que constituye el habitat de una considerable variedad de especies vegetales y animales, sostiene comunidades biológicas únicas, con alto nivel de endemismo, además de esto al contar con un suelo rico en nutrientes, se obtienen productos forestales madereros y no madereros de alta calidad.

Las extensiones más grandes se localizan al norte en la Cordillera Chongón-Colonche y al suroeste, en lotización del nuevo aeropuerto cerca de Daular; en

ambas situaciones se sitúan intercaladas con matorral seco y presencia de cultivos; de la misma forma se encuentran pequeños remanentes al oeste de la población de San Pedro de Chongón, cabecera parroquial. El matorral seco se presenta intercalado en fragmentos entre bosque seco y zona de cultivo. Conforma un ecosistema muy frágil y de alta riqueza biológica; disperso entre cultivos de zona cálida, cultivo de pasto y pasto cultivado (Reyes & Tubio, 2021).

2.2.3 Características climáticas

El clima de la zona es considerado un clima tipo tropical húmedo seco, dado a que posee un clima con características semejante a la sabana, caracterizado por una elevada humedad relativa, una marcada nubosidad, escasa exposición a la luz solar e intensas precipitaciones durante cuatro meses del año (Cerezo, Medina, Viteri, y Álvarez, 2009).

2.2.4 Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es un sistema empleado para describir y categorizar la Tierra y otras geografías con el objetivo de mostrar y analizar información a la que se hace referencia a nivel espacial, este tipo de trabajos se lo realizan fundamentalmente con los mapas, que son la base para elaboración de diversos análisis (Software de representación cartográfica SIG, análisis de datos especiales y plataforma de ubicación (ESRI, 2014).

Un SIG provee la información de capas temáticas almacenándolas para así luego enlazarlas geográficamente, tomando esto de datos espaciales, estas herramientas nos facilitan la búsqueda y estudios geográficos permitiendo la mejor visualización de un terreno específico (Franco, 2020).

Los Sistemas de información geográfica integran innumerables tipos de operaciones agrupadas en subsistemas, los cuales interactúan entre sí, dado que el SIG opera de manera completamente automatizada. Este sistema abarca tanto datos espaciales como no espaciales, donde la información no espacial aborda partes del espacio sin códigos geográficos, pero siguen siendo componentes importantes del sistema, y, por tanto, deben ser consideradas. Por otro lado, los datos espaciales se subdividen en datos geográficos y datos no geográficos (Sosa-Pedroza y Martínez-Zuñiga , 2009).

2.2.5. Cobertura vegetal

La cobertura del vegetal se refiere al tipo de cubierta que se encuentra en la superficie terrestre, mientras que el uso es el conjunto de actividades que el ser

humano desarrolla en relación con cierto tipo de cobertura, y está asociado con los fines sociales y económicos (Seingier, Espejel y Fermán, 2009).

La pérdida de la cobertura vegetal es uno de los eventos más impactantes a nivel global, pues no solo altera el ciclo hidrológico, sino que produce serios problemas de erosión, salinización, pérdida de productividad primaria y disminución de la capacidad de infiltración de agua para la recarga de acuíferos (Morales y Carrillo, 2016).

La pérdida de vegetación marca el inicio del progreso de degradación del suelo, que, si no es controlado, puede desencadenar en la desertificación del paisaje. Cuando un suelo pierde su cobertura natural, se desencadenan cambios inmediatos que impactan la fertilidad del suelo y su productividad natural (Muñoz-Iniesta, López, Hernández, Soler, y López, 2009).

Ecuador ha experimentado transformaciones significativas en su vegetación natural y el patrón de uso del suelo, siendo la invasión de fronteras agrícolas, el crecimiento acelerado y descontrolado de áreas urbanas lo que genera el cambio de la cobertura vegetal del suelo. Durante este proceso de transformación, suelos rurales son convertidos en suelos urbanos, reubicando zonas agrícolas y ganaderas en laderas montañosas y regiones de baja fertilidad, lo que ocasiona esta modificación de tierra y pone en riesgo la sostenibilidad del suelo para generaciones futuras (Pinos, 2017).

2.2.6 Análisis multitemporal

Un análisis multitemporal es de tipo espacial llevados a cabo por medio de comparaciones de coberturas interpretadas en imágenes satelitales, fotografías aéreas o mapas de una misma área en diferentes períodos de tiempo. Con los análisis multitemporales se puede evaluar cambios en la situación de las coberturas que han sido clasificadas. Este tipo de análisis contribuye al conocimiento sobre el tipo de aprovechamiento y manejo que ha recibido la naturaleza por la intervención humana en un territorio. También se debe mencionar que son de gran importancia en la toma de decisiones debido a que como ya se explicó permiten analizar y entender de manera clara y precisa la situación de un área o territorio (Veloza, 2017).

Pueden dividirse en dos categorías: aquellos que facilitan la extracción de información sobre la independencia entre las variables que caracterizan a cada individuo, y aquellos que facilitan la extracción de información sobre la dependencia

entre una o varias variables con otra u otras. Dentro del primer grupo se puede incluir el análisis factorial, de correlación, ordenamiento multidimensional, entre otros. Mientras que en el segundo grupo se encuentran técnicas como la regresión, análisis de contingencia múltiple y análisis discriminante (Romero, 2006).

2.2.7 Cadenas de Markov

Las cadenas de markov o modelo de markov es un proceso evolutivo utilizado para modelar cambios en el uso del suelo y su cobertura en una variedad de escalas espaciales, los modelos realizados se utilizan para formalizar el rumbo de los cambios de la vegetación terrestre, también se utiliza para producir reducciones seguras en forma cuantitativa.

Según Gonzalez (2020) Los modelos de cadenas de Markov consideran el cambio de uso del suelo como un proceso estocástico, y las diferentes categorías son los estados de una cadena, y es de tipo lineal. Una cadena es definida como un proceso estocástico que tiene la propiedad de que el valor del proceso en el tiempo t , X_t depende sólo de su valor al tiempo $t - 1$, X_{t-1} , y no de la secuencia de valores $X_{t-2}, X_{t-3}, \dots, X_0$ por el que el proceso atraviesa para llegar a X_{t-1} .

Esto se expresa del siguiente modo:

$$P \{X_t = a_j | X_0 = a_0, X_1 = a_1, \dots, X_{t-1} = a_i\} = P \{X_t = a_j | X_{t-1} = a_i\} \quad (1.1)$$

Donde:

- P = probabilidad de transición
- X = el sistema analizado
- t = tiempo
- a_i = estado inicial
- a_j = estado final

Las cadenas de Markov son empleadas con el propósito de crear escenarios prospectivos, permitiendo la identificación del uso del suelo y las modificaciones en la superficie terrestre. Esta herramienta facilita el análisis de la evolución espacial del paisaje que viene afectando el desarrollo urbano (Arauco, Huaman, y Soriano, 2020)

El estudio del cambio de uso de suelo a través de la aplicación de métodos de cadena de Markov, permite profundizar en las proyecciones territoriales. Las cadenas de Markov de tiempo discreto (DTMC) se destacan por utilizar matrices

para modelar las probabilidades de transición entre estados discretos (Linares, Valera, y Millán, 2021)

2.2.8 Imágenes Satelitales

Las imágenes satelitales son capturas o fotografías tomadas desde satélites en órbita alrededor de la Tierra. Estas imágenes son una valiosa herramienta para una amplia gama de aplicaciones, como la cartografía, la vigilancia ambiental, la agricultura, la gestión de desastres, la navegación y la comunicación (Cuellar y Serna, 2021).

Una imagen satelital se compone de matrices que contienen números del 0 al 255, correspondientes a cada canal del sensor. Estas matrices pueden ser visualizadas de manera individual, ajustando los valores para lograr una mayor claridad u optando por establecer un color específico. Dado que son imágenes rectangulares generadas por pixeles, resulta conveniente editarlas de manera digital o visual mediante el uso del programa adecuado (Coronel, 2022).

2.2.9 TerrSet

TerrSet es un sistema de software geoespacial integrado que permite controlar y modelar el sistema terrestre para el desarrollo sostenible está desarrollado por Clark Labs y proporciona herramientas de solución de problemas con el fin responder inteligentemente a los desafíos clave del crecimiento global: cambios del uso de la tierra, diversidad de ecosistemas y cambio climático (Chafla, 2020).

TerrSet consta de un programa de interfaz principal incluye barras de herramientas y un sistema de visualización, junto con ocho componentes básicos, de los cuales dos conforman la base principal del sistema: las herramientas de análisis IDRISI GIS y las herramientas de procesamiento de imágenes IDRISI. Además de estos dos componentes, TerrSet ofrece también seis aplicaciones verticales especializadas en el monitoreo y modelado de un sistema terrestre: Land Change Modeler (LCM), el Habitat and Biodiversity Modeler (HBM), el Ecosystem Services Modeler (ESM), el Earth Trend Modeler (ETM), el Climate Change Adaptation Modeler (CCAM) y GeOSIRIS, una herramienta dedicada a la planificación nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (REDD) (Eastman, 2016).

2.2.10 Modelador del cambio de tierra (Land Change Modeler)

El Land Change Modeler (LCM) es una aplicación diseñada para llevar a cabo el análisis y la predicción de efectos generados por el cambio del uso de suelo y con la perdida de diversidad (Senisterra y Gaspari, 2014)

Según el manual de Land Change Modeler in TerrSet elaborado por Clark University (2020), este modelador se encarga de analizar datos históricos de cobertura terrestre para evaluar, modelar y predecir cambios en la cobertura y sus principales componentes incluyen:

- Análisis de cambio del suelo: dada dos capas de cobertura genera rápidamente gráficos y mapas de cambios en la tierra;
- Modelado del potencial de transición: mediante el uso de capas históricas de cobertura terrestre y un conjunto de variables potenciales (como cercanías a carreteras, tipo de suelo y pendiente), LCM a través de un modelado puede establecer la relación entre variables;
- Análisis REDD (reducción de emisiones por deforestación y degradación forestal): utilizado para cuantificar los cambios en las existencias de carbono de referencia, emisiones de gases de invernadero y posibles fugas asociadas a actividades de desplazamiento;
- Predicción de cambios: análisis empleando cadenas de Markov para proyectar el cambio esperado y para determinar escenarios futuros en alguna fecha específica.

2.3 Marco legal

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador (2008)

Sección segunda

Ambiente sano

Art. 14.- Derechos del Buen vivir Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (pág. 14).

Art. 71.- Los derechos de la naturaleza La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia, mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos (pág. 35).

Título V Organización Territorial del Estado

Capítulo primero

Principios generales

Art. 241.- La planificación garantizará el ordenamiento territorial y será obligatoria en todos los gobiernos autónomos descentralizados (pág. 124).

Capítulo segundo

Organización del territorio

Art. 242.- El Estado se organiza territorialmente en regiones, provincias, cantones y parroquias rurales. Por razones de conservación ambiental, étnico-culturales o de población podrán constituirse regímenes especiales (pág. 124).

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

1. Planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural.
2. Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón.
3. Planificar, construir y mantener la vialidad urbana (pág. 130).

Título VI Régimen de Desarrollo

Capítulo primero

Art. 275.- El régimen de desarrollo es el conjunto organizado, sostenible y dinámico de los sistemas económicos, políticos, socio-culturales y ambientales, que garantizan la realización del buen vivir, del sumak kawsay.

El Estado planificará el desarrollo del país para garantizar el ejercicio de los derechos, la consecución de los objetivos del régimen de desarrollo y los principios consagrados en la Constitución. La planificación propiciará la equidad social y territorial, promoverá la concertación, y será participativa, descentralizada, desconcentrada y transparente (pág. 134).

Art. 276.- El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos:

4. Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.
6. Promover un ordenamiento territorial equilibrado y equitativo que integre y articule las actividades socioculturales, administrativas, económicas y de gestión, y que coadyuve a la unidad del Estado (pág. 134).

Sección tercera

Patrimonio natural y ecosistemas

Art. 404.- El patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción. Su gestión se sujetará a los principios y garantías consagrados en la Constitución y se llevará a cabo de acuerdo al ordenamiento territorial y una zonificación ecológica, de acuerdo con la ley (pág. 190).

Sección quinta

Suelo

Art. 409.- Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión.

En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación

que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona (pág. 192).

Art. 415.- El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano, el manejo de la fauna urbana e incentiven el establecimiento de zonas verdes. Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos. Se incentivará y facilitará el transporte terrestre no motorizado, en especial mediante el establecimiento de ciclo vías (pág. 193).

2.3.2 Declaración de Rio sobre el Medio Ambiente y Desarrollo

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.

Principio 1

Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.

Principio 2

De conformidad con la Carta de las Naciones Unidas y los principios del derecho internacional, los Estados tienen el derecho soberano de aprovechar sus propios recursos según sus propias políticas ambientales y de desarrollo, y la responsabilidad de velar por que las actividades realizadas dentro de su jurisdicción o bajo su control no causen daños al medio ambiente de otros Estados o de zonas que estén fuera de los límites de la jurisdicción nacional.

Principio 7

Los Estados deberán cooperar con espíritu de solidaridad mundial para conservar, proteger y restablecer la salud y la integridad del ecosistema de la Tierra. En vista de que han contribuido en distinta medida a la degradación del medio ambiente mundial, los Estados tienen responsabilidades comunes pero diferenciadas. Los países desarrollados reconocen la responsabilidad que les cabe en la búsqueda internacional del desarrollo sostenible, en vista de las presiones que sus sociedades ejercen en el medio ambiente mundial y de las tecnologías y los recursos financieros de que disponen.

Principio 8

Para alcanzar el desarrollo sostenible y una mejor calidad de vida para todas las personas, los Estados deberían reducir y eliminar las modalidades de producción y consumo insostenibles y fomentar políticas demográficas apropiadas.

2.3.3 Agenda 2030- Objetivos de Desarrollo Sostenible

La Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2015) adoptó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, un plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad, que también tiene la intención de fortalecer la paz universal y el acceso a la justicia.

Objetivo 11 – Ciudades y Comunidades Sostenibles

11.3 De aquí a 2030, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países.

11.6 De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo.

Objetivo 15: Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, detener la pérdida de biodiversidad

15.2 Para 2020, promover la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, poner fin a la deforestación, recuperar los bosques degradados e incrementar la forestación y la reforestación a nivel mundial

15.3 Para 2030, luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con una degradación neutra del suelo

15.4 Para 2030, velar por la conservación de los ecosistemas montañosos, incluida su diversidad biológica, a fin de mejorar su capacidad de proporcionar beneficios esenciales para el desarrollo sostenible

15.5 Adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de la diversidad biológica y, para 2020, proteger las especies amenazadas y evitar su extinción

2.3.4 Código Orgánico Ambiental (2018)

Art. 6.- Derechos de la naturaleza. Son derechos de la naturaleza los reconocidos en la Constitución, los cuales abarcan el respeto integral de su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos, así como la restauración (pág. 12).

Art. 8.- Responsabilidades del Estado. Sin perjuicio de otras establecidas por la Constitución y la ley, las responsabilidades ambientales del Estado son:

6. Instaurar estrategias territoriales nacionales que contemplen e incorporen criterios ambientales para la conservación, uso sostenible y restauración del patrimonio natural, los cuales podrán incluir mecanismos de incentivos a los Gobiernos Autónomos Descentralizados por la mejora en sus indicadores ambientales; así como definir las medidas administrativas y financieras establecidas en este Código y las que correspondan;

La planificación y el ordenamiento territorial son unas de las herramientas indispensables para lograr la conservación, manejo sostenible y restauración del patrimonio natural del país. Las políticas de desarrollo, ambientales, sectoriales y nacionales deberán estar integradas.

Para la garantía del ejercicio de sus derechos, en la planificación y el ordenamiento territorial se incorporarán criterios ambientales territoriales en virtud de los ecosistemas. La Autoridad Ambiental Nacional definirá los criterios ambientales territoriales y desarrollará los lineamientos técnicos sobre los ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos de la naturaleza (pág. 13).

Art. 30.- Objetivos del Estado. Los objetivos del Estado relativos a la biodiversidad son:

1. Conservar y usar la biodiversidad de forma sostenible;
2. Mantener la estructura, la composición y el funcionamiento de los ecosistemas, de tal manera que se garantice su capacidad de resiliencia y su la posibilidad de generar bienes y servicios ambientales;
11. Incorporar criterios de sostenibilidad del patrimonio natural en la planificación y ejecución de los planes de ordenamiento territorial, en los planes de uso del suelo y en los modelos de desarrollo, en todos los niveles de gobierno (pág. 20).

Capítulo II

Disposiciones Fundamentales

Art. 94.- Conservación de la cobertura forestal. Se prohíbe convertir el uso del suelo a usos agropecuarios en las áreas del Patrimonio Forestal Nacional y las que se encuentren asignadas en los planes de ordenamiento territorial, tales como bosques naturales y ecosistemas frágiles (pág. 34).

Capítulo IV Formaciones vegetales naturales, paramos, matorrales, manglares y bosques

Art. 105.- Categorías para el ordenamiento territorial. Con el fin de propender a la planificación territorial ordenada y la conservación del patrimonio natural, las siguientes categorías deberán ser tomadas en cuenta e incorporadas obligatoriamente en los planes de ordenamiento territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados:

1. Categorías de representación directa. Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Bosques y Vegetación Protectores y las áreas especiales para la conservación de la biodiversidad;
2. Categoría de ecosistemas frágiles. Páramos, Humedales, Bosques Nublados, Bosques Secos, Bosques Húmedos, Manglares y Matorrales.
3. Categorías de ordenación. Los bosques naturales destinados a la conservación, producción forestal sostenible y restauración.

La Autoridad Ambiental Nacional proveerá la información y guía metodológica para la determinación, identificación y mapeo de todas estas categorías, así como las respectivas limitaciones de uso de aprovechamiento o condiciones de manejo a las que quedan sujetas (pág. 36).

2.3.5 Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización 2010

Art. 1.- Ámbito. - Este Código establece la organización político-administrativa del Estado ecuatoriano en el territorio: el régimen de los diferentes niveles de gobiernos autónomos descentralizados y los regímenes especiales, con el fin de garantizar su autonomía política, administrativa y financiera. Además, desarrolla un modelo de descentralización obligatoria y progresiva a través del sistema nacional de competencias, la institucionalidad responsable de su administración, las fuentes de financiamiento y la definición de políticas y mecanismos para compensar los desequilibrios en el desarrollo territorial (pág. 5).

Art. 54.- Funciones. - Son funciones del gobierno autónomo descentralizado municipal las siguientes:

c) Establecer el régimen de uso del suelo y urbanístico, para lo cual determinará las condiciones de urbanización, parcelación, lotización, división o cualquier otra forma de fraccionamiento de conformidad con la planificación cantonal, asegurando porcentajes para zonas verdes y áreas comunales (pág. 54).

Art. 55.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal. - Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley;

- a) Planificar, junto con otras instituciones del sector público y actores de la sociedad, el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural, en el marco de la interculturalidad y plurinacionalidad y el respeto a la diversidad;
- b) Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón (pág. 55).

Art. 294.- Participación pública y social. - Se propiciará la participación de actores públicos y de la sociedad, relacionados con la economía social y solidaria, de conformidad con la Constitución y la Ley Orgánica de Empresas Públicas, para la ejecución de proyectos de desarrollo regional, provincial, cantonal o parroquial, rural previstos en los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial, especialmente en aquellos donde se requiera la reserva del uso del suelo (pág. 92).

Capítulo II

La Planificación del Desarrollo y del Ordenamiento Territorial (2010)

Art. 295.- Planificación del desarrollo. - Los gobiernos autónomos descentralizados, con la participación protagónica de la ciudadanía, planificarán estratégicamente su desarrollo con visión de largo plazo considerando las particularidades de su jurisdicción, que además permitan ordenar la localización de las acciones públicas en función de las cualidades territoriales.

Los planes de desarrollo deberán contener al menos los siguientes elementos:

- a) Un diagnóstico que permita conocer las capacidades, oportunidades y potencialidades de desarrollo y las necesidades que se requiere satisfacer de las personas y comunidades;
- b) La definición de políticas generales y particulares que determinen con claridad objetivos de largo y mediano plazo;
- c) Establecimiento de lineamientos estratégicos como guías de acción para lograr los objetivos; y,
- d) Programas y proyectos con metas concretas y mecanismos que faciliten la evaluación, el control social y la rendición de cuentas.

