
ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE COBERTURA DE TIERRA EN LOS AÑOS 2012 Y 2018 EN EL MUNICIPIO EL CARMEN DE ATRATO CHOCO A PARTIR DE LAS HERRAMIENTAS DE GEOPROCESOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Erika Johana Taborda Martínez, ejtabordam@unadvirtual.edu.co;

Nancy Natalia Castrillón Saldarriaga, nncastrillons@unadvirtual.edu.co;

Pablo Cesar Guapacha Melchor, penguapacham@unadvirtual.edu.co.

Director: John Carlos Ruiz, john.ruiz@unad.edu.co.

RESUMEN

La pérdida de la cobertura vegetal del suelo es una problemática que ha venido afectado cada rincón del país por diferentes causas (Actividades mineras, pérdida de vocación agrícola, urbanización, deforestación entre otras) y generando un sin número de daño a los componentes ambientales, tales como pérdida de fertilidad del suelo, erosión del suelo, pérdida de flora y fauna, generación de calentamiento global al alterando los ciclos bioquímicos del agua y del carbono.

El objetivo del presente estudio fue analizar los cambios en las coberturas de tierra del municipio el Carmen de Atrato departamento del Choco realizando un estudio multitemporal de los años 2012 y 2018, los cambios radican en la transformación o pérdida de la cobertura vegetal del suelo debido a la expansión antropogénica, el crecimiento acelerado de la población y el asentamiento de emigrantes de otros países en la zona.

Se consideró importante hacer este estudio para demostrar de una forma gráfica y avanzada los cambios de cobertura del suelo de la zona de estudio, mediante los sistemas de información geográfica, aplicando geoprocesos (cargue de las capas, cortar, disolver, categorizar simbología, creación de mapas), encontrando cambios significativos que denotan la disminución de coberturas como son pastos enmalezados, mosaico de pastos con espacios naturales, mosaico de cultivos con espacios naturales, mosaico de cultivos pastos y espacios naturales, bosques fragmentados, vegetación secundaria; también se observa el aumento de algunas coberturas vegetales como los bosques densos, mosaicos de pastos y cultivos, y por último se percibe seis coberturas nuevas denominadas tejido urbano discontinuo, zona de extracción minera, cultivos permanente arbustivos, pastos arbolados, mosaico de cultivos y tierras desnudas.

Este análisis multitemporal permitió comparar en una línea de tiempo el comportamiento de las coberturas vegetales de la zona de estudio, identificando los cambios que generan las actividades humanas sobre los componentes ambientales.

Palabras clave: Geoprocesos-análisis-cobertura-vegetación- multitemporal- perdida.

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas terrestres han sufrido grandes transformaciones, la mayoría debido a la conversión de la cobertura del terreno y a la degradación e intensificación del uso del suelo (Lambin 1997). La actividad humana ha sido la gran transformadora del paisaje en los últimos 300 años (Aguayo et al. 2009). El análisis multitemporal permite detectar cambios entre diferentes fechas de referencia, deduciendo la evolución del medio natural o las repercusiones de la acción humana sobre ese medio (Chuvieco 1996).

Se identifica la pérdida de cobertura vegetal como una problemática ambiental por las generando un desequilibrio en el desarrollo sustentable y sostenible de la población, pues son diversas las razones de esta problemática entre estas encontramos que a mayor tasa de crecimiento poblacional se genera la necesidad de construir más viviendas y edificios para el hábitat del ser humano esto conlleva a la pérdida de la cobertura natural de la zona. (Muñoz, 2009).

se presenta una serie de cambios que repercuten de manera negativa en la fertilidad y la productividad natural del suelo; se ha demostrado la importancia de la cubierta vegetal en la conservación de los suelos. El remplazo de la vegetación para introducir cultivos altera el equilibrio natural, deja la superficie del suelo expuesta a los agentes erosivos e interrumpe el aporte de restos vegetales al suelo. (Muñoz, 2009).

El municipio de El Carmen de Atrato está a 1.700 metros sobre el nivel del mar (msnm) en su cabecera municipal, se encuentra situado en las estribaciones de la Cordillera Occidental, en el costado oriental del departamento del Chocó. El municipio desde 1987 se iniciaron actividades mineras, en la actualidad la única fuente de trabajo es la mina de cobre El Roble, administrada por extranjeros y de donde se deriva el sustento del 60 % de los habitantes del municipio; Haciendo que la población dejara las labores del campo para trabajar en esta industria, teniendo como resultado la pérdida de mano de obra para labores agrícolas. (Umaña, 2020). Por todo lo anterior, se realiza este trabajo en el cual realizamos un análisis multitemporal de los cambios de coberturas en el municipio de Carmen de Atrato, departamento del Choco, los cuales presentan dentro de sus límites, extensas áreas de bosques con una alta diversidad específica, Se cuantificó la cobertura boscosa tomando como insumos los análisis de la información de 2012 y 2018 suministrados por el IGAC, utilizando la herramienta QGIS que es un Sistema de -

Cuando el suelo pierde su cobertura natural -

de Información Geográfica de software libre y de código abierto.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Analizar los cambios en las coberturas de tierra del municipio el Carmen de Atrato departamento del Choco realizando un estudio multitemporal de los años 2012 y 2018 mediante un sistema de información Geográfica.

Objetivos Específicos

- Elaborar diagrama metodológico y modelo entidad relación sintetizando la información de la zona de estudio.
- Determinar los cambios de las coberturas de tierra de los años 2012 y 218 del municipio en estudio.
- Análizar la transformación del uso del suelo en el municipio de estudio, asociado a las actividades antrópicas.

MARCO TEÓRICO

Análisis multitemporal

El análisis multitemporal, radica en evaluar comparativamente dos o más imágenes de la misma zona, pero de fechas diferentes deduciendo la evolución del medio natural y las repercusiones de la acción humana la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más de 80% de la superficie del terreno.a sobre el entorno. (Ortega,2015).

