
IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS EQUIVALENTES PARA COMPENSACIÓN FORESTAL CON EL USO DE SIG: AFECTADAS POR CAMBIO DE COBERTURA EN EL PROYECTO BOSQUES SOLARES.

AUTORES

JORGE ALFONSO CASTAÑO ORJUELA, JCASTANOO@UNADVIRTUAL.EDU.CO;
SAMANTHA ZAPATA SANCHEZ, SAZAPATAS@UNADVIRTUAL.EDU.CO;
JAIR LEONARDO URREAMORALES, JLURREAM@UNADVIRTUAL.EDU.CO.
DOCENTE ASESOR: YETFERSSON ARLEY SERRATO VELOSA,

RESUMEN

Este artículo presenta el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la identificación y caracterización de áreas equivalentes a aquellas afectadas por la implementación de un sistema de generación solar fotovoltaica de la empresa Bosques Solares S.A. La empresa, esta sujeta a medidas compensatorias ambientales, donde debe restaurar 137,4 hectáreas en la localidad de Santa Helena Baja, dentro del municipio de Villavicencio. Utilizando datos geoespaciales, climáticos, y de cobertura vegetal, se propone un modelo de geo procesos para identificar áreas aptas. El estudio destaca la importancia de las estrategias de compensación ambiental para mitigar el impacto de proyectos en ecosistemas locales.

Objetivo general

Identificar áreas con características equiparables a la zona afectada por cambios de cobertura, utilizando Sistemas de Información Geográfica, para respaldar la

implementación efectiva de medidas compensatorias.

Objetivos específicos

- Plantear una propuesta de modelación, enfocada en el uso de los sistemas de información geográfica, usando básicamente las herramientas de geo procesos para así poder identificar los lugares con equivalencia agroecológica.
- Identificar las limitaciones, restricciones y condiciones de los suelos cercanos al área de influencia que no cumplan con las características buscadas.

INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) sobresalen como herramientas sumamente valiosas que posibilitan la integración y análisis de datos geoespaciales, desempeñando un papel fundamental en la planificación y gestión agroambiental del territorio. Con el uso de estas herramientas se logra identificar, analizar y tomar decisiones informadas sobre el caso específico de un sitio, gracias a que se puede conocer a detalle las características propias como son la topografía, el clima, la geología, agroecología, hidrología y coberturas vegetales, etc.

Para el presente estudio de caso, nos centraremos en la empresa Bosques Solares de Colombia, la cual realizó la solicitud de licenciamiento ambiental de un área para implementar un sistema de generación solar fotovoltaica, enfocada a la generación de energías limpias reduciendo así el impacto ambiental generado a comparación de otros métodos de generación de energía convencional.

Para la instalación de esta planta, se generan impactos en diferentes componentes del factor biótico, entre los cuales se encuentra la alteración a cobertura vegetal, la que da lugar a imposición de compensación forestal. Para Colombia, la imposición de compensación del componente biótico esta regido por el “Manual de Compensaciones Ambientales del Componente Biótico”, este tiene como propósito establecer las pautas técnicas y el procedimiento para la asignación de compensaciones en el componente biótico, que incluye fauna y flora, cobertura vegetal y contexto paisajístico, y así poder guiar la elaboración e implementación de las compensaciones que sean determinadas por las autoridades ambientales en el contexto de la ejecución de proyectos, obras o actividades que estén bajo la jurisdicción de licencias ambientales, así como aquellas relacionadas con el aprovechamiento exclusivo del recurso forestal debido a cambios en el uso del suelo y las sustracciones de reservas forestales. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

En este documento se presenta la propuesta a la medida interpuesta por la autoridad ambiental, donde se propone áreas equivalentes a las afectadas con la instalación del proyecto, revisando las generalidades de zonificación del lugar, como Clima, Uso del suelo, Aptitud del suelo, biomas, Pomcas, y las que den a lugar. Para el presente estudio de caso se busca dar alternativas y soluciones de identificación de áreas y coberturas equivalentes y con aptitud para aplicar las medidas compensatorias interpuestas por la Autoridad ambiental del Meta, basados en la información agroecológica generada con el análisis, modelación y aplicación de los Sistemas de información Geográfica.

