



**UDEC**  
UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA  
-FACATATIVA-

ADOr001-V6

16-

Facatativá, 2021- 01- 18.

Doctor,  
**William Castañeda Celeita.**  
Coordinador Programa Ingeniería Ambiental.  
Correo [wacastaneda@mail.unicundi.edu.co](mailto:wacastaneda@mail.unicundi.edu.co)  
Facatativá.

Asunto: **Entrega Trabajo de Grado**, para optar por el título Ingeniero Ambiental.

Respetado doctor,

Por medio de la presente hacemos entrega del trabajo de grado denominado **ANÁLISIS MULTITEMPORAL MEDIANTE IMÁGENES SATÉLITALES PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL POSIBLE IMPACTO ANTRÓPICO DEL HUMEDAL GUALÍ EN EL MUNICIPIO DE FUNZA – CUNDINAMARCA.** y el formato de **AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL (AAAr113)** requisitos para optar por el título de **INGENIERO AMBIENTAL** de la Universidad de Cundinamarca extensión Facatativá.

Le saludamos respetuosamente,

Agradecemos su gentil atención y apoyo.

Cordialmente,

**ANGIE NATALY LOZANO SANCHEZ**  
C.C. 1.074.189.402  
PROGRAMA INGENIERÍA AMBIENTAL.  
TELÉFONO: 3196610214.  
[anlozano@ucundinamarca.edu.co](mailto:anlozano@ucundinamarca.edu.co)


**SANTIAGO PEREZ SÁNCHEZ**  
C.C. 1.007.702.214  
INGENIERÍA AMBIENTAL  
3105866514.  
[sperezs@ucundinamarca.edu.co](mailto:sperezs@ucundinamarca.edu.co)

Universidad de Cundinamarca

12.1 - 14

Calle 14 Avenida 15 Barrio Berlin Facatativá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 892 07 07 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: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 1 de 7</b>

16-

<b>FECHA</b>	Viernes, 18 de diciembre de 2020
--------------	----------------------------------

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 Ambiental
---------------------------	----------------------

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
LOZANO SÁNCHEZ	ANGIE NATALY	1.074.189.402
PEREZ SÁNCHEZ	SANTIAGO	1.007.702.214

Calle 14 Avenida 15 Barrio Berlín Facatativá – Cundinamarca  
 Teléfono (091) 892 07 07 Línea Gratuita 018000976000  
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: 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: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b> <b>PAGINA: 2 de 7</b>

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

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
JAIMES	DIANA CAROLINA

<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
ANÁLISIS MULTITEMPORAL MEDIANTE IMÁGENES SATÉLITALES PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL POSIBLE IMPACTO ANTRÓPICO DEL HUMEDAL GUALÍ EN EL MUNICIPIO DE FUNZA – CUNDINAMARCA

<b>TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:</b>
Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
INGENIERO AMBIENTAL

<b>AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO</b>	<b>NÚMERO DE PÁGINAS</b>
10/10/2020	13 pág.

<b>DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS</b> (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
<b>ESPAÑOL</b>	<b>INGLÉS</b>
1. Presión.	Pressure.
2. Dinámica.	Dynamic.
3. Uso del suelo.	Land Use.
4. Cobertura.	Vegetable cover.
5. Riesgo.	Risk.
6. Sistemas de Información Geográfica.	Geographic information system.

Calle 14 Avenida 15 Barrio Berlín Facatativá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 892 07 07 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: 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: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 3 de 7</b>

## RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

### RESUMEN.

Uno de los métodos usados para la identificación de impactos ambientales ocurridos a través del tiempo, es conocer la evolución del ecosistema mediante Sistemas de Información Geográfica – SIG. Por lo que, en el presente documento, se presenta un análisis multitemporal del posible impacto antrópico en el Humedal Gualí, de importancia ambiental, por los innumerables servicios que ofrece para la biodiversidad y la humanidad. La metodología empleada parte de la utilización y digitalización de imágenes Landsat 8 de los años 2007 y 2017, con Shapes de uso y vocación del suelo en el programa ArcGIS, para el procesamiento de la información. Como resultado se evidencio, la clasificación de los usos de suelo para para el periodo escogido: agrícola, agroforestal, agrosilvopastoril, cuerpo de agua, cultivos permanentes, cultivos transitorios, forestal de protección, producción, zonas urbanas y áreas de amenazas naturales, de desarrollo minero y viales de servicios, incluidas estas tres últimas en el uso del año 2017. Composición en infrarrojo permitió conocer las áreas y concluir que la pérdida de cobertura del suelo llegó aproximadamente a un 39,41% en una década. Sobre los cuales, ostentan presumiblemente, el crecimiento poblacional y el desarrollo de sistemas productivos, como los principales causantes de la degradación del ecosistema.

### ABSTRACT

One of the methods used to identify environmental impacts that have occurred over time is to know the evolution of the ecosystem through Geographic Information Systems - GIS. Therefore, in this document, a multitemporal analysis of the possible anthropic impact on the Gualí Wetland is presented, of environmental importance, due to the innumerable services it offers for biodiversity and humanity. The methodology used starts from the use and digitization of Landsat 8 images from 2007 and 2017, with Shapes of land use and vocation in the ArcGIS program, for information processing. As a result, it was evidenced, the classification of land uses for the chosen period: agricultural, agroforestry, agrosilvopastoral, body of water, permanent crops, transitory crops, protection forest, production, urban areas and areas of natural threats, development mining and service roads, including the last three in use in 2017. Composition in infrared improve understanding of the areas and conclude that the loss of land cover reached approximately 39.41% in a decade. On which, presumably, they show population growth and the development of productive systems, as the main causes of ecosystem degradation.

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito Autorizamos a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre nuestra

Calle 14 Avenida 15 Barrio Berlín Facatativá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 892 07 07 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: 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: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 4 de 7</b>

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":

<b>AUTORIZAMOS</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.		X
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	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 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 nuestro Trabajo de Grado, de manera complementaria, garantizamos nuestra calidad de estudiantes y por ende autores exclusivos, que el Trabajo de Grado, es producto de nuestra plena autoría, de nuestro esfuerzo personal e intelectual, como consecuencia de nuestra creación original particular y, por tanto, somos los únicos titulares de la misma. Además, 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, 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 del Trabajo de



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 5 de 7</b>

Grado es de 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, 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.

#### **Información Confidencial:**

Este Trabajo de Grado, 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\_.**

### **LICENCIA DE PUBLICACIÓN**

Como titulares del derecho de autor, confiaremos 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 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.