Zonas urbanas continuas y discontinuas

Las discontinuas son espacios conformados -

por edificaciones y espacios adyacentes. La vegetación y el suelo desnudo representan una baja proporción del área, mientras las zonas discontinuas están conformadas por edificaciones y zonas verdes, las vías e infraestructura construida cubren la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierta por vegetación.(Ardila, 2010).

zona de extracción minera

Son áreas dedicadas a la extracción de materiales minerales a cielo abierto, incluye la debida infraestructura asociada, los sitios abandonados recientemente por dicha actividad que se observan con poca vegetación. (Ardila, 2010).

Pastos limpios

Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%. En Colombia, se encuentran coberturas de pastos limpios asociadas con una amplia variedad de relieves y climas de cada región. (Ardila, 2010).

Patos enmalezados

Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono. En general, la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m. (Ardila, 2010).

Pastos arbolados

Cobertura que incluye las tierras cubiertas con astos, en las cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles de altura superior a cinco metros, distribuidos en forma dispersa. La cobertura de árboles debe ser mayor a 30% y menor a 50% del área total de pastos. (Ardila, 2010).

Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales

Comprende las superficies del territorio ocupadas principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las coberturas no puede ser representado individualmente, como parcelas con tamaño mayor a 25 hectáreas. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre 30% y 70% de la superficie total de la unidad. (Ardila, 2010).

Bosques densos

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, y con altura del dosel superior a cinco metros. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas. (Ardila, 2010).

Bosques de galería y ripario

Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales. Cuando la presencia de estas franjas de bosques ocurre -

en regiones de sabanas se conoce como bosque de galería o cañadas, las otras franjas de bosque en cursos de agua de zonas andinas son conocidas como bosque ripario. (Ardila, 2010).

Bosques fragmentados

Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales densos o abiertos cuya continuidad horizontal está afectada por la inclusión de otros tipos de coberturas como pasto, cultivos o vegetación en transición. (Ardila, 2010).

Herbazales y arbustales

Los herbazales son una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes densidades. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva, mientras los arbustales son territorios cubiertos por vegetación arbustiva desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos. Un arbusto es una planta perenne, con estructura de tallo leñoso, (Ardila, 2010).

vegetación secundaria o en transición

Comprende aquella cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos y en áreas agrícolas abandonadas. (Ardila, 2010).

Tierras desnudas y degradadas

Esta cobertura corresponde a las superficies de terreno desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, debido a la ocurrencia de procesos tanto naturales como antrópicos de erosión y degradación extrema y/o condiciones climáticas extremas. (Ardila, 2010).

Ríos

Un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad, posee un caudal considerable y desemboca en el mar, en un lago o en otro río. Se considera como unidad mínima aquellos ríos que presenten un ancho del cauce mayor o igual a 50 metros. (Ardila, 2010).

IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

El suelo es un componente fundamental del ambiente, constituido por minerales, aire, agua, materia orgánica y macro y microorganismos, que cumplen funciones vitales para el planeta y la sociedad. (SIAC, 2017).

Los Cambios de uso y cobertura del suelo son una de las fuerzas más importantes en el proceso de cambio global. Entender estos procesos de transformación de paisajes requiere un análisis de variables socioeconómicas y biofísicas de carácter interdisciplinario. El primer paso consiste en describir cuales coberturas han cambiado, y cuando y donde han ocurrido los cambios. (GUHL, 2004).

La transformación de la vegetación y otras coberturas del suelo causada por las actividades humanas produce alteraciones tanto en el componente biofísico de un ecosistema como el manejo y aprovechamiento de recursos naturales por parte de grupos humanos. En el campo biofísico, los cambios de uso y coberturas del suelo pueden afectar ciclos de nutrientes en los ecosistemas terrestres y acuáticos, el clima local y regional, el ciclo hidrológico, y pueden causar la disminución de la biodiversidad; además, erosión y pérdida de suelos entre otros. Desde el punto de vista de manejo y uso de recursos naturales los cambios de vegetación pueden causar deterioro en la calidad de vida. (GUHL, 2004).

Los cambios de cobertura y uso del suelo en escalas locales están ligados a una combinación específica de factores económicos, tecnológicos, institucionales, culturales y demográficos, que dependen de cada lugar y de cada contexto histórico, así como a la ubicación geográfica, topografía, geología, suelo, clima y factores antropogénicos como la historia del uso del suelo y las tendencias socioeconómicas y demográficas. (Lambin, 2002).

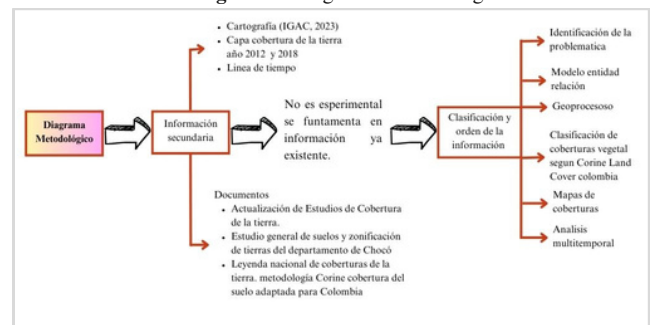
Los estudios sobre dinámicas de cambio de la cobertura y uso del suelo pueden orientar una toma de decisiones más acertada para el manejo de los ecosistemas, que va a depender de las diferencias intrarregionales que se dan en una región y se convierten en estudios claves del cambio ambiental global.