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En la localidad de Santa Helena Baja, perteneciente al municipio de Villavicencio, se dio la aprobación de la Licencia de la instalación de la planta fotovoltaica, a favor de la empresa Bosques solares de Colombia. Esta licencia aprobatoria se da en específico en la coordenada: Latitud 2006347 y Longitud 4950656, en sistema de coordenada Magna Sirgas Origen Único Nacional. Este lugar se encuentra a 20 kilómetros del casco urbano de Villavicencio, sobre la vía Villavicencio – Puerto López. Dentro del contexto del proceso de Licenciamiento Ambiental, la empresa se encuentra sujeta a diversas obligaciones y requisitos según la Resolución aprobatoria de la Licencia, la cual fue emitida por CORMACARENA, la Autoridad Ambiental del Meta. En específico, en la categoría de impacto sobre la cobertura vegetal del área, se estableció una medida compensatoria. En virtud de esta disposición, la empresa está obligada a compensar 137,4 hectáreas como resultado de los impactos bióticos generados en los ecosistemas del Helobioma Villavicencio y el Zonobioma húmedo tropical Villavicencio. Para esto, con el uso de las herramientas de SIG, se busca identificar las áreas que cumplan con las condiciones equivalentes del área afectada, tales como bioma, condiciones edáficas, condiciones climáticas, y condiciones agroecológicas, generadas a partir del análisis de datos geoespaciales provenientes de diversas fuentes como imágenes satelitales, capas de uso del suelo de Colombia, datos climáticos descargados del portal de hidro climatología del IDEAM, y la utilización de MDE de la zona. Además de las condiciones mencionadas por las características definidas del área a compensar por la resolución aprobatoria, también se incluye la delimitación de áreas con fuentes hidrográficas y áreas de alto riesgos de inundación y la identificación de restricciones agropecuarias.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Definir las áreas idóneas para la aplicación de la medida compensatoria establecida en la Licencia Ambiental, garantizando el cumplimiento de condiciones agroclimáticas, edáficas y bióticas

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

La falta de áreas dispuestas en el municipio de Villavicencio para dar cumplimiento a la medida compensatoria de 137,4 hectáreas que cumplan con las condiciones edáficas, agroecológicas, climáticas y bióticas del sitio, genera la necesidad de realizar el análisis geoespacial con el uso de sistemas de información geográficas y la utilización del software QGIS, para así poder identificar áreas aptas y con las condiciones necesarias.

METODOLOGÍA

La identificación de áreas específicas conforme a los requisitos establecidos requiere una integración adecuada de conjuntos de datos extensos y diversos, considerando aspectos biofísicos, económicos, sociales y políticos. Es fundamental sintetizar esta información a lo largo de varias escalas espaciales, desde el nivel del terreno hasta el paisaje, con el fin de lograr un enfoque integral y exhaustivo.

Para comenzar se realizó una caracterización previa del sitio intervenido, así como sus características climáticas y agroecológicas. Por ende, con la utilización de las herramientas SIG con el uso del mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia a escala 1:100.000, se hace la revisión de información previa para conocer el Bioma y coberturas, y para las características climáticas se hace a través de la consulta de información de datos meteorológicos del sitio, a través de la pagina del IDEAM.

Seguido de la caracterización del sitio se procede a realizar los geoprocursos necesarios para clasificar las áreas del municipio de Villavicencio que son aptos y son concordantes para proponer como áreas para la implementación de la compensación requerida.

DESARROLLO Y ANÁLISIS DEL CASO DE ESTUDIO

Caracterización del sitio

Suelos

Los suelos del área de influencia indirecta del medio físico-biótico del proyecto se encuentran ubicados en los paisajes fisiográficos de piedemonte mixto y Valle, los cuales son derivados de sedimentos finos aluviales que cubren depósitos de cantos y gravas moderadamente alterados, junto con sedimentos aluviales de tamaño medio y grueso. Dentro del paisaje de piedemonte mixto se encuentran tipos de relieve como terrazas; en el paisaje de valle se encuentra el tipo de relieve de plano de inundación.

