

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 1 de 8</b>

16

<b>FECHA</b>	Viernes, 26 de enero de 2024
--------------	------------------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Facatativá

<b>UNIDAD REGIONAL</b>	Extensión Facatativá
<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Trabajo De Grado
<b>FACULTAD</b>	Ciencias Agropecuarias
<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	Ingeniería Agronómica

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
Monroy Pulido	Laura Vanessa	1073254963

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
Castañeda Fandiño	Jhon Jairo

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 2 de 8</b>

### TÍTULO DEL DOCUMENTO

Análisis multitemporal del cambio en el uso de suelo en el páramo de Pisba – Boyacá para el periodo 1990 – 2015, haciendo uso de los sistemas de información geográficos

### SUBTÍTULO

(Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

### EXCLUSIVO PARA PUBLICACIÓN DESDE LA DIRECCIÓN INVESTIGACIÓN

INDICADORES	NÚMERO
ISBN	
ISSN	
ISMN	

### AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO

2023

### NÚMERO DE PÀGINAS


11

### DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)

ESPAÑOL	INGLÉS
1.Cobertura Vegetal	Vegetation Cover
2.Ecosistemas Estratégicos	Strategic Ecosystems
3.Actividades Antrópicas	Anthropic Activities
4.Páramo	Paramo
5.Recursos Naturales	Natural Resources
6.Uso del Suelo	Land Use


### FUENTES (Todas las fuentes de su trabajo, en orden alfabético)

- Alonso D. Combinación de bandas en imágenes de satélite Landsat y Sentinel [Internet]. MappingGIS. 2019 [citado el 15 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://mappinggis.com/2019/05/combinaciones-de-bandas-en-imagenes-desatelite-landsat-y-sentinel/>
- Alshuwaikhat H, Abubakar I, Aina Y, Adenle Y, Umair M. The development of a GIS-based model for campus environmental sustainability assessment. Sustainability [Internet]. 2017;9(3):439. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/su9030439>
- Álvarez RÁ. Los Sistemas de Información Geográfica y la Evaluación de

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 3 de 8</b>

Impacto Ambiental, compañeros inseparables [Internet]. Comunidad ISM. 2019 [citado el 15 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://www.comunidadism.es/lossistemas-de-informacion-geografica-y-la-evaluacion-de-impacto-ambientalcompaneros-inseparables/>.

4. Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente Nicaragua, 1993 -2011. Researchgate.net. 2013
5. Bello N. ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES OCASIONADOS POR LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS EN EL PÁRAMO DE PISBA [Internet]. Edu.co. 2020. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/36170/BelloBernalNelsyConstanza2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
6. Colombia PNN. Parque Nacional Natural Pisba [Internet]. Parques Nacionales Naturales de Colombia. 2013 [citado el 15 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/parques-nacionales/parquenacional-natural-pisba/>
7. Cordoba C. ANÁLISIS MULTITEMPORAL PARA LA IDENTIFICACIÓN Y CAMBIO DE LA COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA EN LA MICROCUENCA DOLORES, MUNICIPIO DE PASTO, DEPARTAMENTO DE NARIÑO, EN EL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE 1985 A 2007 [Internet]. 2012. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/47922/2012cesarcordoba.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
8. Gharehbaghi K. GIS as a Vital Tool for Environmental Impact Assessment and Mitigation [Internet]. 2018. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/323562228\\_GIS\\_as\\_a\\_vital\\_tool\\_for\\_Environmental\\_Impact\\_Assessment\\_and\\_Mitigation](https://www.researchgate.net/publication/323562228_GIS_as_a_vital_tool_for_Environmental_Impact_Assessment_and_Mitigation)
9. IDEAM. Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca; Metodología Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000 [Internet]. Gov.co. 2008. Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021521/LIBROCORINEFINA L.pdf>
10. Natalia L, Rincón G. Los páramos en Colombia, un ecosistema en riesgo, The paramos in Colombia, an ecosystem at risk [Internet]. Unirioja.es. [citado el 15 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5662382.pdf>
11. Ortega P, Giovana M. Análisis multitemporal del cambio de uso de suelo en el Páramo de Pisba jurisdicción del municipio de Tasco para el periodo 1990 - 2015. Facultad Ingeniería; 2019.
12. Páramos [Internet]. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2021 [citado el 15 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/direccion-de-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemicos/paramos/>
13. Pérez D. Importancia de los Sistemas de Información Geografica en la Ingeniería Ambiental [Internet]. 2019. Disponible en:

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 4 de 8</b>

<http://www.studocu.com/co/document/tecnologico-de-antioquia/investigaciondemercados/la-importancia-de-los-sistema-de-informacion-geografica-en-laingenieria-ambiental/17299402>.

14. Puerta R. Manual de ArcGIS 10 Intermedio Departamento de Ciencias de los Recursos Naturales Renovables [Internet]. 2013. Disponible en: <https://arcgeek.com/descargas/MAG10I.pdf>

15. ¿Qué son los SIG? [Internet]. Esri.com. [citado el 15 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://www.esri.com/es-es/what-is-gis/overview>

16. Recio J. TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN DE CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN DE IMÁGENES ORIENTADA A OBJETOS APLICADAS A LA ACTUALIZACIÓN DE BASES DE DATOS DE OCUPACIÓN DEL SUELO [Internet]. Upv.es. 2009. Disponible en: <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/6848/tesisUPV3185.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

17. Roche DB, Avila DM, Agámez CS. PROYECTO PILOTO PARA INCLUSIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOESPACIAL (TIG) EN CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS DE LAS CIENCIAS AMBIENTALES DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA [Internet]. Unpublished; 2018. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.17543.83366>

**RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS**  
(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

En este artículo reflexivo se realiza un análisis multitemporal del cambio del uso de suelo en el Páramo de Pisba, ubicado en la cordillera oriental en la región Andina, específicamente al nororiente del departamento de Boyacá, en un periodo de tiempo entre 1990 y 2015, haciendo uso de imágenes satelitales, las cuales permiten hacer un análisis del cambio del suelo que presenta en esta área en un periodo de 25 años. En años anteriores no se tiene registro del cambio que ha sufrido esta área, sin embargo, con el uso de los sistemas de información geográfica (SIG), se logra determinar los cambios que se han presentado en el uso de suelo, además de las causas y consecuencias que conlleva, permitiendo realizar una proyección del estado del recurso si se mantienen las prácticas económicas actuales de ganadería, agricultura y minería, así como el análisis de los impactos negativos derivados de la alteración de las características naturales del suelo y por consiguiente, establece un punto de partida para diseñar estrategias y políticas enfocadas en la prevención con el fin de minimizar los efectos adversos de la perturbación de un ecosistema estratégico tan relevante como lo es el páramo. Teniendo en cuenta lo anterior, el presente artículo tiene como objetivo resaltar la importancia de los sistemas de información geográfica en la identificación de la alteración del uso de suelo en los ecosistemas de páramo a través del tiempo.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 5 de 8</b>

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN


Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son: Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública, masiva por cualquier procedimiento o medio físico, electrónico y digital.	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos;

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 6 de 8</b>

ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

**Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

**SI \_\_ NO X.**

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos) en carta adjunta, expedida por la entidad respectiva, la cual informa sobre tal situación, lo anterior con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

**LICENCIA DE PUBLICACIÓN**

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca

Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414

[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)

NIT: 890.680.062-2

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 7 de 8</b>

Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca

Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414

[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)

NIT: 890.680.062-2

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 8 de 8</b>

j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



**Nota:**

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

<b>Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Nombre completo del proyecto.pdf)</b>	<b>Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)</b>
1.Análisis multitemporal del cambio en el uso de suelo en el páramo de Pisba – Boyacá para el periodo 1990 – 2015, haciendo uso de los sistemas de información geográficos.pdf	Texto
2.	
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

<b>APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>FIRMA (autógrafo)</b>
Monroy Pulido Laura Vanessa	

21.1-51-20.

# ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL CAMBIO EN EL USO DE SUELO EN EL PÁRAMO DE PISBA – BOYACÁ PARA EL PERIODO 1990 – 2015, HACIENDO USO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS

Laura Vanessa Monroy Pulido<sup>1</sup>  
lvmonroy@ucundinamarca.edu.co

**Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Ingeniería Ambiental (1)**

## RESUMEN

En este artículo reflexivo se realiza un análisis multitemporal del cambio del uso de suelo en el Páramo de Pisba, ubicado en la cordillera oriental en la región Andina, específicamente al nororiente del departamento de Boyacá, en un periodo de tiempo entre 1990 y 2015, haciendo uso de imágenes satelitales, las cuales permiten hacer un análisis del cambio del suelo que presenta en esta área en un periodo de 25 años. En años anteriores no se tiene registro del cambio que ha sufrido esta área, sin embargo, con el uso de los sistemas de información geográfica (SIG), se logra determinar los cambios que se han presentado en el uso de suelo, además de las causas y consecuencias que conlleva, permitiendo realizar una proyección del estado del recurso si se mantienen las prácticas económicas actuales de ganadería, agricultura y minería, así como el análisis de los impactos negativos derivados de la alteración de las características naturales del suelo y por consiguiente, establece un punto de partida para diseñar estrategias y políticas enfocadas en la prevención con el fin de minimizar los efectos adversos de la perturbación de un ecosistema estratégico tan relevante como lo es el páramo. Teniendo en cuenta lo anterior, el presente artículo tiene como objetivo resaltar la importancia de los sistemas de información geográfica en la identificación de la alteración del uso de suelo en los ecosistemas de páramo a través del tiempo.

**Palabras clave:** Cobertura vegetal, ecosistemas estratégicos, actividades antrópicas.

## ABSTRACT

In this reflective article, a multitemporal analysis of the change of land use in the Paramo de Pisba, located in the eastern mountain range in the Andean region, specifically in the northeast of the department of Boyacá, in a period of time between 1990 and 2015, is carried out, making use of satellite images, which allow an analysis of the change of the soil that presents in this area in a period of 25 years. In previous years there is no record of the change that this area has suffered, however, with the use of geographic information systems (GIS), it is possible to determine the changes that have occurred in land use, in addition to the causes and consequences that it entails, allowing a projection of the state of the resource if the current economic practices of livestock are maintained, Agriculture and mining, as well as the analysis of the negative impacts derived from the alteration of the natural characteristics of the soil and consequently, establishes a starting point to design strategies and policies focused on prevention in order to minimize the adverse effects of the disturbance of a strategic ecosystem as relevant as the paramo. Considering the above, this article aims to highlight the importance of geographic information systems in

identifying land use alteration in paramo ecosystems over time. Considering the above, this article aims to highlight the importance of geographic information systems in identifying the alteration of the natural state of paramo ecosystems over time.