Para la formulación de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial los gobiernos autónomos descentralizados deberán cumplir con un proceso que aplique los mecanismos participativos establecidos en la Constitución, la ley y este Código.

Los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial deberán ser aprobados por los órganos legislativos de cada gobierno autónomo descentralizado por mayoría, absoluta. La reforma de estos planes se realizará observando el mismo procedimiento que para su aprobación (pág. 92).

Art. 296.- Ordenamiento territorial.- El ordenamiento territorial comprende un conjunto de políticas democráticas y participativas de los gobiernos autónomos descentralizados que permiten su apropiado desarrollo territorial, así como una concepción de la planificación con autonomía para la gestión territorial, que parte de lo local a lo regional en la interacción de planes que posibiliten la construcción de un proyecto nacional, basado en el reconocimiento y la valoración de la diversidad cultural y la proyección espacial de las políticas sociales, económicas y ambientales, proponiendo un nivel adecuado de bienestar a la población en donde prime la preservación del ambiente para las futuras generaciones (pág. 92).

Art. 297.- Objetivos del ordenamiento territorial. - El ordenamiento del territorio regional, provincial, distrital, cantonal y parroquial, tiene por objeto complementar la planificación económica, social y ambiental con dimensión territorial; racionalizar las intervenciones sobre el territorio; y, orientar su desarrollo y aprovechamiento sostenible, a través de los siguientes objetivos:

- a) La definición de las estrategias territoriales de uso, ocupación y manejo del suelo en función de los objetivos económicos, sociales, ambientales y urbanísticos;
- b) El diseño y adopción de los instrumentos y procedimientos de gestión que permitan ejecutar actuaciones integrales y articular las actuaciones

sectoriales que afectan la estructura del territorio; y, c) La definición de los programas y proyectos que concreten estos propósitos.

Los gobiernos autónomos descentralizados metropolitanos y municipales, en la ejecución de su competencia de uso y control del suelo, tendrán en cuenta los objetivos contenidos en este artículo (pág. 93).

2.3.6 Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas (2011)

Art. 1.- Objeto. - El presente código tiene por objeto organizar, normar y vincular el Sistema Nacional Descentralizado de Planificación Participativa con el Sistema Nacional de Finanzas Públicas, y regular su funcionamiento en los diferentes niveles del sector público, en el marco del régimen de desarrollo, del régimen del buen vivir, de las garantías y los derechos constitucionales.

Las disposiciones del presente código regulan el ejercicio de las competencias de planificación y el ejercicio de la política pública en todos los niveles de gobierno, el Plan Nacional de Desarrollo, los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, la programación presupuestaria cuatrianual del Sector Público, el Presupuesto General del Estado, los demás presupuestos de las entidades públicas; y, todos los recursos públicos y demás instrumentos aplicables a la Planificación y las Finanzas Públicas (pág. 3).

Libro I

De la planificación participativa para el desarrollo

Art. 9.- Planificación del desarrollo. - La planificación del desarrollo se orienta hacia el cumplimiento de los derechos constitucionales, el régimen de desarrollo y el régimen del buen vivir, y garantiza el ordenamiento territorial. El ejercicio de las potestades públicas debe enmarcarse en la planificación del desarrollo que incorporará los enfoques de equidad, plurinacionalidad e interculturalidad (pág. 93).

Art. 12.- Planificación de los Gobiernos Autónomos Descentralizados. - La planificación del desarrollo y el ordenamiento territorial es competencia de los gobiernos autónomos descentralizados en sus territorios. Se ejercerá a través de sus planes propios y demás instrumentos, en articulación y coordinación con los diferentes niveles de gobierno, en el ámbito del Sistema Nacional Descentralizado de Planificación Participativa (pág. 8).

Sección Tercera de los Planes de Desarrollo y de Ordenamiento Territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados

Art. 44.- Disposiciones generales sobre los planes de ordenamiento territorial de los gobiernos autónomos descentralizados. - Sin perjuicio de lo previsto en la Ley y las disposiciones del Consejo Nacional de Competencias, los planes de ordenamiento territorial de los gobiernos autónomos descentralizados observarán los siguientes criterios:

- a. Los planes de ordenamiento territorial regional y provincial definirán el modelo económico productivo y ambiental, de infraestructura y de conectividad, correspondiente a su nivel territorial, el mismo que se considerará como insumo para la asignación y regulación del uso y ocupación del suelo en los planes de ordenamiento territorial cantonal y/o distrital;
- b. Los planes de ordenamiento territorial cantonal y/o distrital definirán y regularán el uso y ocupación del suelo que contiene la localización de todas las actividades que se asiente en el territorio y las disposiciones normativas que se definan para el efecto

Corresponde exclusivamente a los gobiernos municipales y metropolitanos la regulación, control y sanción respecto del uso y ocupación del suelo en el territorio del cantón. Las decisiones de ordenamiento territorial de este nivel, racionalizarán las intervenciones en el territorio de todos los gobiernos autónomos descentralizados.

Los planes de ordenamiento territorial cantonal y/o distrital no confieren derechos sino en virtud de las estipulaciones expresas constantes en la Ley y en la normativa de los gobiernos autónomos descentralizados municipales y distritales.

Respecto de los planes de ordenamiento territorial cantonales y/o distritales se aplicarán, además, las normas pertinentes previstas en el Código de Organización Territorial, Autonomías y Descentralización (COOTAD); y, c) Las definiciones relativas al territorio parroquial rural, formuladas por las juntas parroquiales rurales, se coordinarán con los modelos territoriales provinciales, cantonales y/o distritales (pág. 18).

Art. 46.- Formulación participativa. - Los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial de los gobiernos autónomos descentralizados se formularán y actualizarán con participación ciudadana, para lo cual se aplicarán los mecanismos participativos establecidos en la Constitución de la República, la Ley y la normativa expedida por los gobiernos autónomos descentralizados (pág. 19).

Art. 47.- Aprobación. - Para la aprobación de los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial se contará con el voto favorable de la mayoría absoluta de los miembros del órgano legislativo de cada gobierno autónomo descentralizado. De no alcanzar esta votación, en una nueva sesión se aprobará con el voto de la mayoría simple de los miembros presentes (pág. 19).

Art. 48.- Vigencia de los planes. - Los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial entrarán en vigencia a partir de su expedición mediante el acto normativo correspondiente. Es obligación de cada gobierno autónomo descentralizado publicar y difundir sus respectivos planes de desarrollo y de ordenamiento territorial, así como actualizarlos al inicio de cada gestión pág. 19-20.

Art. 50.- Seguimiento y Evaluación de los Planes de Desarrollo y de Ordenamiento Territorial. - Los gobiernos autónomos descentralizados deberán realizar un monitoreo periódico de las metas propuestas en sus planes y evaluarán su cumplimiento para establecer los correctivos o modificaciones que se requieran (pág. 20).

2.3.7 Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo (2016)

Clasificación y sub clasificación del suelo

Art. 16.- Suelo. - El suelo es el soporte físico de las actividades que la población lleva a cabo en búsqueda de su desarrollo integral sostenible y en el que se materializan las decisiones y estrategias territoriales, de acuerdo con las dimensiones social, económica, cultural y ambiental (pág. 8).

Art. 17.- Clases de suelo. - En los planes de uso y gestión de suelo, todo el suelo se clasificará en urbano y rural en consideración a sus características actuales. La clasificación del suelo es independiente de la asignación político administrativa de la parroquia como urbana o rural (pág. 8).

Art. 18.- Suelo Urbano. - El suelo urbano es el ocupado por asentamientos humanos concentrados que están dotados total o parcialmente de infraestructura básica y servicios públicos, y que constituye un sistema continuo e interrelacionado de espacios públicos y privados. Estos asentamientos humanos pueden ser de diferentes escalas e incluyen núcleos urbanos en suelo rural. Para el suelo urbano se establece la siguiente subclasificación:

1. Suelo urbano consolidado. Es el suelo urbano que posee la totalidad de los servicios, equipamientos e infraestructuras necesarios, y que mayoritariamente se encuentra ocupado por la edificación.
2. Suelo urbano no consolidado. Es el suelo urbano que no posee la totalidad de los servicios, infraestructuras y equipamientos necesarios, y que requiere de un proceso para completar o mejorar su edificación o urbanización.
3. Suelo urbano de protección. Es el suelo urbano que, por sus especiales características biofísicas, culturales, sociales o paisajísticas, o por presentar factores de riesgo para los asentamientos humanos, debe ser protegido, y en el cual se restringirá la ocupación según la legislación nacional y local correspondiente (pág. 20).

Plan de uso y Gestión de suelo

Art. 27.- Plan de uso y gestión de suelo.- Además de lo establecido en el Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas, los planes de desarrollo y ordenamiento territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales y metropolitanos contendrán un plan de uso y gestión de suelo que incorporará los componentes estructurante y urbanístico.

El Consejo Técnico dictará las normas correspondientes para la regulación del plan de uso y gestión (pág. 10).

Art. 28.- Componente estructurante del plan de uso y gestión de suelo.- Estará constituido por los contenidos de largo plazo que respondan a los objetivos de desarrollo y al modelo territorial deseado según lo establecido en el plan de desarrollo y ordenamiento territorial municipal o metropolitano, y las disposiciones correspondientes a otras escalas del ordenamiento territorial, asegurando la mejor utilización de las potencialidades del territorio en función de un desarrollo armónico, sustentable y sostenible, a partir de la determinación de la estructura urbano rural y de la clasificación del suelo (pág. 10).

Planes urbanísticos complementarios

Art. 31.- Planes urbanísticos complementarios.- Los planes urbanísticos complementarios son aquellos dirigidos a detallar, completar y desarrollar de forma específica las determinaciones del plan de uso y gestión de suelo. Son planes complementarios: los planes maestros sectoriales, los parciales y otros instrumentos de planeamiento urbanístico (pág. 10).

Estos planes están subordinados jerárquicamente al plan de desarrollo y ordenamiento territorial y no modificarán el contenido del componente estructurante del plan de uso y gestión de suelo.

Art. 32.- Planes parciales. - Los planes parciales tienen por objeto la regulación urbanística y de gestión de suelo detallada para los polígonos de intervención territorial en suelo urbano y en suelo rural de expansión urbana. Los planes parciales determinarán:

1. La normativa urbanística específica, conforme con los estándares urbanísticos pertinentes.
2. Los programas y proyectos de intervención física asociados al mejoramiento de los sistemas públicos de soporte, especialmente en asentamientos de hecho, y la ejecución y adecuación de vivienda de interés social.

3. La selección y aplicación de los instrumentos de gestión de suelo y la delimitación de las unidades de actuación urbana necesarias, según el plan de uso y gestión de suelo para consolidar los sistemas públicos de soporte y responder a la demanda de vivienda de interés social.
4. La infraestructura necesaria para los servicios de agua segura y saneamiento adecuado (pág. 10).

Art. 44.- Gestión del suelo.- La gestión del suelo es la acción y efecto de administrarlo, en función de lo establecido en los planes de uso y gestión de suelo y sus instrumentos complementarios, con el fin de permitir el acceso y aprovechamiento de sus potencialidades de manera sostenible y sustentable, conforme con el principio de distribución equitativa de las cargas y los beneficios (pág. 12).

Habilitación del Suelo Para la Edificación

Art. 77.- Habilitación del suelo.- La habilitación del suelo es el proceso dirigido a la transformación o adecuación del suelo para su urbanización y edificación, conforme con lo establecido en los planes de uso y gestión de suelo, y las ordenanzas correspondientes. La habilitación del suelo implica el cumplimiento obligatorio de las cargas impuestas por el planeamiento urbanístico y los instrumentos de gestión del suelo, y es requisito previo indispensable para el otorgamiento de un permiso o autorización de edificación o construcción.

Los municipios de más de cincuenta mil habitantes utilizarán obligatoriamente los instrumentos de gestión de suelo para la distribución equitativa de las cargas y los beneficios y para intervenir la morfología del suelo y la estructura predial, además de los otros instrumentos que de conformidad con esta Ley sean obligatorios. Los demás municipios podrán prescindir de los dos instrumentos de gestión antes indicados para urbanizar o edificar el suelo, pero establecerán mecanismos para que los propietarios cumplan el planeamiento urbanístico, la equitativa distribución de las cargas y beneficios, y las demás determinaciones del plan de uso y gestión de suelo (pág. 17).

2.3.8 Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (2019)

Título II Planificación del Desarrollo y Ordenamiento Territorial

Art. 2.- Sistema Nacional Descentralizado de Planificación Participativa. - Los criterios ambientales territoriales y los respectivos lineamientos técnicos emitidos por la Autoridad Ambiental Nacional serán incorporados en los instrumentos de planificación en el marco del Sistema Nacional Descentralizado de Planificación Participativa.

Los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial a nivel nacional y sectorial, así como los planes de desarrollo y ordenamiento territorial, planes de uso y gestión del suelo, y planes complementarios de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, deberán integrar dichos criterios y lineamientos en el marco de sus competencias y dentro de sus respectivas jurisdicciones, según corresponda (pág. 3).

Art. 3.- Objetivo. - Los criterios ambientales para el ordenamiento territorial y lineamientos técnicos tienen como objetivo la regulación de las actividades antrópicas considerando las necesidades poblacionales en función de los recursos naturales y los límites biofísicos de los ecosistemas, con el fin de garantizar el ejercicio de los derechos de la naturaleza (pág. 3).

Art. 4.- Criterios ambientales territoriales. - Para la planificación del desarrollo y el ordenamiento territorial, todos los niveles de gobierno deberán tomar en cuenta los siguientes criterios ambientales generales:

a) Considerar al ambiente y sus dinámicas como elementos estratégicos y de soporte para el bienestar humano y el desarrollo de la sociedad; b) Considerar la función ambiental y social de la propiedad; c) Armonizar la conservación, protección y restauración del patrimonio natural con su uso y aprovechamiento sostenible; d) Mantener un enfoque integral que permita la consideración de las múltiples interacciones entre los sistemas territoriales desde una visión espacial, funcional y multidimensional; e) Articular y coordinar la planificación y gestión del territorio entre los Gobiernos Autónomos Descentralizados circunvecinos; f) Considerar los elementos del patrimonio natural en la planificación y gestión de los asentamientos humanos, con especial atención en la presión que ejercen las áreas de expansión urbana; g) Orientar las intervenciones en el territorio y el aprovechamiento sostenible de los recursos a través de normas de uso, ocupación y gestión del suelo que definan espacios con diferentes funciones de conservación, restauración y uso sostenible; h) Incorporar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático en los modelos de gestión del territorio; i) Considerar la gestión integral de riesgos en el territorio, con especial atención a aquellos derivados de los efectos del cambio climático; j) Incorporar las funciones y servicios ambientales que presta el patrimonio natural, valorándose sus aportes a la economía local; k) Garantizar la provisión de bienes y servicios ambientales generados por los ecosistemas dentro de cada jurisdicción, considerando la planificación territorial nacional, sectorial y descentralizada; y, l) Incorporar el enfoque ecosistémico y de paisajes, por sobre los límites jurisdiccionales, en la planificación y gestión del territorio, dentro del cual, se promoverán alianzas interinstitucionales que aseguren la conservación, protección, restauración, uso y aprovechamiento sostenible del patrimonio natural (pág. 3).

Art. 6.- Coordinación interinstitucional. - La Autoridad Ambiental Nacional coordinará con la Autoridad Nacional de Planificación y Desarrollo y el Consejo Técnico de Uso y Gestión del Suelo, la inclusión de los criterios y lineamientos ambientales territoriales en los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial (pág. 5).

2.3.9 Norma Técnica Uso y Gestión de Suelo y Planes Urbanísticos de GADS (2020)

Art. 6.- Definición del Plan de Uso y Gestión del Suelo. - Los Planes de Uso y Gestión del Suelo son instrumentos de planificación y gestión que forman parte del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial - PDOT. Permiten articular la norma urbanística con el PDOT con contenidos estandarizados y criterios generales, y a través de ellos los GAD municipales y metropolitanos pueden regular y gestionar el uso, la ocupación y transformación del suelo, conforme la visión de desarrollo y el modelo territorial deseado del cantón, garantizando la función social y ambiental de la propiedad y de la ciudad, en el ejercicio pleno de la ciudadanía (pág. 17).

Art. 7.- Finalidad del Plan de Uso y Gestión del Suelo.- Los Planes de Uso y Gestión del Suelo tienen como objetivos, determinar la estructura urbano-rural del cantón; establecer los modelos de gestión del suelo y financiación para su

desarrollo en función de lo establecido en el PDOT y fortalecer sus vínculos e interdependencias; planificar el uso y aprovechamiento eficiente, equitativo, racional y equilibrado del suelo urbano y rural, especialmente del suelo rural de expansión urbana, que promueva el uso y aprovechamiento responsable de las vocaciones del suelo; generar suelo para vivienda especialmente de interés social y los sistemas públicos de soporte; hacer cumplir el régimen de derechos y deberes de la propiedad y el reparto equitativo de cargas y beneficios en el desarrollo urbano; establecer los instrumentos de planeamiento urbanístico; normar las decisiones sobre el uso y la ocupación del suelo, así como la prevención de nuevos riesgos, la reducción de los existentes y la gestión del riesgo residual.

Además, tienen como objetivo definir la clasificación del suelo dentro de la estructura urbano y rural determinada en el PDOT; establecer las interdependencias, considerando los derechos de las personas a un hábitat seguro y saludable enmarcados en los principios de desarrollo y ordenamiento territorial de equidad y justicia social, de participación democrática, redistribución justa de las cargas y beneficios, de corresponsabilidad, respeto a las diferentes culturas, derecho a la ciudad, derecho a la naturaleza, función social y ambiental de la propiedad, garantía de la soberanía alimentaria, la productividad, la sustentabilidad, la gobernanza y la ciudadanía, la gestión del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático, para que la planificación sea eficiente, racional y equilibrada del territorio y su recurso suelo (pág. 17).

Título IV

Proceso de participación ciudadana y aprobación de los planes de uso y gestión del suelo

Art. 38.- De la participación ciudadana. - La Instancia Técnica Municipal o Metropolitana de Planificación, previo al inicio de formulación del PUGS, deberá listar y mapear los sectores que intervienen dentro del cantón con sus correspondientes actores sociales. Los criterios que se considerarán dentro de este mapeo serán de agrupación por temática de injerencia de los actores, su área de influencia específica, e influencia estratégica en el cantón.

Durante el proceso de formulación y ajuste del PUGS, los actores serán organizados para su respectiva participación en talleres y espacios adicionales, que servirán para recoger todas sus inquietudes y aportes durante todo el proceso.

Todos los talleres y reuniones de participación que se realicen con los actores al menos deberán contemplar: registro de asistentes, acta de acuerdos/desacuerdos, material fotográfico de respaldo. Estos documentos formarán parte de los anexos al expediente de formulación o actualización del PUGS que será presentado oportunamente al Concejo Cantonal de Planificación.

Se deberá tomar en consideración los aportes que realicen cada uno de los actores. En el caso, que no se consideren aportes específicos de los actores, su exclusión deberá justificarse técnica y legalmente dentro del informe de factibilidad que remita la Instancia Técnica Municipal o Metropolitana de Planificación al Concejo Cantonal de Planificación Municipal o Metropolitano (pág. 20).

TÍTULO VI Instrumentos de Planificación Urbanística Complementarios

Art. 50.- Instrumentos de Planificación Urbanística Complementarios. Los planes urbanísticos complementarios - PUC son aquellos dirigidos a detallar, completar

y desarrollar de forma específica las determinaciones del plan de uso y gestión de suelo, y se clasifican en:

- a) Planes maestros sectoriales;
- b) Planes parciales; y,
- c) Otros instrumentos de planeamiento urbanístico.

Estos Instrumentos de Planificación Urbanística Complementarios no se contrapondrán con la normativa nacional vigente, estarán subordinados jerárquicamente al plan de desarrollo y ordenamiento territorial y no modificarán el componente estructurante del plan de uso y gestión de suelo, además que se sujetarán a los artículos del 31 al 37 de la LOOTUGS (pág. 22).

2.3.10 Ordenanza sustitutiva de parcelaciones y desarrollos Urbanísticos (2010)

Art. 2.- Ámbito de aplicación

Los proyectos referidos en el artículo 1 de esta ordenanza, se desarrollarán en zonas urbanas, de expansión urbana de la ciudad de Guayaquil, y en las cabeceras de Parroquias Rurales de Cantón Guayaquil, previstos para tales efectos en los Planes Reguladores de Desarrollo Urbano y de Desarrollo Físico Cantonal, determinados y aprobados por el M.I. Consejo Cantonal de Guayaquil (Pág. 2).