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 6 de 7</b>

d) Los Autores, garantizamos que el documento en cuestión, es producto de nuestra plena autoría, de nuestro esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi nuestra creación original particular y, por tanto, somos los únicos titulares de la misma. Además, 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, 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 nuestra 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.



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:**



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 7 de 7</b>

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 siguiente archivo.

<b>Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)</b>	<b>Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)</b>
1. ANÁLISIS MULTITEMPORAL MEDIANTE IMÁGENES SATÉLITALES PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL POSIBLE IMPACTO ANTRÓPICO DEL HUMEDAL GUALÍ EN EL MUNICIPIO DE FUNZA – CUNDINAMARCA.	Texto
2. Análisis multitemporal del impacto antrópico humedal gualí.pdf	

En constancia de lo anterior, Firmamos el presente documento:

<b>APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>FIRMA (autógrafa)</b>
LOZANO SÁNCHEZ ANGIE NATALY	ANGIE LOZANO.
PÉREZ SÁNCHEZ SANTIAGO	Santiago P.

12.1-40





**UDEEC**  
UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA

## **ANÁLISIS MULTITEMPORAL MEDIANTE IMÁGENES SATÉLITALES PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL POSIBLE IMPACTO ANTRÓPICO DEL HUMEDAL GUALÍ EN EL MUNICIPIO DE FUNZA – CUNDINAMARCA.**

---

**Autoría:**

**Lozano Sánchez Angie Nataly & Pérez Sanchez Santiago.  
463215143 – 463215187.**

**Presentado a:**

**Comité de Trabajo de Grado: 18 de noviembre de 2020.**

### **1. INTRODUCCIÓN**

El humedal Gualí, ubicado en el municipio de Funza, Cundinamarca, hace parte del complejo de humedales en la cuenca de tercer orden denominado Cerros Orientales del río Bogotá (CAR, 2017) y es declarado como distrito regional de manejo integrado (DMI, 2017) junto con los humedales Tres Esquinas y Lagunas de Funzhé (CAR, 2017). Adicionalmente, de acuerdo con la clasificación de la convención Ramsar Anexo IA de la resolución 196 de 2006, el humedal Gualí se clasifica como un sistema lacustrino, humedal continental de categoría O Lagos permanentes de agua dulce de las de 8 hectareas (CAR, 2017).

A pesar de su gran importancia ecológica, se ha venido afectando por la presión ejercida por actividades antrópicas en la ronda del humedal como eliminación de vegetación para establecimiento de cultivos y pastizales para ganadería, recepción de aguas negras, disminución de la biodiversidad, etc. (Vasco & Sanchez, 2017), el estudio de (Espejo, 2017), encontró altos niveles de contaminación por nutrientes inorgánicos y materia orgánica que son causantes de la eutrofización y colmatación del espejo de agua. Además, el estudio de Estupiñan-Torres, et al, (2020) encontró alta concentración de *E-coli*, coliformes totales y *Enterococcus* spp.

Lozano Nataly & Pérez Santiago.

Dichas consecuencias, son promovidas por el cambio del uso del suelo, y este a su vez se constituye como uno de los factores implicados en el cambio de las dinámicas ecosistémicas de una región alterando procesos y ciclos ecológicos (Ramírez, 2015).

Debido a esto, se hace necesario hacer una comparación de la cobertura vegetal en el humedal con el fin de determinar el nivel de cambio causado en un periodo de tiempo determinado. Para esto se utiliza un análisis multitemporal, el cual, es un diagnóstico de tipo espacial que se realiza mediante la comparación de coberturas en dos imágenes de satélite o mapas de un mismo lugar en diferentes fechas con el fin de determinar cambios en las coberturas clasificadas (Veloza, 2017).

El presente estudio pretende determinar la posible influencia de la intervención antrópica sobre el cambio de cobertura vegetal del humedal Gualí en el municipio de Funza, Cundinamarca mediante un análisis multitemporal con imágenes satelitales. De esta manera, en primer lugar, se van a analizar las composiciones topográficas del paisaje que componen el humedal y su área de influencia con el fin de determinar un posible porcentaje de disminución de la capa vegetal, después se va a determinar una posible relación entre la disminución de la cobertura y la acción antrópica.

Mediante este proyecto se pueden sentar las bases teóricas del posible riesgo en el que se encuentra el humedal, revisando cambios influenciados por los modelos de ocupación y la normatividad, de esta manera, el enfoque de este ejercicio es de gran aplicabilidad en el campo de la ingeniería ambiental debido a que como se expuso con anterioridad, se pueden utilizar sistemas de información geográfica como herramientas útiles para poder extraer información de cambios de uso del suelo que posteriormente permitan determinar oportunidades de cambio en los planes de ordenamiento territorial que a su vez se deriva en mejorar la calidad de los aspectos del ambiente e incluso en las condiciones sociales de la población que vive alrededor del objeto de estudio.

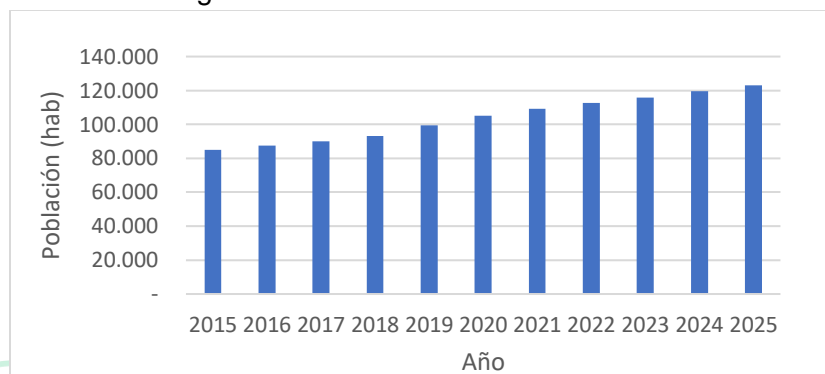
## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El humedal Gualí constituye una de las zonas de amortiguación de aguas lluvias, de crecientes y de almacenamiento de agua, sin contar su importancia a nivel ecosistémico, ya que posee una categorización RAMSAR (Convención Relativa a los humedales de Importancia Internacional) pues brinda refugio y alimento a aves migratorias en su paso por el continente americano (CAR, 2017).