**Keywords:** Vegetation cover, strategic ecosystems, anthropic activities.

## 1. DESARROLLO DEL TEMA

Los páramos son considerados como ecosistemas estratégicos, en especial por su papel importante en la regulación del ciclo hidrológico, suministrando cerca del 70% de agua para consumo humano y de actividades desarrolladas en el territorio colombiano. Estos ecosistemas también se caracterizan por su biodiversidad y su riqueza sociocultural, por lo cual son vulnerables ante el cambio climático o por actividades antrópicas, buscando explotar los recursos y servicios ecosistémicos de estas áreas. (1) Principalmente por medio del uso de sus suelos, ya que, por ejemplo, en este se pueden desarrollar fácilmente actividades agrícolas, actividades ganaderas, la explotación minera, entre otros. (2)

Se conoce como “uso del suelo”, a la clasificación utilizada para las actividades humanas que ocupan una superficie de suelo determinada, teniendo en cuenta su capacidad agrológica y, por consiguiente, su desarrollo potencial. Esta clasificación dependerá de la ubicación, sea urbano o rural, tendrá una importancia distinta en el desarrollo de las ciudades o de los habitantes de la región. (3) Según Recio (4), el uso del suelo tiene una importancia en la ordenación del territorio y en la predicción de producciones agrarias, además, también lo define como un criterio socioeconómico que se refiere a la actividad dominante que se desarrolla en un área determinada, la cual puede ser residencial, comercial, industrial, agrícola, etc. En Colombia, el uso del suelo hace referencia a el instrumento técnico normativo que, teniendo en cuenta las potencialidades, limitantes, posibilidades y costumbres de los habitantes de la zona, determina la clasificación del uso, como suelo urbano, urbanizable, no urbanizable, rural, y a su vez subclasificados como suelo agrícola, forestal, de conservación, silvopastoril, entre otros. (3)

Por su parte, el análisis del cambio del uso del suelo ayuda a realizar un seguimiento o un control en las actividades desarrolladas en el territorio, permitiendo orientar programas de manejo, conservación y restauración de áreas, que por parte del análisis se puede determinar su grado de fragmentación y cambios que este ha sufrido por diversas actividades. (5)

Para el análisis de estos cambios se han desencadenado gran variedad de herramientas, metodologías, técnicas y modelos que pueden ser usados en distintas áreas del conocimiento, como, por ejemplo, los sistemas de información geográfica (SIG). Si queremos definir qué es un SIG, no encontraremos una definición exacta para ello, sin embargo, se puede definir como un método o técnica para el tratamiento de datos de la información geográfica (6), esta herramienta facilita el analizar la información desde diferentes dimensiones permitiendo la realización de estudios basados en la relación que existe entre la información alfanumérica y la dimensión espacial, permitiendo plantear problemáticas desde puntos de vistas distintos (7).

Los Sistemas de Información Geográfica hacen parte de estas herramientas que permiten integrar y relacionar las grandes bases de datos que tienen referencia espacial, este sistema crea, administra, analiza y representa cartográficamente los datos de la información mencionada, en mapas integrados conecta todos los datos de ubicación, ayudando así a la comprensión de patrones y el contexto geográfico (8).

Los SIG pueden ser utilizados para la obtención de una base de datos e información, para esto existen distintos métodos y técnicas entre las que se destacan la teledetección, las imágenes satelitales, el análisis multitemporal y la modelación de los cambios de uso de suelo.

La teledetección está referida a la técnica por la cual se adquieren datos de la superficie terrestre desde sensores que son instalados en plataformas espaciales; esto es posible gracias a la interacción electromagnética entre dicho sensor y el terreno, lo que posibilita la generación de datos que posteriormente se procesan y dan como resultado final información interpretable de la tierra (8). El tipo de información dependerá de la longitud de onda que capte el sensor y el análisis permite el reconocimiento de las características de los objetos o fenómenos que se presentan, es por esto por lo que desde distintas ciencias se hace uso de estas herramientas. (3)

Las imágenes satelitales están constituidas por matrices, en donde cada celda representa un píxel, donde sus dimensiones dependerán de la resolución espacial que tenga el sensor, los cuales llevan un registro de la radiación electromagnética, que proviene de varias coberturas y las almacena en cada pixel, teniendo en cuenta las longitudes de onda. Esta radiación electromagnética es representada por un valor al cual se le agrega una tonalidad, llamado Nivel Digital (ND), las cuales tendrán una transformación a través de herramientas SIG, para su respectivo análisis (9). Esta información se obtiene en distintas bandas, las cuales facilitan el análisis en diversos campos como la agricultura, recursos forestales, recursos hídricos, medio ambiente y uso de suelo. (3) Las transformaciones previas de las imágenes incluyen una corrección de estas, en las que se permite eliminar los ruidos a causa de la señal que llega desde el satélite, la distorsión en los niveles digitales, que pueden presentar alteraciones geométricas o que no coincidan el color, posición o tamaño de los objetos de la información obtenida. (10)

En Colombia, existen varias metodologías y sistemas de clasificación para la obtención de las coberturas de la tierra, una de ellas es La metodología CORINE LAND COVER, desarrollada en Europa en 1990, con el objetivo de realizar un inventario de la cobertura de la tierra y la ocupación de suelo, teniendo en cuenta las políticas ambientales y el ordenamiento territorial para la toma de decisiones, pues permite describir, caracterizar, clasificar y comparar características de las coberturas, a partir de las imágenes satelitales y así la producción de mapas de estas coberturas (11). Es por ello por lo que se adopta en el territorio colombiano, permitiendo compara las estadísticas de ocupación de la tierra y facilitar la homologación de información (3).

