

**Delimitación y caracterización de áreas potenciales para
mercados de carbono (Mc) por reforestación en el Caribe
Colombiano**



Angelica María Barrios Martínez

Yaisuris Lorena López Molina

Universidad de la Costa

Departamento Civil y Ambiental

Programa de Ingeniería Ambiental

Barranquilla

2021

**Delimitación y caracterización de áreas potenciales para
mercados de carbono (Mc) por Reforestación en el Caribe**

Colombiano

Angélica María Barrios Martínez

Yaisuris Lorena López Molina

Trabajo de grado para optar al título de:

Ingeniero Ambiental

Tutores:

Dilson Goethe

Luisa Fernanda

Pinzón

Universidad de la Costa

Departamento Civil y Ambiental

Programa Ingeniería Ambiental

Barranquilla

2021

Nota de aprobación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Barranquilla, Colombia

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, amigos, docentes y tutores, que nos apoyaron en cada paso de este maravilloso proceso, el cual nos ha dejado grades enseñanzas profesionales y personales.

Agradecimientos

A nuestras familias, amigos, docentes y tutores quienes, con su conocimiento y experiencia, nos guiaron y acompañaron en cada paso, gracias por su perseverancia y por creer en nosotras hasta el final.

Resumen

En la actualidad existen diversas investigaciones que tratan la importancia de la reforestación como componente esencial en la restauración de ecosistemas, al identificar el posible uso de este tipo de proyectos para Mercados de Carbono o también llamado Comercio de Emisiones. El presente estudio buscó mediante la aplicación de metodologías estadísticas y herramientas SIG, la delimitación de áreas en la Región Caribe Colombiana con un potencial Alto, Medio o Bajo, para el diseño e implementación de proyectos de reducción y comercialización de emisiones de GEI, a través de la reforestación con un porcentaje de especies nativas que asegure el balance de los ecosistemas más vulnerables de la región. Haciendo uso de información secundaria obtenida de fuentes oficiales públicas o privadas, se realizó un análisis documental y espacial, el cual tuvo como primer paso la selección de la región Caribe como objeto de estudio, siendo requerida información de tipo física relevante para la investigación como climatología, hidrología y ecosistemas. Posteriormente se aplicó el método estadístico de Matriz de Saaty, para la ponderación de las capas geográficas previamente delimitadas a la región y categorizadas. Generando así un mapa final con las posibles áreas de mayor a menor potencial para proyectos que puedan ingresar a MC por reforestación. Como resultado tenemos que Caribe en su extensión casi total tiene un potencial Medio para la ejecución de este tipo de proyectos, debido a sus características únicas a nivel geográfico, por su interconexión con Mar y Río, y sus condiciones socioeconómicas que promueven el desarrollo y la inversión en la región. El presente estudio puede considerarse como una línea base en este campo, para una clasificación más precisa de la región, se recomienda la actualización de la información geográfica, la toma de muestras específicas in-situ y elaborar mejores proyecciones financieras de los proyectos.

Palabras clave: Mercado de Carbono, Reforestación, SIG, Emisiones GEI, Cambio Climático, Caribe

Abstract

Currently, various investigations address reforestation's importance as an essential component in the restoration of ecosystems, by identifying the possible use of this type of project for Carbon Markets also called Emissions Trading. The present study sought, through the application of statistical methodologies and GIS tools, the delimitation of areas in the Colombian Caribbean Region with a High, Medium, or Low potential, for the design and implementation of projects for the reduction and commercialization of GHG emissions, through of reforestation with a percentage of native species that ensures the balance of the most vulnerable ecosystems in the region. By using secondary information obtained from official public or private sources, a documentary and spatial analysis was carried out, which had as a first step the selection of the Caribbean region as the study object, requiring relevant physical information for research such as climatology, hydrology, and ecosystems. Subsequently, the statistical method of the Saaty Matrix was applied, for the weighting of the geographical layers previously delimited to the region and categorized each according to the High, Medium, or Low ranges. Thus, generating a final map with the possible areas from highest to lowest potential for projects that can enter the CM through reforestation. As a result, its have that the Caribbean in its almost total extension has a Medium potential for the execution of this type of projects, due to its unique characteristics at a geographical level, due to its interconnection with Mar and Rio, and its socio-economic conditions that promote development and investment in the region. The present study can be considered as a baseline in this field, since, for a more precise classification of the region, it is recommended to update the geographic information provided, taking specific in -site samples, and prepare better financial projections for the projects.

Keywords: Carbon Markets, Reforestation, GIS, GHG Emissions, Climate Change, Caribbean.

Contenido

1. Introducción.....	17
2. Planteamiento del problema	20
2.1. Formulación del problema	23
2.2. Sistematización del problema.....	23
3. Objetivo general.....	24
3.1. Objetivos específicos.....	24
4. Justificación	25
5. Marco de referencia	27
5.1. Marco Teórico	28
5.2. Marco Legal	36
5.3. Estado del Arte	44
6. Metodología.....	62
6.1. Selección de estrategia Espacial de acuerdo a Criterios adicionalidad de ICONTEC.....	64

6.2. Definición de la normativa y formas de financiación nacional e internacional vigente para los proyectos que hagan parte de MC	76
6.3. Proceso SIG para delimitación de posibles zonas potenciales para MC por reforestación. 79	108
6.3.1. Proceso de determinación de Capa Social - Comunidades Indígenas y Negras	113
6.3.2. Proceso de determinación de Capa Económica - DANE	115
6.3.3. Proceso de determinación de Capa Territorial – Predios IGAC	118
6.3.4. Proceso de determinación de Capa Forestal – Clasificación UPRA	121
6.3.5. Ponderación de las variables seleccionadas y otras consideraciones	127
6.3.6. Recolección de información secundaria para la caracterización física, biótica y territorial de las posibles áreas para MC por reforestación.....	130
7. Análisis de resultados y recomendaciones	
7.1. Análisis documental del alcance geográfico en el portafolio de áreas para MC por	137
reforestación:.....	137
7.1.1. Localización Geográfica.....	138
7.1.2. Ecosistemas y Biomas	139

7.1.3. Climatología	140
7.1.4. Hidrografía	141
8. Conclusiones y Recomendaciones.....	158
9. Referencias	160

Lista de Tablas

Tabla 1. Estado del Arte	39
Tabla 2. Ponderación capas espaciales estudio.	55
Tabla 3. Índice Aleatorio	56
Tabla 6. Comparativo Mercado regulado y voluntario	68
Tabla 7. Listado de Proyectos de MC voluntarios en Colombia	69
Tabla 8. Listado de Proyectos de MC obligatorios en Colombia	71
Tabla 9. Criterios de clasificación - Capa Social	85
Tabla 10. Criterios de clasificación - Capa Económica	87
Tabla 11. Criterios de clasificación - Capa Territorial	89
Tabla 12. Criterios analizados para Zonificación de Plantaciones Forestales con Fines Comerciales en Colombia	91
Tabla 13. Exclusiones y Condiciones para Zonificación de Plantaciones Forestales con Fines Comerciales en Colombia	93
Tabla 15. Criterios de clasificación - Capa Forestal	95
Tabla 16. Ponderación de capas espaciales estudio.....	96

Tabla 17. Resultado Potencial Capa Forestal en la región Caribe	115
Tabla 18. Resultado Potencial Capa Económica en la región Caribe	116
Tabla 19. Resultado Potencial Capa Social en la región Caribe	117
Tabla 20. Resultado Potencial Capa Territorial en la región Caribe	119
Tabla 21. Resultado Potencial Capa Final en la región Caribe	120

Lista de figuras

Figura 1. Herramientas Criterios de Adicionalidad.....	49
Figura 2. Criterios de Adicionalidad ICONTEC, seleccionados para el estudio.	52
Figura 3. Esquema construcción de jerarquías.	53
Figura 4. Esquema Establecimiento de prioridades.	54
Figura 5. Cantidades - Emisiones por Departamento en la Región Caribe. Fuente: Inventario Nacional y Departamental de GEI – Colombia, 2012	59
Figura 6. Emisiones por Departamento en Colombia y la Región Caribe.	60
Figura 7. Absorciones por Departamento en Colombia.	61
Figura 8. Cantidades - Absorciones por Departamento en la Región Caribe.	61
Figura 9. Regulación CNMUCC, Comisión Europea, etc.	63

Figura 10. Actores de un SIG.	81
Figura 11. Componentes críticos en un SIG.	82
Figura 12. Ponderación de capas espaciales del estudio.	84
Figura 13. MPM de fuente censal, Departamento del Atlántico.	87
Figura 14. Zonificación de Plantaciones Forestales con Fines Comerciales en Colombia. .	91
Figura 15. Aptitud de áreas para Zonificación de Plantaciones Forestales con Fines Comerciales en Colombia.	95
Figura 16. Mapa Cambio de Bosques 2005 – 2010.	97
Figura 17. Mapa Cambio de Bosques 2010 – 2016.	98
Figura 18. Logo del Ministerio del Interior de Colombia - Sistema de Información Indígena de Colombia.	100
Figura 19. Logo del Departamento Administrativo Nacional de Estadística.	101
Figura 20. Logo de Parques Nacionales Naturales de Colombia.	101
Figura 21. Logo del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.	103
Figura 22. Logo de la Unidad De Planificación Rural Agropecuaria.	104
Figura 23. Mapa Departamentos de la Región Caribe Colombiana.	106
Figura 24. Localización Río Magdalena.	109
Figura 25. Localización Río Cauca.	110