Sin embargo, el humedal ha presentado una serie de afectaciones de origen antrópico, debido a la creciente industrialización, la expansión demográfica, la introducción de especies foráneas y la sustitución del paisaje por cultivos agrícolas. La llegada de la industria al municipio ha impactado enormemente el ecosistema de humedal, debido a la recepción de aguas negras que contribuye con el excesivo crecimiento de plantas acuáticas, la eutrofización del espejo de agua, y la disminución progresiva de la biodiversidad. (Vasco, 2017).

Lozano Nataly & Pérez Santiago.

Lo anterior se puede deber al acelerado crecimiento poblacional estimando un crecimiento del 69% en población del municipio de Funza desde el año 2015 al 2025 (Departamento administrativo nacional de estadística DANE, 2018) (Ver grafica 1), y también al establecimiento de cultivos y presencia de especies exóticas que generan pérdida de flora y desplazamiento de fauna nativa, además de la fragmentación del ecosistema.



**Gráfica. 1.** Datos estadísticos de proyección poblacional del municipio de Funza.  
**Fuente:** DANE, 2018

La degradación del humedal sigue en aumento, por lo que el presente estudio pretende sentar las bases científicas mediante un análisis multitemporal cuantificando el área de cobertura vegetal y su posible porcentaje de disminución, para determinar el posible nivel de riesgo en el que se encuentra el humedal y su progresiva transformación por factores antrópicos, y con ello, posteriormente poder plantear las medidas pertinentes para prevenir, mitigar, controlar o compensar los impactos que ha venido enfrentando.

### 3. OBJETIVOS

#### Objetivo general.

Realizar un análisis multitemporal con imágenes satelitales para determinar el posible grado de transformación del humedal Gualí por factores antrópicos y sus efectos en el ecosistema durante una década.

#### Objetivos específicos

1. Analizar la composición de unidades topográficas que componen el humedal y su área de influencia.
2. Determinar el cambio de cobertura del suelo mediante el análisis de comparación de imágenes satelitales clasificadas en dos períodos mediante el software ArcGIS.

### 4. MARCO NORMATIVO (Si aplica).

La principal base normativa internacional relativa a humedales es la Convención Ramsar, firmada el tres de febrero de 1971 por la cual se establecen las obligaciones y compromisos de cada estado, referente a la cooperación para la conservación de los humedales en el mundo,

estableciendo también las acciones necesarias para la conservación de los ecosistemas de este tipo. En este sentido, el anexo IA de la resolución 196 de 2006 clasifica al humedal Gualí como un sistema lacustrino, humedal continental de categoría O Lagos permanentes de agua dulce de más de 8 hectáreas.

Por otro lado, el acuerdo 001 de 2014 de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR 2014 declara Distrito Regional de Manejo Integrado (DMI) los terrenos comprendidos por los humedales Gualí, Tres Esquinas y Lagunas de Funzhé, y su área de influencia directa ubicada en los municipios de Funza, Mosquera y Tenjo, Cundinamarca

De igual forma, el acuerdo 001 del 18 de abril de 2017 de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR 2017 adopta el plan de manejo ambiental del distrito regional de manejo integrado de los terrenos comprendidos por los humedales Gualí, Tres Esquinas y Lagunas de Funzhé, y su área de influencia directa ubicada en los municipios de Funza, Mosquera y Tenjo, Cundinamarca

Adicionalmente, el decreto 0140 del 13 de septiembre del 2000, establece el plan básico de ordenamiento territorial del municipio de Funza, Cundinamarca, en el cual se crean lineamientos que se deben tener en cuenta en todos los proyectos y construcciones en relación con el humedal Gualí.

## **5. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **1. Analizar la composición de unidades topográficas que componen el humedal y su área de influencia.**

- a. Delimitar e identificar el área de estudio (longitud, coordenadas geográficas).
- b. Obtener información primaria. (Imágenes satelitales).
- c. Seleccionar las imágenes satelitales a partir de un sensor remoto idóneo para el desarrollo del proyecto que contenga las mejores características de resolución espacial, resolución radiométrica, resolución espectral, y área de cobertura.
- d. Elegir un período (año) para el análisis multitemporal de acuerdo con la información disponible.
- e. Realizar el procesamiento de imágenes mediante el software ArcGIS
- f. Determinar el tipo de cobertura presente mediante un análisis multibanda

### **2. Determinar el cambio de cobertura del suelo mediante el análisis de comparación de imágenes satelitales clasificadas en dos períodos mediante el software ArcGIS.**

- a. Realizar el traslape de imágenes (cambios en las unidades de paisaje).
- b. Vectorizar las imágenes ráster y generar una salida gráfica de un mapa temático GIS mediante el software ArcGIS
- c. Determinar la tasa de cambio de cobertura del suelo mediante la fórmula propuesta por Puyravaud (2003).

Lozano Nataly & Pérez Santiago.