En un reciente análisis de las Naciones Unidas sobre el estado de los bosques del mundo, se concluía que la deforestación y la degradación forestal siguen avanzando a un ritmo alarmante, se estimaba que entre el 2015 y el 2020 la tasa promedio de deforestación había sido de 10 millones de hectáreas al año, con la consecuente pérdida de biodiversidad y degradación de ecosistemas. (FAO, 2020). Esta tasa de deforestación se considera la principal responsable de la degradación y pérdida de hábitat en las regiones tropicales y como la causa más importante de extinción de especies (Meffe, 2006). Se concluye que la agricultura, la ganadería, la expansión urbana, la tala de árboles y la minería son las principales responsables de la deforestación de bosques tropicales (FAO, 2020).

DISEÑO METODOLÓGICO

En este apartado, se detallan las actividades que hacen parte del proceso para dar cumplimiento a los objetivos planteados dentro del presente trabajo. La figura 1 muestra el diagrama metodológico aplicado durante el desarrollo del trabajo en base a las capas coberturas de tierra de los años 2012 y 2018, municipios Colombia a escala 1:100.000, correspondientes a la interpretación visual sobre imágenes de satélite para la interpretación de las coberturas.

Figura 1. Diagrama metodológico.



Fuente. Autores, 2023.

DESARROLLO Y ANÁLISIS DEL CASO DE ESTUDIO

Localización del área de estudio

El municipio del Carmen de Atrato se encuentra ubicado en el departamento del Chocó, región del pacífico colombiano. Limita por el norte con los municipios de Urrao y Salgar (Antioquia), al sur con los municipios Bagadó y Lloró (Chocó), al oriente con los municipios Andes, Betania y Bolívar (Antioquia) y al occidente con los municipios Quibdó y Lloró (Chocó).

Su cabecera municipal está 111 km de Quibdó y a 123 km de Medellín. Su posición geográfica privilegiada, junto al río Atrato les permite un acceso directo a las vías fluviales, convirtiéndolo en un centro de transporte y comercio muy importante.

El municipio cuenta con una extensión territorial aproximada de 1.200 km², de los cuales 7 km² solo son urbanos, se caracteriza por su buena vegetación y clima tropical húmedo. La topografía del municipio es accidentada con montañas y colinas que rodean el territorio. Fuera de esto el municipio Carmen de Atrato está localizado dentro de la región un lugar biogeográfico,

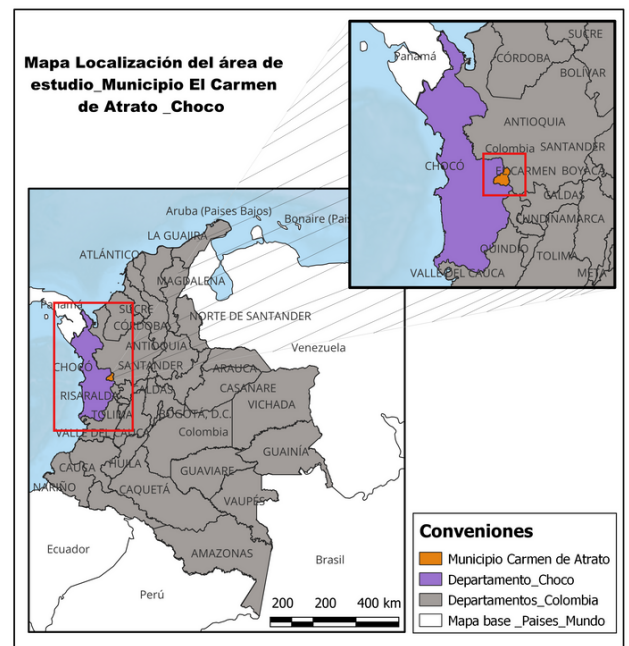
es considerado en el mundo como una de las zonas con mayor riqueza en biodiversidad.

Este lugar se identifica por su gran potencial para el turismo de naturaleza, en especial para avistamiento de aves. en el Siete, vereda del municipio se encuentra la reserva natural de aves, las Tangaras de Proaves, uno de los principales atractivos donde se pueden observar mariposas y gran cantidad de especies de aves, siendo la Tangara aurinegra la más representativa de la región por ser endémica.

La Pola es una cascada natural, lugar turístico rodeada de vegetación y variedad de especies de fauna y flora, las zonas de protección del municipio por encima de los 1000 m de altura de la cordillera occidental, los nacimientos de agua, y microcuencas municipales. (Montoya, 2016).

Es un territorio montañoso con formas quebradas y escarpadas, poco o moderadamente evolucionados. Su humedad es alta y la temperatura propia de los bosques es muy húmeda acelerando los procesos de los diferentes minerales causando su pérdida. Desde el punto de vista de composición del suelo del municipio de estudio, presenta suelos aluviales y de terrazas, colinas y serranías. (Sánchez, 2000).

Figura 2 Ubicación geográfica del área de estudio.



Fuente. Autores,2023.

MODELO ENTIDAD _ RELACIÓN

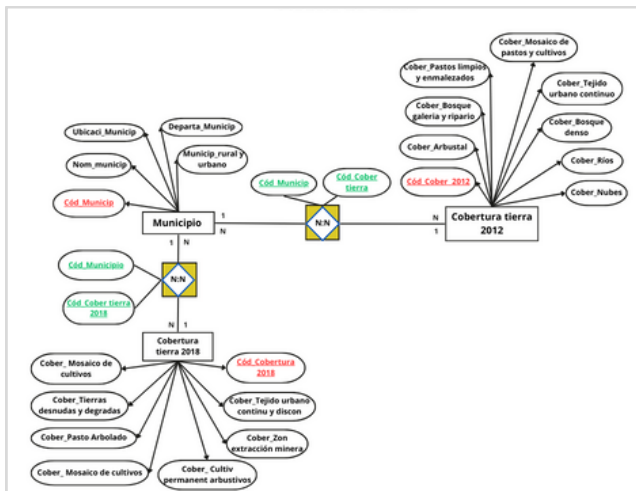
El siguiente modelo entidad relación nos muestra de manera simplificada la interacción de las entidades municipio, coberturas de tierra 2012 y 2018.