Art.7.- Protección del Ambiente

7.1.- La Dirección del Medio Ambiente Municipal emitirá un informe, en caso de ameritarse, respecto de las normas generales de conservación y protección ambiental aplicables a algún proyecto urbanístico, en el marco de lo establecido en el capítulo 2, Sección primera, artículos 29 y subsiguientes de la Ordenanza del Plan Regulador de Desarrollo Urbano de Guayaquil, relacionados con el Régimen Urbano Ambiental (Pág. 3).

7.2.- La M.I. Municipalidad de Guayaquil, con el objeto de promover la protección efectiva de las áreas de interés ecológico, turístico, de protección (Bosque, esteros, playas, etc.), y en general, de todas aquellas calificadas como no urbanizables, establece que:

7.2.1 En los casos de que dichas áreas formen parte del predio objeto de un proyecto urbanístico y no formen parte del Sistema de Áreas Protegidas (SNAP), Bosques Protectoras y/o Patrimonio Forestal del Estado, exigirá que las mismas sean consideradas como parte del proyecto mismo, pudiendo en dicho caso, ser calificadas como parte de las áreas verdes ACM (Pág. 3).

7.3 La construcción de obras civiles en suelos que actúen como drenajes naturales, podrá ser autorizada, siempre y cuando se cumpla con lo establecido en el Art. 32 de la Ordenanza del Plan Regular de Desarrollo Urbano de Guayaquil, relacionada con el tema de Aguas y Sistemas Ambientales (Pág. 3). Capítulo 2 De los desarrollos urbanísticos

Art. 11.- Urbanización. - Proceso de parcelación del suelo en la que es necesaria la creación e implementación de nuevas vías, así como de obras de infraestructura de servicios básicos con equipamiento comunitario, en atención a un proyecto autorizado por la Municipalidad (Pág. 5).

Art. 12.- Aprovechamiento urbanístico del suelo o área útil urbanizable. –

12.1.- El aprovechamiento urbanístico del suelo o área útil urbanizable corresponde al área bruta una vez que se hayan descontado, del área total del predio, las áreas de afectación identificadas en la Ordenanza del Plan de

Desarrollo Urbano de Guayaquil, o por proyectos aprobados por el M.I. Concejo Cantonal, destinadas a la estructura vial, a las servidumbres por paso de líneas de alta tensión, acueductos, políductos u otros sistemas de infraestructura (Pág. 6).

12.2.- En urbanizaciones residenciales, industriales, de Comercios y de servicios, se deberá respetar cuando menos, las siguientes disposiciones en cuanto al aprovechamiento urbanístico del suelo:

- a) Área vendible hasta el 70% del área útil urbanizable.
- b) Área cedida al Municipio (ACM) para parques, plazas, campos de recreación, espacios de esparcimiento público, espacios abiertos, verdes o arborizados, un área no menor al 10% de área útil urbanizable, en sujeción a lo dispuesto en el texto de la “REFORMA A LA ORDENANZA DE APLICACIÓN DEL ART. 14 LETRA I, DE LA LEY ORGÁNICA REFORMATORIA A LA LEY DE RÉGIMEN MUNICIPAL”, del veinte de septiembre del año dos mil cinco.
- c) Área destinada a la red vial, la que resulte del estudio que sobre el tema se hace referencia en el Art. 18 de la presente Ordenanza (Pág. 6).

Título III

Capítulo 2 Regulaciones Urbanísticas

Art. 22.- Las regulaciones urbanísticas podrán ser llevadas a cabo por iniciativa de (los) propietario (s), los poseedores, o por la propia Municipalidad, para cuyo efecto, la comisión Permanente de planeamiento y urbanismo del Municipio conformará una Comisión Técnica, cuyo informe será puesto a conocimiento para su aprobación por parte de M.I. Concejo Cantonal (Pág. 11).

Título V

Infracciones urbanísticas y sanciones

Art. 31.- Competencias. -

31.1.- Las personas naturales y/o jurídicas, propietarias o promotoras y/o constructoras de urbanizaciones, que construyen infringiendo las disposiciones de la presente Ordenanza, serán sancionadas, siguiendo el debido proceso, sea en forma directa o a través de sus representantes según sea el caso, por la Dirección de Justicia y vigilancia a través de uno de los Comisarios Municipales, quien se encargara de establecer la ocurrencia de la infracción previo la inspección física que coadyuve a este determinarla.

Art. 32. – De los tipos de infracciones y sus sanciones.

32.1.- Ejecución de obras de urbanización sin autorización Municipal de inicio de las obras, o por haber caducado o haber sido revocada la misma en caso de habérsela otorgado.

32.2. Realizar modificaciones a obras sin la Autorización Municipal.

Procede la paralización provisional de la obra y la autorización de venta, en caso de que esta se haya concedido, hasta que se efectúen las correspondientes actualizaciones de los diseños y sus aprobaciones.

32.5.- Realizar trabajos de movimiento de tierras sin autorización Municipal del proyecto o del inicio de las obras.

Se sancionará con una multa de doscientos dólares, así como se paralizará la obra hasta la obtención del permiso respectivo. Están exentos de esta sanción los promotores y/o propietarios que obtuviesen previamente del alcalde autorización para realizar trabajos tales como facilitar drenajes de aguas, reconformación de terrenos, etc.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo y alcance de la investigación

El presente estudio utilizó la investigación documental, puesto que se utilizaron para la interpretación, análisis y organización de los datos disponibles en el geo portal del MAATE, mediante tablas y gráficos para una mayor comprensión de los resultados.

También contempló el tipo de investigación aplicada, debido a que se buscó resolver la incógnita planteada de cuál será el cambio en el uso de suelo al año 2040 en la parroquia Chongón y sus aledaños, lográndose mediante la utilización de un software dirigido a dicho propósito.

3.1.2 Diseño de investigación

El estudio fue de tipo no experimental, por la razón de que no se elaboró algún tipo de experimento o tratamiento, por este motivo se realizó un análisis minucioso de datos obtenidos de fuentes oficiales para identificar los cambios ocurridos en la cobertura vegetal y el uso del suelo suscitados entre los años 2000 al 2023 mediante el uso de software de sistemas de información geográfica y con el software TerrSet, se realizó el modelo predictivo al año 2040 en la parroquia Chongón y sus zonas cercanas.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Causas de origen antropogénico que produzcan alteraciones en el cambio de cobertura vegetal y uso del suelo entre los años 2000 al 2040:

- Estado inicial
- Bosque (Ha).
- Cuerpo de agua (Ha).
- Tierra agropecuaria (Ha).
- Otras tierras (Ha).
- Vegetación arbustiva y herbácea (Ha).
- Zona antrópica (Ha).
- Tiempo
- Estado final

3.2.1.2. Variable dependiente

- Cobertura vegetal y uso del suelo en la parroquia Chongón y sus zonas aledañas (ha).

3.2.2 Matriz de operacionalización de variables

Para el desarrollo de las siguientes matrices se ha efectuado en dos tablas, clasificando la matriz independiente y la dependiente:

Tabla 1.

Matriz de variable dependiente

Variables	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Uso de suelo en la parroquia Chongón y sus zonas aledañas (ha)	Cualitativa	Nominal	Clasificación de la forma en la que se ocupa y utiliza un terreno, escala espacial (ha)
Cobertura vegetal en la parroquia Chongón y sus zonas aledañas (ha).	Cualitativa/ Cuantitativa	Nominal	Clasificación y cuantificación de las coberturas, escala espacial (ha)
Porcentaje de transición	Cuantitativa	Nominal	Porcentaje del cambio de una cobertura en el paso del tiempo. Escala espacial, temporal (ha, Años)

Elaborado por: El autor, 2024

En la matriz dependiente a continuación:

Tabla 2.**Matriz de variable dependiente**

Variables	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Estado inicial	Cuantitativa	Escala espacial (ha, %)	Distribución de las coberturas en el año inicial del trabajo.
Bosque (Ha)	Cuantitativa	Escala espacial (ha, %)	Uso de suelo caracterizado por vegetación arbórea.
Cuerpo de agua (Ha)	Cuantitativa	Escala espacial (ha, %)	Comprende cuerpos de agua como ríos, lagos, etc.
Tierra agropecuaria (Ha)	Cuantitativa	Escala espacial (ha, %)	Uso de suelo destinado a actividades agrícolas y ganaderas.
Otras tierras (Ha)	Cuantitativa	Escala espacial (ha, %)	Tierras no categorizadas.
Vegetación arbustiva y herbácea (Ha)	Cuantitativa	Escala espacial (ha, %)	Se compone principalmente por arbustos y plantas herbáceas.
Zona antrópica (Ha)	Cuantitativa	Escala espacial (ha, %)	Áreas intervenidas o modificadas por el factor humano.
Tiempo	Cualitativa	Escala temporal (años)	Cambio de las coberturas de estudio con el tiempo.
Estado final	Cuantitativa	Escala espacial (ha, %)	Distribución de las coberturas en el año final de estudio.

Elaborado por: El autor, 2024

3.2.3 Recolección de datos

3.2.3.1. Recursos

- Material bibliográfico físico y digital obtenido de fuentes oficiales.
- Trabajos de tesis enfocados en la problemática a tratar.
- Artículos científicos.

- Computador.
- Información cartográfica digital del SUIA sobre Cobertura y Uso de la Tierra de los años: 2000 al 2023.
- Software SIG
- Software TerrSet®.

3.2.3.2. Métodos y técnicas

3.2.3.2.1. Obtención de datos.

Los datos se obtuvieron a través de la descarga de shapefiles de la cobertura de la tierra del territorio ecuatoriano, del tiempo correspondiente entre los años 2000 y 2023. Estos datos se obtuvieron por medio del geo portal del Ministerio de Ambiente Agua y Transición Ecológica (MAATE) en la subdivisión del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA). Los datos a obtener definidos por el Grupo Intergubernamental de expertos sobre cambio climático IPCC corresponde al nivel uno divididas en seis categorías, las mismas fueron acordadas por varias entidades gubernamentales encargadas de la generación de información de la cobertura de tierras que son el Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica (MAATE), Ministerio de Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE).

3.2.3.2.2. Procesamiento de datos.

Mediante el uso de software de sistema de información geográfica a través de sus múltiples herramientas para el análisis, procesamiento y obtención de resultados. Se elaboró el polígono del área de estudio mediante la edición de un shapefile existente con ayuda de una imagen de la zona de estudio usando la herramienta georreferenciación para tener una mayor exactitud de la zona del proyecto.

La georreferenciación es una herramienta que utiliza coordenadas para establecer una ubicación espacial a entidades cartográficas. Todos los elementos existentes en una capa tienen una ubicación geográfica y una extensión específicas que permiten situarlos en la superficie de la Tierra (Polo, 2019).

Posterior a la elaboración del shapefile se realizó un recorte mediante la herramienta de corte de los Shapefiles existentes desde el año 2000 al 2023.

La herramienta de corte es de gran utilidad cuando queremos delimitar un área concreta. con su ayuda se puede recortar una capa vectorial con la forma de

otra para obtener únicamente la información con la que se va a trabajar (Polo, 2016).

3.2.3.2.3. Categorización de las coberturas.

Para la categorización de las capas de cobertura vegetal y uso de suelo se utilizó el nivel 1 de las categorías establecidas por el Ministerio del Ambiente (MAE), Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE) en el mapa interactivo del SUIA en donde se la representó de la siguiente manera:

Tabla 3.

Leyenda temática

COLOR	LEYENDA
	Bosque
	Cuerpo De Agua
	Otras Tierras
	Tierra Agropecuaria
	Vegetación Arbustiva Y Herbácea
	Zona Antrópica

Elaborado por: El autor, 2024

3.2.3.2.4. Aplicación de cadenas de Markov.

El software TerrSet fue de gran utilidad en esta etapa, este se utiliza para elaborar el modelo predictivo al año 2040. El software cuenta con un módulo llamado LCM (Land Change Modeler) utilizado en la modelación y elaboración de predicciones del uso de suelo, aplicada las cadenas de Márkov y celulares autómatas que están incluidos en la herramienta.

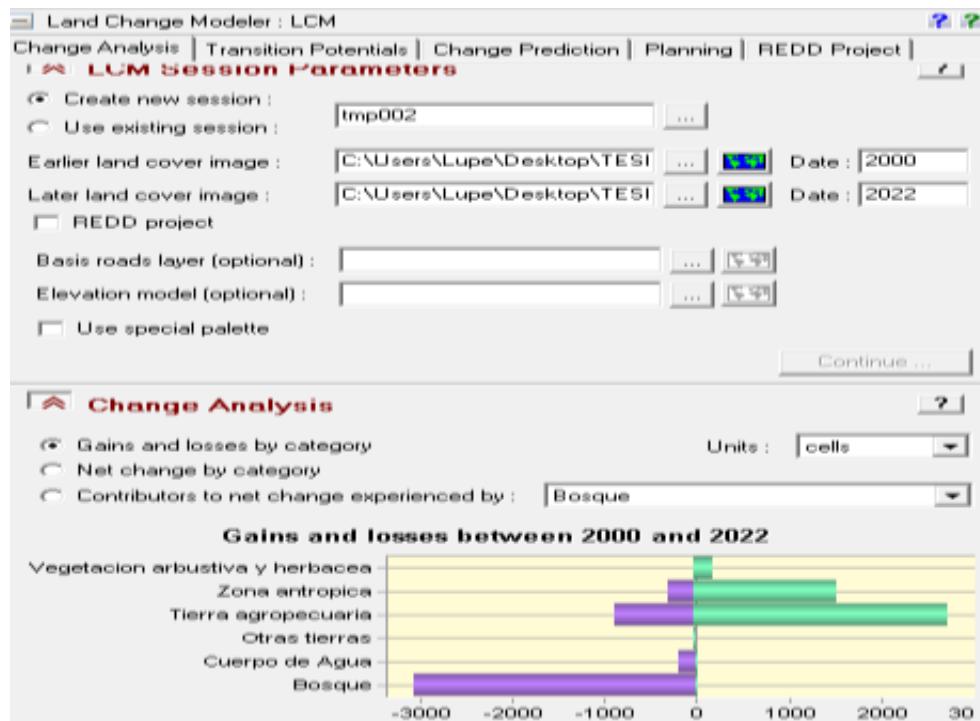
El módulo LCM, presenta seis pestañas, sin embargo, las tres primeras son las que se hayan destinadas al análisis integrado del cambio de cobertura de suelo y su proyección al futuro, mencionados en el análisis estadístico.

- **Change análisis:** En esta etapa se evalúa la variación entre dos tiempos, tiempo 1 (2000) y tiempo 2 (2022) para determinar la cobertura terrestre comparando los dos mapas asignando el mapa del tiempo 1 en la opción Earlier land cover image y el mapa del tiempo 2 en Later land cover image,

al procesar de manera correcta los datos ingresados se aprecia una tabla con las pérdidas y ganancias del uso de suelo tal cual se aprecia en la

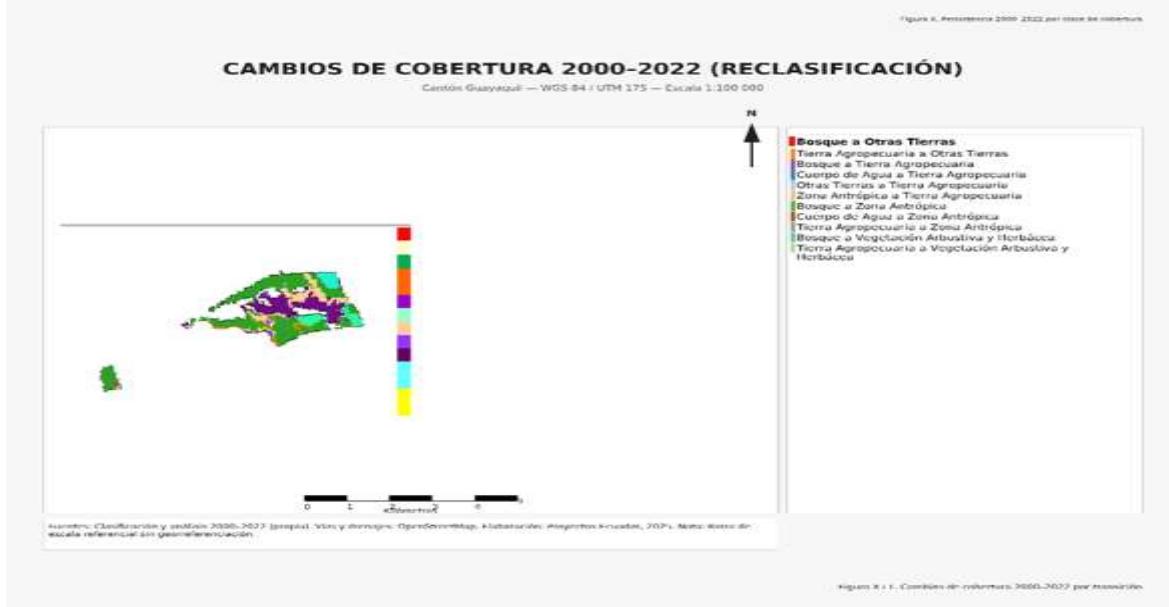
Figura 1.

Análisis de cambios con el módulo LCM



Elaborado por: El autor, 2024

El modelo LCM proceso los raster de los años que se van a modelar y dentro de sus resultados está el mapa de cambio, en donde determina la transición de un área a otra, es decir, una cobertura que el año 2000 pertenecía a una categoría, por ejemplo: el área (Bosque) que tuvo una transición a (zona antrópica) se torna de un tono naranja pálido, y así, con cada categoría que ha tenido una transición en el tiempo como se aprecia a continuación en la Figura 2.

Figura 2.**Mapa de cambio del año 2000 al año 2022**

Elaborado por: El autor, 2024

El módulo LCM de la misma manera nos ofrece un mapa de persistencia de las coberturas, el mismo que se puede apreciar en la Figura 3. Este mapa representa las coberturas que se han mantenido sin cambio con el paso del tiempo, como se puede apreciar la tierra agropecuaria es la que mayor área mantiene hasta la actualidad.

Figura 3.**Mapa de persistencia desde el año 2000 al año 2022**

Elaborado por: El autor, 2024

3.2.4 Análisis estadístico

En el presente trabajo de investigación se utilizó una estadística de tipo inferencial, por el hecho de que en el proceso de elaboración de modelos predictivos la estadística se encuentra inmersa dentro del mismo, en el proceso de distribución de probabilidad aplicada en el módulo LCM. Los resultados pudieron apreciar en el mapa potencial de transición que se elaborara a partir de las variables ingresadas en el propio software, obteniendo la probabilidad de que determinados cambios lleguen a suceder.

También se contempla usar la estadística descriptiva, debido a que por medio de gráficas y figuras se lograra representar, organizar y describir los datos obtenidos de la cobertura y uso de suelo del 2000 al 2040.