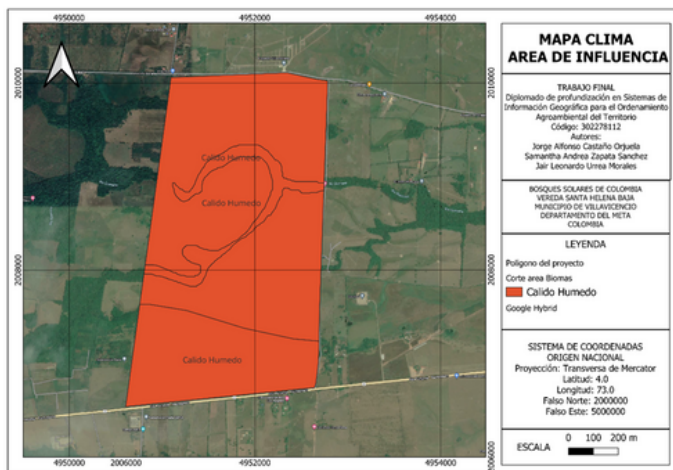
Hidrología

De acuerdo con la zonificación de la red hidrográfica realizada por el IDEAM, el área de influencia indirecta físico-biótica del proyecto está localizada en la cuenca hidrográfica del Orinoco (3), específicamente en la subcuenca del río Meta (35).. (Decreto 1640 de 2012).

Clima

Con base en la Zonificación Climática del IGAC mediante el Instructivo I40100-05/14. V1 y distribución espacial de la temperatura y la precipitación, se estimó la clasificación climática del área del proyecto. El tipo de clima del área de estudios es Cálido húmedo, debido a que se presentan temperaturas mayores a 24°C, la precipitación media está dentro del rango de los 2000-4000 mm anuales y se ubica por debajo de los 1000 msnm. (IGAC. 2014). Además, esta información además fue soportada por la clasificación de Clima inmersa en el Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia a escala 1:100.000, confirmando así que el área de estudio posee clima Cálido Húmedo. (Ver Mapa 1).

Figura 1. Mapa Clima del Área de Influencia.



Fuente: Autores. (2023).

CLASIFICACIÓN DE BIOMAS Y GRANDES BIOMAS

Gran Bioma

De acuerdo con la actualización del mapa de Ecosistemas de Colombia (IDEAM, et al., 2017), en el área de estudio, se localiza las siguientes unidades:

Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio

Se trata de una selva húmeda situada a altitudes inferiores a los 800 metros sobre el nivel del mar, donde no hay déficit de agua para la vegetación durante todo el año. Su identificación se basa en la información del mapa de clasificación climática de Caldas Lang, que lo designa como un piso climático cálido con provincias de humedad húmeda, semihúmeda y superhúmeda. (IDEAM, et al., 2017).

Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical

El Pedobioma se encuentra en regiones específicas en las cuales las condiciones de humedad y tipo de suelo son determinantes para la presencia y características de la vegetación y fauna en ese entorno.

Biomias

En el área de estudio se identificaron los biomias Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio y Helobioma Villavicencio.

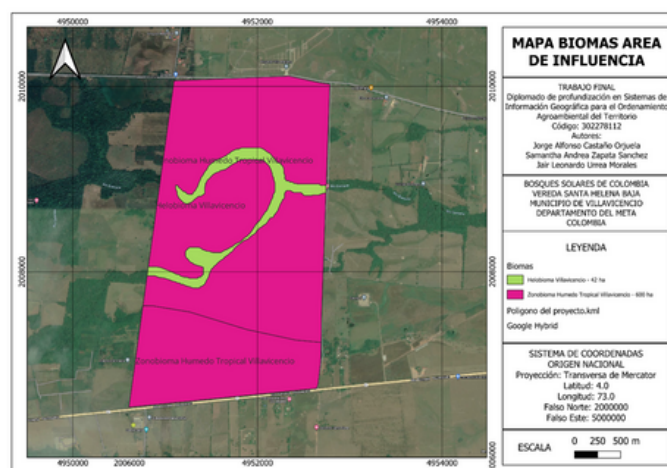
Las características, área y representatividad de estos biomias se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Biomias presentes en el área de estudio del componente físico - biótica.