$$r = \left( \frac{1}{(t_2 - t_1)} * \ln \frac{A_2}{A_1} \right) * 100$$

Donde A1; es la superficie boscosa en el aumento inicial expresada en Ha

A2; es la superficie con bosque al final del período analizado en Ha

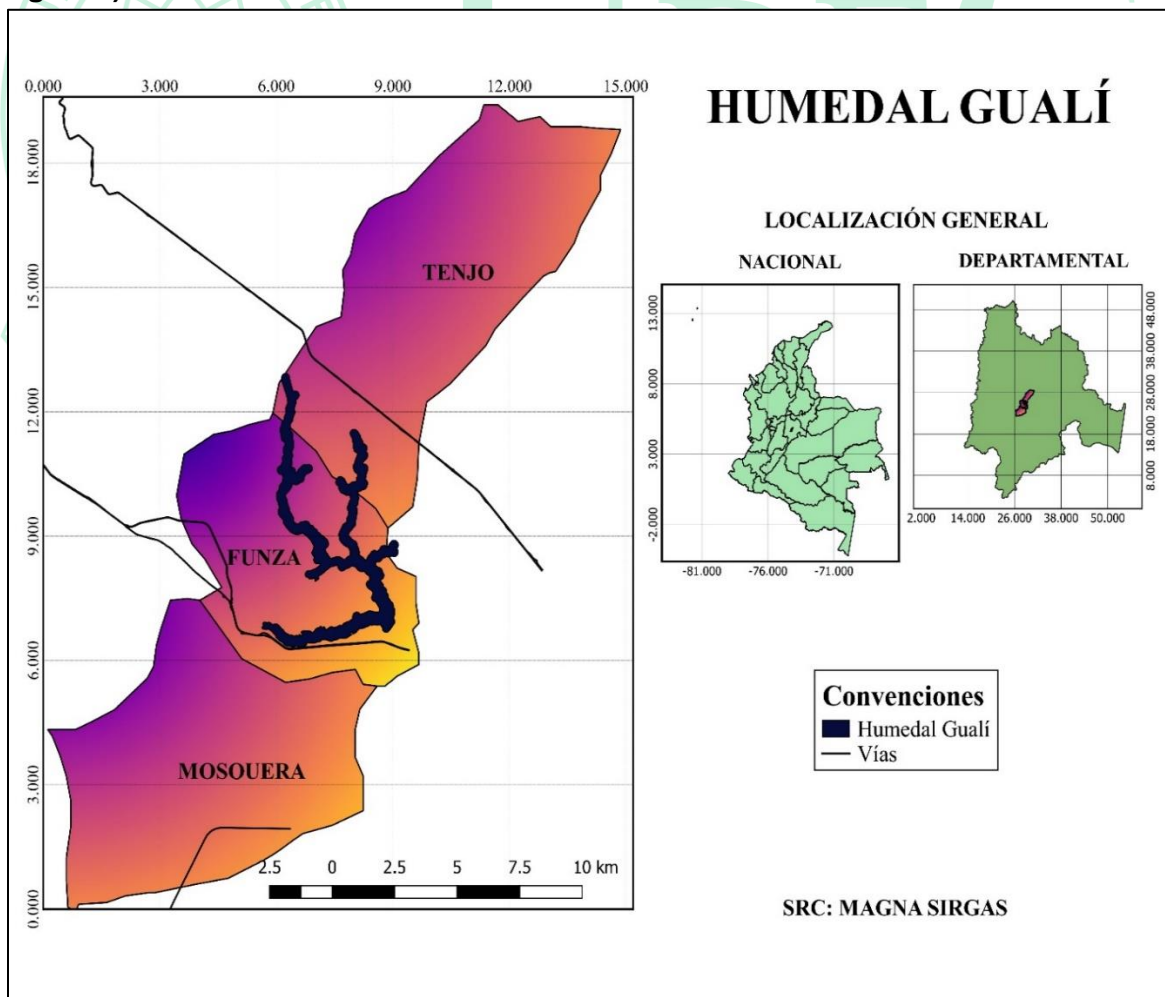
T1; el año de inicio del período

T2; el año final del período.

(Esta fórmula permite determinar la tasa de cambio anual como indicador de la deforestación en lugar de porcentajes basados en las diferencias de áreas de cambio).

## 6. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con el fin de analizar las unidades topográficas del área de estudio se tuvo en cuenta en primer lugar que el humedal se encuentra influenciado por los municipios de Funza, Mosquera y Tenjo (Imagen 1.).

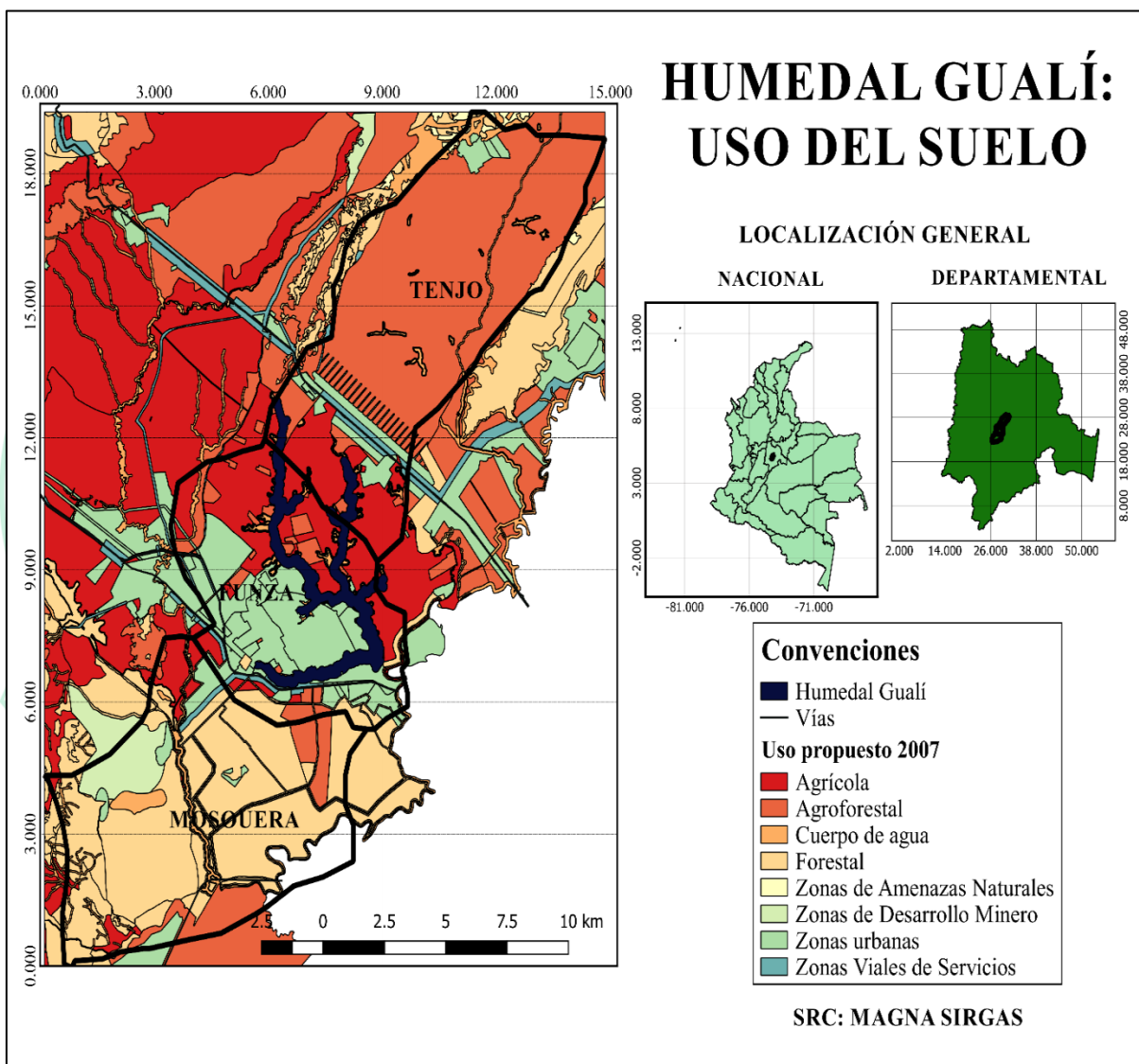


Análisis Multitemporal mediante imágenes satelitales para la identificación del posible impacto antrópico del humedal Gualí en el municipio de Funza - Cundinamarca.