El modelo está conformado por tres entidades, la entidad principal es el municipio en este se ubican los atributos del municipio divididos en (nombre_municipio,ubicación_municipio,departamento_municipio,municipio_urbano y rural y por último la llave primaria en rojo código_municipio), seguido la entidad coberturas de tierra 2012 con los atributos (cobertura_arbustales, cobertura_pastos limpios y enmalezados, cobertura_mosaico de pasto y cultivo, cobertura_tejido urbano continuo, cobertura_bosque denso, cobertura_ríos, cobertura_bosque de galería y ripario, cobertura_nubes y por último la llave primaria en rojo código_cobertura tierra 2012);

Por último se tiene la entidad cobertura de tierra 2018 con los atributos (cobertura_pasto arbolado, cobertura_zona extracción minera, cobertura_tejido urbano y discontinuo, cobertura_cultivos permanentes arbustivos, cobertura_mosaico de cultivos, cobertura_tiemras desnudas y degradadas y por último la llave primaria en rojo (código_cobertura tierra 2018).

La cardinalidad de las tres entidades se da de muchos a muchos (N: N) es por ello que se creó una entidad intermedia en cada rombo de las entidades pasando las llaves primarias de cada entidad a llaves foráneas de color verde.

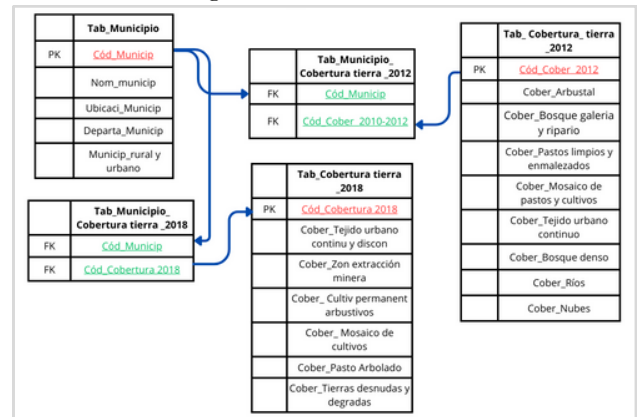
Figura 3. Modelo entidad-Relación



Fuente. Autores,2023.

La tabla base de datos indica que cuando la relación de una entidad a otra es muchos a muchos (N: N), el atributo de llave primaria (Pk), pasa hacer una llave foránea (Fk).

Figura 4.Tabla base de datos



Fuente. Autores,2023.

GEOPROCESOS

A continuación se presentan los pasos de geoprocesos realizados para la obtención de los mapas.

1. Obtener las capas: Se buscan y se descargan las capas municipios Colombia, coberturas de tierra de los años 2012 y 2018 de las página web Geoportal IGAC y Colombia en mapas (IGAC).

2. Software QGIS: Se procede a cargar las capas previamente descargadas.

3. Geoprocesos corte: De la capa de municipios se selecciona el municipio a trabajar y se exporta la capa en coordenadas EPSG:4686 - MAGNA-SIRGAS. Municipio el Carmen de Atrato.

Luego se procede a realizar el corte de las capas, en capa de entrada se ubica la capa cobertura de tierra 2012 y en capa de superposición se ubica el municipio, para la otra capa cobertura de tierra 2018 se hace el -

mismo procedimiento que se hizo con la capa anterior.

4. Geoprocesos disolver: Las tablas de atributos de cada una de las capas de las coberturas de tierra de los años 2012 y 2018 se disolvieron, con el fin de simplificar la información de interés de cada capa, en se establece el código y nombre de acuerdo a la metodología Corine Land Cover 2012, visualizando e identificando plenamente cada tipo de cobertura, y así realizar el análisis multitemporal de las coberturas de suelo.

Nota. se presenta varias categorías con el mismo valor en el ítem 3 por lo cual se requiere aplicar la herramienta disolver para obtener un grupo unificado de categorías.

5. Simbología: Para cada capa se selecciona categorizado, valor a emplear en cada capa, en este caso se utiliza la información de la tabla de atributos nivel tres, se clasifica, se asigna un color a cada subclasificación de la capa según los colores estandarizados por Corine Land Cover 2012.

6. Elaboración mapas: Se realiza una nueva composición de impresión y se hacen los dos mapas cobertura de tierra 2012 y 2018 del municipio en estudio, los mapas son la base para realizar en análisis multitemporal del cambio que ha presentado las coberturas en dichos años.

Gráfica 1. Geoprocesos



Fuente. Autores,2023.

Las coberturas definidas para el municipio el Carmen de Atrato en las dos temporalidades se listan en la tabla 1, cada cobertura se encuentra en el nivel 3 de clasificación, al igual que los colores estandarizados para cada capa de acuerdo con Corine Land Cover 2012.

Tabla 1. Coberturas de tierra y colores estandarizados

Nivel 3		
Codigo & Nombre	Color R-G-B	Simbolo
1.1.1. Tejido urbano continuo	(128-128-128)	Tuc
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	(170-165-170)	Tud
1.3.1. Zonas de extracción minera	(200-186-191)	Zem
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	(205-170-102)	Cpa
2.3.1. Pastos limpios	(242-237-0)	Pl
2.3.2. Pastos arbolados	(255-255-115)	Pa
2.3.3. Pastos enmalezados	(217-229-130)	Pe
2.4.1. Mosaico de cultivos	(217-186-130)	Msc
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	(186-201-156)	Mpc
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y	(145-201-156)	Mcpe
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios	(163-214-127)	Mpen
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios	(207-217-127)	Mcen
3.1.1. Bosque Denso	(92-204-33)	Bd
3.1.3. Bosque fragmentado	(80-107-38)	Bf
3.1.4. Bosque de galería y ripario	(112-168-0)	Bgr
3.2.1. Herbazales	(245-232-56)	HZ
3.2.2. Arbustales	(205-205-102)	Ar
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	(105-205-102)	Vst
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	(194-204-224)	Tdd
5.1.1. Ríos	(151-219-242)	R