Figura 26. Localización Río Sinú.	111
Figura 27. Localización San Jorge.	112
Figura 28. Localización Río Cesar.	112
Figura 29. Clasificación Áreas con Potencial para Mercados de Carbono por Reforestación, Capa Forestal – Clasificación UPRA.	114
Figura 30. Clasificación Áreas con Potencial para Mercados de Carbono por Reforestación, Capa Económica – DANE.	115
Figura 31. Clasificación Áreas con Potencial para Mercados de Carbono por Reforestación, Capa Social - Comunidades Indígenas y Negras.	117
Figura 32. Clasificación Áreas con Potencial para Mercados de Carbono por Reforestación, Capa Territorial – Predios IGAC.	118
Figura 33. Clasificación Áreas con Potencial para Mercados de Carbono por Reforestación, Capa Final – Ponderación Potencial Total.	120
Figura 34. Tabla Herramienta “Weighted Overlay” (Superposición Ponderada) ArcGIS. ...	121

Ecuaciones

Ecuación 1. Índice de Consistencia	55
Ecuación 2. Proporción de Consistencia	57
Ecuación 3. Relación de Consistencia	57

Introducción

Los Mercados de Carbono (MC) surgen a partir de la necesidad global en la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) necesarias de acuerdo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS, Agenda 2030) aun garantizando su rentabilidad, generando así un sistema estandarizado internacionalmente de “Comercio de Emisiones”. Los MC, se definen como el sistema de comercio a través del cual los gobiernos, empresas o individuos pueden vender o adquirir unidades de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Incluye al mercado regulado y al mercado voluntario. (Barros, 2011)

Pero antes de avanzar más en este contexto, se debe tener claridad acerca de que son los gases de efectos invernadero (GEI); estos son compuestos químicos en estado gaseoso como el vapor de agua, el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O) que se acumulan en la atmósfera de la Tierra y que son capaces de absorber la radiación infrarroja del Sol, aumentando y reteniendo el calor en la atmósfera, intensificando sus efectos sobre el clima en la medida que aumentan. (MADS, 2020)

De forma general existen dos tipos de Mercados de Carbono; los de cumplimiento regulado y los voluntarios. El mercado regulado es utilizado por empresas y gobiernos que, por ley, tienen que rendir cuentas de sus emisiones de GEI. Está regulado por regímenes obligatorios de reducción de carbono, ya sean nacionales, regionales o internacionales. En el mercado voluntario, en cambio, el comercio de créditos se produce sobre una base facultativa. Las dimensiones de los dos mercados difieren notablemente. En 2008, se comercializaron a nivel mundial en el mercado regulado 119.000 millones de dólares estadounidenses (US\$), y en el

voluntario, 704 millones US\$ (FAO, 2010). Los tres mecanismos que existen a partir del Protocolo de Kyoto, son muy importantes para el mercado regulado: el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL), la Ejecución Conjunta (JI, siglas en inglés) y el Régimen para el comercio de derechos de emisión de GEI de la Unión Europea (ETS, siglas en inglés) (FAO, 2010) Los países en desarrollo, como Colombia, sólo pueden participar en el MDL.

La historia de los Mercado de Carbono en Colombia empezó hace 4 años, cuando el gobierno nacional se comprometió a reducir el 20% de sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que llegan a la atmosfera, en cumplimiento de la Agenda 2030 de Naciones Unidas, dicho acuerdo se realizó en la Cumbre de Cambio Climático (COP21) en Paris. Dentro de las estrategias especificadas, el país prometió aumentar la extensión de las áreas protegidas, reducir la deforestación, delimitar y proteger los 36 complejos de paramos, cuidar las principales cuencas y realizar planes de mitigación y adaptación para los municipios más vulnerables.

Específicamente la Región Caribe, es considerada una de las más importantes en temas de biodiversidad, debido a su interconexión con Mar Caribe y el Rio Magdalena además de otras cuencas directas al mar, con una gran predominancia de planicies, y la serranía de Santa Marta, entre otras, por este gran potencial se puede dimensionar como una zona estratégica del país para la generación de proyectos viables en ingresar a MC, creados en el año 2005 luego de la entrada en vigencia del Protocolo de Kioto, que luego fue sustituido y adoptado por Colombia a través del

Acuerdo de Paris en el 2015. (Carmen Rosa Montes-Pulido, 2014)

Cartagena, Barranquilla y Santa Marta, son considerados como el nodo central de una región Caribe proyectada como una ciudad-región de talla mundial. Su posición geoestratégica, su rica

cultura, sus abundantes recursos naturales, su inagotable talento humano y la proximidad entre esas tres capitales son algunas de las razones que hacen pensar que el Caribe tiene el potencial para alcanzar una significativa relevancia internacional. Esta dimensión cobija de igual manera a San Andrés y Providencia, Santa Catalina, Córdoba, Sucre, Cesar, La Guajira y el Urabá antioqueño, región que tiene todo el potencial para convertirse, por ejemplo, en la despensa alimentaria (Mac Master, 2016), entre otros bienes y servicios ecosistémicos de la cuenca del Caribe.

Esto a través de estrategias que optimicen los recursos invertidos en dichos proyectos, así como su retorno o los beneficios que pudiese tener. En general estos proyectos requieren de grandes extensiones de terreno, así como capacidad técnica y financiación, para garantizar su rentabilidad al momento de la transacción en términos de reducción de emisiones.

Dado lo anterior, surge la necesidad de delimitar y especializar las áreas potenciales para el desarrollo de proyectos de mecanismos de desarrollo limpio teniendo a involucrar el mercado desde Carbono por reforestación obligatorias o voluntaria, el objetivo de la presente investigación busca dar respuesta a esta necesidad a través del el análisis espacial de ciertas variables, previamente seleccionadas de acuerdo a las características propias de la región, en donde es posible mapear áreas de alto valor para diversas combinaciones de posibles beneficios de estos proyectos. Al localizar áreas de interés tales como áreas viables para reforestación, bosques con altos niveles de carbono, bosques naturales o las áreas importantes para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, los mapas permiten asignar un “potencial de viabilidad” a las áreas identificadas con un mayor porcentaje.

Planteamiento del problema

Conforme aumenta el deterioro ambiental a nivel global, también crece la preocupación en grandes sectores de la población por encontrar herramientas para revertir estas tendencias negativas, tomando en cuenta los problemas sociales y económicos específicos de cada país. Los programas de captura de carbono en bosques son instrumentos con enorme potencial para contribuir a la transición hacia el desarrollo sustentable. La primera solución que viene a la mente es deshacerse del exceso de gases invernadero que causan el calentamiento global.

(Vargas-Mena

Amescua & Yáñez Sandoval, 2007)

Por otro lado, Colombia es uno de los países de Latinoamérica y el Caribe que mayor emisión genera según la contribución global. Al año 2012, las emisiones per cápita del país son de 4 Ton CO₂ eq/habitante siendo esta similar al impacto de países africanos como Congo (4,08 Ton CO₂ eq/habitante) y Liberia (4,02 Ton CO₂ eq/habitante) y a las de Uruguay (4,34 Ton CO₂ eq/habitante) en Latinoamérica. (IDEAM, 2012)

Estudios publicados por el IDEAM en el año 2016, establecen que en los últimos 20 años las emisiones del país aumentaron en un 15%; 35.000.000 Ton CO₂eq, pasó de 245 Mton CO₂eq en el año 90 a 281.5 Mton CO₂eq en el año 2010. Posteriormente se calculó que en el 2012 el país emitió 258.000.000 Ton CO₂eq. En este mismo año los sectores que más generaron emisiones fueron el sector forestal con un aporte del 36%, seguido del sector agropecuario con un 26%, otros sectores con participaciones significativas en la emisión de GEI fueron; las Industrias manufactureras (11%), Transporte (11%) y Minero-energético (10%). (IDEAM, 2016)

Siendo el sector forestal quien encabeza la lista de contribuyentes al aumento de emisiones de GEI en el país, es claro que esta problemática tiene sus raíces en la deforestación y degradación de los bosques y la consideración de que las acciones para reducir las emisiones del sector AFOLU son las más costo-efectivas. Los proyectos REDD+ buscan dotar de valor económico al carbono almacenado en los bosques generando un incentivo para que los países en desarrollo; como Colombia, reduzcan sus emisiones derivadas de la deforestación e inicien el camino hacia un desarrollo sostenible. (Quevedo Niño, 2017)