GRAN BIOMA	BIOMA	ALTITUD (msnm)	PISO CLIMÁTICO	PROVINCIA DE HUMEDAD	Áreas	
					ha	%
Zonobioma húmedo tropical	Zonobioma a húmedo tropical Villavicencio	0-800	Cálido	Húmedo, semihúmedo y Superhúmedo.	600	93,5
Pedobioma del zonobioma húmedo tropical	Helobioma Villavicencio	0-800	Cálido	Húmedo, semihúmedo y Superhúmedo.	42	6,5
Total					642	100

Además de esto, se realiza el mapa de Biomias de la zona de estudio para dar soporte a la información aquí recopilada y presentada. (Ver Mapa 2).

Figura 2. Mapa de Biomias del área de Influencia



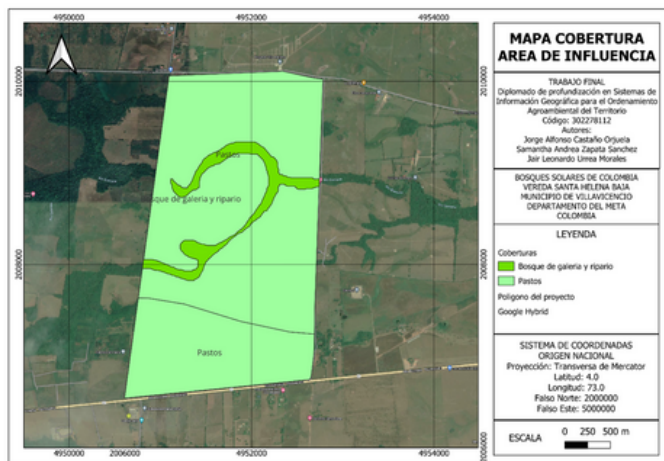
Fuente: Autores. (2023).

Unidades de Cobertura

Para la identificación de las unidades de cobertura de la tierra dentro del área de influencia indirecta del medio físico biótico, se realizó la interpretación de acuerdo con los parámetros definidos en la leyenda de Corine Land Cover adaptada para Colombia por el IDEAM, recomendada en la metodología general para la presentación de estudios ambientales establecida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en 2018.

La interpretación de coberturas de la tierra del área de estudio, arrojó como resultado la identificación de dos (2) unidades de coberturas, con una extensión de 642 hectáreas. Las coberturas con mayor extensión corresponden a Bosque de galería y ripiarios con 600 hectáreas (93,5) y Pastos con 42 hectáreas (6,5%). De igual manera en este ítem se realiza el mapa correspondiente para corroborar la información presentada. (Ver Figura 3).

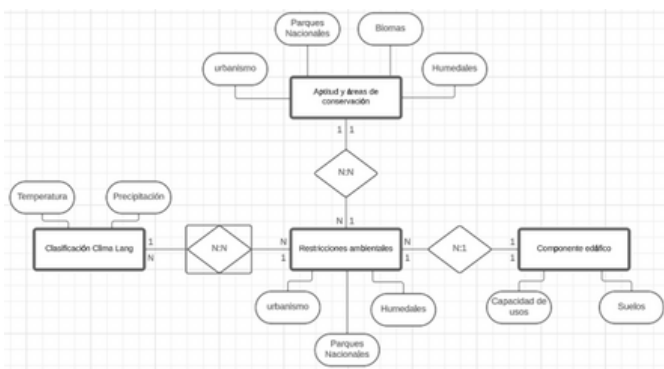
Figura 3. Mapas de coberturas del área de influencia



Fuente: Autores. (2023).

MODELO LÓGICO ENTIDAD – RELACIÓN

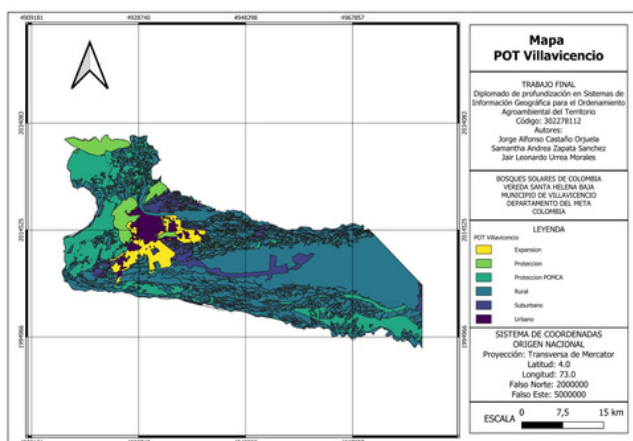
Figura 4. Modelo lógico entidad-relación del caso de estudio.