Por otra parte, el análisis multitemporal se refiere a la técnica que permite tener distintos análisis relacionados con la transformación espacial de una zona. Este incluye el procesamiento en función del tiempo de datos de distintas fechas, que finalmente se convierten en un único conjunto de datos. Básicamente, consiste en evaluar de manera comparativa, dos o más imágenes de la misma área de estudio, pero en distintos periodos de tiempo, resaltando los cambios en el medio y las repercusiones que han tenido ciertas acciones en estas zonas (3).

La modelación de cobertura y uso de suelos (CCUS), hacen referencia a las proyecciones en donde se hace el análisis de las transformaciones del paisaje pasado, con el objetivo de generar un modelo matemático que estime la probabilidad que tengan estos paisajes a un cambio en el futuro, teniendo en

cuenta procesos que se realicen en la zona. Actualmente en los SIG existen herramientas y algoritmos para modelar, como, por ejemplo, Land Change Modeler – LCM (Como extensión en ArcGIS) y Molusce (QGIS). (12) Esta información derivada del análisis multitemporal permite hacer una evaluación del impacto generado, determinar qué acciones conducen a estos impactos y quienes son los principales responsables de esto y de ser posible, actuar para mitigar estos impactos.

En el presente artículo, se evalúan los cambios relacionados con el uso de suelo del área de estudio que es el Páramo de Pisba, el cual se encuentra ubicado en la cordillera oriental en la región andina, colombiana, en donde su superficie forma parte del departamento de Boyacá, específicamente en el municipio de Tasco, el cual limita con los municipios de Socha, Paz de Río, Socotá, Gámeza, Corrales y Betéitiva.(13)

En el municipio de Tasco, la economía se basa principalmente en los sectores agropecuarios, mineros y turísticos. Según el ordenamiento territorial del municipio, el uso del suelo se clasifica en tres sectores, agricultura (20%), ganadería (40%) y minería, bosque y páramo (40%). Es decir, que la mayor parte se representa por las actividades agropecuarias además de la explotación minera, canteras, lo cual, teniendo en cuenta la cantidad de agua y el clima, determinan la cobertura vegetal y condicionan el uso del suelo de la siguiente manera: Pastizales: áreas húmedas abajo del páramo y cultivos, pastos y zonas semiáridas: áreas semihúmedas, destinadas para uso agropecuario.(3)

Para el año 2019, el uso de suelo en el área de estudio (Figura 1), se clasifica de la siguiente manera: Praderas o Pastos: Desde los 2.200 m.s.n.m hasta los 2.900 m.s.n.m. Ganadería: Con un aproximado de 7.000 cabezas de ganado, se encuentra desde los 2.900 m.s.n.m (Sabana de Páramo). Minería: Principalmente explotación de carbón y en menor volumen de arena. Agricultura: Cultivos de papa, maíz, frijol, trigo, cebolla, mora, durazno, etc. Tierras eriales: Zonas secas, con alto grado de erosión y ausencia de vegetación. Bosques: Reserva de bosque nativo perteneciente al Parque Nacional Natural de Pisba (área protegida por la Red de Parques Naturales). Suelos de protección: Dedicados a la zona de páramo Frailejón y vegetación de paramo) de los que depende el municipio para el abastecimiento de agua. (3)

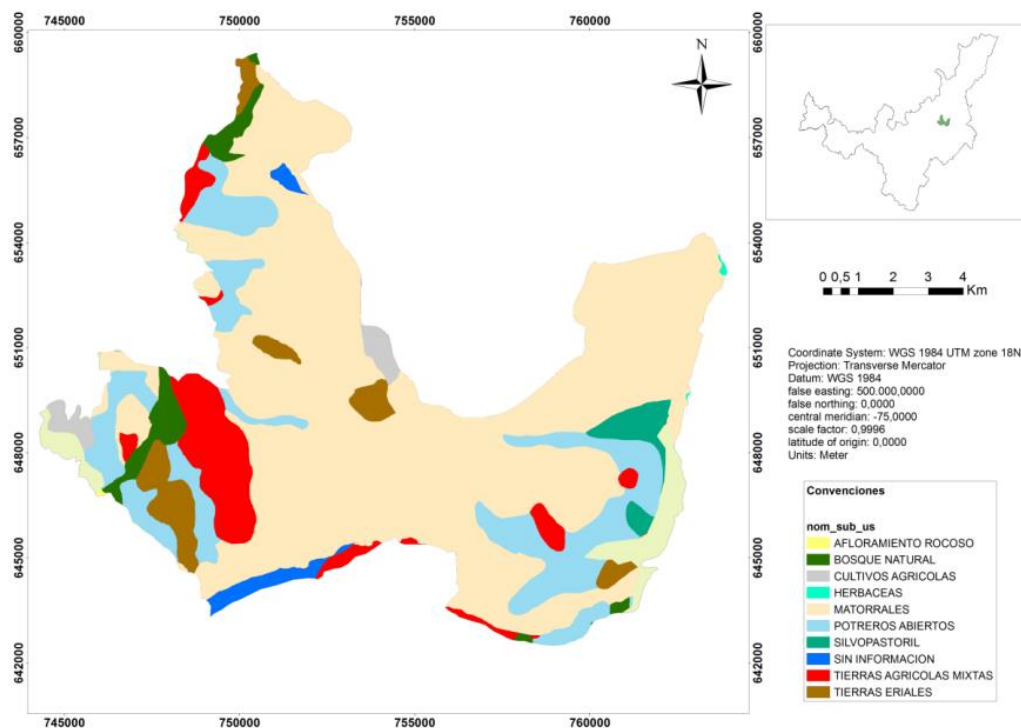
Tratándose de la metodología, el proceso desarrollado fue, con el uso de cuatro imágenes satelitales, descargadas de la base de datos de USGS, de los satélites Landsat 5 y 7 (Bandas espectrales), correspondientes a cuatro fechas diferentes (1990, 2000, 2008 y 2015) abordando un periodo de 25 años. A cada imagen se le realizó una corrección, permitiendo convertir la información de la imagen original (Niveles digitales) a niveles de reflectancia, para una mejor calidad, esto a través del software QGIS. Adicionalmente, se realizó un “llenado de vacíos”, por medio de una aplicación de libre acceso (Gapfill) que es compatible con el software ArcGIS, lo que mejora el procesamiento y análisis de estas imágenes.(3)