Fuente. Corine Land Cover, 2012

RESULTADOS OBTENIDO

Segun la metodología aplicada a las coberturas de tierra, se obtuvieron dos mapas de coberturas del Municipio el Carmen de Atrato Choco, Estos mapas representan gráficamente las áreas ocupadas por cada cobertura. Durante el procesamiento de la información geográfica de los mapas se determinó el área y porcentaje que ocupa cada cobertura vegetal, que permitió conocer los cambios ocurridos en cada una de las coberturas del suelo. Se categorizaron quince coberturas para el año 2012 y diecinueve para el año 2018.

Una vez realizado los geoprocesos se tiene que el área de los bosques densos predomina para el año 2012, estos ocupan un área de 51951,25 hectáreas es decir un porcentaje máximo de 62,66%, por consiguiente, se tienen las coberturas que ocupan un mínimo porcentaje del Municipio El Carmen de Atrato como se puede evidenciar en la siguiente gráfica.

Gráfica 2. Coberturas con mayor porcentaje año 2012



Fuente. Autores,2023.

También se tienen las coberturas que ocupan menos área en el territorio como tejido urbano, mosaico de pastos y cultivos,

herbazales, arbustales, ríos y nubes como se puede evidenciar en la siguiente tabla.

En la tabla 2 se resumen las coberturas de tierra establecidas para el municipio con su respectiva área hectárea y porcentaje.

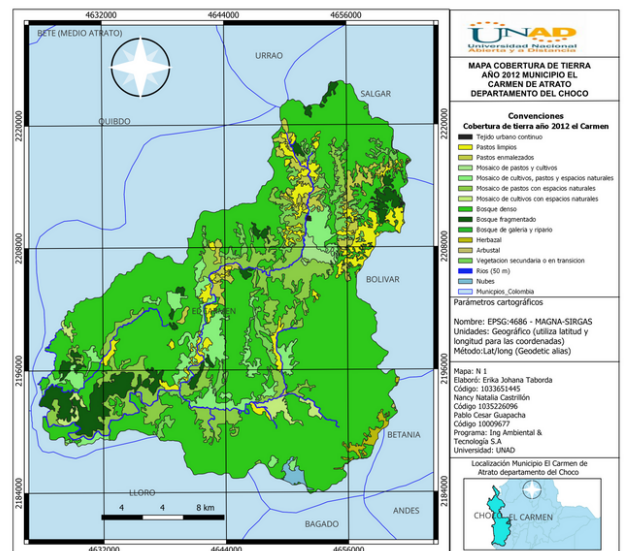
Tabla 2. Área total (Ha) ocupada por cada cobertura de tierra para el año 2012.

Metodología Corine Land Cover establecida en Colombia	Año 2012	
Convenciones	Área Hectarea	Porcentaje
1.1.1. Tejido urbano continuo	23,12	0,03%
2.3.1. Pastos limpios	3969,98	4,79%
2.3.3. Pastos enmalezados	2473,6	2,98%
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	498,91	0,60%
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	5454,32	6,58%
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	8935,02	10,78%
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	959,55	1,16%
3.1.1. Bosque denso	51951,25	62,66%
3.1.3. Bosque fragmentado	4114,41	4,96%
3.1.4. Bosque de galería y ripario	0,01	0,00%
3.2.1. Herbazal	484,1	0,58%
3.2.2. Arbustal	16,15	0,02%
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	2928,3	3,53%
5.1.1. Ríos	757,45	0,91%
9.9. Nubes	339,18	0,41%
Total	82905,35	100%

Fuente. Autores,2023.

La siguiente figura corresponde al mapa de la cobertura de tierra del año 2012 del municipio el Carmen de Atrato, cuenta con zonas naturales, zonas urbanas y fuentes hídricas, su cobertura principal son los bosques densos con más de 51951,25 hectáreas.

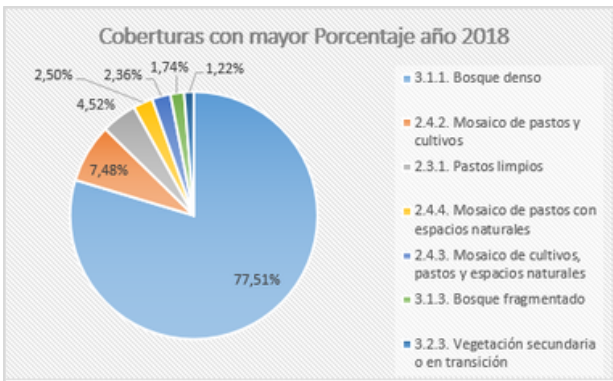
Figura 5. Mapa cambios Cobertura de tierra año 2012



Fuente. Autores,2023.

Se tiene que para el año 2018 los bosques densos predominan, estos ocupan un área de 64259,79 hectáreas es decir un porcentaje máximo del 77,51% del territorio del Municipio el Carmen de Atrato. Por consiguiente se tienen las coberturas que ocupan un un mínimo de porcentade del área como se puede evidenciar en la siguiente gráfica.

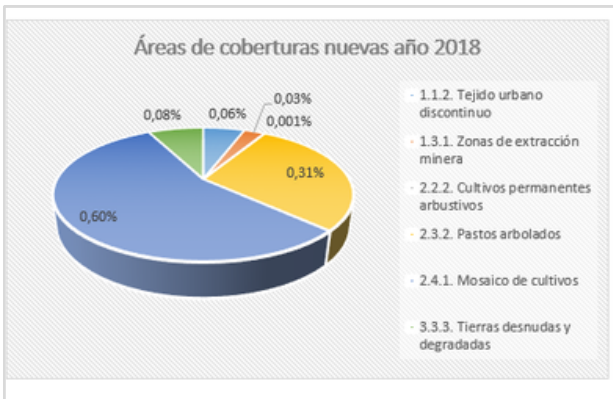
Gráfica 3. Coberturas con mayor porcentaje año 2018



Fuente. Autores,2023.