4. RESULTADOS

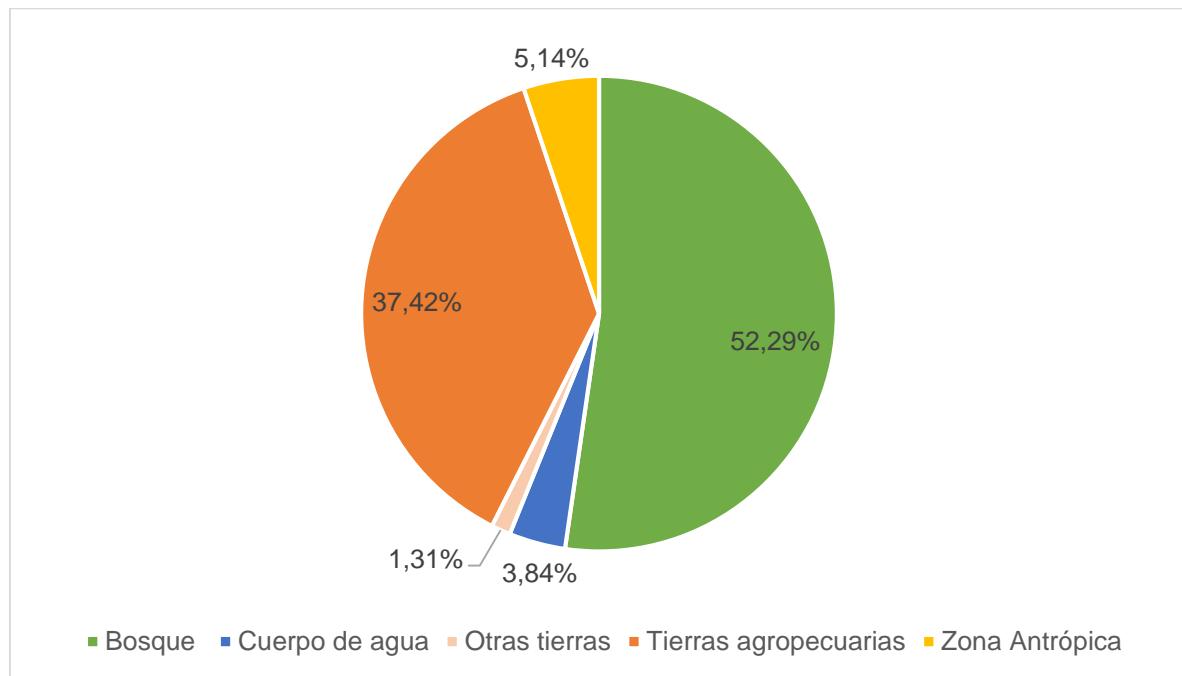
4.1. Determinación de los cambios en el tiempo durante los años, 2000 al 2023 mediante el procesamiento de información con Sistemas de Información Geográficas.

Se extrajeron los datos en formato shapefiles de la cobertura de uso de suelo de la plataforma mapa interactivo del MAATE de los años 2000, 2008, 2014, 2016, 2018, 2020 y 2022 para su procesamiento con la finalidad de elaborar cartografía temática del área de estudio que abarca un área de 7663.66 Ha.

Revisar las descripciones de las categorías utilizadas en el anexo 2.

Figura 4.

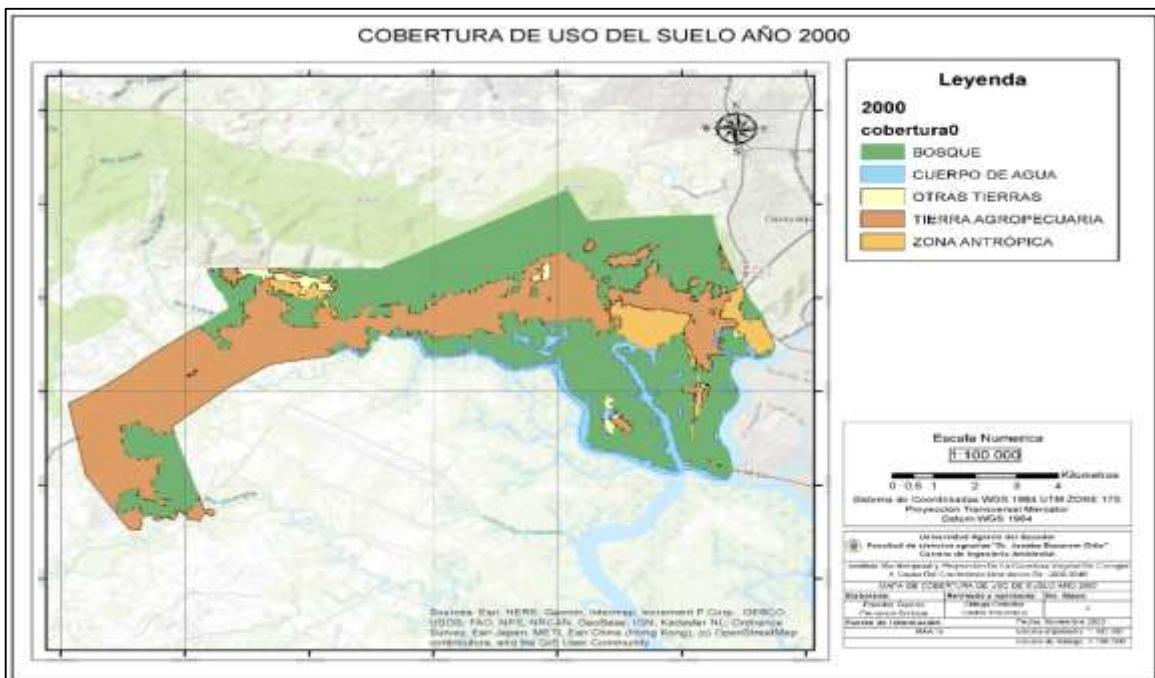
Porcentaje de la cobertura y uso de suelo del año 2000 en la zona de estudios



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 5.

Mapa de la cobertura y uso del suelo, año 2000

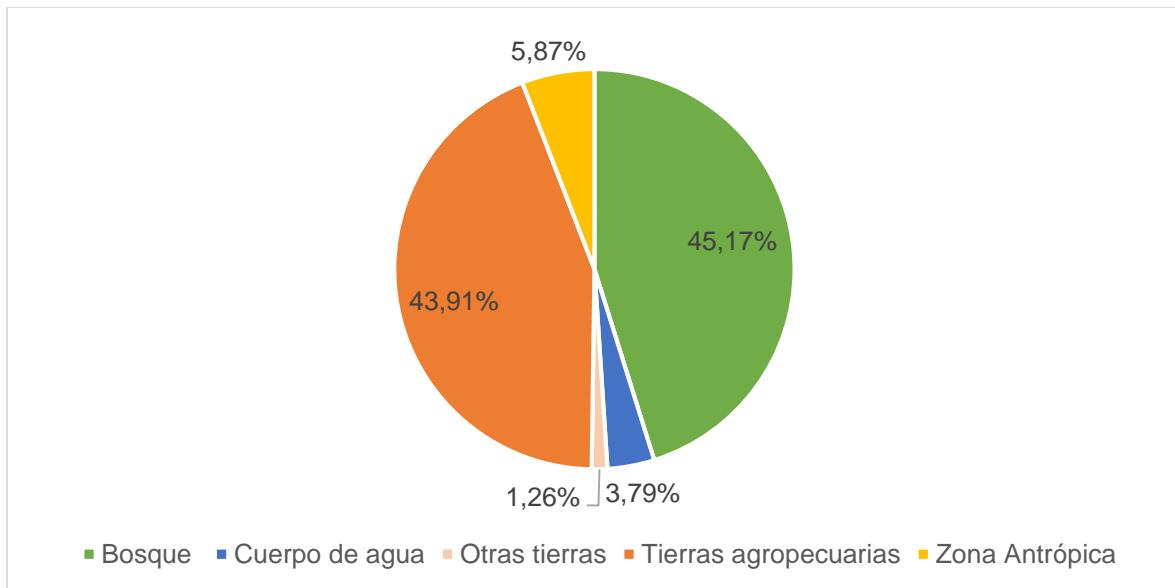


Elaborado por: El autor, 2024

En el año 2000, el área de usos de cobertura en la parroquia Chongón tenía la mayor parte de su territorio cubierto por bosques, con una extensión de 4007.54 hectáreas, el cual representaba el 52.29% del área total, las tierras agropecuarias constituyán el segundo uso principal del suelo, abarcando 2867.95 hectáreas, que correspondían al 37.42%. Por lo cual estos dos tipos de cobertura sumaban casi el 90% del total del área de estudio en ese año.

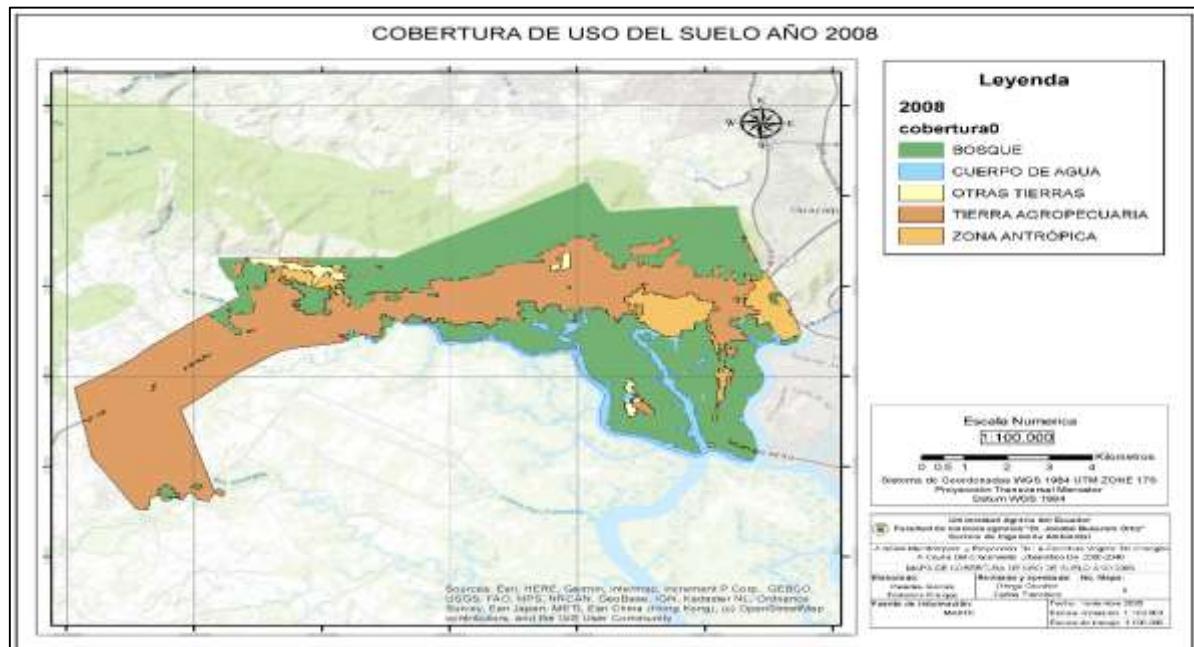
Las categorías restantes ocupaban una porción menor de la parroquia, la zona antrópica se extendía por 394.05 hectáreas, lo que significaba un 5.14% del área total, Los cuerpos de agua cubrían 293.98 hectáreas, equivalente al 3.84% y Finalmente, la categoría de "otras tierras" tenía una extensión de 100.14 hectáreas, representando el 1.31% del total.

Figura 6.
Porcentaje de la cobertura y uso de suelo del año 2008 en la zona de estudios



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 7.
Mapa de la cobertura y uso del suelo, año 2008



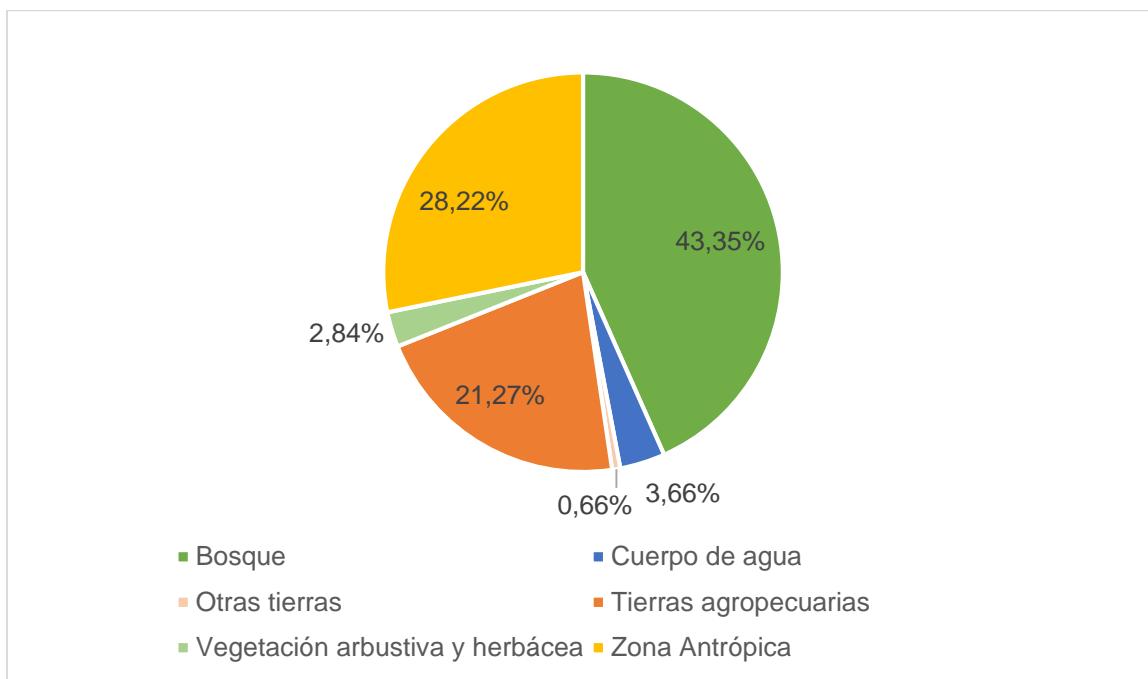
Elaborado por: El autor, 2024

En el año 2008, el área de cobertura de la tierra en la parroquia Chongón estaba predominado por dos usos principales de tierra, el bosque representaba la mayor extensión, abarcando 3461.95 hectáreas, lo que correspondía al 45.17% del área total, le seguían las tierras agropecuarias, con una extensión de 3365.15 hectáreas, que conformaban el 43.91% del total, dichas categorías sumaban la mayor parte del uso del suelo en la zona de estudio.

El resto de la parroquia se distribuía en otras categorías de menor tamaño, la zona antrópica disponía con 449.47 hectáreas, equivalentes al 5.87% del área, los cuerpos de agua presentaban una extensión de 290.65 hectáreas, lo que representaba un 3.79% y Finalmente, la categoría "otras tierras" cubría 96.45 hectáreas, correspondientes al 1.26% del área total de la parroquia.

Figura 8.

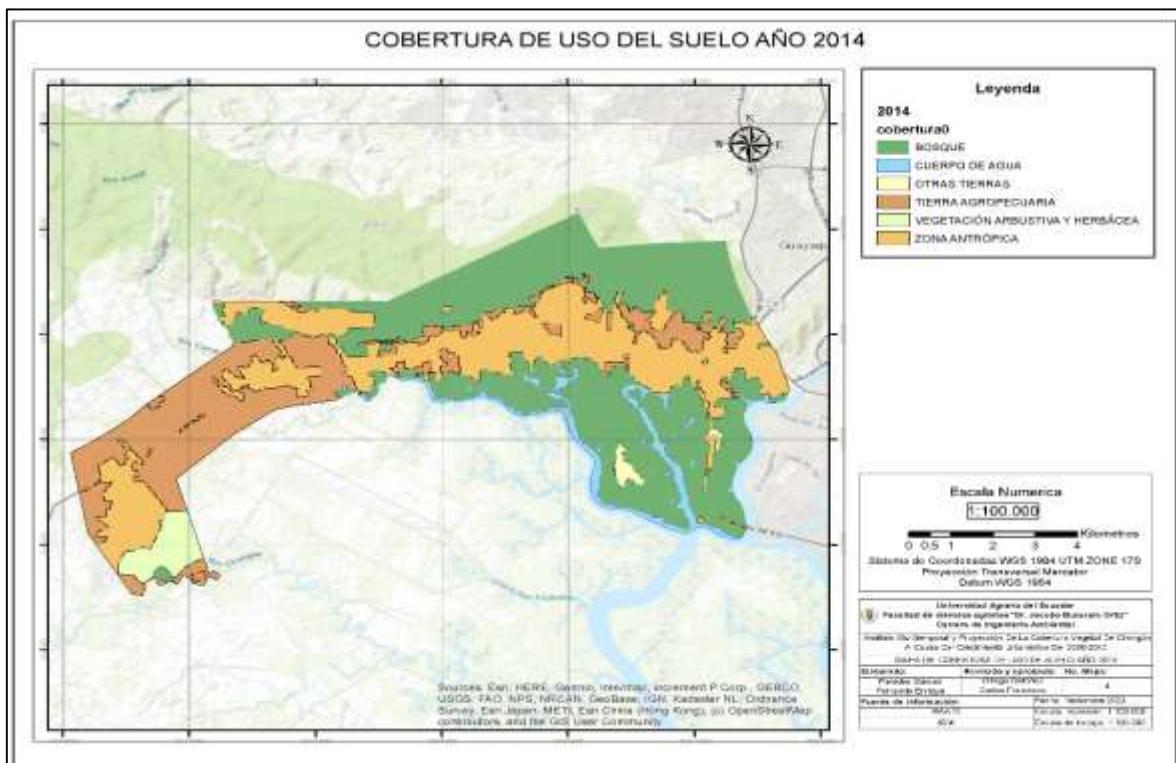
Porcentaje de la cobertura y uso de suelo del año 2014 en la zona de estudios



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 9.

Mapa de la cobertura y uso del suelo, año 2014



Elaborado por: El autor, 2024

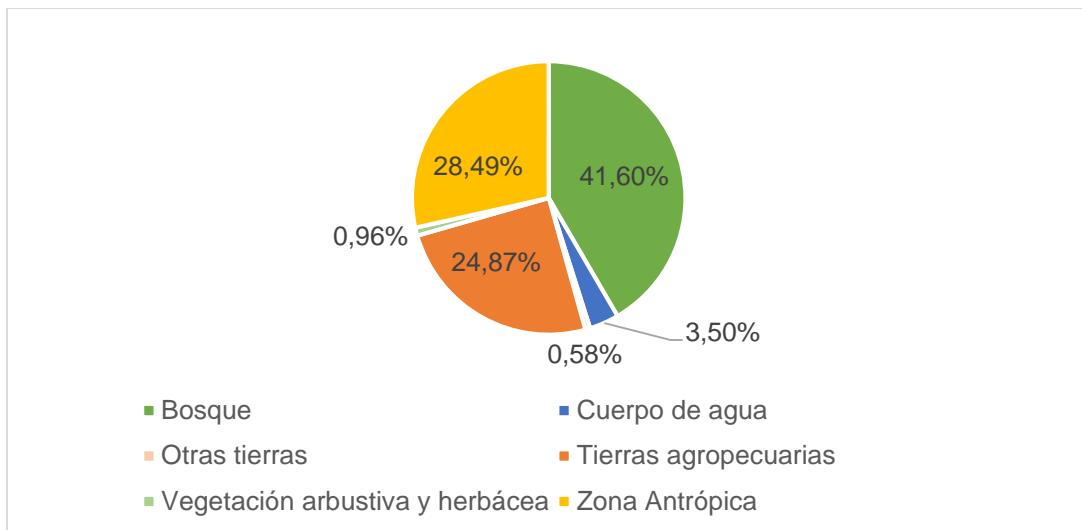
Como se observa en el mapa para el año 2014, la parroquia Chongón mostró una clara dominancia del bosque, extendiéndose por 3221.89 hectáreas, representando el 43.35% de la superficie total, seguida por las tierras agropecuarias, con 1630.37 hectáreas, que constituyan el 21.27% del área, la zona antrópica, correspondiente a las actividades humanas, cubriendo 2162.79 hectáreas, abarcando el 28.22% del territorio. Por otro lado, los cuerpos de agua ocupaban 280.57 hectáreas, con un valor del 3.66%, mientras que otras tierras se limitaban a 50.68 hectáreas, equivalentes al 0.66%.

Estos datos reflejan que casi la mitad del territorio de Chongón estaba cubierta por bosque en 2014, destacando la importancia de esta cobertura natural en la parroquia, la presencia de tierras agropecuarias también era significativa, junto con la zona antrópica, que combinadas sumaban cerca de la mitad del

territorio, las extensiones de agua y otras tierras, aunque de menor proporción, también contribuían a la composición del paisaje.