Fuente: Autores. (2023).

PLANTEAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE LOS GEOPROCESOS

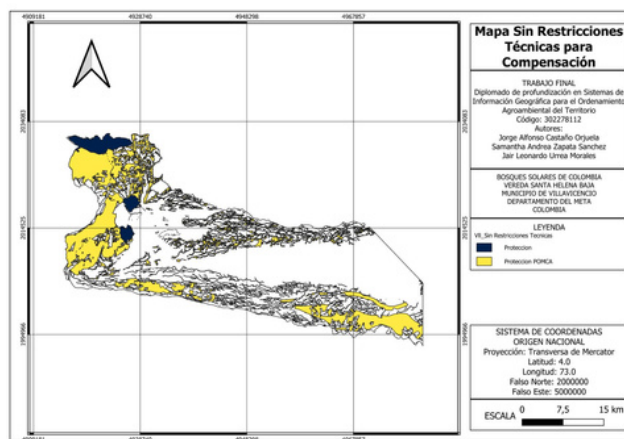
Figura 5. Mapa POT Villavicencio



Fuente: Autores. (2023).

Tomando como base el POT, analizamos las áreas que fueron intervenidas por el proyecto y las que se van a intervenir durante la compensación ambiental. Con el fin de determinar las áreas urbanas, suburbanas rurales y zonas de expansión que se tienen ya proyectadas en la ciudad.

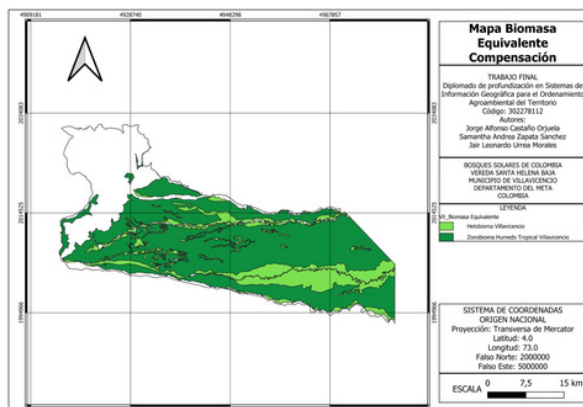
Figura 6. Mapa sin restricciones técnicas para compensación



Fuente: Autores. (2023).

Haciendo uso de las capas de humedales, drenajes y PNN, determinamos las áreas que tienen restricciones ambientales edáficas y ecológicas. y donde no se puede llevar a cabo la compensación ambiental

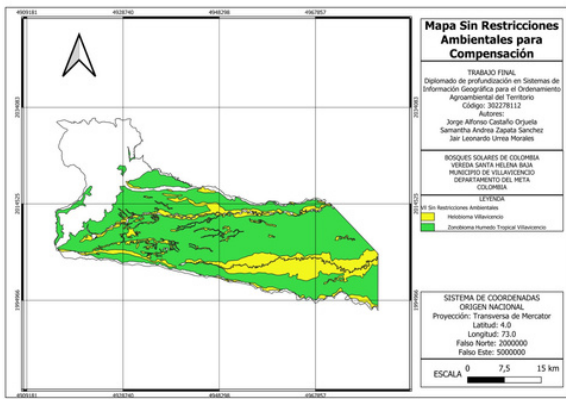
Figura 7. Mapa Bioma equivalente compensación



Fuente: Autores. (2023).

Este geoproceto se realizó con la capa de drenajes, donde determinamos el bioma que es el área para compensar. además, se logró determinar un zonobioma húmedo tropical y un heliobioma, los cuales tienen unas características amplias y particulares.