En esta cobertura de tierra 2018 se identifican seis nuevas coberturas correspondientes a tejido urbano discontinuo, zonas de extracción minera, cultivos permanentes arbustivos, pastos arbolados, mosaico de cultivos y finalmente tierras desnudas y degradadas como se puede evidenciar en la siguiente gráfica.

Gráfica 4. Áreas de coberturas nuevas año 2018



Fuente. Autores,2023.

Las coberturas tejido urbano continuo, pastos enmalezados, herbazales, arbustales, ríos y mosaico de cultivos con espacios naturales son las que menos áreas abarcan en el territorio como se puede evidenciar en la siguiente tabla.

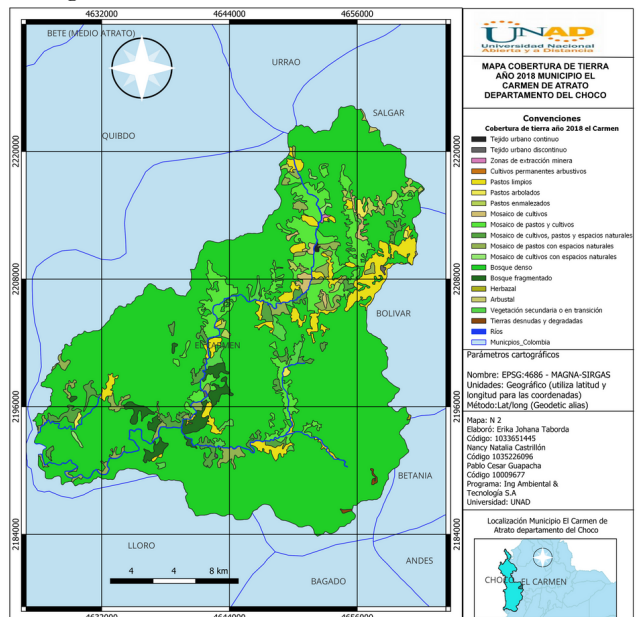
Tabla 3. Área total (Ha) ocupada por cada cobertura para el año 2018.

Metodología Corine Land Cover establecida en Colombia	Año 2018	
Convenciones	Área Hectarea	Porcentaje
1.1.1. Tejido urbano continuo	29,88	0,04%
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	47,55	0,06%
1.3.1. Zonas de extracción minera	27,05	0,03%
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	0,01	0,00%
2.3.1. Pastos limpios	3744,92	4,52%
2.3.2. Pastos arbolados	254,89	0,31%
2.3.3. Pastos enmalezados	594,88	0,72%
2.4.1. Mosaico de cultivos	501,11	0,60%
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	6200,62	7,48%
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	1959,77	2,36%
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	2072,54	2,50%
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	125,27	0,15%
3.1.1. Bosque denso	64259,79	77,51%
3.1.3. Bosque fragmentado	1440,43	1,74%
3.2.1. Herbazal	10,77	0,01%
3.2.2. Arbustal	51,69	0,06%
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	1011,31	1,22%
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	63,96	0,08%
5.1.1. Ríos	508,96	0,61%
Total	82905,33	100%

Fuente. Autores,2023.

La siguiente figura corresponde al mapa de la cobertura de tierra del año 2018 de la zona de estudio, su cobertura principal son los bosques densos con 64259,79 hectáreas, y se encuentran varias coberturas nuevas indicando un cambio en la linea de tiempo.

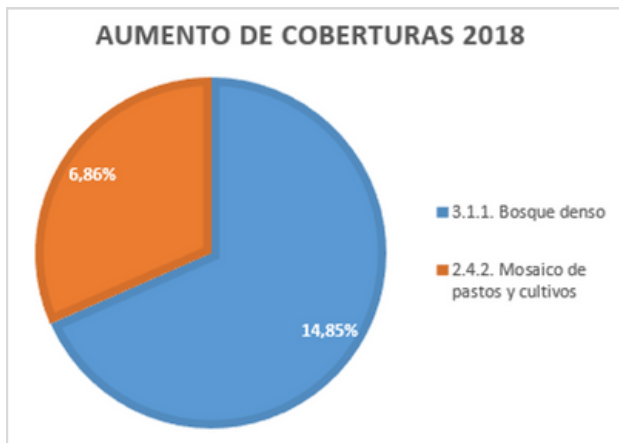
Figura 6. Cobertura de tierra año 2018 El Carmen de Atrato.



Fuente. Autores,2023.

Dentro de los cambios más notables de coberturas y uso del suelo en el presente estudio, encontramos el aumento de las siguientes coberturas vegetales para el año 2018. por lo tanto existe un aumento en la cobertura vegetal como se puede evidenciar en la siguiente gráfica.

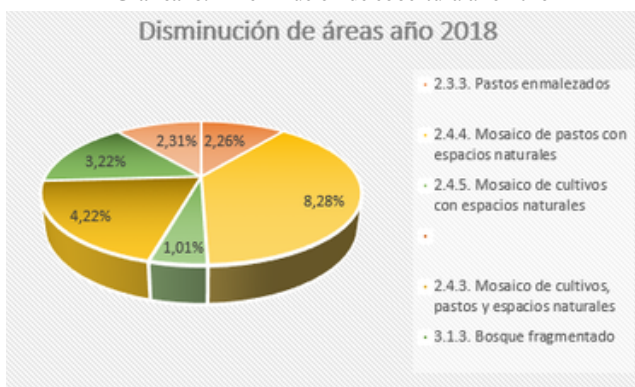
Gráfica 5. Aumento de cobertura año 2018



Fuente. Autores,2023.