En este escenario, se entiende a la deforestación como uno de los principales responsables de la emisión de grandes cantidades de GEI debido a la liberación de carbono almacenado; en promedio, la tala de una hectárea de bosque tropical para cultivar puede producir emisiones de $892 - 300 = 592$ Ton CO₂eq. (IDEAM, 2012) De acuerdo con los datos históricos del Inventario GEI, del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales- (IDEAM, 2016). El 40% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero en Colombia son generadas por la deforestación del bosque natural, de las cuales el 25% corresponde a otras tierras forestales y el 11% a cultivos Así mismo, el consumo de leña y la pérdida de carbono de los suelos representan el 19% de las emisiones a razón la deforestación asociada a los proceso de crecimiento de la actividad ganadera, comercialización indiscriminada de productos madereros, expansión urbana, proyectos de infraestructura, entre otras. (IDEAM, 2016)

Por otro lado, en el país la conversión de bosques y pradera representó cerca del 9.2% (dato a 2017) de las emisiones de CO₂eq, siendo el manejo sostenible de los bosques naturales un elemento clave para la reducción de las emisiones de GEI, dado su importante potencial de mitigación puesto que el 55% del territorio del país está cubierto por bosques naturales. No obstante, son pocos los programas de manejo sostenible que se encuentran en marcha. Casi el

50% de los bosques del país ha sido otorgado a descendientes de origen africano y a las comunidades indígenas, lo que les ha dado importancia a los programas forestales tanto desde el punto de vista social como económico (UNFCCC, 2017).

Aun cuando los MC se crearon en Colombia principalmente como un mecanismo económico y ambientalmente sostenible, como parte de su compromiso al ser uno de los países participantes del Protocolo de Kyoto en el año 2000, este solo compromete a los países industrializados a estabilizar o reducir sus emisiones de GEI. Es a partir de la firma del Acuerdo de Paris (2015), que se le generó una obligación del 20% de reducción de emisiones al 2030 siendo un aproximado frente al escenario tendencial de 66,5 Ton CO₂eq, de acuerdo con los datos generados en la Estrategia Nacional de Financiamiento Climático (ENFC).

Esto ha conllevado a nuevas problemáticas de tipo económicas de posible doble contabilidad de unidades de reducción e incluso de algún tipo de manipulación de cifras para disminuir las metas de emisión en el país y así obtener más unidades disponibles para su venta (Bonos de carbono) a los países industrializados. Adicionalmente el país posee una brecha financiera a fin del cumplimiento de la Agenda 2030 estimada inicialmente en 23 Billones COP/ 2,3 Billones COP anuales con relación a la demanda de mitigación (54 Billones COP/3,1 Billones COP anuales) y a la oferta de inversión Pública y Privada Nacional (7,8 Billones COP /0,78 Billones COP anuales). (ENFC, 2017)

Particularmente en la Región Caribe, los MC son un tema, aunque bastante tratado, muy poco practicado en términos de registro de proyectos. Algunas de las principales causas de esta situación, es la desarticulación de las entidades encargadas de liderar iniciativas en proyectos de

este tipo, esto ha ocasionado que no se cuente con las base de datos y documentación necesarias para el diseño e implementación de proyectos idóneos para mercados voluntarios de carbono, como último factor limitante tenemos el poco compromiso y desorganización de las comunidades cercanas a áreas ambientalmente estratégicas para el planteamiento y la ejecución de dichos proyectos.

Formulación del problema

¿Cuáles serían las áreas potenciales en el caribe colombiano viables para el desarrollo de proyectos de compensación por reforestación para Mercados de Carbono?

2.2. Sistematización del problema

¿Qué tipo de información a escala territorial se ha tomado en los departamentos de la Región Caribe, para la selección de posibles áreas para Mercados de Carbono?

¿Cuál sería una metodología validada para la delimitación de áreas potenciales para el desarrollo de proyectos de compensación por reforestación viables para los Mercados de Carbono en el Caribe colombiano?

¿Cómo se podría desarrollar un portafolio con información clave de las áreas potenciales para el desarrollo de proyecto de compensación por reforestación viables para el Mercado Carbono en el Caribe Colombiano?

Objetivo general

Elaborar la línea base para un portafolio de áreas potenciales para el desarrollo de proyectos por reforestación viable para el Mercado de Carbono en la Región Caribe.

Objetivos específicos

- Analizar el estado de los ecosistemas estratégicos con potencial de reforestación en la región caribe a través de la toma de datos a escala territorial en fuentes de información secundaria.
- Desarrollar a partir de métodos estadísticos las variables y rangos necesarios, para la selección de áreas potenciales para el desarrollo de proyecto de compensación por reforestación viable para Mercados de Carbono en el Caribe Colombiano.
- Construir los mapas por variables o capas espaciales que posteriormente serán ponderadas y analizadas para la selección de áreas potenciales en el desarrollo de proyecto de compensación por reforestación viable para Mercados de Carbono en el Caribe Colombiano

Justificación

Colombia se ha convertido en un mercado apetecido por empresas internacionales para MC, estas buscan poder cumplir con sus metas de reducción en cuanto a la emisión de GEI. En el ámbito nacional, se calcula que un 60% de los empresarios colombianos están dispuestos a asumir compromisos para reducir sus emisiones y mitigar su impacto ambiental (Méndez Raigoza & Restrepo Amariles, 2013).. Para ello, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) ha generado estrategias de mitigación (ECDBC y ENREDD+) las cuales tienen como propósito identificar y evaluar escenarios y opciones de reducción de emisiones que contribuyan a alcanzar las metas y la senda de emisiones propuesta en la política. (PNCC, 2017)

A través de estos planes, los Ministerios estructuran las intervenciones de cambio climático en el desarrollo de cada sector (infraestructura, minero-energético, industrial, entre otros) e identifican para su implementación las fuentes de recursos financieros que son necesarios para su ejecución y que se deben incorporar en sus planes e instrumentos, y de la misma manera, ser capaces de identificar las acciones que deben ser implementadas junto con otros ministerios, debido a su naturaleza transversal. (PNCC, 2017)

Los proyectos de forestación y reforestación tipo REDD+, implican convertir “no forestal” en “bosque”. Tanto para el desarrollo de actividades tradicionales (productos leñosos, por ejemplo), como para aumentar la cantidad de carbono almacenado en la biomasa forestal y los suelos. Particularmente, la región caribe tiene una riqueza de 294 especies de árboles (Arias Rojas, 2019).

Por tal motivo, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), ha reconocido los esfuerzos que el país ha implementado en materia de compensaciones, valorando la elaboración del primer Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad, el cual fue presentado y adoptado en el año 2012 a través de la Resolución 1517 y actualizado a través de la Resolución 0256 de 2018, se dio un avance significativo en el enfoque de las compensaciones, ya que se pasó de una visión forestal a una visión ecosistémica. (GIZ, 2017)

Para tal efecto, el Manual establece que las autoridades ambientales regionales (CAR's) desarrollaran portafolios de áreas prioritarias de compensación que faciliten la identificación de las áreas ecológicamente equivalentes y el diseño e implementación de las acciones de compensación, con el fin de articular sus resultados a metas nacionales y regionales de conservación (CRA, 2018). El portafolio se realizó en 2015 con base en información cartográfica a escala 1:100.000 a partir del análisis de las unidades hidrográficas en términos de ecosistemas y especies, aproximación a los servicios ecosistémicos de oferta de agua y los factores de riesgo. (GIZ, 2017)

Como resultado se obtuvo que este portafolio marco un hito en la generación de herramientas regionales (por ejemplo; la adopción del portafolio por parte de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico - CRA) (CRA, 2018) para facilitar la asignación de compensaciones y la toma de decisiones en los procesos de licenciamiento ambiental. Mas aun, su enfoque multivariable no solo apoya la identificación de áreas prioritarias para la compensación, sino que permite dar los lineamientos para otros instrumentos de ordenamiento territorial como son las determinantes ambientales, unidades hidrográficas, la estructura ecológica principal, o para el caso de este trabajo las zonas con potencial para MC por reforestación. (GIZ, 2017)

No obstante, el portafolio aun cuenta con algunos limitantes, en el ámbito cartográfico; lo referente a escalas, años de elaboración de la cartografía, memorias descriptivas, ausencia de metadatos, entre otros, que restringen la calidad del portafolio. Para el componente de servicios ecosistémicos, se sugiere a las CAR's avanzar en el desarrollo de metodologías de mapeo y su respectiva valoración. Así como, el establecer una línea base cartográfica a nivel regional de cada uno de los componentes de priorización a una escala más detallada, que permita refinar los lineamientos establecidos para cada uno de los escenarios de conservación. (GIZ, 2017)

Ahora bien, pese a los limitantes actuales en el portafolio de compensaciones, en la Región Caribe se evidencia un gran potencial para el apalancamiento de inversión nacional e internacional, a través de proyectos que hagan parte de un portafolio de áreas para MC en una plataforma digital o un Geoportal de consulta pública, que además de aumentar los indicadores de desarrollo económico y social del país, aportan directamente al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) mundiales y a las estrategias de sostenibilidad del sector tanto público como privado de la región. Para ello, el presente trabajo de grado desarrollará una línea base haciendo uso de la información secundaria disponible y herramientas SIG, en la delimitación de las posibles áreas que puedan ser verificadas en proyectos de reducción de emisiones para MC.