Siguiente a esto, se hizo una combinación de bandas, que permite la visualización de los diferentes usos de suelo y para ayudar en la interpretación visual de las imágenes, mediante la sobre posición de imágenes por medio del software ArcGIS(14), de esta manera se puede obtener la cantidad total de uso de suelo, en términos de ganancia o pérdida en el periodo de tiempo (25 años), definidos en hectáreas.

Se hizo una selección de las coberturas más representativas de la zona, aplicándole, a cada una de las imágenes obtenidas, la clasificación según los tipos de coberturas dados por la metodología CORINE LAND COVER Colombia: Bosque Natural (1); Arbustal (2); Herbazal (3); Pastos Arbolados (4); Pastos

Limpios (5); Pastos enmalezados (6); Áreas abiertas (7). Esto facilita el análisis de las coberturas y los conflictos de uso de suelo que puedan estar presentes en la zona de estudio. (3)

**Figura 1.** Mapa del uso actual del suelo en el área de PNN Pisba



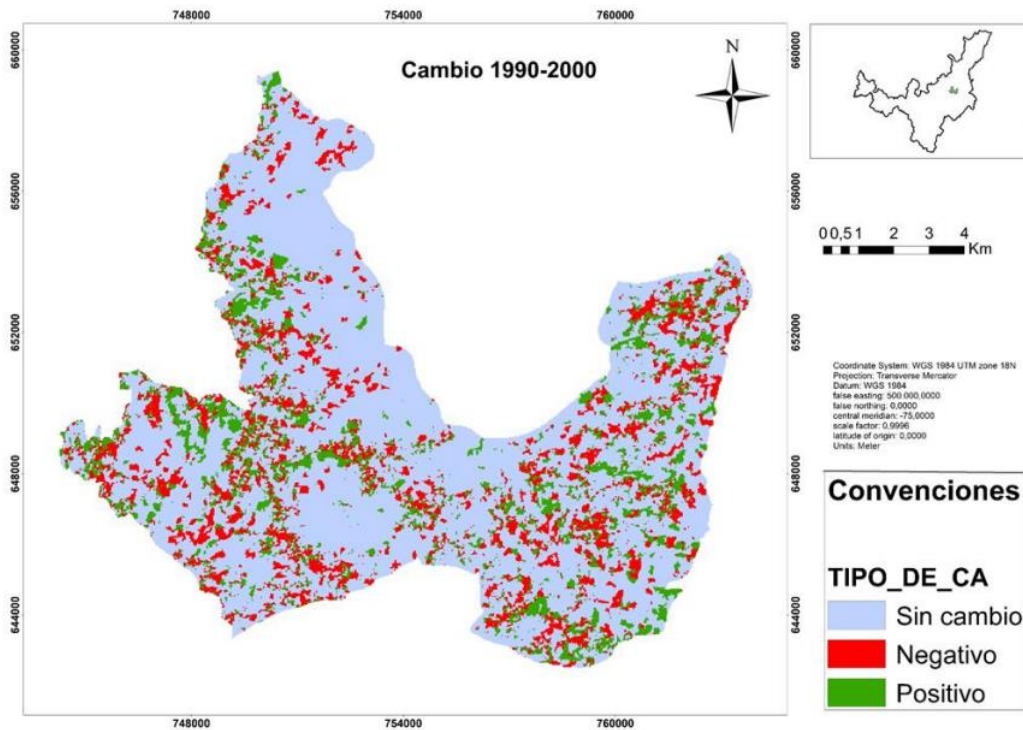
**Fuente:** Pimiento, M. (2019).

Con el uso del software ArcGIS, por medio de la sobreposición de imágenes y de la herramienta Plugin Molusce de QGIS, se modeló el cambio de uso de suelo, con dos imágenes de entrada (1990 y 2015), permitiendo simular los futuros cambios en el uso del suelo que se presenten en esta zona, representado en un mapa de uso de suelo.

Por último, teniendo en cuenta el análisis realizado, con el objetivo de obtener un mapa de las zonas más vulnerables frente al cambio del uso del suelo, se realizó una matriz de comparación, con la sobreposición de las cuatro imágenes en ArcGIS, generando una reclasificación de las áreas, en donde se le asignó valores de sensibilidad, ante el cambio de uso de suelo. (3)

El análisis en el cambio del uso del suelo en el periodo de 1990 a 2000, registra 43 cambios relacionados a los 7 usos de suelo, agrupándolos en 3 categorías, en donde el 73% corresponde a área sin cambio, el 8% presentó un cambio negativo frente al uso del suelo, principalmente en cambios a suelos agrícolas y potreros. Aumentando los impactos en el área protegida, principalmente con su diversidad de fauna y flora, única en ecosistemas de páramo. (Figura 2)