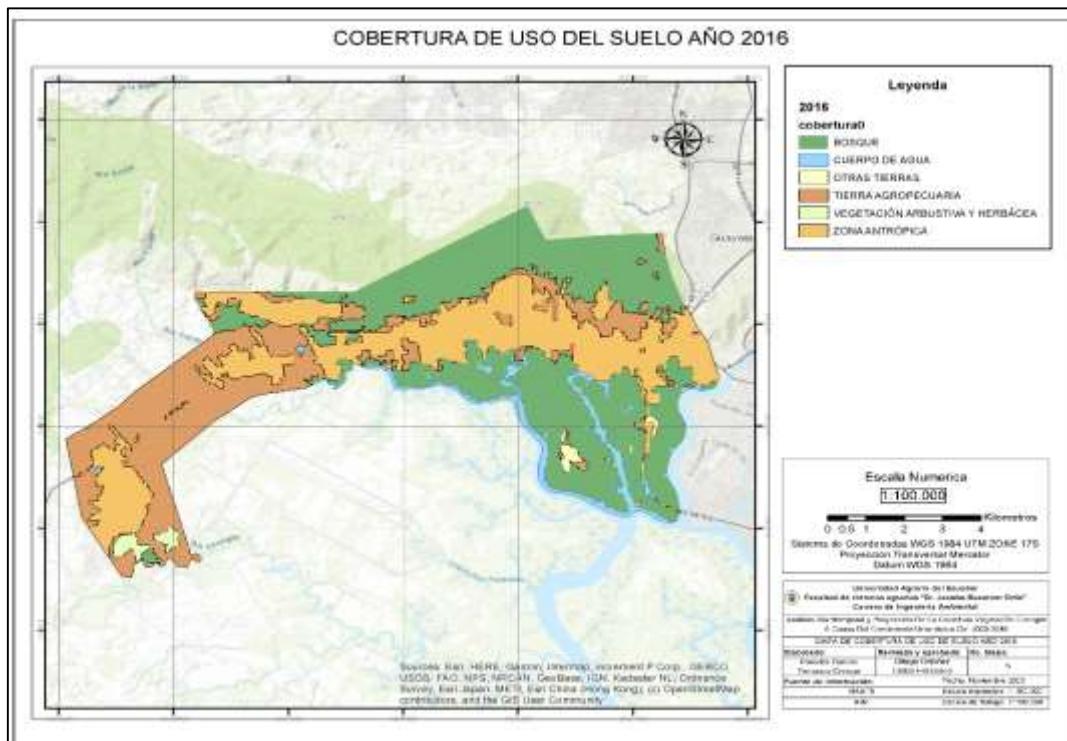
Figura 10.

Porcentaje de la cobertura y uso de suelo del año 2016 en la zona de estudios



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 11.
Mapa de la cobertura y uso del suelo, año 2016

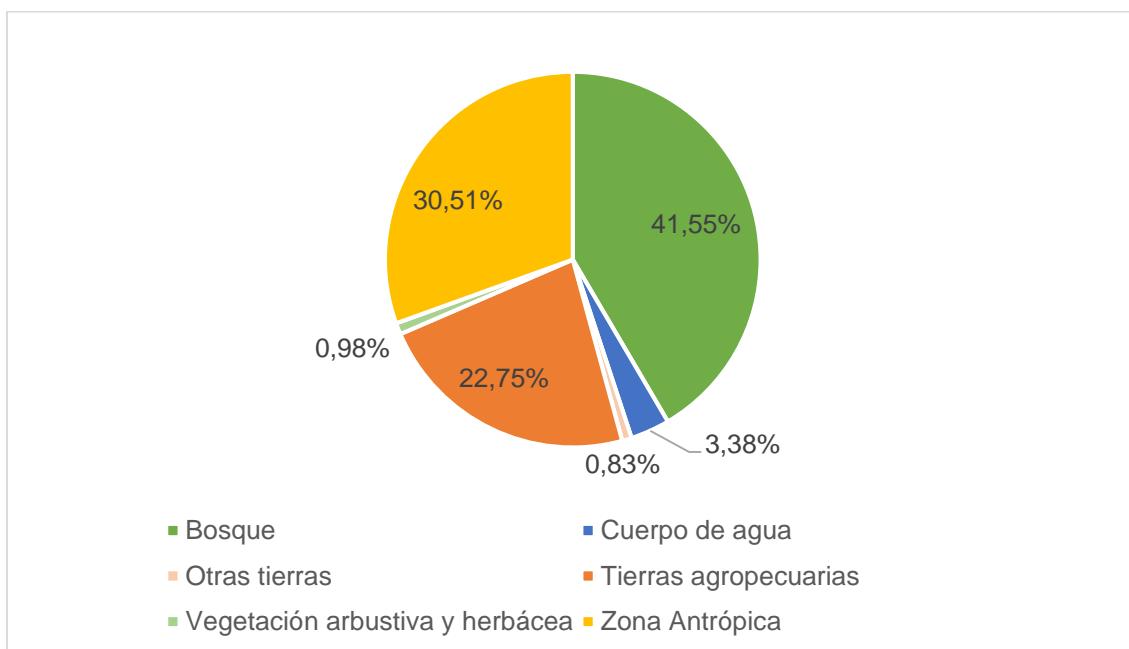


Elaborado por: El autor, 2024

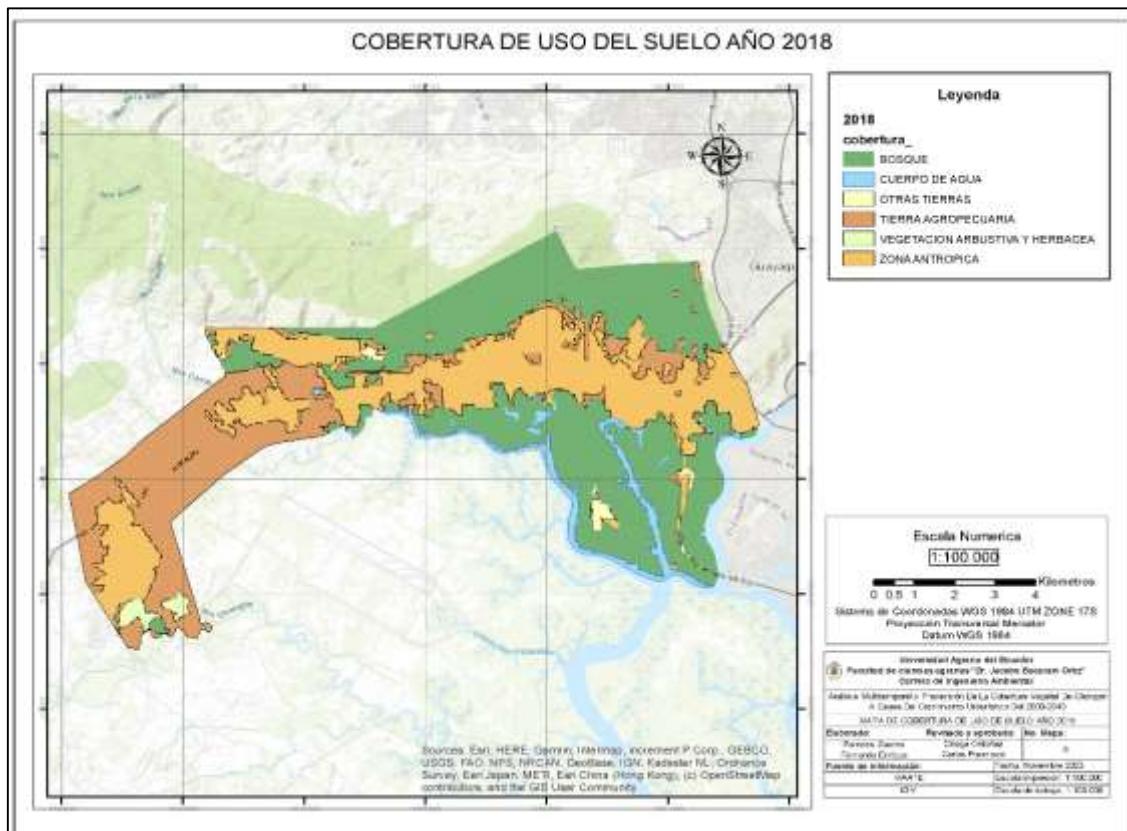
En el año 2016, el área de uso de cobertura de la tierra en la parroquia Chongón estaba dominada por tres grandes categorías, el bosque, que representaba el 41.60% del territorio con 3188.45 Ha seguida por la zona antrópica, que abarcaba 2183.19 Ha, lo que correspondía a un 28.49% del área total y finalmente, las tierras agropecuarias cubrían 1905.62 Ha, constituyendo el 24.87% del total de la zona.

El resto de la parroquia estaba distribuido en categorías menores, como los cuerpos de agua, que ocupaban 268.59 Ha y representaban el 3.50%. La vegetación arbustiva y herbácea se extendía por 73.61 Ha, lo que equivalía a un 0.96% del área total por último la categoría de otras tierras comprendía 44.20 Ha, lo que significa el 0.58% de la parroquia.

Figura 12.
Porcentaje de la cobertura y uso de suelo del año 2018 en la zona de estudio



Elaborado por: El autor, 2024

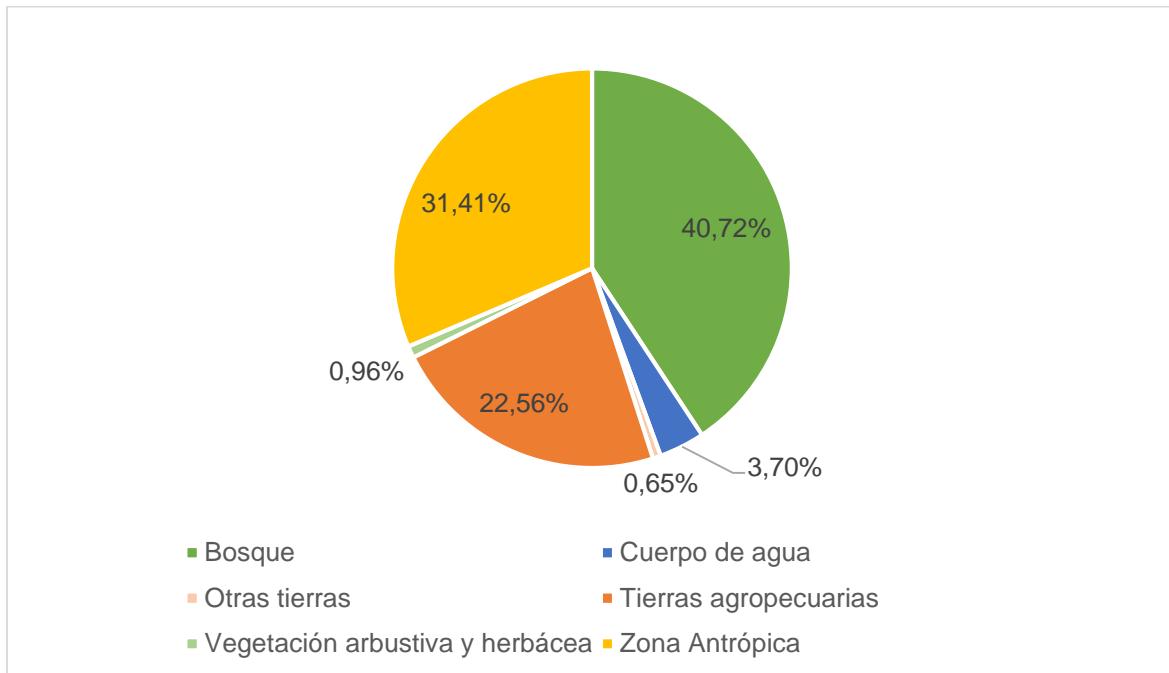
Figura 13.**Mapa de la cobertura y uso del suelo, año 2018**

Elaborado por: El autor, 2024

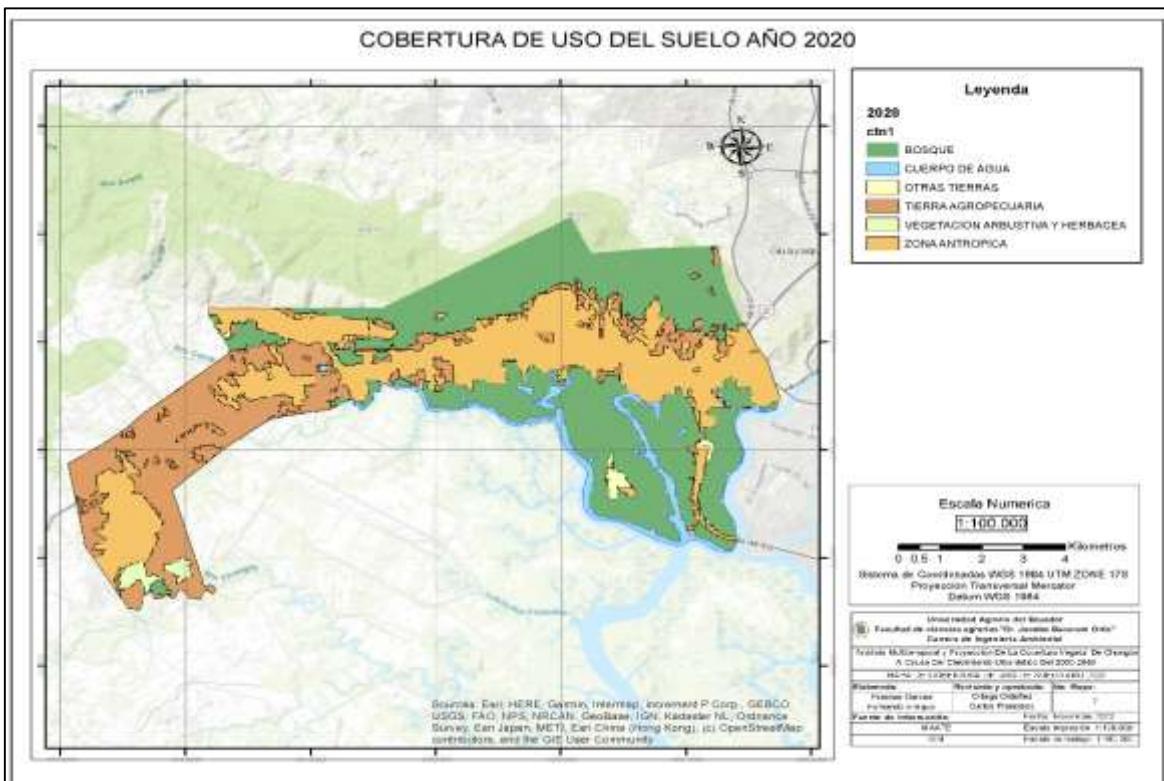
En el área de estudio se observa que para el año 2018, la cobertura terrestre en la parroquia Chongón estaba liderada por el bosque, que representaba el 41.55% del total con 3188.45 Ha, le seguían la zona antrópica, que abarcaba 2338.20 Ha, correspondiente al 30.51% del territorio y Las tierras agropecuarias con una gran extensión, cubriendo 1743.86 Ha, el 22.75% del área total.

El resto de la parroquia se componía de áreas de menor tamaño, donde los cuerpos de agua ocupaban 259.05 Ha, equivalentes al 3.38% del total, la vegetación arbustiva y herbácea se extendía por 74.87 Ha, que correspondía al 0.96% del área y, por último, la categoría de otras tierras comprendía 63.47 Ha, lo que representaba el 0.83% de la parroquia.

Figura 14.
Porcentaje de la cobertura y uso de suelo del año 2020 en la zona de estudios



Elaborado por: El autor, 2024

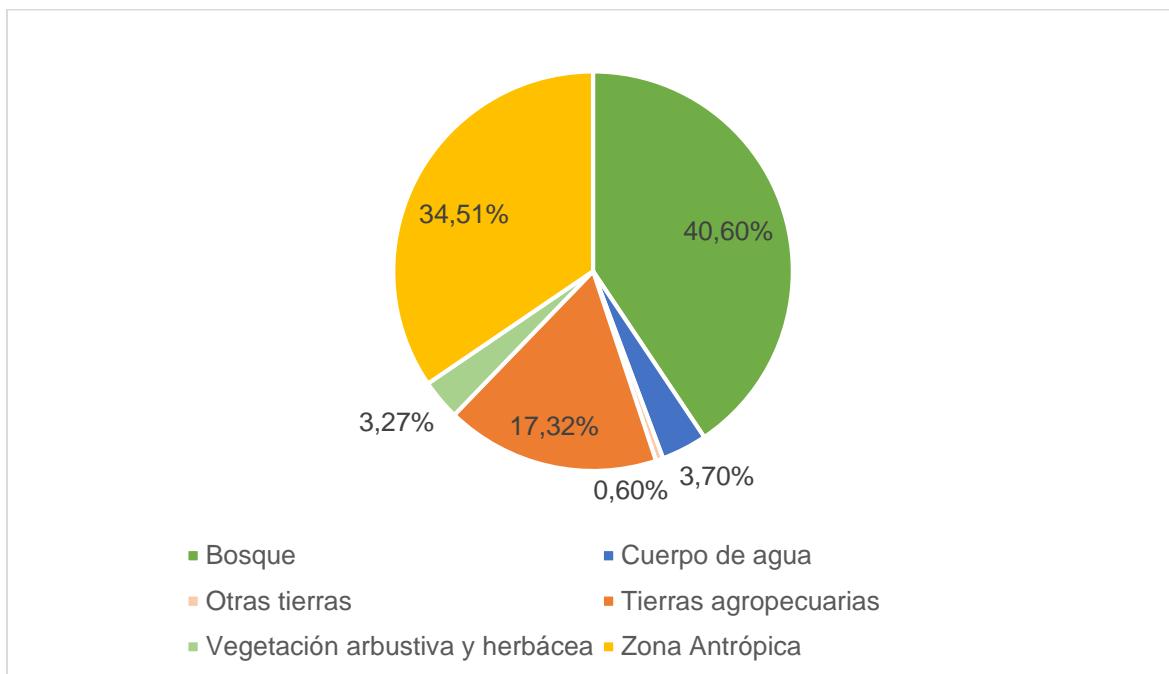
Figura 15.**Mapa de la cobertura y uso del suelo, año 2020**

Elaborado por: El autor, 2024

En el área de estudio se observa que para el año 2020, la cobertura terrestre en la parroquia Chongón estuvo liderada por el bosque, abarcando 3120.77 Ha y representaba el 40.72% del total seguida por las tierras agropecuarias con 1728.68 Ha 22.56% y los cuerpos de agua que comprendían 283.32 Ha 3.70% del área total.

El resto de la parroquia se conformaba por la zona antrópica y la vegetación arbustiva y herbácea, que contaban cada una con 73.79 Ha, lo que equivalía a un 0.96% del área total para ambas categorías, Finalmente las otras tierras ocupaban 49.52 Ha, representando un 0.65% de la parroquia Chongón.

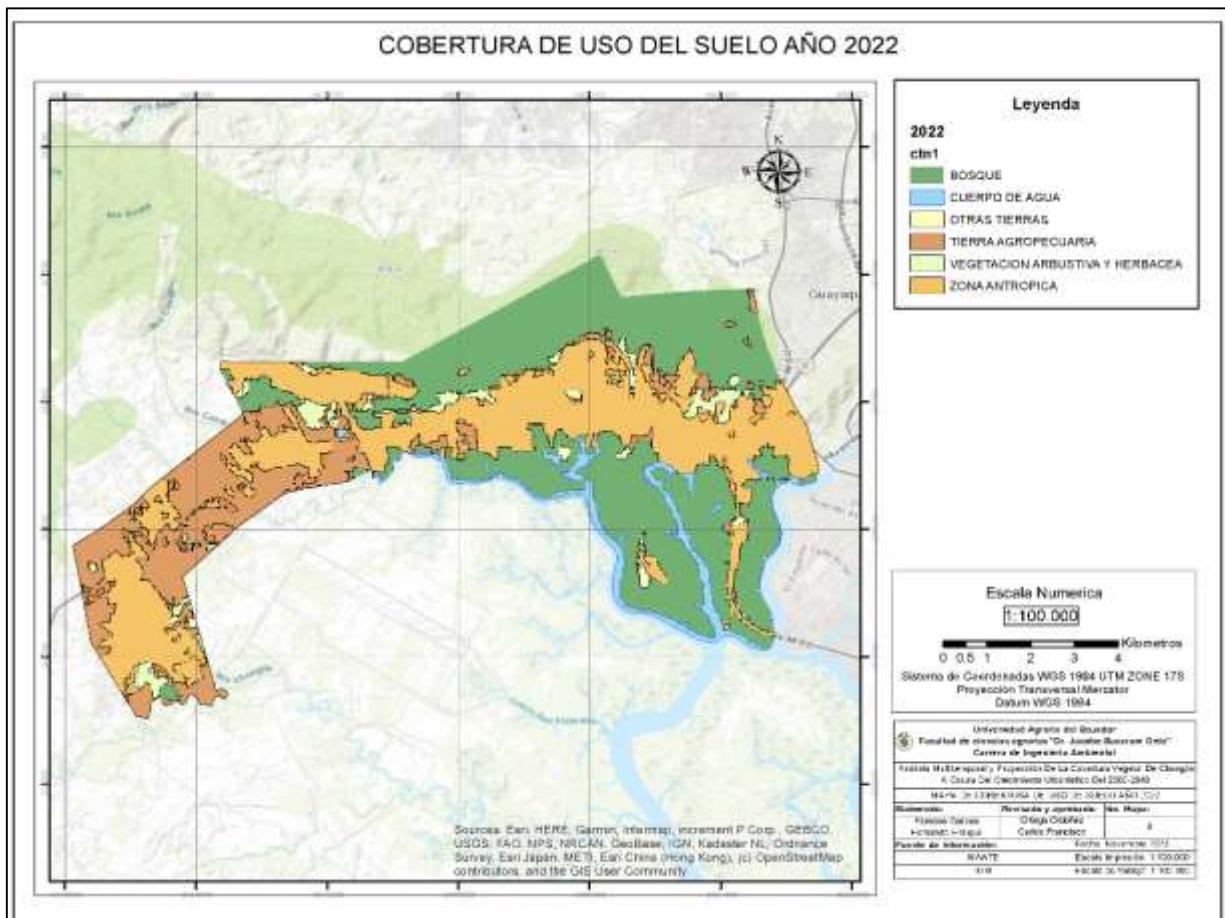
Figura 16.
Porcentaje de la cobertura y uso de suelo del año 2022 en la zona de estudios



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 17.