Marco de referencia

A continuación, se presentan los conceptos considerados como claves para este trabajo investigativo, así como la normativa asociada a las temáticas tratadas y el estado del arte:

Marco Teórico

- **Cambio Climático:**

Se define como el incremento gradual de la temperatura del planeta acompañado de una mayor frecuencia e intensidad de los fenómenos climáticos; es decir, una mayor variabilidad natural del clima observado durante periodos de tiempos comparables.

Algunas de las consecuencias de esta problemática incluyen el calentamiento de la atmósfera y el océano, la disminución de volúmenes de nieve y hielo, el aumento del nivel del mar y su acidificación, la migración de vectores causantes de enfermedades, la pérdida de biodiversidad, la amenaza a las fuentes de agua y a la seguridad alimentaria, entre otras.

No menos complejos, son los impactos económicos que trae el cambio climático para el desarrollo, incluyendo el crecimiento del PIB, Los fenómenos de variabilidad climática como La Niña y el Niño, han generado impactos económicos significativos en el país. La Niña (2010-2011) ocasionó daños del orden de 11,2 Billones COP, siendo vivienda y transporte los sectores más afectados. Por otro lado, El Niño (2014-2016) implicó inversiones en atención de emergencia de 1,6 Billones COP, principalmente en el sector de agua potable, este también produjo la afectación de 188 mil Hectáreas por incendios forestales, causando la pérdida en 2015 de 23 mil Hectáreas de Bosque que implica pérdidas acumuladas de 2,9 Billones COP en los próximos 30 años, por afectación en los servicios ecosistémicos. (Congreso de Colombia, 2017)

- **Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL):**

Es un esquema de proyectos y de proyectos programáticos implementados por países con compromisos de reducción de emisiones en países que no lo tienen. Los países donde se realizan

los proyectos se benefician de la transferencia de tecnología, los flujos de capital de inversión para proyectos de mitigación y los resultados que estos ofrecen para las políticas de desarrollo sustentable. (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2018)

Tipos de Actividades MDL:

En principio, cualquier actividad del MDL puede calificarse como un proyecto MDL, con excepción a: la energía nuclear y la limitación del uso de la tierra, el cambio del uso del suelo y proyectos de silvicultura para la forestación y reforestación (LULUCF por sus siglas en inglés) (CDM Watch, 2012) Estas normas flexibles se han traducido en una gran variedad de diferentes actividades de proyectos a diferentes escalas. Por lo tanto, las reglas del MDL han sido adaptadas con el tiempo y cuentan con normas específicas para determinados tipos de actividades del proyecto:

Proyectos de pequeña escala (SSC por sus siglas en inglés Small Scale Projects):

Se definen como los proyectos de energía renovable o eficiencia energética menor a 15 MW/año, los proyectos de reducción de emisiones menores de 15 kTonCO₂/año, entre otras características especiales en comparación a los proyectos MDL de escala tradicional.

Proyecto de Sumideros:

También llamados proyectos de forestación y reforestación son diferentes a otras actividades de proyectos del MDL ya que no reducen las emisiones de GEI, sino que las retiran por un determinado período de tiempo (20 años renovable por máximo 60 años)

Programa de Actividades (PoAs, Programme of Activities):

Por lo general, las políticas o estándares no pueden ser considerados como actividades de proyectos de MDL. Sin embargo, en el PoA, tanto las políticas que incentivan la reducción de GEI o su absorción a través de sumideros pueden calificar como proyectos de MDL.

Servicios Ecosistémicos y Biodiversidad:

Son los beneficios que se obtienen de la naturaleza. Hay 4 tipos: Soporte, abastecimiento o provisión, regulación y culturales. (Arenas, 2017). Por otro lado, la definición más extendida nos la ofrece el Convenio sobre Diversidad Biológica de 1992. Biodiversidad es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos y otros sistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. (Fundación Biodiversidad, 2020)

Sistemas de información geográfica. – SIG

Pueden definirse como; los sistemas que permiten almacenar datos espaciales para su consulta, manipulación y representación. La representación de datos espaciales es el campo de estudio de la Cartografía. La gestión de datos espaciales constituye la herramienta informática más adecuada y extendida para la investigación y el trabajo profesional en Ciencias de la Tierra y Ambientales.

(Alonso Sarría, 2005)

En este orden de ideas, la espacialización de áreas de importancia ambiental, mediante el análisis espacial de ciertas variables propias de cada país o región, hace posible el mapeo de áreas de alto valor para diversas combinaciones de posibles beneficios ambientales (Prieto Salamanca, 2017), al localizar áreas de interés tales como bosques con altos niveles de carbono,

bosques naturales o las áreas importantes para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, los mapas permiten identificar las posibilidades para alcanzar múltiples beneficios.

Adicionalmente, los SIG disponen de grandes capacidades para la geolocalización, ya que los datos espaciales que se obtienen son usados para predecir las amenazas del cambio climático sobre los cultivos agrícolas o plantaciones forestales (Sosa-Escalona, Peña Casadevalls, & SantiestebanToca, 2017) Estos análisis son de gran interés debido a su capacidad de organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelación de las condiciones climáticas, así como descripción de las zonas de plantaciones más vulnerables, por ejemplo; en cuanto a las condiciones hídricas del suelo, presencia de minerales y de salinización (fotogrametría). De igual forma, brinda la posibilidad de variar los criterios bajo los cuales son identificadas dichas zonas, realizar el análisis y predicción de los riesgos.

- **Metodología CLC:**

Es una metodología europea, posteriormente adaptada a Colombia, que permite describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura de la tierra, interpretadas a partir de la utilización de imágenes de satélite de resolución media (Landsat) y ortofotomosaicos para la construcción de mapas de cobertura a diferentes escalas. Con esta sistematización se jerarquizaron categorías según los datos adquiridos y las condiciones del terreno. Su desarrollo conlleva la aplicación de las siguientes etapas; Adquisición y Preparación de la información, Análisis e Interpretación de las coberturas, Verificación en campo, Control de calidad y Generación de la capa temática a escala 1:100.000. (IDEAM, 2017)

Para cada grupo de coberturas se propone un nivel de unidades con el detalle que se considera adecuado para obtener la cartografía a escala 1:100.000 de coberturas de la tierra, el nivel que el

usuario decida aplicar dependerá también de la resolución espacial de las imágenes de satélite disponibles, de las condiciones ambientales de cada región del país y de los requerimientos específicos de los usuarios. (IDEAM, 2017)

La metodología CLC, es la base fundamental de para el aumento de la información a escala 1:25.000 permitiendo el aumento de la calidad de información en áreas de 6,25 Has. En este sentido es considerada esta la unidad mínima de muestreo en la escala semi-detallada para comparar estadísticamente, con mayor confiabilidad, los temas referidos a la homogeneidad y el cambio temporal de coberturas. (IDEAM, 2017)

- **Compensaciones Ambientales:**

Son las medidas que se toman para resarcir cualquier impacto residual significativo adverso que no se pueda evitar, minimizar o reparar/restaurar, a fin de alcanzar la no pérdida neta o una ganancia neta de biodiversidad. (Sarmiento, Buitrago, & Cardona, 2015)

- **Captura de carbono y REDD+:**

Extracción y almacenamiento de carbono de la atmósfera en sumideros de carbono (como los océanos, los bosques o la tierra) a través de un proceso físico o biológico como la fotosíntesis. Los seres humanos han intentado aumentar el secuestro de carbono plantando nuevos bosques. (Green Facts, 2021)

Por otro, los proyectos REDD+, son un mecanismo internacional en construcción por la

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático - CMNUCC, cuyo objetivo es ayudar a que las emisiones de dióxido de carbono producidas por la deforestación y degradación de bosques (selvas), se reduzcan, para así atenuar el Cambio Climático. Con REDD+ se espera además contribuir a conservar y mejorar los servicios que prestan los bosques y al desarrollo de las comunidades que los habitan o dependen de estos. (MADS, 2021)

- **Toneladas Equivalente de CO₂ (Ton CO₂eq):**

Es una medida para expresar en términos de CO₂ el nivel de calentamiento global que tienen los otros gases de efecto invernadero. (Ejemplo: 1 tonelada de Metano CH₄ es equivalente a 25 toneladas de CO₂eq). La utilización de CO₂ sólo comprende al gas dióxido de carbono. El empleo de CO₂e comprende al CO₂, CH₄, N₂O y los gases fluorados. (OBCCD, 2020)

- **Bonos de carbono**

También llamados créditos de carbono o bonos verdes; corresponden a un conjunto de instrumentos que se pueden generar como mecanismos de descontaminación, cuyo objetivo es la reducción de las emisiones de Gases Efecto Invernadero causantes del cambio climático, específicamente el calentamiento global. La reducción de emisiones se certifica mediante los CER's (Certified Emission Reductions), los cuales constituyen una clase de bonos de carbono.