**Figura 2.** Mapa cambio uso de suelo 1990 a 2000.

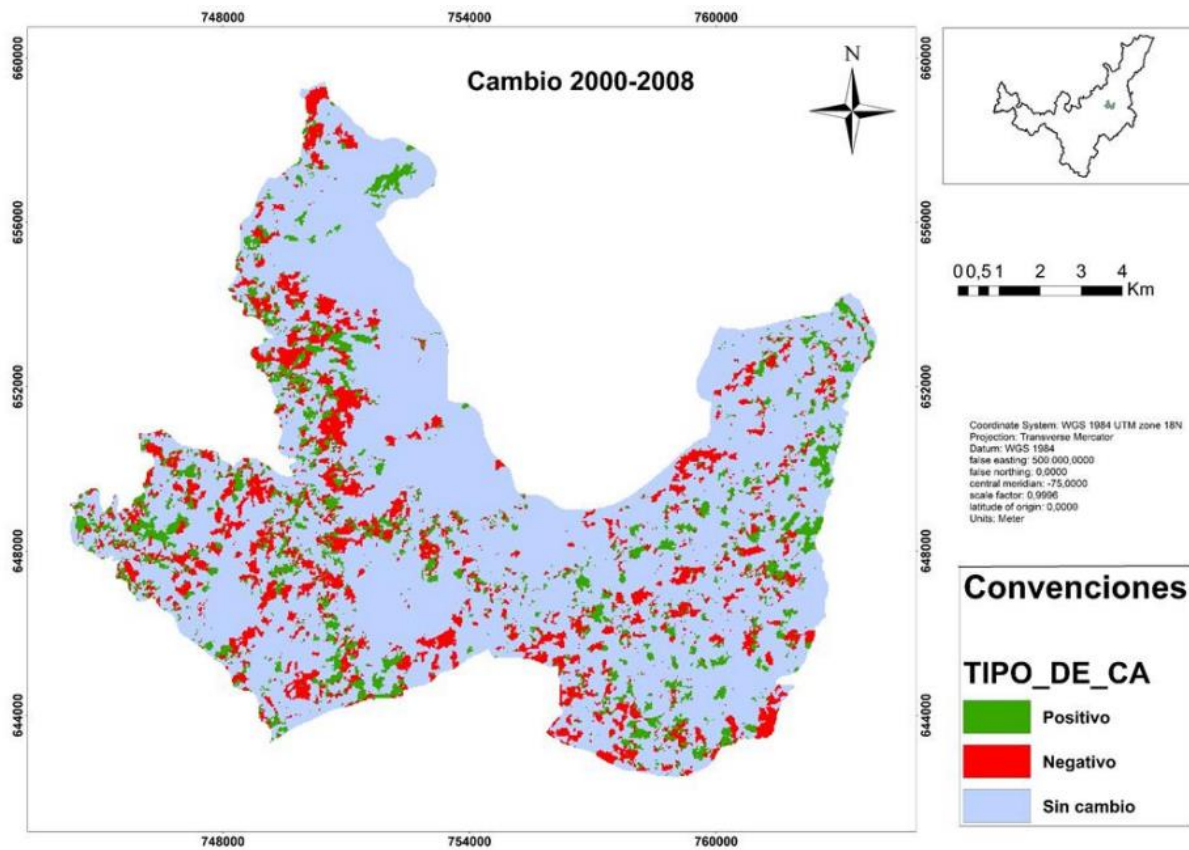


**Fuente:** Pimiento, M. (2019).

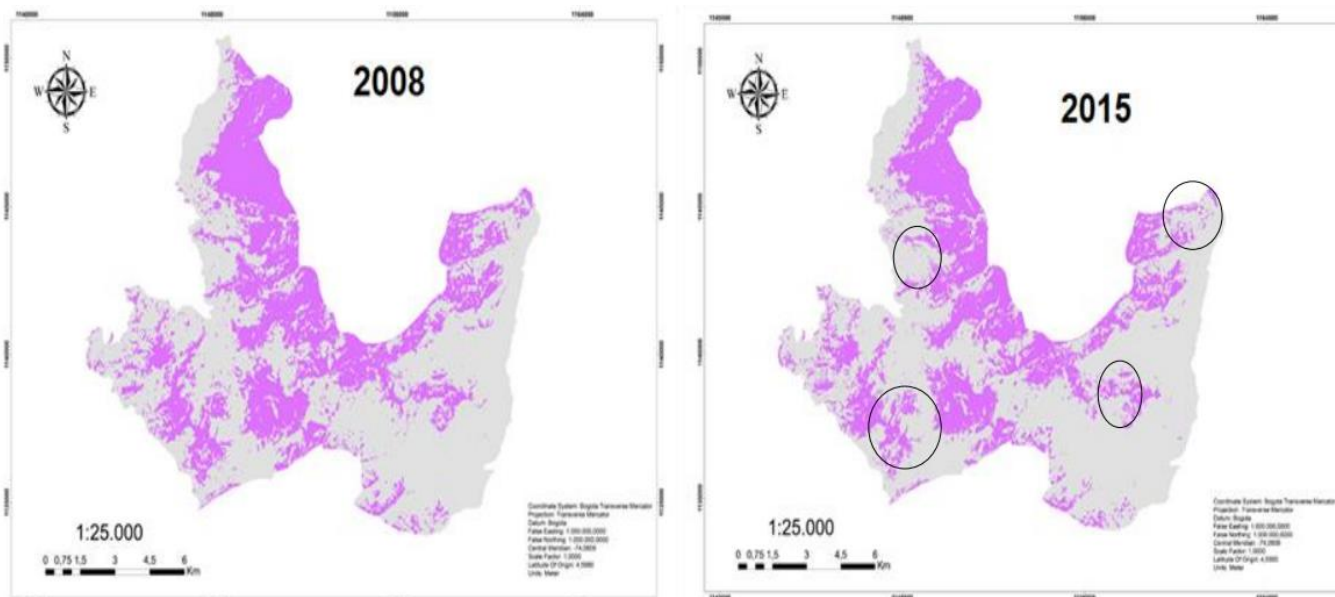
Para el periodo del 2000 a 2008, se determinaron 44 cambios correspondientes a los 7 usos de suelo, agrupados en 3 categorías, durante este tiempo aumentan en un 12% del área total, los impactos negativos y el 9,1% los impactos positivos, hubo cambios en potreros que pasaron a ser de uso arbustivo, los arbustos a bosques, de tierras agrícolas a arbustos, etc. (Figura 3) Sin embargo, sigue en aumento las zonas de actividades agrícolas y ganaderas, que antes eran los potreros abiertos. Si bien, esto tiene un impacto negativo en los recursos naturales, también presenta un impacto positivo en la producción de alimentos y el uso de los recursos, logrando la seguridad alimentaria del municipio. (3)