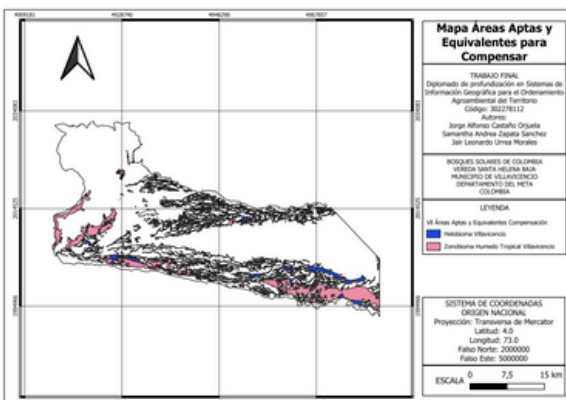
Figura 8. Mapa sin restricciones ambientales para compensación



Fuente: Autores. (2023).

Con el análisis de los biomas y los drenajes, se obtuvieron las áreas sin restricciones ambientales donde se puede llevar a cabo sin limitaciones, la compensación ambiental determinada por la autoridad ambiental.

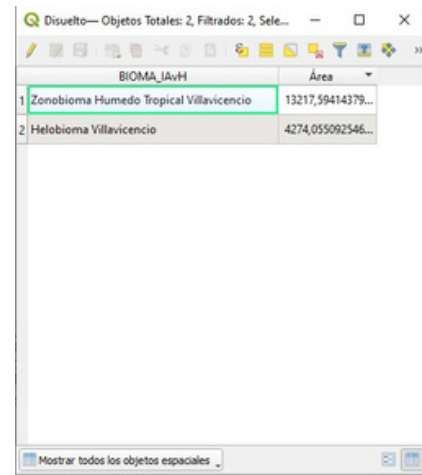
Figura 9. Mapa áreas equivalentes para compensar



Fuente: Autores. (2023).

El área para compensar son 137,4 Ha, la cual fue impuesta por la corporación ambiental, luego de analizar los diferentes cambios que sufrió el Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio y Heliobioma durante la instalación del proyecto. Finalmente, la información obtenida a través de los geoprocenos (ver Figura 10) revelan que hay un área total de 13,217 hectáreas correspondientes al Zonobioma Húmedo Tropical Villavicencio y 4,274 hectáreas de Heliobioma Villavicencio. Estas áreas presentan características equivalentes a las afectadas por el desarrollo del proyecto y son adecuadas para que la empresa Bosques Solares S.A. las utilice en la implementación de las medidas compensatorias pendientes.

Figura 10. Hectáreas identificadas con las características solicitadas.



Fuente: Autores. (2023).

Conclusiones

Gracias a los sistemas SIG se identificaron y caracterizaron diferentes zonas equivalentes que fueron intervenidas con la instalación de una planta fotovoltaica. La cual generó una afectación al ecosistema natural de la vereda Santa Helena Baja. Donde se determinaron diferentes biomas, coberturas y características climáticas, que se vieron afectadas durante el desarrollo del proyecto. Esta clasificación e identificación de la zona brinda la oportunidad de realizar filtros de características en el software QGIS y el uso de shape de información, para así lograr el objetivo propuesto. Con este proceso, también se analizaron diferentes conjuntos informáticos, factores biofísicos y ambientales, sintetizando la mayor información a través de los modelos de geoprocenos de las áreas a compensar. Los cuales nos ayudan a orientar la información para tomar las mejores decisiones en el territorio y priorizar las áreas que se van a restaurar.

Recomendaciones

Es muy importante desarrollar estrategias de compensación ambiental con el fin de recuperar los ecosistemas afectados por un cambio abrupto desarrollado por el hombre. Ya que gracias a estas herramientas de gestión se reducen los daños y se retribuye a la biodiversidad y a las comunidades afectadas por los impactos negativos que dejó el proyecto.

Bibliografía

IGAC. (2014). Instructivo. I40100-05/14. V1. Zonificación Climática. Grupo Interno de trabajo de levantamiento agrologicos.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Instituto Humboldt), Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés (Invemar) e Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Memoria técnica. (2017). Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (MEC), escala 1:100.000. 170 pp.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Manual de Compensaciones del Componente Biótico. República de Colombia.
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Decreto 1640 de 2012. República de Colombia.

ENLACE SUSTENTACIÓN

<https://youtu.be/PTuhECyrVf8>