(Díaz-Cruz, 2015)

Dicho Certificado se considera como la unidad de medida que corresponde a una tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente (Ton CO₂eq) que ha sido reducida por medio de un proyecto de reducción de emisiones (captura de carbono) y es emitido en la etapa de ejecución del proyecto y se comercializan (transan) en un mercado de carbono. Los CER's se adjudican en una cuenta electrónica a favor de quienes desarrollen proyectos, cuando se haya certificado que realmente existió la reducción de emisiones y se venden dependiendo de la oferta y demanda de estos. La Junta Ejecutiva del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), creada por el Protocolo de Kyoto, es la encargada de expedir las Reducciones Certificadas de Emisiones (CER's), además de registrar y supervisar el funcionamiento de los MDL. (Díaz-Cruz, 2015)

Mercados de carbono

Es un sistema creado para el intercambio de bonos o créditos de carbono, y se negocian principalmente tres clases de activos: los Permisos de Emisión, los Certificados de Reducción de Emisiones basados en proyectos y los Certificados de Reducción de Emisiones voluntarios. Se conocen dos grandes clasificaciones del mercado de carbono: el obligatorio y el voluntario. El primero es aquel que quedó establecido en el Protocolo de Kyoto, actualizado a través del Acuerdo de París (2015) y al cual deben acudir los países firmantes del mismo y en el segundo, gobiernos y empresas, de manera voluntaria, negocian reducciones certificadas de emisiones (CER's). (DíazCruz, 2015)

- **Ponderación de variables y Matriz de Saaty**

La ponderación es una técnica estadística que se puede utilizar para corregir cualquier desequilibrio en los perfiles de muestra después de la recopilación de datos. (QuestionPro, 2020)

Ahora bien, para una cuantificación efectiva de estas variables se utilizó el método estadístico de Matriz de Saaty, también conocido como; Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP), desarrollado por el profesor Thomas L. Saaty en la década de los 70's, es un método que selecciona alternativas en función de una serie de criterios o variables, normalmente jerarquizados, los cuales suelen entrar en conflicto. En esta estructura jerárquica, el objetivo final se encuentra en el nivel más elevado, y los criterios y subcriterios en los niveles inferiores. (Yepes Piqueras, 2018)

- **Herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica):**

Suele aplicarse a sistemas informáticos orientados a la gestión de datos espaciales que constituyen la herramienta informática más adecuada y extendida para la investigación y el trabajo profesional en Ciencias de la Tierra y Ambientales. Se trata de herramientas complejas, reflejo de la complejidad del objeto de estudio de estas ciencias, fruto de la evolución y fusión de programas de muy distinto tipo que anteriormente se había utilizado de forma independiente. (Sarría, 2003)

Geoportal:

Es un sitio Web cuyo objetivo es ofrecer al usuario, de forma práctica e integrada, el acceso a una serie de recursos y servicios basados en información geográfica. Así, dentro de una Infraestructura de Datos Espaciales, los geoportales resuelven la conexión física y funcional entre los almacenes de datos geográficos y los usuarios de Información Geográfica. (Moya Honduvilla, Bernabé Poveda, & Manrique Sancho, 2003)

Marco legal

- **Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC - 1994):**

Adoptada en 1992 y que entró en vigor en 1994, ha sido ratificada por 195 países (Partes de la Convención). La Convención reconoce la existencia del problema del cambio climático, y establece un objetivo último: lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera con el fin de impedir interferencias antropogénicas (causadas por el ser humano) peligrosas en el sistema climático. Además, indica que ese nivel debe lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible. (MITECO, 2021)

- **Protocolo de Kyoto (2000):**

Pone en funcionamiento la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático comprometiendo a los países industrializados a limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de conformidad con las metas individuales acordadas. La propia Convención sólo pide a esos países que adopten políticas y medidas de mitigación y que informen periódicamente. El Protocolo de Kyoto se basa en los principios y disposiciones de la Convención y sigue su estructura basada en los anexos. (UNFCCC, 2020)

- **Ley 629 de 2000**

“Por medio de la cual se aprueba el Protocolo de Kyoto de la Convención”.

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 1o. de la ley 7a. de 1944, el "Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático hecho en Kyoto el 11 de diciembre de 1997, que por el artículo primero de esta ley se aprueba, obligará al país a partir de la fecha en que se perfeccione el vínculo internacional respecto del mismo.

(Congreso de Colombia - Protocolo de Kyoto), 2000)

- **Documento Conpes 3700 de 2011**

“Estrategia Institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia”.

Esta estrategia tiene por objeto resaltar la necesidad del país de comprender y actuar frente a este fenómeno como una problemática de desarrollo económico y social. En ese sentido, busca generar espacios para que los sectores y los territorios integren dicha problemática dentro de sus procesos de planificación, articular a todos los actores para hacer un uso adecuado de los recursos, disminuir la exposición y sensibilidad al riesgo, aumentar la capacidad de respuesta y preparar al país para que se encamine hacia la senda del desarrollo sostenible, generando competitividad y eficiencia. La estrategia reconoce la necesidad urgente de emprender medidas adecuadas de adaptación y mitigación y establece el marco dentro del cual se generarán. (DNP, 2011)

- **Acuerdo de Paris (2015):**

Su objetivo central es reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático manteniendo el aumento de la temperatura mundial en este siglo muy por debajo de los 2 grados centígrados por encima de los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar aún

más el aumento de la temperatura a 1,5 grados centígrados. Además, de aumentar la capacidad de los países para hacer frente a los efectos del cambio climático y lograr que las corrientes de financiación sean coherentes con un nivel bajo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y una trayectoria resistente al clima. Para alcanzar estos ambiciosos objetivos, es preciso establecer un marco tecnológico nuevo y mejorar el fomento de la capacidad, con el fin de apoyar las medidas que adopten los países en desarrollo y los países más vulnerables, en consonancia con sus propios objetivos nacionales, y movilizar y proporcionar los recursos financieros necesarios.

(UNFCCC, 2020)

Decreto 298 de 2016

“Por el cual se establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático y se dictan otras disposiciones”.

Tiene por objeto establecer el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA), con el fin de coordinar, articular, formular, hacer seguimiento y evaluar las políticas, normas, estrategias, planes, programas, proyectos, acciones y medidas en materia de adaptación al cambio climático y de mitigación de gases efecto invernadero, cuyo carácter intersectorial y transversal implica la necesaria participación y corresponsabilidad de las entidades públicas del orden nacional, departamental, municipal o distrital, así como de las entidades privadas y entidades sin ánimo de lucro. (MADS, 2016)

Resolución 2182 / 2016

“Por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de estudios ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos”.

Esta resolución tiene por objeto modificar y consolidar el Modelo de Almacenamiento Geográfico para la evaluación de estudios ambientales (Diagnóstico Ambiental de Alternativas - DAA y Estudio de Impacto Ambiental - EIA) y el seguimiento al Plan de Manejo Ambiental Específico (PMAE) y los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA), para los trámites de que trata el Capítulo 3 - Licencias Ambientales, Sección 1 del Decreto 1076 de 2015 o la norma que los modifique o sustituya. El Modelo de Almacenamiento Geográfico a que se refiere este artículo sustituye en su totalidad las especificaciones contenidas en las Resoluciones No. 1415 de 2012 y 0188 de 2013.

La utilización del Modelo de Almacenamiento Geográfico es de carácter obligatorio para todas las autoridades ambientales competentes señaladas en Decreto 1076 de 2015 y son de obligatoria observancia por parte de los usuarios. Este modelo deberá ser puesto a disposición de los usuarios en los respectivos portales web del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y de las autoridades ambientales competentes. (MADS - ANLA SIG, 2016)

Ley 1844 de 2017

"Por medio de la cual se aprueba el «Acuerdo de París», adoptado el 12 de Diciembre de 2015, en París, Francia."