También se tienen algunas coberturas que disminuyeron para el año 2018 como se puede evidenciar en la siguiente gráfica.

Gráfica 6. Disminución de cobertura año 2018



Fuente. Autores,2023.

En capa de cobertura de tierra del año 2012 había cobertura de bosques riparios y de galería, nubes, para el año 2018 ya no estaban; Por el contrario, para el año 2018 se tienen seis coberturas nuevas tejido urbano -

discontinuo, zonas de extracción minera, cultivos permanentes arbustivos, pastos arbolados, mosaico de cultivos, tierras desnudas y degradadas como se puede evidenciar en la tabla 4, la cual resume los cambios en el área hectárea ocupada por cada cobertura en ambos años.

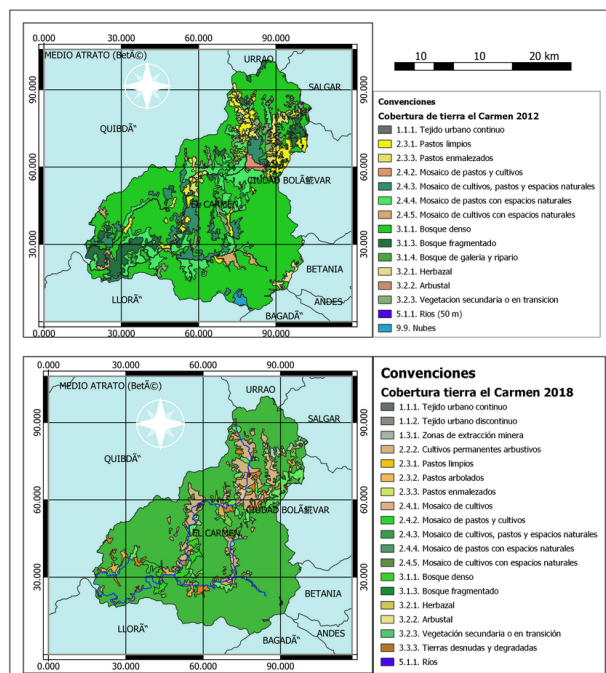
Tabla 4. Comparación del área (Ha) coberturas de tierra años 2012 y 2018

Metodología Corine Land Cover establecida en Colombia	Año 2012		Año 2018	
	Área Hectarea	Porcentaje %	Área Hectarea	Porcentaje %
1.1.1. Tejido urbano continuo	23.12	0.03%	29.88	0.04%
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	0.00	0.00%	47.55	0.06%
1.3.1. Zonas de extracción minera	0.00	0.00%	27.05	0.03%
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	0.00	0.00%	0.01	0.00%
2.3.1. Pastos limpios	3969.98	4.79%	3744.92	4.52%
2.3.2. Pastos arbolados	0.00	0.00%	254.89	0.31%
2.3.3. Pastos enmalezados	2473.6	2.98%	594.88	0.72%
2.4.1. Mosaico de cultivos	0.00	0.00%	501.11	0.60%
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	498.91	0.60%	6200.62	7.48%
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	5454.32	6.58%	1959.79	2.36%
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	8935.02	10.78%	2072.54	2.50%
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	999.65	1.16%	126.27	0.15%
3.1.1. Bosque denso	51951.25	62.66%	64259.790	77.51%
3.1.3. Bosque fragmentado	4114.41	4.96%	1440.43	1.74%
3.1.4. Bosque de galería y ripario	0.01	0.00%	0.00	0.00%
3.2.1. Herbazal	484.10	0.58%	10.77	0.01%
3.2.2. Arbustal	16.15	0.02%	51.69	0.06%
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	2928.3	3.53%	10111.31	1.22%
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	0.00	0.00%	63.96	0.08%
5.1.1. Ríos	757.45	0.91%	508.96	0.61%
9.9. Nubes	339.18	0.41%	0.00	0.00%
Total	82905.35	100%	82905.33	100%

Fuente. Autores,2023.

La figura 7 muestra que los bosques densos aumentaron para el año 2018, Aunque se presentan nuevas coberturas como la minería, el municipio el Carmen de Atrato cuenta con jornadas establecidas de reforestación.

Figura 7. Mapas cobertura de tierra 2012 y 2018



Fuente. Autores,2023.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el análisis multitemporal se puede concluir que la cobertura de los bosques densos presentan un aumento significativo entre los años 2012 y 2018 en un 15 % aproximadamente, lo que ayuda en el mejoramiento de la biodiversidad de la zona, pues estos regulan la temperatura y disminuyen el cambio climático, ya que capturan el dióxido de carbono; Aunque se presenta un aumento en la zona de extracción minera, los controles y regulaciones por parte del gobierno exige unas políticas de implementación de unos sistemas de gestión ambiental que contienen lineamientos para la acción en materia de inclusión social, sostenibilidad ambiental y desarrollo económico, el aumento de los bosques se da debido a la reforestación que han venido realizando las diferentes entidades por medio del programa planeta viva, “sembrar un árbol es sembrar vida”.

El análisis multitemporal mediante los sistemas de información geográfica, permite observar los cambios ocurridos en las coberturas de tierra en un intervalo de tiempo, fuera de esto generar información de las áreas que aún permanecen intactas y de las vulnerables, brindando información fundamental para la toma de decisiones en el municipio para el uso adecuado de los suelos.

Mediante las herramientas de geoprocetos de los sistemas de información geográfica y

el análisis multitemporal del cambio de coberturas vegetales, se puede establecer que la variación de ciertas coberturas influye mucho por las actividades antropicas.