Mapa de la cobertura y uso del suelo, año 2022



Elaborado por: El autor, 2024

En el área de estudio se observa que, en el año 2022, la cobertura de la tierra en la parroquia Chongón estaba dominada por el bosque, que representaba el 40.60% del territorio con 3111.15 Ha, seguida por la zona antrópica, que abarcaba 2644.61 Ha y constituía el 34.51% del área, las tierras agropecuarias cubrían 1327.64 Ha, lo que equivalía a un 17.32% del total de la parroquia.

Las categorías de menor extensión incluían los cuerpos de agua con 283.50 Ha, que representaban el 3.70% del área total, la vegetación arbustiva y herbácea se extendía por 250.93 Ha 3.27% y por ultimo las otras tierras ocupaban 45.83 Ha, lo que correspondía a un 0.60% del total de la parroquia.

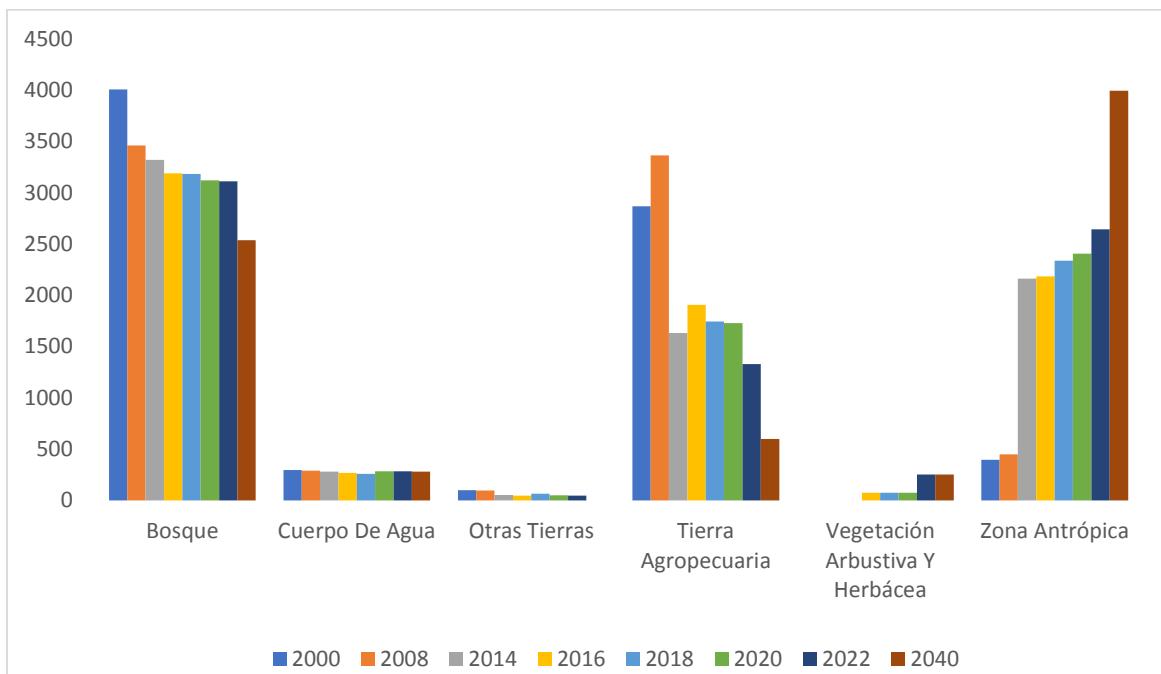
Los resultados obtenidos demuestran que los cuerpos de agua han tenido menos cambio en su cobertura, teniendo apenas un cambio del 3.84% al 3.70%.

La cobertura de bosque fue la que mayor cambio tuvo al pasar del 52.2% es decir 4007,53 Ha. en el año 2000, a diferencia del año 2022 donde se redujo al 40.6% con un área de 3111 Ha.

La categoría correspondiente a zona antrópica es la que mayor ganancia de cobertura ha tenido, pasando de 394 Ha. en el año 2000, llegando a las 2644,60 Ha en el año 2022, es decir que pasó de un 5,14% a 34.51% del área total de la parroquia Chongón.

Figura 18.

Cambio en la cobertura y uso de suelo del año 2000 al 2040



Elaborado por: El autor, 2024

Tabla 4.***Cobertura en Ha. de los años 2000 al 2040***

Categorías	2000	2008	2014	2016	2018	2020	2022	2040
Bosque	4007.53 Ha.	3461.95 Ha.	3321.89 Ha.	3188.45 Ha.	3184.20 Ha.	3120.77 Ha.	3111.15 Ha.	2537.88 Ha
Cuerpo De Agua	293.98 Ha.	290.65 Ha.	280.57 Ha.	268.59 Ha.	259.05 Ha.	283.32 Ha.	283.50 Ha.	280.21 Ha.
Otras Tierras	100.14 Ha.	96.45 Ha.	50.68 Ha.	44.20 Ha.	63.47 Ha.	49.52 Ha.	45.83 Ha.	0 Ha.
Tierra Agropecuaria	2867.96 Ha.	3365.15 Ha.	1630.37 Ha.	1905.62 Ha.	1743.86 Ha.	1728.68 Ha.	1327.64 Ha.	598.53 Ha.
Vegetación Arbustiva Y Herbácea	-----	-----	217.35 Ha.	73.61 Ha.	74.87 Ha.	73.79 Ha.	250.93 Ha.	250.93 Ha.
Zona Antrópica	394.05 Ha.	449.47 Ha.	2162.79 Ha.	2183.19 Ha.	2338.20 Ha.	2407.59 Ha.	2644.61 Ha.	3996.11 Ha.
Cobertura total	7663.66 Ha	7663.66 Ha.						

Comparación coberturas de uso de suelo en Ha. del año 2000 hasta el año 2040.

Elaborado por: El autor, 2024

Los datos de la tabla 4 que no se encuentran en los años 2000 y 2008 en la categoría de Vegetación Arbustiva y Herbácea se encuentran englobados en la categoría de bosque, en los años siguiente ya se lo considero como una categoría independiente, cabe indicar que son datos oficiales obtenidos del mapa interactivo de la plataforma SUIA.

4.2 Modelación del cambio de cobertura vegetal y uso del suelo en Chongón al año 2040

Los datos obtenidos a partir del procesamiento de información en el software Terrset, usando el módulo Land Change Modeler en el apartado de Land change Prediction, se ejecutó la predicción al año 2040 en donde se encontrarán; aumentos, perdidas y persistencias de las coberturas en las distintas categorías con la que se está trabajando y que se encuentran presentes en el área de la Parroquia Chongón, lo que podemos visualizar en tabla 3.

Tabla 5.

Predicción de la cobertura y uso del suelo al año 2040

Categoría	Aumento (Ha)	Perdida (Ha)	Persistencia
Bosque	0	573.27	No
Cuerpo De Agua	0	0	Si
Otras Tierras	0	45.83	No
Tierra Agropecuaria	0	729.11	No
Vegetación Arbustiva Y Herbácea	0	0	Si
Zona Antrópica	1348.21	0	No

Resultados del modelo predictivo al año 2040 en la parroquia Chongón.

Elaborado por: El autor, 2024

En la tabla 4 se demuestra la diferencia en porcentajes que hay entre el año 2000, el año 2022 y el estimado que se proyecta al año 2040, obtenido con el modelo predictivo del software TeerSet.

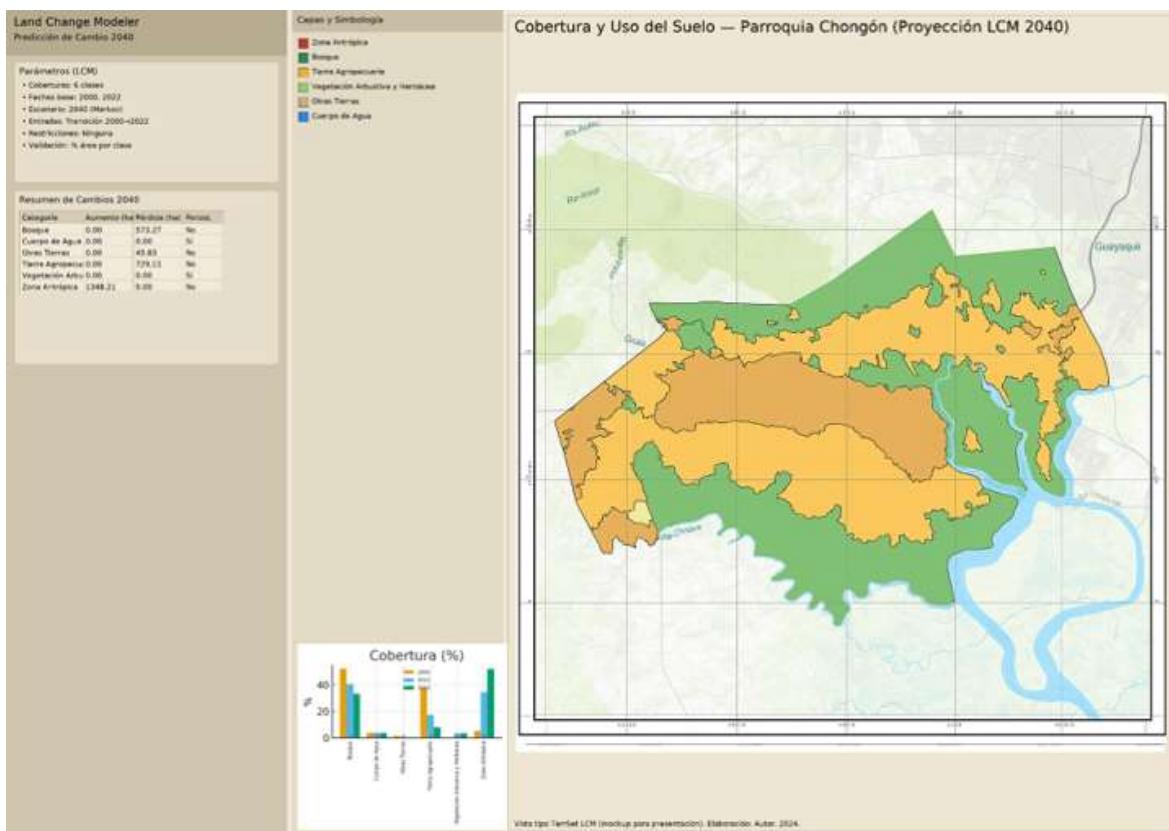
Tabla 6.

Porcentaje de cobertura de suelo de 2000, 2022 y 2040

Categoría	Porcentaje de Cobertura a 2000	Porcentaje de Cobertura a 2022	Porcentaje de Cobertura a 2040
Bosque	52.29%	40.60%	33.12%
Cuerpo De Agua	3.84%	3.70%	3.66%
Otras Tierras	1.31%	0.60%	0%
Tierra Agropecuaria	37.42%	17.32%	7.81%
Vegetación Arbustiva Y Herbácea	-----	3.27%	3.27%
Zona Antrópica	5.14%	34.51%	52.14%

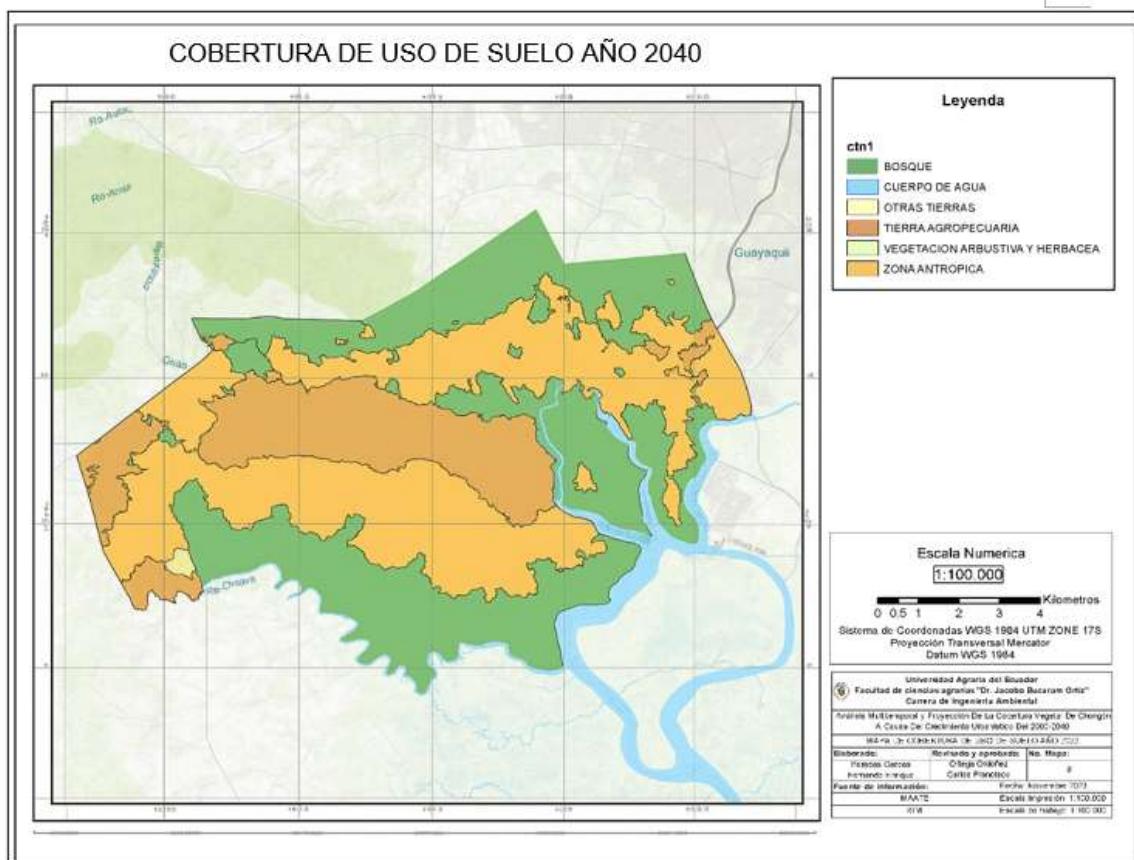
Elaborado por: El autor, 2024

Figura 19.
Análisis de Cambio (Aumentos, Pérdidas y Persistencia)



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 20.
Cobertura del uso de suelo al año 2040



Elaborado por: El autor, 2024

4.2.1 Insumos y configuración del modelo

Series cartográficas armonizadas para los años 2000 y 2022, con seis clases:

- Bosque
- Cuerpo de Agua
- Otras Tierras
- Tierra Agropecuaria
- Vegetación Arbustiva
- Herbácea, Zona Antrópica,

Módulo TerrSet Land Change Modeler, bloque Land Change Prediction (Markov) con probabilidades de transición estimadas 2000-2022, sin restricciones espaciales adicionales; evaluación rápida por porcentaje de clase,

4.2.2 Resultados cuantitativos principales (2000 - 2022 - 2040)

- **Zona Antrópica:** 5.14% - 34.51% - 52.14%. aumento neto estimado +1.348.21 ha.
- **Bosque:** 52.29% - 40.60% - 33.12%. pérdida 573.27 ha.
- **Tierra Agropecuaria:** 37.42% - 17.32% - 7.81%. pérdida 729.11 ha.
- **Otras Tierras:** 1.31% - 0.60% - 0%. pérdida 45.83 ha.
- **Cuerpo de Agua:** 3.84% - 3.70% - 3.66%; persistencia.
- **Vegetación Arbustiva y Herbácea:** - 3.27% - 3.27%. persistencia.

4.2.3 Lectura espacial del producto cartográfico

La expansión antrópica se alinea con ejes viales y bordes de infraestructuras hidráulicas. consolidando manchas existentes y generando frentes de urbanización sobre matrices agropecuarias y bordes de bosque.

El pixelado selectivo resalta sectores de mayor probabilidad de transición hacia lo antrópico. útil para inspección focal de cambios proyectados.

4.2.4 Implicancias técnicas

Hidrología urbana: incremento de superficies impermeables con potencia para elevar caudales pico. reducir infiltración y demandar drenaje pluvial y soluciones de infraestructura verde (zanjas de infiltración. parques de retención).

Conectividad ecológica: reducción y fragmentación de bosques; necesidad de corredores y buffers ribereños para sostener flujo de especies y calidad de hábitat.

Sistema agro productivo: contracción de la base agropecuaria que puede trasladar presiones a áreas periféricas. conviene delimitar bordes rurales protegidos y prácticas agroforestales en transición.

4.2.5 Control de calidad y coherencia del modelo

Consistencia direccional de cambios (bosque/agropecuario - antrópico) típica de bordes periurbanos. persistencia en cuerpos de agua y vegetación secundaria coherente con restricciones físico-ambientales.

La validación rápida por porcentajes confirma orden y magnitud de las clases. se recomienda complementar con Kappa o Fuzzy Similarity y verificación en campo muestral.

4.2.6 Supuestos y limitaciones

Proyección condicionada por tendencias 2000–2022. modificaciones normativas. nuevas obras mayores o choques económicos pueden alterar trayectorias.

Exactitud espacial dependiente de la resolución y la calidad de clasificación en ambas fechas. indispensable mantener simbología y leyendas uniformes y documentar rutas/versión de insumos.

4.2.7 Lineamientos técnicos derivados

Establecer contención de expansión y densificación en áreas ya consolidadas para evitar saltos de mancha.

Implementar franjas de protección a cuerpos de agua y corredores entre parches de bosque remanente.

Integrar criterios de permeabilidad en normas de edificación y diseño vial; dimensionar drenaje con escenarios de mayor escorrentía.

Programar actualización cartográfica 2025/2026 para recalibrar Markov y refinar el horizonte 2040.

El escenario 2040 proyecta dominancia antrópica (52% del área). con reducciones significativas de bosque y suelo agropecuario; el patrón espacial de expansión lineal y en bordes hídricos exige medidas de ordenamiento. conservación de conectividad y gestión hidrológica para mitigar impactos acumulativos y sostener la funcionalidad ecológica y urbana del territorio.

Figura 21.
Cobertura y Uso del Suelo — Parroquia Chongón (Proyección LCM 2040)



Elaborado por: El autor. 2024

La serie 2000, 2022 y 2040 evidencia un cambio estructural del mosaico territorial en Chongón. La zona antrópica pasa de 5.14 por ciento en 2000 a 34.51 por ciento en 2022 y alcanzaría 52.14 por ciento en 2040. lo que representa un aumento estimado de 1.348.21 hectáreas. Este crecimiento se produce principalmente a costa de la tierra agropecuaria. que disminuye de 37.42 por ciento a 7.81 por ciento. y del bosque. que cae de 52.29 por ciento a 33.12 por ciento. mientras que otras tierras desciende hasta cero. El cuerpo de agua se mantiene estable alrededor de 3.7 por ciento y la vegetación arbustiva y herbácea conserva 3.27 por ciento. En el espacio. la expansión se adosa a núcleos existentes y sigue ejes viales y bordes hídricos. con frentes activos de transición desde agropecuario y bosque hacia usos antrópicos y con fragmentación creciente.