Esta Ley adjunta en sí misma, una copia fiel y completa del texto en español del Acuerdo, certificada por la Coordinadora del Grupo Interno de Trabajo de Tratados de la Dirección de

Asuntos Jurídicos Internacionales del Ministerio de Relaciones Exteriores, documento que reposa en el Archivo del Grupo Interno de Trabajo de Tratados y consta de catorce (14) folios. Este Proyecto de Ley consta de treinta y un (31) folios, con el siguiente contenido: Introducción a la problemática, Antecedentes proceso de negociación del tratado, Caracterización del tratado, Importancia para Colombia (desafíos y avances). (Congreso de Colombia, 2017)

- **Política Nacional de Cambio Climático de Colombia (2017).**

El objetivo de la Política nacional de cambio climático es incorporar la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas para avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, que reduzca los riesgos del cambio climático y permita aprovechar las oportunidades que este genera. Sus cinco líneas estratégicas se basan en la Nueva Economía del Clima que fue un ejercicio de referencia mundial en el que participó Colombia junto a otros seis países. Para su definición se consideró que las ciudades son motores de crecimiento económico y generan alrededor del 80% de la producción económica mundial y cerca del 70% del uso mundial de energía y de las emisiones de GEI relacionadas con la energía. En materia de desarrollo rural, la productividad en el uso de la tierra determinará si el mundo es capaz de alimentar a una población, Los sistemas de energía alimentan el crecimiento en todo el mundo, La infraestructura respalda el crecimiento económico moderno. (Gobierno de Colombia, 2017)

Para el caso de los ecosistemas es clave atender los cambios en el uso del suelo, así como gestionar ecosistemas estratégicos como los páramos y reducir la deforestación y la degradación. Además de las líneas estratégicas, la Política soporta el desarrollo de estas en cuatro líneas instrumentales: Planificación de la Gestión del Cambio Climático; Información, ciencia,

tecnología e innovación; Educación, y Financiación e instrumentos Económicos. En términos institucionales, la PNCC aprovecha el Sistema Nacional de Cambio Climático, SISCLIMA, creado por el Decreto 298 de 2016, y que relaciona y busca articular el nivel nacional con los niveles regionales y locales responsables o involucrados dentro de la gestión del cambio climático. (MADS, 2017)

- **Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC - 2017)**

Es un programa de planeación del desarrollo a corto, mediano y largo plazo liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, a través de la Dirección de Cambio Climático y con apoyo del Departamento Nacional de Planeación – DNP y los Ministerios Sectoriales: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Transporte y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. La ECDBC busca desligar el crecimiento económico nacional del crecimiento de las emisiones de GEI logrando maximizar la carbono-eficiencia de la actividad económica del país y contribuyendo al desarrollo social y económico nacional. A través de la ECDBC el país busca establecer un pilar de crecimiento económico que promueva la competitividad, el uso eficiente de los recursos, la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías. (MADS - ECDBC, 2021)

- **Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC - 2017)**

La finalidad del PNACC es reducir la vulnerabilidad del país e incrementar su capacidad de respuesta frente a las amenazas e impactos del cambio climático. Colombia es un país con una alta vulnerabilidad al cambio climático, por sus características físicas, geográficas, económicas, sociales y de biodiversidad, lo que implica que para el país, es de vital importancia generar la capacidad de entender las consecuencias que denotan los cambios en el clima, evaluando las amenazas sobre las comunidades vulnerables, previendo los impactos sobre los territorios, ecosistemas y economías, moderando los daños potenciales, tomando ventaja de las oportunidades y enfrentando las consecuencias de un fenómeno como el cambio climático y sus impactos para el país. (MADS - PNACC, 2021)

- **Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones asociadas a la Deforestación y la Degradación (ENREDD+, 2017)**

El gobierno de Colombia, como parte del trabajo de preparación para REDD+ (incluyendo la participación en un futuro sistema de incentivos financieros), desarrolla la propuesta de preparación (R-PP) para la Estrategia Nacional REDD+, la cual es una "hoja de ruta" donde se indica qué actividades se pueden realizar, cómo pueden llevarse a cabo y qué recursos económicos serán necesarios. ENREDD+ hace parte de las acciones sobre Cambio Climático previstas en el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014, por el Gobierno Nacional en cabeza del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y para su preparación se adelantan acciones a través del Fondo

Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF), el Programa de las Naciones Unidas REDD+, cooperación internacional, algunas ONG (Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez, Fondo Patrimonio Natural, WWF, ONF Andina,) y presupuesto nacional. (MADS - ENREDD+, 2021)

- **Resolución 1447 de 2018**

“Por la cual se reglamenta el sistema de monitoreo, reporte y verificación de las acciones de mitigación a nivel nacional de que trata el artículo 175 de la ley 1753 de 2015, y se dictan otras disposiciones”

La presente Resolución tiene por objeto reglamentar el Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación de las acciones de mitigación a nivel nacional, en lo relacionado con el Sistema de Contabilidad de Reducción y Remoción de Emisiones de gases de efecto invernadero y el Registro

Nacional de Reducción de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), el cual incluye el Registro Nacional de Programas y Proyectos de acciones para la Reducción de las Emisiones debidas a la Deforestación y la Degradación Forestal de Colombia (REDD+).

Esta Resolución le aplica a toda persona natural o jurídica, pública o privada que pretenda registrar su iniciativa de mitigación de GEI para optar a pagos por resultados o compensaciones similares como consecuencia de acciones que generen reducciones de emisiones y remociones de gases de efecto invernadero, y a aquella que pretenda registrar su iniciativa de mitigación de

GEI para demostrar sus resultados de mitigación en el marco del cumplimiento de las metas nacionales de cambio climático establecidas bajo la CMNUCC, como consecuencia de la implementación de dichas acciones. Adicionalmente, le aplica tanto a las entidades públicas a cargo de la coordinación y administración del Sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV) de las acciones de mitigación a nivel nacional, como a los Organismos de Validación y Verificación de gases de efecto invernadero (OVV). (MADS, 2018)

- **Ley 1931 de 2018**

“Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático”

Esta ley tiene por objeto establecer las directrices para la gestión del cambio climático en las decisiones de las personas públicas y privadas, la concurrencia de la Nación, Departamentos, Municipios, Distritos, Áreas Metropolitanas y Autoridades Ambientales principalmente en las acciones de adaptación al cambio climático, así como en mitigación de gases efecto invernadero, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas del país frente a los efectos del mismo y promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y un desarrollo bajo en carbono. (Congreso de Colombia, 2018)

5.3. Estado del Arte

Siendo el presente trabajo de tipo investigación documental, referente a la temática de MC en el Caribe Colombiano, se han tomado diferentes autores para su elaboración. Donde se realizó la búsqueda, lectura y análisis de la bibliografía encontrada en relación con el tema. El propósito principal del Estado del Arte en el estudio; es el entender qué se ha hecho sobre esta temática, hasta dónde se ha llegado, qué tendencias se han desarrollado, cuáles han sido sus productos y qué problemas se siguen tratando o estudiando este ámbito en el país. (Ramirez Gomez, 2013)

Tabla 1.

Estado del Arte

IDENTIFICACIÓN	OBJETIVO	CATEGORÍAS/ INSTRUMENTOS DE	RESULTADOS
	GENERAL	VARIABLES	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
<p>Méndez Raigoza, Mateo; Restrepo Amariles, Esteban; “Los Bonos de Carbono y el impacto en la economía colombiana” En</p>	<p>Determinar el impacto en la economía colombiana de la comercialización de bonos de carbono en el país.</p>	<p>Mecanismos de Desarrollo Limpio Producto Interno Bruto CMNUCC</p>	<p>Investigación documental Herramientas estadísticas Normativa nacional vigente Estudios económicos</p> <p>Determinación de los bonos de carbono, como un generador de impacto positivo a la economía colombiana.</p>

Escuela de

Ingeniería de

International

Antioquia, 203

Emissions

Trading,

IET

Rodríguez Gómez,	Presentar un	Recursos	Estudios	Propone la
Mauricio, “Perfil	diagnóstico del	ambientales	territoriales	consolidación
Ambiental de la	estado de los	Ecosistemas	apoyados en	de un sistema
región Caribe	principales	Bienes y	fuentes	de
Colombiana”, En	recursos	servicios	estadísticas	información
Economía	ambientales y	ambientales	Trabajo de	que permita
& Región, Vol. 7,	naturales del	Gestión	campo	hacer
No. 2,		ambiental		seguimiento
2013.				permanente a
				los

Caribe	Estudios de	principales
colombiano,	instituciones	indicadores
identificando,	gubernamenta	ambientales, una
desde lo	les y	estrategia de
biofísico y lo	científicas	expansión de
institucional,	Estudios de	áreas protegidas,
las más	autoridades	la incorporación
importantes	ambientales	de los
problemáticas		determinantes
y tendencias		del cambio
ambientales		climático en sus
que enfrenta		herramientas de
la región.		planeación
		territorial, el
		fortalecimiento
		de las
		Corporaciones
		Autónomas
		Regionales, en
		el marco de su
		gestión y en la
		reestructuración

de su esquema

de

financiación.

<p>Unidad de Planificación Rural y Agropecuaria (UPRA), “Resultados de la Aplicación de las Zonificaciones de aptitud de la tierra con fines Agropecuarios 2014 – 2015” En Socialización de resultados técnicos, 2014.</p>	<p>Implementar y UPRA aplicar la metodología de evaluación de tierras para la zonificación de aptitudes agropecuarias, escala 1:100.000 en los municipios del país</p>	<p>UPRA Plantaciones Forestales Comerciales Políticas Públicas</p>	<p>Herramientas Zonificación cartográficas (SIG) Normativa forestales con fines comerciales a escala 1.100.000, V2, según requerimientos del Documento CONPES 3743 de 2013 y la</p>
	<p>Encuestas y talleres municipales consolidación de la metodología de evaluación de tierras para la zonificación</p>		

				con fines agropecuarios a escala semidetallada (1:25.000).
WWF Colombia, “El plan de París. así actúa Colombia frente al cambio climático” En www.wwf.org.co, 2016.	Presentar de forma concisa todo lo que “quieres y debes saber” sobre la participación de Colombia en el Acuerdo de París	Negociaciones climáticas COP 21 Sistema Nacional de Cambio Climático	Estudios territoriales apoyados en fuentes estadísticas Herramientas estadísticas Investigación documental	Distribución de un documento que compila el estado del Acuerdo de París (COP 21) en Colombia, y en general la estrategia y políticas de acción contra el cambio climático en el país.

IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, “Inventario Nacional y Departamental de Gases de Efecto Invernadero – Colombia”, En 3ra Comunicación Nacional de Cambio Climático, 2016.	Reportar las emisiones y absorciones de GEI, delimitado para Colombia desde 1990 al año 2012, de la cantidad de GEI emitidos directamente a la atmósfera como	IPCC Inventario GEI Factores de Emisión	Investigación documental Herramientas estadísticas Estudios territoriales apoyados en fuentes estadísticas Normativa nacional vigente	Conocimiento de la cantidad de GEI que se emite en Colombia y cómo se genera, para así establecer metas y contribuir con el esfuerzo mundial de reducir emisiones y el cumplimiento del objetivo global de limitar la temperatura
---	---	---	---	---

resultado de	promedio por
actividades	debajo de 2°C
humanas y de	
las	
absorciones	
por sumideros	
de carbono,	
tales como	
bosques,	
cultivos o	
pastizales	

Aldana-	Realizar una	Ecosistemas	Investigación	Una revisión del
Domínguez,	revisión	Bienes y	documental	panorama del
Juanita; Montes,	sistemática de	servicios	Herramientas	conocimiento de
Carlos;	470	ambientales	estadísticas	la biodiversidad y
Martínez, María;	documentos	Biodiversidad	Estudios	los servicios
Medina,	publicados	Revisión	territoriales	ecosistémicos en
Nicolás; Hahn,	entre 1990 y	sistemática	apoyados en	el Caribe
Joachim;	2015 para	Bosque seco	fuentes	colombiano, que
Duque, Maritza;	evaluar el	tropical	estadísticas	mostró varios
“Conocimiento de	progreso de	Conservación		sesgos, como la
la biodiversidad y	la	Conflicto		contribución
servicios	biodiversidad	armado		limitada de
ecosistémicos en el	y el	Construcción		ciencias sociales y
Caribe	conocimiento	de paz		estudios
Colombiano:	de los			interdisciplinarios,
Progresos y	servicios de			el predominio del
Desafíos” En	los			tema de los
Tropical	ecosistemas,			inventarios de
Conservation	identificando			biodiversidad, la
Science	sesgos y			preferencia por
	definiendo las			estudios con
	prioridades			animales y
				regulando los

Volume 10: 1–41, para la servicios de los
2017. investigación. ecosistemas, los
interés en estudiar

áreas
transformadas
por humanos, y
la falta de
conocimiento

				sobre las zonas naturales que se encuentran bajo conflicto armado.
--	--	--	--	--

MinAmbiente – Gobierno de Colombia “Política Nacional de Cambio Climático” En Grupo Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017.	Incorporar la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas para avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, que reduzca los riesgos del cambio climático y permita	Políticas Públicas Cambio Climático ENREDD+	Investigación documental Herramientas estadísticas Estudios territoriales apoyados en fuentes estadísticas Normativa nacional vigente	Propone una política de gestión del cambio climático orientada a influir en la gestión del desarrollo en general y, en particular, en los procesos de planificación del desarrollo y del territorio, de la planificación ambiental y de la gestión del
---	--	---	---	--

aprovechar	riesgo de
las	desastres, con el
oportunidades	propósito de
que este	contribuir a
genera.	avanzar hacia
	una senda de
	desarrollo bajo
	en carbono y
	resiliente al
	clima.

Comité de Gestión	Identificar las necesidades de financiamiento en temas de mitigación y adaptación al cambio climático, enmarcada en la movilización de los recursos requeridos para cumplir el compromiso de Colombia ante la CMNUCC de la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC)	Meta 2030 Colombia ODS DNP Naciones Unidas Financiamiento Climático	Investigación La documental Herramientas estadísticas Estudios territoriales apoyados en fuentes estadísticas Normativa nacional vigente La implementación de la ENFC requiere la articulación efectiva de los actores involucrados, los cuales deben ejercer diferentes roles de manera que se realicen actividades coordinadas y sinérgicas. En este sentido la estrategia reconoce el
--------------------------	---	--	--

intercambio
de valor
entre los
actores
involucrado
s en el
financiamie
nto
climático,
en un
escenario de
desarrollo
compatible
con el
clima.

<p>PNUD “ODS en Colombia: Los retos para 2030” En Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD, 2018.</p>	<p>Hacer visible el poder transformador de la Agenda 2030, de cara a los retos de desarrollo en Colombia para los próximos 12 años.</p>	<p>CONPES Agenda 2030 Naciones Unidas ODS</p>	<p>Investigación documental Herramientas estadísticas Normativa nacional vigente Estudios económicos</p> <p>Avance en los debates necesarios para poner fin a la pobreza en todas sus formas, reducir las desigualdades, tener la garantía de poder vivir en un territorio ambientalmente sostenible, y la seguridad de contar con una sociedad</p>
--	---	---	---

			pacífica, inclusiva y resiliente.
Gestión Ambiental	Proveer	Mercado de	Investigación Antecedente
Estratégica “El Mercado de	información	Carbono	documental s,
Carbono:	actualizada del	Cambio	Estudios actualidad,
Balance, Retos y	Mercado de	Climático	territoriales retos y
Oportunidades” En	Carbono Mercado	PAS	apoyados en oportunidad
www.gestionambientalestrat	Obligatorio y	Impuesto al	fuentes es de los
egica.com, 2018	Voluntario,	carbono	estadísticas Mercados de
	Colombia y sus		Herramientas Carbono en
	compromisos con el		estadísticas Colombia.
	Cambio		Normativa
	Climático, Marco		nacional
	Legal		vigente
	Colombiano,		
	Acuerdo de		
	París e		
	Impuesto al		
	Carbono,		
	Proyectos		

actuales, Retos

y

Oportunidades.

Nota: Fuente Tabla - desarrollada por El Estudio, 2021.

Al realizar este ejercicio, se ha consolidado un conocimiento crítico basado en la lectura y el análisis de diferentes tipos de textos; que incluyen desde documentos científicos cuyo objetivo fue el de determinar el impacto de los MC en la economía colombiana, así como un papel que compila la información del perfil ambiental específico en la región caribe. En la línea de informes de instituciones gubernamentales, se tomaron documentos base para análisis espacial como la socialización de resultado técnicos de la UPRA referente a las áreas potenciales para

plantaciones forestales comerciales en el país o el inventario nacional de GEI expedido por el IDEAM.

Para la justificación y validez del marco normativo y financiero del presente estudio se referenció en varias ocasiones el documento estándar de Política Nacional de Cambio Climático y la Estrategia Nacional de Financiamiento Climático. Entre otros informes y resultados de gran relevancia por los datos obtenidos de carácter actual, se encuentra el documento del PNUD acerca de los retos de Colombia con respecto a la Agenda 2030.

Metodología

Para la generación de la metodología requerida en la determinación de áreas con potencial para Mercados de Carbono por Reforestación, se realizó un análisis documental de la información académica y geográfica, obtenida a partir de diversas fuentes como geoportales de instituciones gubernamentales, artículos científicos, artículos periodísticos, entre otras.

El análisis documental es una forma de investigación técnica, un conjunto de operaciones intelectuales, que buscan describir y representar los documentos de forma unificada y sistemática para facilitar su recuperación. Comprende el procesamiento analítico- sintético que, a su vez, incluye la descripción bibliográfica y general de la fuente, la clasificación, indización, anotación, extracción, traducción y la confección de reseñas (ACIMED, 2004)

Por tanto, la metodología propuesta a continuación, inicia con la determinación y justificación del alcance geográfico de dicho portafolio, teniendo en cuenta el potencial de la región Caribe para proyectos de tipo reforestador, en términos físicos, bióticos y culturales, a través del levantamiento de información secundaria.

Consecutivamente se realiza una explicación detallada de los criterios seleccionados a partir de la Guía para Proyectos Forestales de Mitigación de Cambio Climático de ICONTEC, de acuerdo a su grado de relevancia para esta investigación, dicha selección de criterios fue contrapuesta con la opinión de expertos en la respectiva variable o capa en el modelo SIG y modelos estadísticos como la Matriz de Saaty, para la ponderación de cada variable. Otro componente relevante en el análisis del potencial de las áreas y como parte de este estudio es la definición de la Normativa y Formas de Financiación Nacional e Internacional que hacen que estos proyectos más allá de tener un beneficio ambiental a gran escala, proporcionen rentabilidad y competitividad a nivel de inversión.