Se evidencia que entre los años 2012 y 2018 aparecen seis coberturas adicionales como son tejido urbano discontinuo, zonas de extracción minera, cultivos permanentes arbustivos, pastos arbolados, mosaico de cultivos, tierras desnudas y degradadas, resultando para el ultimo año diecinueve cobertura.

Se puede concluir por medio del análisis multitemporal que las coberturas de tejidos urbanos continuos han aumentado para el año 2018, además en el mismo año se adicione una nueva cobertura de tejido urbano discontinuo con 47.55 hectáreas un 0.06%; lo cual indica un aumento en la población, generando más necesidad de construcción de viviendas y por ende se presenta disminución en el suelo vegetal.

RECOMENDACIONES

El municipio de Carmen de Atrato, como todo el departamento del Choco cuenta con una rica variedad de coberturas y fuentes hídricas, las cuales podemos observa al realizar el análisis de los mapas, con unos porcentajes de área en los cuales diferenciamos las zonas más importantes del territorio.

El contar con una base de datos confiable nos permite tener herramientas, que nos ayudan a comprender e interpretar en la búsqueda -

de toma de decisiones para ser más sostenibles y conocer la biodiversidad de la región.

Es necesario promover el cuidado del medio ambiente con políticas que ejerzan control en el crecimiento o deterioro de las zonas de conservación y las regulaciones al crecimiento de las explotaciones mineras, prácticas agrícolas y actividades en la educación que busquen el mejoramiento de las condiciones ambientales.

Es muy importante contar con hechos históricos que permitan comprender las generalidades que han propiciado los cambios de las coberturas vegetales dentro del territorio en estudio, con el fin de comprender el grado del deterioro ambiental de los diferentes factores de actividades antrópicas, como minería y agricultura.

Teniendo en cuenta el crecimiento del área extracción minera, es necesario realizar estudios que apunten a la identificación de cuáles pueden ser los impactos ambientales reflejados en el municipio El Carmen de Atrato Chocó de acuerdo a la expansión de esta zona.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Arroyave, K. (2021). Alternativas para establecer un modelo de aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos generados en el municipio de El Carmen de Atrato-Chocó.
- Ardila, N. (2010). Leyenda nacional de coberturas de la tierra. metodología Corine cobertura del suelo adaptada para Colombia. escala 1:100.000. IDEAM. <https://www.researchgate.net/publication/303960063>
- Ayala Rivera, F., & Isaza Jaramillo, L. (2022). Diseño de un esquema para la implementación del Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001: 2015 en una mina de cobre y un enfoque desde los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Caso de estudio Minera El Roble. El Carmen de Atrato, Chocó.
- Barrera, M. al... (2019). Uso potencial y efectivo de la tierra agrícola en Colombia: resultados del censo nacional agropecuario https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/4079/Repor_Septiembre_2019_Delgado_05_05_2022.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Benítez, M. (2016). Análisis multitemporal de coberturas de la tierra en el municipio de Caloto, Cauca dentro del marco del conflicto armado. [chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/36671/MojicaMariaFernanda2020-.pdf?sequence=2](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/36671/MojicaMariaFernanda2020-.pdf?sequence=2)
- Escobar Sarmiento, C. L., & Guarín Ladino, A. C. (2018). Análisis de los procesos de desertificación a partir del cambio multitemporal en la cobertura y uso del suelo en la cuenca media del río Chicamocho.

GUHL, A. (2004). Café y cambio de paisaje en la zona cafetera colombiana entre 1970 y 1997.

IGAC. Instituto Geodésico Agustín Codazzi. (2020). Información de clases Agrológicas.

<http://igacnet2.igac.gov.co/intranet/UserFiles/File/DOCUMENTOS%20SGI%202020/GAG/PC-GAG-01%20Informacion%20de%20Clases%20Agrológicas.pdf>

IGAC. Instituto Geodésico Agustín Codazzi. (2010). Elaboración del estudio de zonas homogéneas físicas y geoeconómicas y determinación del valor unitario por tipo de construcción.

<http://igacnet2.igac.gov.co/intranet/UserFiles/File/procedimientos/Metodologias%202008/2010/M50100-02-10V1%20Elaboracion%20del%20estudio%20de%20zonas%20homogeneas%20fisicas%20y%20geoeconomicas.pdf>

IGAC, 2021. Actualización de estudios de cobertura de la tierra. <https://www.igac.gov.co/es/contenido/actualizacion-de-estudios-de-cobertura-de-la-tierra>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2012). Estudio general de suelos y zonificación de tierras. Departamento de Choco. <https://metadatos.icde.gov.co/geonetwork/srv/api/records/14138660>

Montoya, J. (2016). Plan de desarrollo -

municipal el Carmen de Atrato Chocó. Agrario, equitativo y social, 2016-2019. https://issuu.com/elcarmenchoco/docs/decreto_010_de_2016_plan_de_desarrollo.

Muñoz, (2009). Impacto de la pérdida de la vegetación sobre las propiedades de un suelo aluvial.

https://www.scielo.org.mx/scielo.phpscript=sci_arttext&pid=S0187-57792009000300008

Ortega, M. (2015). Análisis multitemporal del cambio de uso de suelo en el páramo de Pisba jurisdicción del municipio de tasco.

Ortega, A. M. J., Rosero, H. M., Abadía, D. P., & Medina, O. R. (2019). Determinantes Ambientales para el Ordenamiento Territorial en el Departamento del Chocó.

Ruiz, V., Savé, R., & Herrera, A. (2013). Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflor Moropotente Nicaragua, 1993-2011.

Sánchez. R. (2000). Esquema de ordenamiento territorial. Municipio el Carmen de Atrato. <https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/13710/13142-1.pdf?sequence=1>

**ENLACE LINK VIDEO
SUSTENTACIÓN_YOUTUBE**

<https://youtu.be/ZzzJVcqYlW8>