En el análisis para el periodo de 2008 y 2015, se registran 45 cambios, relacionados con los 7 usos de suelo, agrupados en 3 categorías, aquí se presenta un cambio positivo del 16,4% del área total, pero de igual forma se siguen presentando cambios negativos, en donde continúa la reducción de áreas de arbustos y páramo. En donde no solo se ve afectado por la agricultura y la ganadería, sino también, por las quemadas que se deben realizar para poder desempeñar las anteriores actividades, generando así la reducción masiva de vegetación de páramo.

Adicionalmente, teniendo en cuenta lo propuesto en el plan de desarrollo del municipio de Tasco (3), hubo una disminución en la producción agrícola, lo que llevó a la población a realizar prácticas de minería para así satisfacer las necesidades económicas que cubrían con la agricultura. Además, en este periodo de tiempo continúa la pérdida de páramo, la cual representa el 3.3% del área total (Figura 4), a pesar de que, para este periodo de tiempo, el país empezó a delimitar las áreas protegidas y la preservación y conservación de estas zonas.

**Figura 3.** Mapa cambio uso de suelo 2000 a 2008.

**Fuente:** Pimiento, M. (2019).

**Figura 3.** Retroceso de páramo para el periodo de 2008 a 2015.

**Fuente:** Pimiento, M. (2019).

Finalmente, los resultados evidencian cambios negativos en un 18% del área total de estudio, es evidente como estos procesos que modifican la cobertura vegetal, se relacionan directamente con el cambio del uso de suelo de la zona, generando un gran deterioro ambiental, sobre todo con lo relacionado a los servicios ecosistémicos proporcionados por este bioma, resaltando como el más importante, el abastecimiento hídrico para la región.

## **REFLEXIÓN**

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, donde se resaltan los cambios de uso de suelo en el páramo de Pisba, originados principalmente por actividades antrópicas, como lo son la agricultura, la ganadería y la minería, que requieren de actividades previas como la quema o deforestación de cobertura vegetal buscando acondicionar el suelo para facilitar el desarrollo de dichas actividades. (15) Es importante resaltar que el uso de los Sistemas de información Geográfica (SIG), toman el papel de herramienta fundamental para el análisis de los ecosistemas y la modelización correspondiente (3).

Los sistemas de información geográfica han venido tomando mayor importancia, como una herramienta que facilita y complementa el análisis de una variedad de factores ambientales, basado en la superposición de imágenes satelitales o mapas temáticos, con el objetivo de identificar zonas donde resalten aspectos en específico y poder determinar los objetivos que se tienen para estos aspectos o áreas de estudio. (16) Por medio del análisis multitemporal, con el uso de imágenes satelitales de distintos periodos de tiempo, se han logrado evaluar de manera más sencilla estos cambios que ocurren en una zona determinada, permitiendo así, tener mayor control sobre los cambios que tienen los ecosistemas, principalmente en el uso del suelo y su cobertura vegetal y además, generar información de las áreas vulnerables y su clasificación de sensibilidad, lo que brinda un insumo fundamental de información actualizada para la toma de decisiones, respecto al análisis realizado. (17)

Los análisis realizados por medio de estas herramientas, que permiten tener a disposición información detallada de distintas áreas de interés y de protección ambiental, generando una aproximación realista, por medio de mapas temáticos, permiten a los gobiernos locales, autoridades competentes o entes de control, tomar las medidas pertinentes o las decisiones adecuadas respecto a las actividades que se desarrollan en estas áreas, teniendo en cuenta los impactos que estas generan, en este caso, Estos análisis multitemporales, realizados por medio de sistemas de información geográfica, toman aun mayor importancia cuando se realizan en ecosistemas estratégicos, permitiendo la cuantificación y medición de áreas y problemáticas ambientales importantes que afecten estos biomas, pues los servicios ecosistémicos que estos ofrecen son únicos, como el caso de que exista una pérdida de cobertura vegetal en el ecosistema de manglar o en ecosistemas de páramo. (2), poniendo en este caso, por ejemplo, el abastecimiento hídrico del Municipio de Tasco, Boyacá. Al realizar estos análisis permite tener un mayor control, por ende, una mejor gestión en estos ecosistemas, de los recursos naturales que dispone y de los servicios ecosistémicos que brinda.

Teniendo en cuenta lo expuesto en este artículo, el gran cambio negativo que ha tenido el uso de suelo en el Páramo de Pisba, debe ser contemplado por los organismos de control de esta región, y formular planes de preparación frente hacia los futuros cambios que se sigan presentando y los impactos ambientales que estos generen, teniendo en cuenta que se encuentra en un ecosistema estratégico que permite el

abastecimiento de un recurso vital como lo es el agua, además de buscar la preservación de fauna y flora también importante para la conservación de este ecosistema.