Figura 22.***Estadística de Coberturas por Clase (2000, 2022 y 2040)***

Porcentaje de cobertura por clase (2000, 2022, 2040)				
ID	Categoría	% 2000	% 2022	% 2040
1	Bosque	52.29	40.60	33.12
2	Cuerpo de Agua	3.84	3.70	3.66
3	Otras Tierras	1.31	0.60	0.00
4	Tierra Agropecuaria	37.42	17.32	7.81
5	Vegetación Arb./Herb.	—	3.27	3.27
6	Zona Antrópica	5.14	34.51	52.14

Elaborado por: El autor. 2024

[Cerrar](#) [Copiar](#) [Export CSV](#)

Estas transformaciones aumentan la impermeabilización del suelo, elevan caudales pico y presionan la conectividad ecológica. Se recomienda orientar el crecimiento hacia la densificación de áreas ya consolidadas. establecer corredores ecológicos que unan parches de bosque. aplicar franjas de protección en cuerpos de agua y desplegar drenaje urbano sostenible con zanjas de infiltración. pavimentos permeables y áreas de retención. Dado que la proyección se apoya en las tendencias observadas entre 2000 y 2022. conviene realizar validación espacial con métricas como Kappa o Fuzzy y programar una actualización cartográfica en 2025 o 2026 para recalibrar el modelo y afinar el escenario a 2040.

4.3 Propuesta de medidas de planificación urbana y conservación de áreas verdes

La evidencia espacial indica una expansión acelerada de la zona antrópica y una contracción sostenida de bosque y suelo agropecuario. con estabilidad relativa en cuerpos de agua y vegetación arbustiva y herbácea. Este patrón anticipa incrementos de escorrentía. fragmentación ecológica y presión sobre áreas de alto valor ambiental. por lo que se propone un diseño de intervención sustentado en un enfoque de investigación aplicada que permita planificar la forma urbana. conservar la infraestructura ecológica y medir resultados verificables en el territorio.

4.3.1 Alcance, población y unidad de análisis

El alcance cubre el perímetro urbano y periurbano de la parroquia Chongón y sus corredores de expansión. La unidad de análisis es el píxel de cobertura y uso del suelo y su agregación a nivel de subcuencas, barrios y ejes viales. La población de estudio corresponde a la totalidad de píxeles clasificados y a los frentes de cambio identificados por el modelo predictivo, con énfasis en las transiciones agropecuario y bosque hacia antrópico.

4.3.2 Diseño metodológico

Se plantea un enfoque mixto con secuencia explicativa. La fase cuantitativa utiliza análisis espacial multitemporal con métricas de composición y configuración, medición de superficies impermeables, cálculo de pendientes y distancias a ejes viales y drenajes. La fase cualitativa incorpora talleres participativos de validación cartográfica y recorridos de campo con listas de verificación para contrastar transiciones y priorizar sitios de intervención. El diseño de la intervención sigue un esquema de implementación escalonada por corredores y polígonos piloto con evaluación antes y después.

4.3.2.1. Componentes técnicos de la intervención

- Estructura urbana y contención del crecimiento. Se delimita un perímetro operativo de expansión con revisión periódica y se ordena la densificación de vacíos urbanos antes de habilitar nuevo suelo. Se establecen centralidades y ejes de actividad que concentran dotaciones y regulan el mercado de suelo.
- Red de áreas verdes y conectividad ecológica. Se diseña una malla de parques de barrio con metas de accesibilidad y se crean corredores entre parches de bosque y bordes hídricos mediante franjas de vegetación continua y control de accesos.
- Protección hídrica y franjas de resguardo. Se fijan anchos mínimos de protección medidos desde la línea de máxima creciente y se programan restauraciones con especies nativas en taludes y riberas con monitoreo de calidad de agua.
- Infraestructura verde y drenaje sostenible. Se aplican soluciones modulares de infiltración y retardo como zanjas, biocanales, jardines

de lluvia. pavimentos permeables y lagunas de retención. con criterios de diseño por periodos de retorno adecuados al crecimiento previsto.

- Gestión de bordes agro urbanos. Se implementa un cinturón agroecológico con arreglos agro silvícolas. parcelas demostrativas y barreras vegetales escalonadas que disminuyen erosión y estabilizan la transición entre usos.
- Movilidad y espacio público climático. Se prioriza red peatonal sombreada y ciclovías conectando barrios con parques y centralidades. con calles completas que integran drenaje abierto vegetado y calmado de tráfico.

4.3.3 Variables e indicadores de evaluación

Se proponen mediciones anuales y bianuales con línea base 2022 y cortes 2026 y 2030.

- **Composición del mosaico:** Porcentaje de área antrópica. de bosque y de agropecuario por distrito y corredor.
- **Hidrología urbana:** Superficie impermeable por hectárea. caudal pico unitario en puntos de control y tiempo de concentración en subcuencas piloto.
- **Conectividad ecológica:** Longitud y ancho funcional de corredores. número de cruces faunísticos operativos y continuidad de parches medida por índices de forma y proximidad.
- **Acceso a áreas verdes:** Metros cuadrados de área verde por habitante y proporción de población con un parque de barrio a diez minutos a pie.
- **Función de las franjas ribereñas:** Ancho efectivo con cobertura vegetal y concentración de sólidos suspendidos en monitoreos de época lluviosa y seca.
- Adopción de infraestructura verde. Número de proyectos certificados con soluciones de infiltración y superficie de pavimento permeable instalada.

4.3.4 Procedimiento de implementación y cronograma

La implementación se divide en tres olas con verificación independiente.

(1) Ola inicial de doce meses. Delimitación del perímetro de expansión. Adopción de manual de drenaje sostenible, selección de tres corredores ecológicos prioritarios y formulación de parques de barrio piloto.

(2) Ola intermedia de trece a treinta y seis meses. Construcción de soluciones de infraestructura verde en puntos críticos, ejecución de parque lineal en un eje vial estratégico. conformación del cinturón agroecológico con parcelas demostrativas y arranque de revegetación ribereña.

(3) Ola de consolidación de treinta y siete a sesenta meses. Extensión de ciclovías y veredas sombreadas, ampliación de corredores, evaluación intermedia con actualización cartográfica y ajustes normativos según resultados.

4.3.5 Instrumentos normativos y de gestión

Se integra una matriz de compatibilidad de usos que reconoce zonas sensibles y fija condicionantes de permeabilidad mínima. arbolado obligatorio y retiros ribereños. El licenciamiento requiere planes parciales con reservas de parque y manejo de aguas y compromisos de mantenimiento.

Se crea un fondo de infraestructura verde con fuentes de plusvalía. contribuciones por mejoras y aportes de alianzas público privadas para asegurar continuidad financiera.

4.3.6 Riesgos, supuestos y calidad de datos

La proyección depende de patrones observados entre 2000 y 2022 y puede variar por cambios normativos o nuevas infraestructuras. La exactitud espacial está condicionada por resolución y consistencia de clasificación. por lo que se recomienda control de calidad con verificación en campo. revisión de topología y validación espacial mediante métricas adecuadas. La participación comunitaria se incorpora para contrastar el producto cartográfico con la experiencia local y reducir errores de interpretación.

4.3.7 Plan de monitoreo y reporte

El monitoreo mantiene un tablero con indicadores. metas por corredor y series temporales de cobertura. Se actualiza la cartografía en 2025 o 2026 para

recalibrar las tasas de transición y evaluar el desempeño de las obras verdes. Los reportes semestrales documentan avances físicos, cumplimiento de metas, desviaciones y acciones correctivas con trazabilidad de decisiones.

4.3.8. Resultados esperados y trazabilidad

Se espera contención de la expansión dentro del perímetro planificado, incremento del acceso ciudadano a áreas verdes, reducción de caudales pico en eventos de lluvia, continuidad ecológica operativa y estabilidad de la calidad de agua en tramos priorizados. Cada hito quedará registrado en actas, planos y fichas técnicas con rutas y versiones, de modo que el proceso de investigación e intervención conserve evidencia verificable y reproducible a lo largo del ciclo de implementación.

El crecimiento urbano desorganizado en la parroquia Chongón en Guayaquil con los años ha afectado al medio ambiente como la pérdida de cobertura vegetal y áreas verdes. Teniendo en cuenta que la falta de cobertura vegetal en el suelo puede agravar los efectos del cambio climático, aumentar la erosión en el suelo, alterar ecosistemas entre otras consecuencias, es de suma importancia proponer alternativas que permitan disminuir la perdida de cobertura en el suelo.

4.3.8.1. Medidas a Implementar

A continuación, se detallan las medidas a implementar para mejorar la planificación urbana y procurar la conservación de áreas verdes:

Nombre de la medida: Planificación y Ordenamiento Territorial Sostenible

Objetivo: Orientar y regular el uso del suelo en la parroquia Chongón, con el fin de minimizar la expansión antrópica desordenada y conservar las coberturas naturales existentes.

Descripción de la medida:

Esta medida propone la elaboración e implementación de un plan de ordenamiento territorial basado en información geoespacial actualizada, que permita delimitar zonas de conservación, áreas agropecuarias y sectores destinados al desarrollo urbano. El plan deberá incorporar criterios ambientales, sociales y económicos, así como mecanismos de control y seguimiento mediante

Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el propósito de prevenir la ocupación de áreas ecológicamente frágiles y promover un crecimiento urbano planificado y sostenible.

Nombre de la medida: Conservación y Recuperación de Coberturas Vegetales

Objetivo: Proteger y recuperar las coberturas vegetales naturales, especialmente las áreas boscosas y de vegetación arbustiva y herbácea, para reducir los impactos ambientales generados por las actividades antrópicas.

Descripción de la medida:

Esta medida contempla la identificación de zonas prioritarias para la conservación y restauración ecológica, mediante programas de reforestación con especies nativas y la recuperación de áreas degradadas. Asimismo, se propone fomentar prácticas de uso responsable del suelo y fortalecer la educación ambiental en la comunidad local, con el fin de generar conciencia sobre la importancia de los ecosistemas naturales y asegurar la sostenibilidad ambiental a largo plazo en la parroquia Chongón.

Nombre de la medida: Implementación de Vivienda Vertical Sostenible (Condominios)

Objetivo: Optimizar el uso del suelo urbano y reducir la expansión horizontal en la parroquia Chongón, promoviendo un desarrollo habitacional compacto y ambientalmente sostenible.

Descripción de la medida: Esta medida propone el establecimiento de criterios técnicos y normativos para la construcción de viviendas verticales tipo condominios, priorizando su ubicación en zonas previamente urbanizadas y con acceso a infraestructura básica. La vivienda vertical permitirá disminuir la ocupación de nuevas áreas naturales y agropecuarias, reduciendo la presión sobre la cobertura vegetal. Asimismo, se deberán incorporar criterios de eficiencia energética, manejo adecuado de residuos, uso de materiales sostenibles y cumplimiento de normativas ambientales, contribuyendo a un modelo de crecimiento urbano ordenado y sostenible.

Nombre de la medida: Implementación de Techos Verdes para la Conservación de Espacios Verdes Urbanos

Objetivo: Incrementar la cobertura vegetal urbana y mitigar los impactos ambientales derivados de la expansión antrópica, mediante la incorporación de infraestructura verde en edificaciones existentes y nuevas.

Descripción de la medida: Esta medida consiste en promover la implementación de techos verdes en edificaciones públicas, privadas y residenciales, como una estrategia para compensar la pérdida de áreas verdes a nivel del suelo. Los techos verdes contribuyen a la regulación térmica, mejora de la calidad del aire, reducción de la escorrentía superficial y conservación de la biodiversidad urbana. Se propone que esta práctica sea incorporada como un criterio obligatorio o incentivado dentro de las ordenanzas municipales, acompañada de programas de capacitación y estímulos económicos para su adopción en la parroquia Chongón.

4.4 Comprobación de Hipótesis

- **Hipótesis nula**
- No existen cambios en la cobertura vegetal.
- **hipótesis alternativa**
- Sí existen cambios, ante la falta de datos bibliográficos para determinados años, se implementó un modelo de pronóstico o predictivo estimando así los valores faltantes, los resultados obtenidos mediante este enfoque se verificaron, demostrando que los valores estimados son cercanos y consistentes con los datos disponibles en el estudio.
- Para esto se uso la ecuación:
 - =+PRONOSTICO (X; CONOCIDO_Y; CONOCIDO_X)

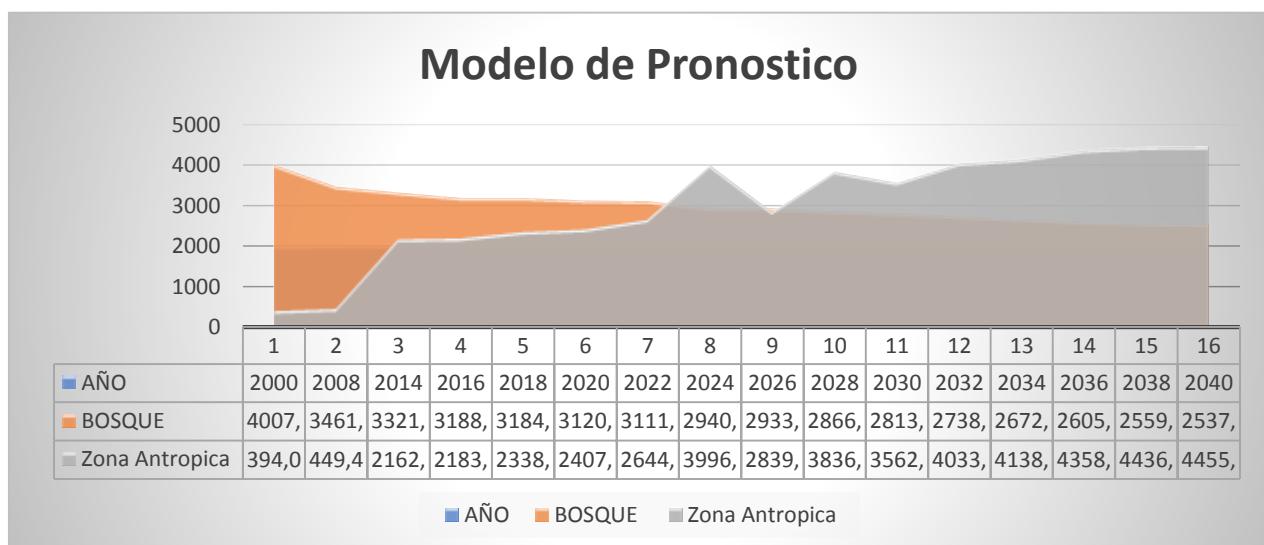
Tabla 7
Modelo de pronóstico

AÑO	BOSQUE	Zona Antrópica
2000	4007,53	394,05
2008	3461,95	449,47
2014	3321,89	2162,79
2016	3188,45	2183,19
2018	3184,21	2338,20
2020	3120,77	2407,59
2022	3111,15	2644,61
2024	2940,30	3996,11
2026	2933,40	2839,77
2028	2866,48	3836,25
2030	2813,82	3562,68
2032	2738,95	4033,63
2034	2672,99	4138,82
2036	2605,76	4358,11
2038	2559,96	4436,68
2040	2537,88	4455,28

- **Elaborado por:** El autor, 2024

Figura 23.

Estadística de Coberturas por Clase (2000, 2022 y 2040)



Elaborado por: El autor. 2024

El análisis de los datos tabulados revela una correlación negativa entre el paso del tiempo y la superficie de bosque, indicando una clara tendencia a la disminución de la cobertura forestal desde el año 2000 hasta el 2040. Paralelamente, se observa una marcada correlación positiva entre el tiempo y la expansión de la zona antrópica; a medida que los años avanzan, las áreas de influencia humana aumentan drásticamente, pasando de 394,05 Ha en el 2000 a 4455,28 Ha proyectadas para el 2040, dichos datos demuestran una relación inversamente proporcional entre ambas variables: la ganancia de terreno antrópico ocurre paralelamente de la pérdida de bosque, lo que conlleva una presión significativa sobre el ecosistema a lo largo del tiempo.

5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que la parroquia Chongón ha experimentado una pérdida significativa de coberturas naturales, particularmente de bosque, las cuales han sido progresivamente transformadas hacia usos agropecuarios y, en mayor medida, hacia zonas de origen antrópico. Esta tendencia refleja una presión constante sobre los ecosistemas naturales, asociada principalmente a la expansión de actividades humanas y al crecimiento poblacional. Dichos hallazgos concuerdan con lo señalado por Lejia et al. (2020), quienes indican que la creciente demanda de recursos para satisfacer las necesidades productivas y habitacionales de una región, especialmente en el sector agrícola, genera una reducción acelerada de las coberturas naturales originales.

En concordancia con estudios similares, como el realizado por González (2020), se confirma la utilidad de las herramientas de modelación espacial, como TerrSet, para la generación y validación de modelos predictivos de cambio de uso y cobertura del suelo. Estos modelos permiten identificar pérdidas significativas de áreas naturales y protegidas a lo largo del tiempo. En el presente estudio, el procesamiento de información geoespacial permitió proyectar los cambios hasta el año 2040, identificando incrementos, disminuciones y persistencias de las coberturas en las distintas categorías presentes en la parroquia Chongón. Esta proyección aporta un valor adicional al análisis, al evidenciar escenarios futuros que pueden orientar la toma de decisiones en materia de ordenamiento territorial.

De manera similar, Medrano (2017) demostró, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica y técnicas de teledetección, un crecimiento exponencial de las zonas urbanas acompañado de una disminución progresiva de la cobertura vegetal. Este resultado es particularmente relevante, ya que coincide directamente con los hallazgos del presente estudio, donde se observa una transformación significativa del uso del suelo, con extensas áreas naturales y agropecuarias convertidas en zonas antrópicas. Este proceso de urbanización acelerada constituye uno de los principales factores de degradación ambiental en la parroquia Chongón.

En el estudio realizado por Anand y Bakimchandra (2019) en la cuenca del río Manipur, en el noreste de la India, evidenció que estas áreas están sometidas a

una fuerte presión tanto de factores naturales como antropogénicos. Los autores concluyen que, a lo largo del tiempo, se produjo un incremento en las superficies de cuerpos de agua, áreas agrícolas y zonas construidas. Estos resultados guardan relación con los hallazgos del presente estudio, en el cual se observa que los cuerpos de agua presentan variaciones en su cobertura, fenómeno que puede estar asociado a la disminución de áreas agrícolas y a la expansión de zonas antrópicas, lo que modifica la dinámica hidrológica y el uso del territorio.

Asimismo, el estudio desarrollado por Chafla (2020) en el Parque Nacional Sangay, mediante un análisis multitemporal del uso y cobertura del suelo en la microcuenca del río Ozogoche, permitió proyectar cambios hasta el año 2030. Los resultados mostraron que la cobertura nativa mantendría el mayor porcentaje de ocupación, seguida de la tierra agropecuaria, otras tierras y los cuerpos de agua. No obstante, el autor concluye que, durante los 28 años analizados, se registraron variaciones significativas en la cobertura y uso del suelo, aun tratándose de un área protegida. Este hecho pone en evidencia las debilidades en la gestión territorial y las múltiples presiones internas y externas derivadas de factores antrópicos, situación comparable con lo observado en la parroquia Chongón, donde la ausencia de una planificación efectiva ha favorecido la transformación acelerada del territorio.

En conjunto, los resultados de esta investigación, contrastados con estudios nacionales e internacionales, confirman que los procesos de cambio de uso y cobertura del suelo responden a patrones recurrentes de expansión antrópica, pérdida de coberturas naturales y presión sobre ecosistemas frágiles. En este contexto, la modelación espacial y el uso de SIG se consolidan como herramientas fundamentales para comprender la dinámica territorial y para el diseño de estrategias de planificación urbana y conservación ambiental que permitan mitigar los impactos del crecimiento no planificado.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El análisis de las coberturas de uso de suelo de la parroquia Chongón ha demostrado un crecimiento poblacional, evidenciada en la expansión de la zona antrópica durante el periodo estudiado. este crecimiento provoca cambios significativos en las demás coberturas específicamente. la herramienta Land Change Modeler (LCM) del software Terrset reveló que la cobertura de bosque es la más afectada, representando el 40.60% del área total en 2022, tras una pérdida superior al 10% desde el año 2000.