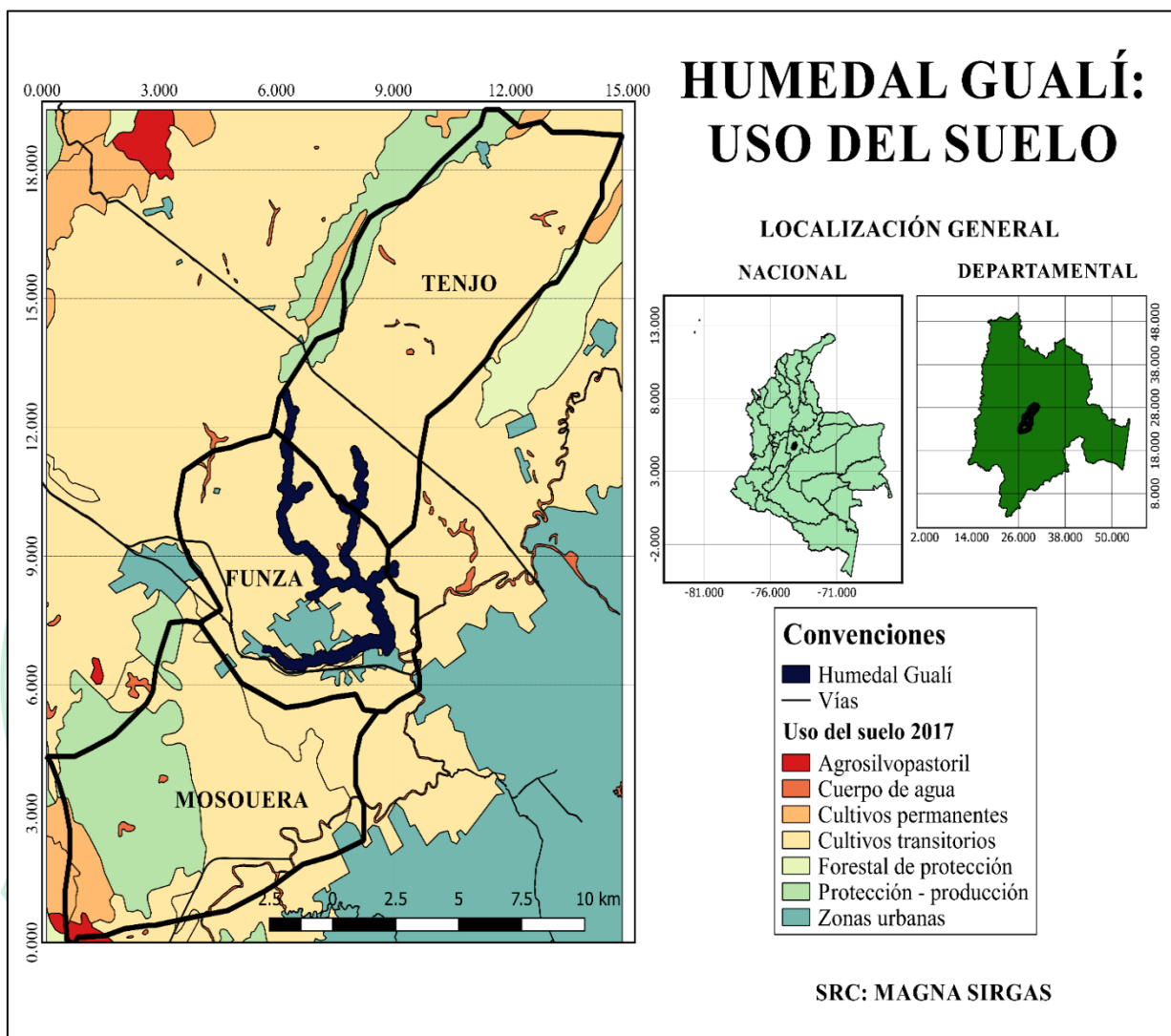
Lozano Nataly & Pérez Santiago.

**Imagen 1.** Localización Humedal Gualí. Fuente Propia.

De acuerdo con el registro de imágenes satelitales, su observación y análisis, se escogieron Shapes de uso y vocación de suelo de los años 2007 y 2017 (imagen 2) e (imagen 3). los cuales permitieron determinar las clasificaciones del uso de suelo para juntos años como se manifiesta a continuación:



**Imagen 2.** Uso del suelo 2007. Fuente Propia.



**Imagen 3.** Uso del suelo 2017. Fuente Propia.

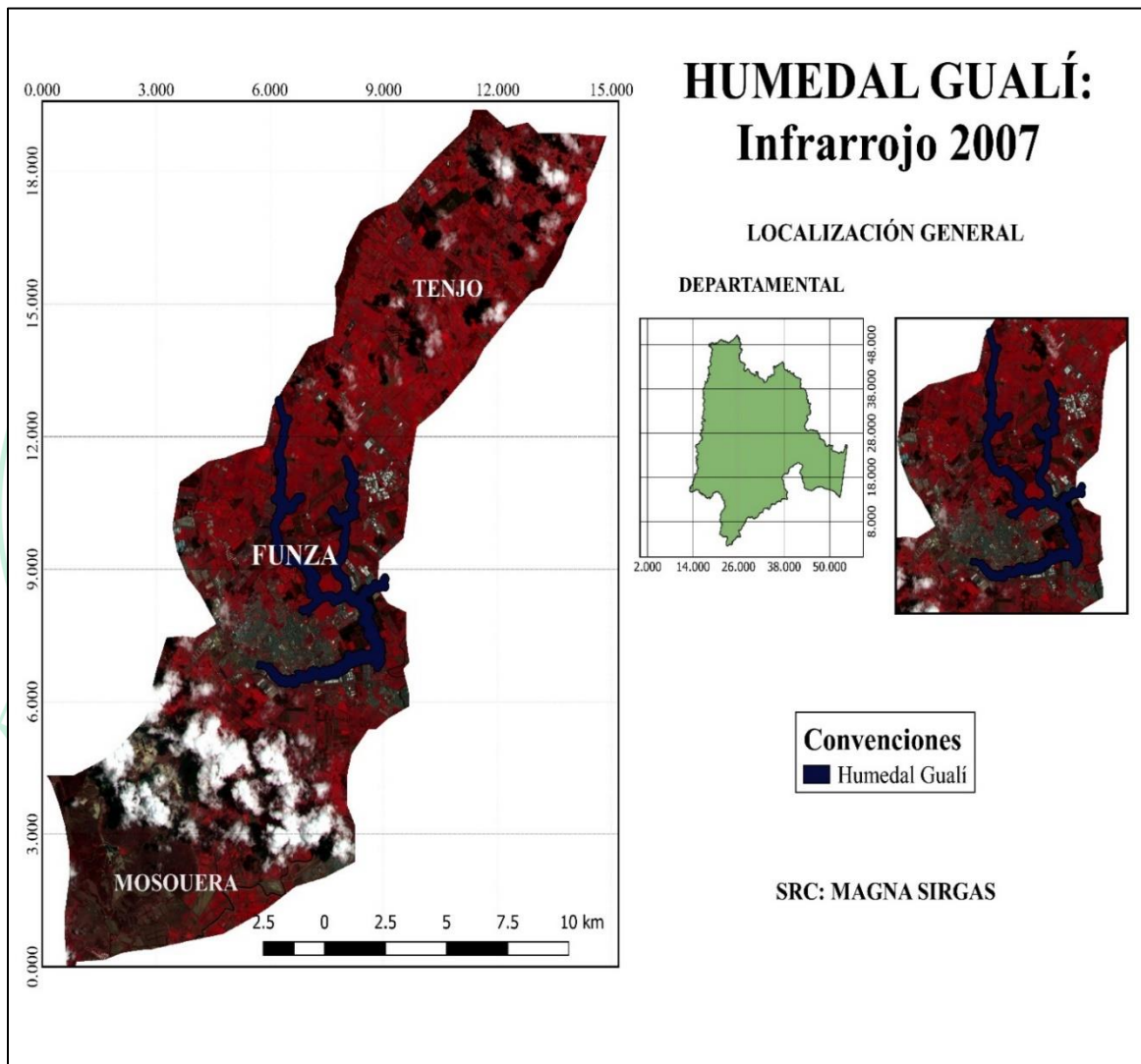
Sin embargo, para el año 2017, se incluyeron áreas de amenazas naturales, de desarrollo minero y viales de servicios; lo que permite considerar que presumiblemente las unidades topográficas de mayor influencia en el humedal Gualí son las áreas destinadas a agricultura, ya sea cultivos transitorios y permanentes o agroforestales y en segundo lugar, a zonas urbanas.

Para la vocación del suelo se indicó que la zona de estudio está representada principalmente por una vocación agrícola y zonas urbanas, en el municipio de Funza. Por lo que se procedió a realizar la combinación de bandas (8, 4 y 3) con el espectro infrarrojo (**Imagen 4**) e (**Imagen 5**), donde se observa de forma clara componentes vegetales, acuáticos, agrícolas y zonas urbanas, de minería y viales de servicios, de la siguiente manera:

Análisis Multitemporal mediante imágenes satelitales para la identificación del posible impacto antrópico del humedal Gualí en el municipio de Funza - Cundinamarca.

Lozano Nataly & Pérez Santiago.

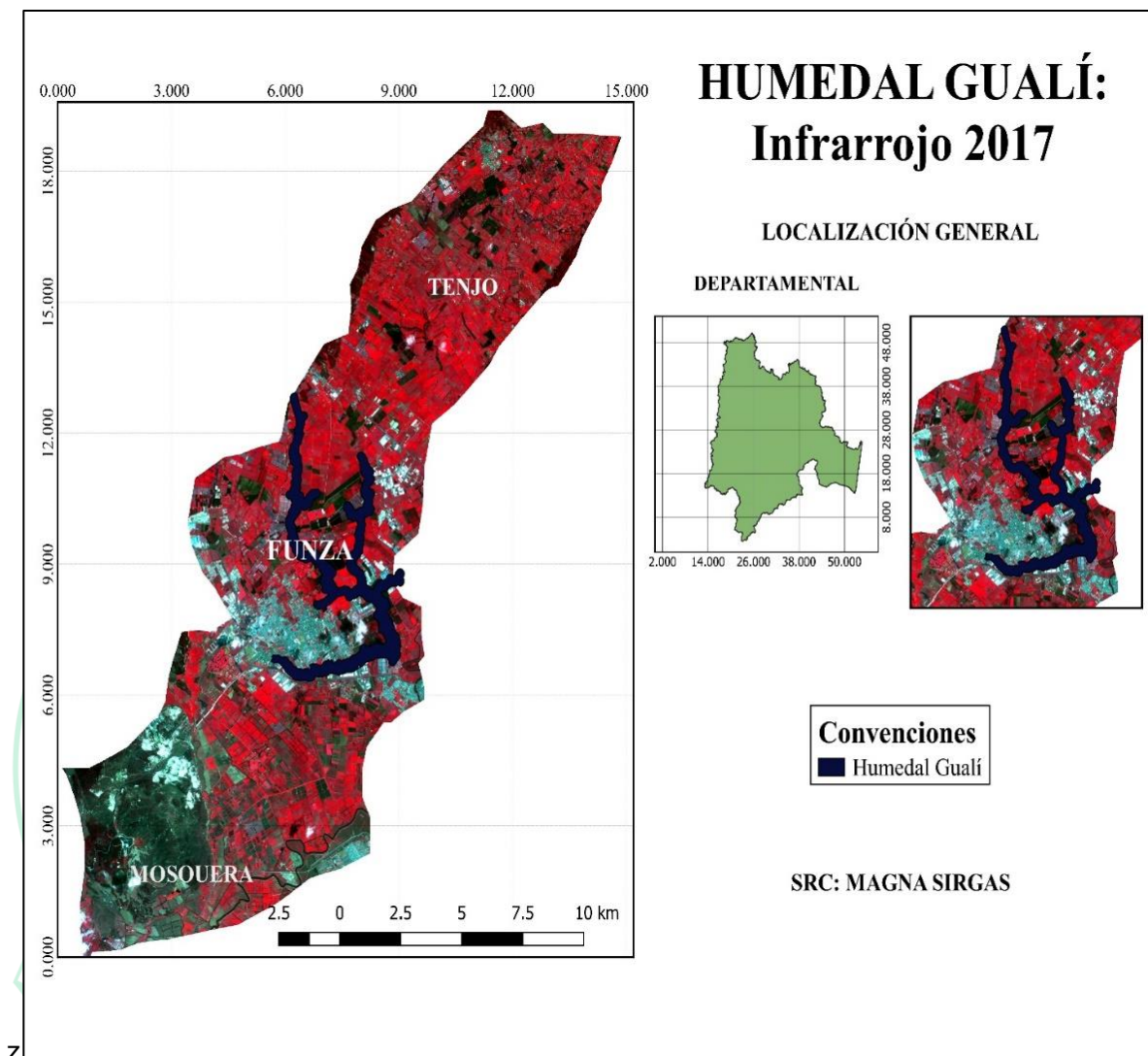
- Rojo: indica una vegetación sana y bien desarrollada.
- Rosa: áreas vegetales menos densa o con vegetación menos desarrollada.
- Blanco: áreas con escasa o nula vegetación.
- Azul oscuro o negro: indica la presencia de agua.
- Marrón: vegetación arbustiva muy variable.
- Beige-dorado: zonas de transición, prados secos asociados a matorral ralo.