## CONCLUSIONES

Las actividades antrópicas, influyen de forma directa en los cambios en el uso de suelo, aunque representa un desarrollo económico para la región, debe existir un uso eficiente y responsable de los recursos que garantice un equilibrio entre lo social, económico y ambiental, los cuales son los tres ejes fundamentales para el desarrollo sostenible. (3)

Los sistemas de información geográfica (SIG) son una herramienta transversal que permite evaluar cuales son los escenarios pasados, presentes y futuros, permitiendo proyectar de esta forma, las decisiones y acciones que se deben realizar de acuerdo con el objetivo de lo que se esté realizando, teniendo así una gestión eficaz, brindando una ayuda visual al momento de interpretar la información, además obteniendo información a través de mapas temáticos.

El uso de Sistemas de Información Geográfica para realizar análisis multitemporales ofrece una manera de observar cómo han evolucionado los cambios en una determinada área en distintos periodos de tiempo. Este enfoque también ayuda a identificar áreas que sean más vulnerables, lo que proporciona información crucial y actualizada para que las autoridades competentes, tomen las mejores decisiones en pro a la conservación de los ecosistemas. (2)

## Referencias

1. Páramos [Internet]. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2021 [citado el 15 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/direccion-de-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemicos/paramos/>
2. Natalia L, Rincón G. Los páramos en Colombia, un ecosistema en riesgo, The paramos in Colombia, an ecosystem at risk [Internet]. Unirioja.es. [citado el 15 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5662382.pdf>
3. Ortega P, Giovana M. Análisis multitemporal del cambio de uso de suelo en el Páramo de Pisba jurisdicción del municipio de Tasco para el periodo 1990 - 2015. Facultad Ingeniería; 2019.
4. Recio J. TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN DE CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN DE IMÁGENES ORIENTADA A OBJETOS APLICADAS A LA ACTUALIZACIÓN DE BASES DE DATOS DE OCUPACIÓN DEL SUELO [Internet]. Upv.es. 2009. Disponible en: <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/6848/tesisUPV3185.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente Nicaragua, 1993 -2011. Researchgate.net. 2013.
6. Álvarez RÁ. Los Sistemas de Información Geográfica y la Evaluación de Impacto Ambiental, compañeros inseparables [Internet]. Comunidad ISM. 2019 [citado el 15 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://www.comunidadism.es/los-sistemas-de-informacion-geografica-y-la-evaluacion-de-impacto-ambiental-companeros-inseparables/>.
7. ¿Qué son los SIG? [Internet]. Esri.com. [citado el 15 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://www.esri.com/es-es/what-is-gis/overview>
8. Alshuwaikhat H, Abubakar I, Aina Y, Adenle Y, Umair M. The development of a GIS-based model for campus environmental sustainability assessment. Sustainability [Internet]. 2017;9(3):439. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/su9030439>
9. Puerta R. Manual de ArcGIS 10 Intermedio Departamento de Ciencias de los Recursos Naturales Renovables [Internet]. 2013. Disponible en: <https://arcgeek.com/descargas/MAG10I.pdf>
10. Alonso D. Combinación de bandas en imágenes de satélite Landsat y Sentinel [Internet]. MappingGIS. 2019 [citado el 15 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://mappinggis.com/2019/05/combinaciones-de-bandas-en-imagenes-de-satelite-landsat-y-sentinel/>

11. IDEAM. Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca; Metodología Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000 [Internet]. Gov.co. 2008. Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021521/LIBROCORINEFINAL.pdf>
12. Gharehbaghi K. GIS as a Vital Tool for Environmental Impact Assessment and Mitigation [Internet]. 2018. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/323562228\\_GIS\\_as\\_a\\_vital\\_tool\\_for\\_Environmental\\_Impact\\_Assessment\\_and\\_Mitigation](https://www.researchgate.net/publication/323562228_GIS_as_a_vital_tool_for_Environmental_Impact_Assessment_and_Mitigation)
13. de Colombia PNN. Parque Nacional Natural Pisba [Internet]. Parques Nacionales Naturales de Colombia. 2013 [citado el 15 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/parques-nacionales/parque-nacional-natural-pisba/>
14. de la Roche DB, Avila DM, Agámez CS. PROYECTO PILOTO PARA INCLUSIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOESPACIAL (TIG) EN CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS DE LAS CIENCIAS AMBIENTALES DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA [Internet]. Unpublished; 2018. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.17543.83366>
15. Bello N. ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES OCASIONADOS POR LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS EN EL PÁRAMO DE PISBA [Internet]. Edu.co. 2020. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/36170/BelloBernalNelsyConstanza2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
16. Pérez D. Importancia de los Sistemas de Información Geografica en la Ingenieria Ambiental [Internet]. 2019. Disponible en: <http://www.studocu.com/co/document/tecnologico-de-antioquia/investigacion-demercados/la-importancia-de-los-sistema-de-informacion-geografica-en-la-ingenieria-ambiental/17299402>.
17. Cordoba C. ANÁLISIS MULTITEMPORAL PARA LA IDENTIFICACIÓN Y CAMBIO DE LA COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA EN LA MICROCUENCA DOLORES, MUNICIPIO DE PASTO, DEPARTAMENTO DE NARIÑO, EN EL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE 1985 A 2007 [Internet]. 2012. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/47922/2012cesarcordoba.pdf?sequence=1&isAllowed=y>