Las proyecciones realizadas con la misma herramienta (LCM) indican que una gran parte significativa del bosque seguirá transformándose debido al crecimiento urbano exponencial. de igual forma se prevé la pérdida de tierras agropecuarias, otras tierras y vegetación arbustiva/herbácea. la demanda poblacional impulsa esta expansión del terreno urbano, así mismo impulsada también por nuevos proyectos de infraestructura que se están ejecutando en la zona, lo cual podría abarcar hasta el 60% del área total de la parroquia Chongón.

Para mitigar estas afectaciones, las medidas propuestas en este trabajo se centran en la prevención y conservación de los bosques y áreas verdes más vulnerables. dichas medidas sugieren la implementación de la construcción vertical como una estrategia adecuada para satisfacer la demanda de vivienda sin comprometer la cobertura vegetal restante a futuro.

6.2 Recomendaciones

Realizar programas universitarios a fin de generar una base de datos a través de medios oficiales con data cartográfica permitiendo que futuros trabajos de investigación se puedan llevar a cabo con mayor eficiencia. y un mejor análisis de los datos teniendo más información.

Promover el uso de modelos de proyección para la obtención de simulaciones de escenarios futuros que pueden ayudar a estimar los cambios que existirán en un área encontrando modelos de uso de suelo. de hábitats y biodiversidad. servicios eco sistemáticos. adaptación de cambios climáticos entre otros. que podrían ser de utilidad en la toma de decisiones para mitigar o evitar afectaciones ambientales.

Los proyectos municipales de vivienda y los proyectos urbanísticos privados deberían tomar en cuenta medidas de construcción sostenible y optimización de espacios. elaborando proyectos modernos y minimalista donde se opte por la construcción vertical y reducir en la medida de lo posible la perdida de la cobertura vegetal. lo que puede llevar a mayores afectaciones a largo plazo. aumentando la variación climática.

Bibliografía

- Anand, V., & Bakimchandra, O. (2019). Uso futuro de la tierra Predicción de la cobertura del suelo con especial énfasis en la urbanización y los humedales. *Articulo científico*. doi:10.1080/2150704X.2019.1704304
- Arauco, S., Huaman, H., & Soriano, G. (2020). Dinámica de cambios de usos de suelo mediante agentes inteligentes y cadenas de Markov en el distrito de Huancayo. *Prospectiva Universitaria*, 17(1), 149-158. doi: <https://doi.org/10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2020.17.1387>
- Cerezo, A., Medina, G., Viteri, R., & Álvarez, M. (2009). Caracterización y propuesta técnica de la acuacultura en el sector Chongón. *DSpace Escuela Politecnica del Ecuador*, 1-8. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1697/1/3275.pdf>
- Chafla, O. (2020). Modelo predictivo del cambio de uso del suelo para la microcuenca del Río Ozogoche basado en el análisis multitemporal de la cobertura vegetal y cambio de uso del suelo de la localidad. [*Tesis de pregrado no publicada*]. Universidad Agraria de Ecuador.
- Clark University. (2020). *Land Change modeler in TerrSet.[Folleto]*. Obtenido de Clark Labs: https://clarklabs.org/wp-content/uploads/2020/05/TerrSet_2020_Brochure-FINAL27163334.pdf
- Coronel, R. (2022). Análisis multitemporal de la cobertura vegetal y uso del suelo en el área de influencia de La Carretera Gualaceo-Plan de Milagro en el periodo 2013-2020 para la definición de zonas prioritarias de restauración ecológica. [*Tesis de maestríano no publicada*]. Universidad Politécnica Salesiana.
- Cuellar, C., & Serna, P. (2021). Análisis multitemporal de perdida cobertura vegetal y si relación con los movimientos en masa a partir de la evidencia de ocurrencias conocidas (inventario de procesos morfodinámicos) del Municipio de Cartago, Valle del Cauca. *Tesis de pregrado*. Universidad Católica de Manizales, Manizales. Obtenido de <https://repositorio.ucm.edu.co/handle/10839/3233>

- Damian, D., Márquez, C., García, V., Rodriguez, M., & Recalde, C. (2018). Transiciones sistemáticas en el uso y la cobertura del suelo en una microcuenca alto andina, Ecuador 1991-2011. *Revista Espacios*, 39(32), 8.
- Eastman, R. (2016). *TerrSet Geospatial Monitoring and Modeling System - Manual*. Obtenido de <https://clarklabs.org/wp-content/uploads/2016/10/Terrset-Manual.pdf>
- El Universo. (2022). Cuáles son los límites y cuántas parroquias conforman el casco urbano de Guayaquil. *El Universo*, págs. 1-2. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/guayaquil/comunidad/cuales-son-los-limites-y-cuantas-parroquias-conforman-el-casco-urbano-de-guayaquil-nota/>
- ESRI. (2014). *Introducción a SIG. [Pagina web/Manual]*. Obtenido de ESRI: <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n000000t000000.htm>
- Flórez, G., Rincon, A., Santiago, P., & Alzate, A. (2017). Multitemporal analysis of the vegetation cover in the area of influence of the mines located in the high part of Maltería in Manizales, Colombia. *DYNA*, 84(201), 95-101.
- Franco, G. (2020). Estudio multitemporal de cobertura vegetal y uso del suelo en el área de influencia del canal de transvase Daule-Santa Elena-Tramo 1. *Tesis de pregrado*. Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil.
- García, K. (2022). *Análisis del cambio de uso y cobertura de suelo en la región este del Cantón Cuenca [Tesis de pregrado no publicada]*. Universidad Agraria del Ecuador.
- Gonzalez, C. (2020). Modelo predictivo del cambio y uso del suelo entre años 1990 a 2030 en el Parque Nacional Machalilla. *[Tesis de pregrado no publicada]*. Universidad Agraria del Ecuador.
- INEC. (2010). *Así es Guayaquil cifra a cifra. [Infografía]*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias-INEC/2012/asi_esGuayaquil_cifra_a_cifra.pdf
- Jaramillo-Véliz, J., Quimis-Gómez, Á., & Gómez-Bailon, S. (2021). Análisis el cambio espacio-temporal en la cobertura vegetal del cerro de hojas

- Jaboncillo durante el periodo 2015-2020. *Polo del Conocimiento*, 6(4), 632-352. doi:10.23857/pc.v6i4.2591
- Jordán, E., & Piedra, D. (2017). Efectos ambientales por el cambio del juso de suelo en la etapa La Arboleda, en la urbanización Ciudad Celeste, cantón Samborondón. [*Tesis de maestría no publicada*]. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Lejia, E., Valenzuela-Ceballos, S., Valencia-Castro, M., Jiménez-González, G., Castañeda-Gaylán, G., Reyes-Hernández, H., & Mendoza, M. (2020). Análisis de cambio en la cobertura vegetal y uso del suelo en la región centro-norte de México. El caso de la cuenca baja del río Nazas. *Revista científica de Ecología y Medio Ambiente*, 29(1). doi:<https://doi.org/10.7818/ECOS.1826>
- Linares, G., Valera, M., & Millán, E. (2021). Cadenas de Markov en el análisis del cambio de uso del suelo en Ixtapaluca, Mexico. *Avances en Ciencias E ingeniería*, 13(1), 25-34. Obtenido de <https://www.executivebs.org/publishing.cl/aci/2022/Vol13/Nro1/3-ACI1391-21%20full.pdf>
- Lombeida, A., Calderón, M., Santos, A., & Párraga, C. (2017). Evaluación geoespacial del cambio de cobertura y uso del suelo: caso del cantón Las Naves, Provincia Bolívar. *Ciencia*, 19(2). doi:<https://doi.org/10.24133/ciencia.v19i2.293>
- Medrano, W. (2017). Análisis de cambio de uso de suelo al sur del cantón Samborondón mediante Sistemas de información geográfica y teledetección. *Tesis de pregrado*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil.
- Morales, J., & Carrillo, F. (2016). Cambio de cobertura vegetal en la región de Bahía de Banderas, México. *Caldasia*, 38(1), 17-29.
- Municipalidad de Samborondón. (2012). *Plan Cantonal de Desarrollo & Plan de Ordenamiento Territorial 2012 - 2022*. Samborondón: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Samborondón .
- Muñoz-Iniesta, D., López, G. F., Hernández, M., Soler, A., & López, G. J. (2009). Impacto de la pérdida de la vegetación sobre las propiedades de un suelo

- aluvial. *Terra Latinoamericana*, 27(3). Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v27n3/v27n3a8.pdf>
- Murillo. (2017). *Resolución espacial en la elaboración de mapas de ruido por interpolación*. Obtenido de Universidad de San Buenaventura, Medellín. Facultad de Ingenierías: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6007696.pdf>
- Naranjo, M. (2021). *El nuevo Guayaquil se dirige a Chongón, por la vía a la Costa*. Obtenido de <https://www.primicias.ec/noticias/economia/nuevo-guayaquil-chongon-daular/>
- ONU. (2016). Problemas Ambientales. ONU.
- Pabón, E. (2022). Análisis de los procesos de cambio de uso y cobertura del suelo en la microcuenca del río Tabacay. [*Tesis de maestría no publicada*]. Universidad Andina Simón Bolívar. Obtenido de Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Samborondón.
- Pinos, N. (2017). Prospectiva del uso del suelo y cobertura vegetal en el ordenamiento territorial-caso cantón Cuenca. *ConfibSIG*, 293-300. Obtenido de [file:///C:/Users/USER/Downloads/adminojs,+Gestor_a+de+la+revista,+uda_memorias_CONFibSIG_2017_32_eje_06%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/adminojs,+Gestor_a+de+la+revista,+uda_memorias_CONFibSIG_2017_32_eje_06%20(1).pdf)
- Polo, R. B. (2016). Geoprocесamiento con ArcGIS: Clip, Intersect y Dissolve. *GEASIG*.
- Polo, R. B. (2019). Georeferenciar imagen con ArcGIS. *GEASIG*.
- Prefectura del Guayas. (2021). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia del Guayas 2021- 2023*. Guayaquil: Prefectura del Guayas.
- Reyes, F., & Tubio, J. (2021). *Gestión Territorial en Ecuador*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. Obtenido de <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/1139>
- Romero, H. (2006). Usos y limitaciones de los métodos de análisis multivariados en la investigación epidemiológica. *Investigaciones Andina*, 8(13), 81-84. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2390/239017515007.pdf>

- Sánchez, B. (2015). Mercado de suelo informal y políticas de hábitat urbano en la ciudad de Guayaquil. *Tesis de maestría*. FLACSO, Quito.
- Seingier, G., Espejel, I., & Fermán, J. (2009). Cobertura vegetal y marginación en la costa mexicana. *Investigación Ambiental*, 1(1), 54-69.
- Senisterra, G., & Gaspari, F. (2014). Análisis del uso del suelo en el contexto de su dinámica espacio temporal en una cuenca rural serrana. Argentina. *Revista de tecnología*, 13(2), 53-60. Obtenido de file:///C:/Users/USER/Downloads/Dialnet-AnalisisDelUsoDelSueloEnElContextoDeSuDinamicaEspana-6041596.pdf
- Soledispa, M., & Tobón, D. (2021). Análisis multitemporal de la cobertura boscosa en el cantón Samborondón, provincia del Guayas. [*Tesis de pregrado no publicada*]. Universidad Agraria del Ecuador.
- Solórzano, C. (2019). *Análisis de la producción ganadera y su incidencia en el desarrollo local de la Parroquia Chongón*. [*Tesis de Grado no publicada*]. Universidad de Guayaquil.
- Sosa, A., & Gaona, F. (2010). Análisis y modelamiento espacial de la contaminación sonora en la localidad de Engativá mediante la aplicación de técnicas geoestadísticas. *Ud y la Geomática*, 4, 67-87. doi:<https://doi.org/10.14483/23448407.3658>
- Sosa-Pedroza, J., & Martínez-Zuñiga , F. (2009). Los sistemas de información geográfica y su aplicación en enlaces de comunicaciones. *Científica*, 13(1), 27-34. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/614/61412184005.pdf>
- UNESCO. (2015). *Agua para un mundo sostenible*. [Informe]. UN- Water.
- Veloza, J. (2017). Análisis multitemporal de las coberturas y usos del suelo de la reserva forestal protectora-productora "CASABLANCA" en Madrid cundinamarca entre los años 1961 y 2015: aportes para el ordenamiento territorial municipal. *Trabajo de Titulación*. Universidad distrital Francisco José de Caldas, Bogota. Obtenido de https://ciaf.igac.gov.co/sites/ciaf.igac.gov.co/files/files_ciaf/Veloza-Torres-Jenny-Patricia.pdf

Villalta , D., & Yumbay, P. (2020). Determinación de la influencia del cambio de uso de suelo en la calidad ambiental de las zonas alta, media y baja en las microcuencas de los ríos Guallicanga y San Antonio del cantón Cañar y El Tambo, 1990-2018. *Tesis de pregrado*. Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, Cuenca.

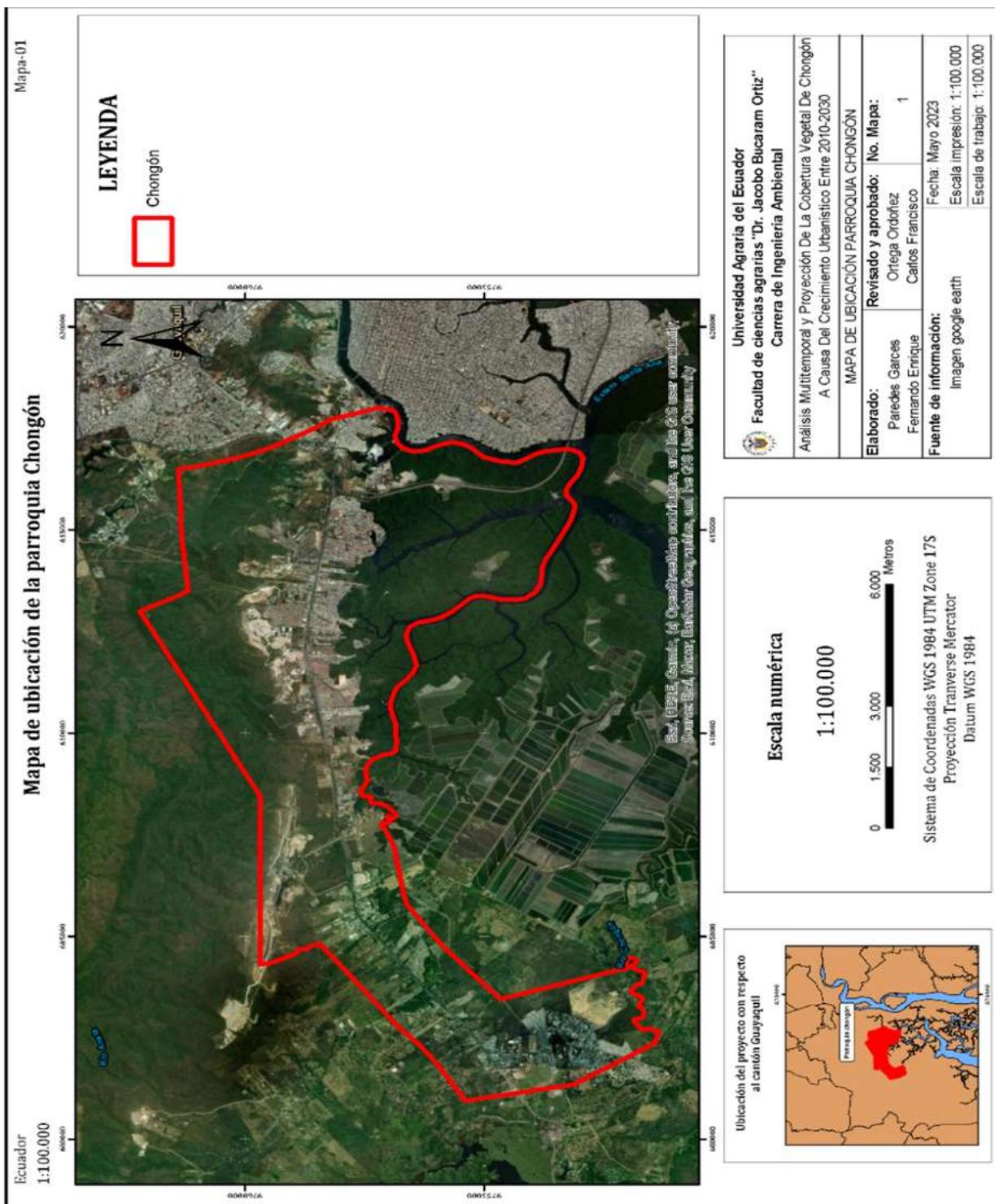
lark University. (2020). Land Change modeler in TerrSet.[Folleto]. Clark Labs. https://clarklabs.org/wp-content/uploads/2020/05/TerrSet_2020_Brochure-FINAL27163334.pdf

ESRI. (2014). *Introducción a SIG*. [Pagina web/Manual]. <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n000000t000000.htm>

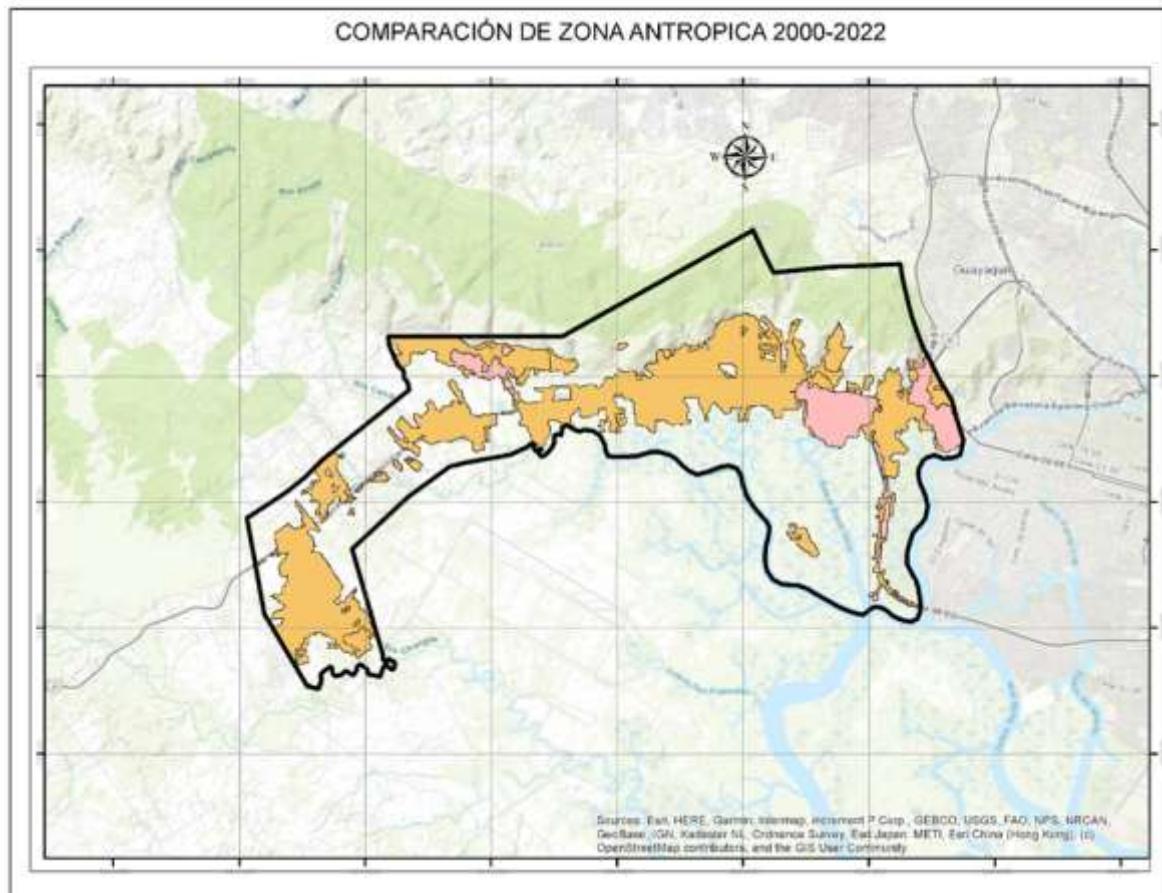
INEC. (2010). Así es Guayaquil cifra a cifra. [Infografía]. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias-INEC/2012/asi_esGuayaquil_cifra_a_cifra.pdf

ANEXOS

Anexo N° 1: Mapa de ubicación de la zona de estudio



Elaborado por: El autor. 2024

Anexo N° 2: Comparación de la Categoría Zona Antrópica del 2000 y 2022.

Elaborado por: El autor. 2024