**Imagen 4.** Infrarrojo 2007. Fuente Propia.



Lozano Nataly & Pérez Santiago.



**Imagen 5.** Infrarrojo 2017. Fuente Propia.

Por lo que del traslape de imágenes, se obtuvo el (**Imagen 6**) áreas (m<sup>2</sup>) de las composiciones paisajísticas del uso del suelo **Tabla No. 1**. Indicando además de lo anterior, las expansiones en el uso de tierras y los posibles efectos que se generaron sobre el ecosistema acuático natural hasta el año 2017 con respecto al año 2007.

Para la descripción de símbolos en la **Tabla No 1**. Tenga en cuenta lo siguiente:

- No se tuvo en cuenta este parámetro

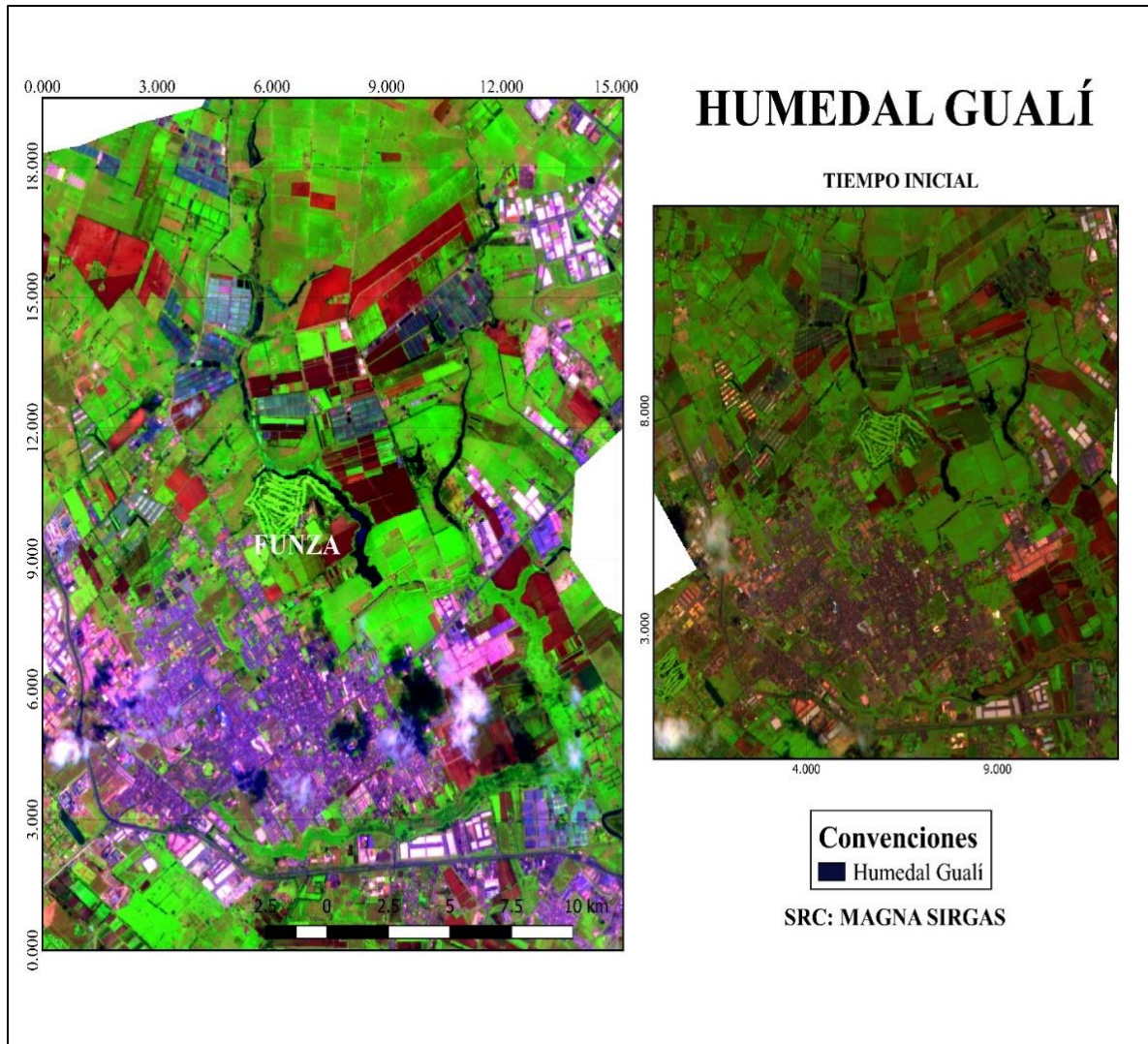
\*\* Incluye zonas de expansión urbana

\*\*\* Incluye zonas de protección y productivas

Lozano Nataly & Pérez Santiago.

**Tabla No. 1.** Áreas de ocupación del uso de suelo en el municipio de Funza.

USO DEL SUELO	ÁREA (m2)	
	2007	2017
Agrícola	759730.12	990723.12
Agroforestal	828661.94	4021029.7
Cuerpo de agua	1915385.7	1573803.15
Forestal	60287518.7***	1171768.81
Zonas Urbanas	231919.5	459641.027 **
Zonas de amenazas naturales	-	42149.57
Zonas de desarrollo minero	-	25872.28
Zonas viales de servicios	-	189834.4



**Imagen 6.** Traslape de las imágenes. Fuente Propia.

Lozano Nataly & Pérez Santiago.

La correlación del uso del suelo y la vocación del suelo de las unidades topográficas representativas para el análisis del posible impacto, permiten deducir, que el asentamiento urbano y la producción agrícola pueden ser los principales causantes de la disminución de la cobertura vegetal y el espejo del agua del Humedal Gualí. Con la información, se determinó la tasa de cambio de cobertura del suelo de la siguiente manera:

$$= \left( \frac{1}{(t_2 - t_1)} * \ln \frac{A_2}{A_1} \right) x 100$$
$$r = \left( \frac{1}{(2017 - 2007)} * \ln \frac{117,18 \text{ km}^2}{6028,75 \text{ km}^2} \right) x 100$$
$$r = (0.1 * -3.94) x 100$$
$$r = -39,41\%$$

Este resultado permite aproximar la pérdida de cobertura del suelo en un 39,41% a lo largo de una década. Sin embargo, con el presente resultado no es preciso afirmar, cual es la principal causa, ni tampoco decir, que diez (10) años son suficientes para evaluar los impactos antrópicos generados por el uso de suelo sobre cualquier componente ambiental. Por lo que el presente trabajo, permite considerar que el asentamiento humano es el principal causante de la disminución de la cobertura vegetal y espejo del agua del Humedal Gualí y en segundo lugar la producción agrícola.

## 7. CONCLUSIONES

El crecimiento de la población y su consecuente expansión urbana tienen un alto impacto en el cambio de uso del suelo de la ronda del humedal Gualí, no solo tomando en cuenta la década anterior, también la vocación destinada a esta área puesto que la ronda hídrica es netamente agrícola.

Los efectos ambientales (disminución de cobertura vegetal, espejo de agua, especies transitorias de fauna, aumento de la erosión, y afectación de la calidad de vida de las personas que habitan a su alrededor), generados por la producción agrícola, pueden derivarse del inadecuado saneamiento de aguas residuales, exceso de agroquímicos aplicados en cultivos y el uso de la franja horizontal de conservación (30 m) contados a partir del borde del humedal.

Las situaciones expuestas, son consideradas como preocupantes, ya que el Humedal Gualí, de categoría RAMSAR, presta servicios ecosistémicos de vital importancia para la humanidad y para las especies de fauna, ya que este es el hogar de paso de aves migratorias y de las pocas especies acuáticas que allí puedan sobrevivir (afectando directamente la cadena trófica)

Por tanto, se espera que, en base a la información levantada en el presente estudio, se puedan establecer e implementar medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental sobre la

ronda hídrica y así pues, se ejerza un control estricto, sobre las actividades domésticas y productivas de la zona.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

AVILES E., MILLA F., & DUARTE E., (2015). Análisis multitemporal período 2000 – 2010 para el Humedal Nacional Terraba-Sierpe y su área de influencia. Programa regional de Cooperación alemana. Costa Rica.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA (CAR) (18 de Abril de 2017). Acuerdo No 011 de 18 de Abril de 2017. Por el cual se adopta el plan de manejo ambiental del distrito regional de manejo integrado de los terrenos comprendidos por los humedales de Gualí, Tres Esquinas y Lagunas de Funzhé y su área de influencia directa ubicada en los municipios de Funza, Mosquera y Tenjo. Cundinamarca.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA CAR (2017). Plan de manejo ambiental del distrito regional de manejo integrado (DMI) de los terrenos comprendidos por los humedales de Gualí, Tres Esquinas y Lagunas del Funzhé, y su área de influencia directa ubicada en los municipios de Funza, Mosquera y Tenjo, Cundinamarca. Bogotá Colombia.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA DANE (2018). Demografía y población. Tomado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion>

ESPEJO, B, MAYORGA. (2017). Propuestas de gestión para la calidad hídrica del humedal Gualí – Tres Esquinas, en su brazo noroccidental, acorde a la evaluación de objetivos e índices de calidad. Funza, Cundinamarca.

ESTUPIÑÁN-TORRES, S., CEPEDA RUGE, A. J., HURTADO DÍAZ, A., & VEGA PINZÓN, K. (2020). Calidad bacteriológica del agua del humedal Gualí-Tres Esquinas, Funza, Cundinamarca. NOVA, 18(33), 113-122.

FONSECA J. & GÓMEZ S. (s.f). Análisis multitemporal mediante imágenes landsat caso de estudio: cambio de área laderas de la ciénaga de tumaradó parque natural los katíos. Universidad Militar Nueva Granada.

MORENO F. (2015). Análisis multiespectral mediante imágenes landsat para identificación de zonas degradadas en el área circundante a la laguna de tota departamento de Boyacá. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá Colombia.

PADILLA NIETO & SALAZAR ARCILA (2015). Análisis multitemporal del cambio en las coberturas de la tierra por cultivos para agrocombustibles y sus posibles efectos en la

Análisis Multitemporal mediante imágenes satelitales para la identificación del posible impacto antrópico del humedal Gualí en el municipio de Funza - Cundinamarca.

Lozano Nataly & Pérez Santiago.

biodiversidad en un transecto del norte de la región natural andina y del caribe colombiano. Universidad Francisco José de Caldas, Bogotá Colombia.

PUYRAVAUD (2003). Estudio de interpretación multitemporal de imágenes satelitales para la detección del cambio del uso del suelo en la Reserva del Hombre y la Biosfera del Río Plátano. Honduras.

RAMIREZ ZAPATA, ALEXANDRA (2015). Análisis multitemporal mediante sensores remotos de cobertura de la tierra para el periodo de tiempo 1999 – 2011 en el municipio de San Jacinto, Bolívar. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia.

RAMSAR, (1971). 9° Reunión de la conferencia de partes contratantes en la convención sobre los humedales, Macro Integrado para el inventario, la evaluación y el monitoreo de humedales. (Resolución IX. 1 anexo E). Disponible en:

<https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/guide/guide-ifwiam-s.pdf>

SARMIENTO H. (2004). Plan de manejo y propuesta de delimitación de un área natural protegida en el humedal Gualí. Corporación Autónoma Regional CAR. Bogotá Colombia.

VASCO ZAMUDIO & SANCHEZ LIZETH. (2017). Análisis de la gestión ambiental del humedal Gualí tres esquinas (vereda el ható Funza – Cundinamarca). Universidad Francisco José de Caldas. Bogotá Colombia.

VELOZA TORRES JENN PATRICIA (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.