La interpretación espacial a través de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) de las variables, es el elemento clave en esta investigación, tanto que los resultados a presentar, serán en términos de porcentaje de áreas con potencial para Mercados de Carbono por Reforestación, divididos en 3 categorías; Alto, Medio, Bajo y No Apto, determinadas a partir de su temática individual, las cuales son por orden de importancia o peso en el modelo; La variable Forestal, cuya capa de Plantaciones Forestales con Fines Comerciales fue descargada del portal SIG de la UPRA del año 2014, podría considerarse la capa base de este estudio, debido a las variables que se tuvieron en cuenta al momento de elaborarse (Físico, Socioecosistémico y Socioeconómico), cuyo fin guarda mucha similitud con el de esta investigación. La siguiente variable Cambios Forestales; constará de una capa generada a partir de la compilación de los 10 años previos de la No existencia de coberturas boscosas (Bosque / No Bosque), esta se entenderá como de “exclusión” ya que será restada de la totalidad de áreas resultantes en el modelo SIG.

Siguiendo con la variable Predios, obtenida a través del portal institucional del IGAC, se encuentra basada en el criterio de adicionalidad de ICONTEC, que especifica para los proyectos

forestales, propiedades o predios No Mayores a 200 Hectáreas, con el fin de abarcar más comunidades y familias beneficiadas en una misma zona y no a un dueño único de grandes extensiones de tierra.

Para el ámbito social se encuentran la variable; de comunidades Indígenas y Negritudes, quienes constituyen un punto importante a escala cultural y territorial, y las cuales se tendrán en cuenta dentro del impacto social y de desarrollo que traerán consigo los proyectos forestales para Mercados de Carbono. Para ello, se tomó la capa de distribución de las comunidades antes mencionadas, dispuesta por el Ministerio del Interior de Colombia.

Finalmente se agregó la variable de Oportunidad Económica, derivada de los datos DANE para el Índice de Pobreza Multidimensional y se relacionó con su respectivo Municipio de en los departamentos que componen la región Caribe.

El resultado final de este proceso, sería la generación de la línea base espacial y documental, sería muy pronto para hablar de un portafolio consolidado de áreas potenciales para MC por reforestación debido al grado de incertidumbre que podría surgir en algunas de las capas geográficas, que cuente con shapes, y salidas graficas de los potenciales por variables y finales de las áreas con mayor a menor potencial para este tipo de proyectos.

6.1. Selección de estrategia Espacial de acuerdo a Criterios adicionalidad de ICONTEC

En el marco de la Guía para la Formulación, Validación y Verificación de Proyectos Forestales de Mitigación de Cambio Climático de ICONTEC, el cual establece los requisitos que deben cumplir los proyectos forestales de mitigación de cambio climático, basados en

actividades en el sector forestal, para demostrar que son transparentes, pertinentes, confiables, continuos, exactos y consistentes. (ICONTEC, 2018)

Ahora bien, para aquellos proyectos forestales que busquen hacer parte de MC, se establece que dichos proyectos deben demostrar que son adicionales, cuya definición se conceptualiza como; el efecto de la actividad forestal, implementada a través de un proyecto, para aumentar la absorción neta real de GEI por sumideros por encima de la suma de los cambios en las existencias en las reservas de carbono, dentro de los límites del proyecto, que se hubiera producido en ausencia de la actividad forestal implementada. En ausencia de créditos de carbono, el proyecto no habría podido, así, tener lugar. Para la demostración de la adicionalidad, todas las metodologías de proyecto MDL forestal se basan en la misma herramienta aceptada por el Comité Ejecutivo del MDL. (UNEP, 2009) Dicho proyecto es adicional, si cumple, con el siguiente esquema de razonamiento:

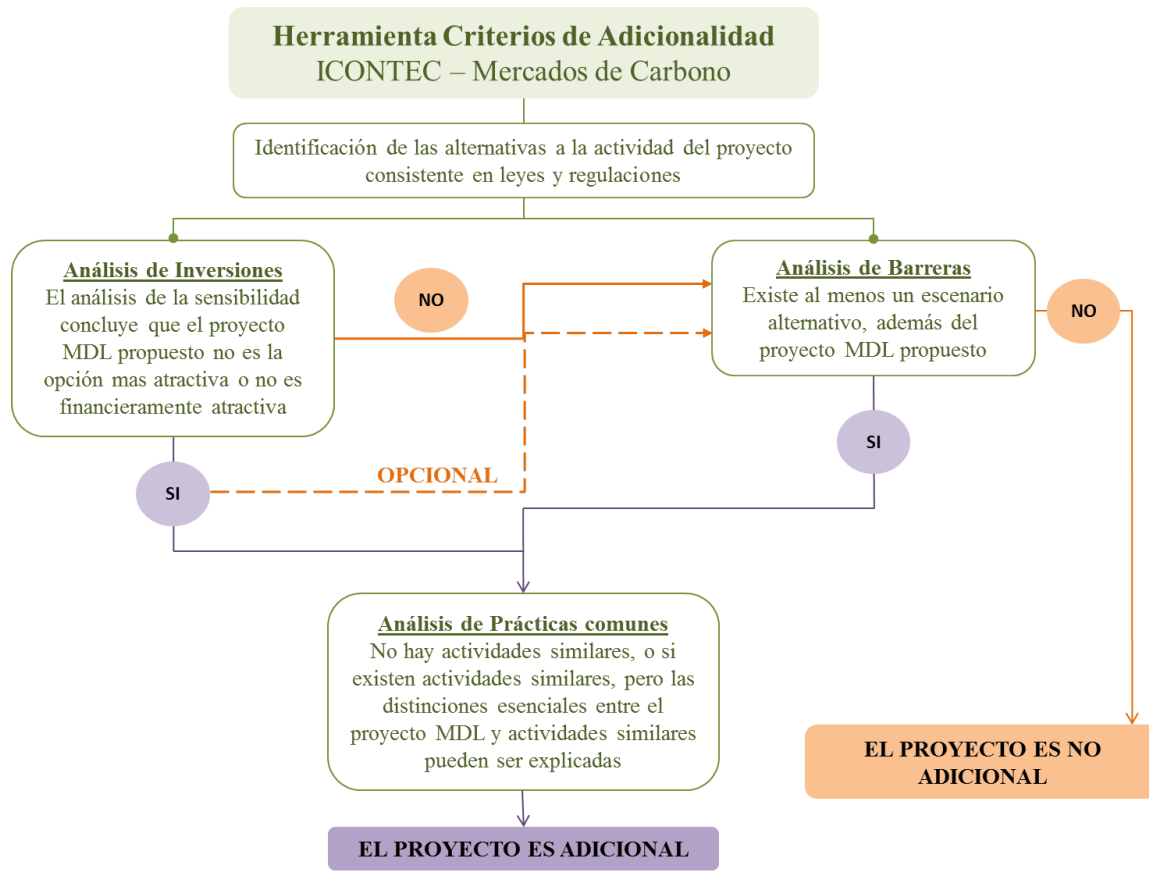


Figura 1. Herramientas Criterios de Adicionalidad

Nota: Fuente Figura - Executive Board CDM adaptada por El Estudio, 2021.

Ahora bien para el diseño de la metodología en el caso particular de este estudio, que será enfocado en los Mercados de Carbono por Reforestación, se tomaron algunos numerales de los criterios de adicionalidad propiamente de la guía de ICONTEC, basándose en las condiciones y especificidades, contemplando que para la desarrollar un proyecto de reforestación, prima el contar con una línea base de las condiciones sociales, económicas y ambientales de las áreas a delimitar como potenciales, donde posteriormente se cuantificará dicho potencial: (ICONTEC, 2018)

- a) Proyectos desarrollados por comunidades indígenas, negras o campesinas, que estén constituidas como asociaciones, u organizaciones, comunitarias
- b) Proyectos que generen desarrollo socio-económico, con las comunidades que habitan en las áreas del proyecto; o proyectos que involucren estas comunidades
- c) Proyectos de establecimiento de sistemas forestales, que incluyan áreas destinadas a restauración ecológica (pasiva o activa), en un 20% o más, del área total del proyecto
- d) Proyectos de establecimiento de sistemas forestales, que agrupen propietarios de tierras; cada uno de ellos con propiedad o tenencia de la tierra demostrada, sobre áreas menores que 200 hectáreas
- e) Proyectos de establecimiento de sistemas forestales, que incluyan siembra de especies nativas en un 20%, o más, del área total del proyecto
- f) Proyectos que estimen una reducción de emisiones, menor que 10.000 toneladas de CO₂e, en promedio por año
- g) Proyectos en los que el 50%, o más del área total del proyecto, se localice por fuera de las zonas de aptitud alta para plantaciones forestales comerciales, según la clasificación de la UPRA

(Unidad de Planificación Rural Agropecuaria)

- h) Proyectos que demuestren impacto positivo en los indicadores de rentabilidad (TIR, VPN, VET), considerando en la evaluación financiera, la venta de los bonos de carbono. (ICONTEC, 2018)

Teniendo en cuenta los alcances establecidos en el presente estudio, y aquellos que la información necesaria para los análisis espaciales estuviese disponible, se tomaron los literales a, b, d y g, de los criterios de adicionalidad. Aquellos como el literal e), el cual sugiere la

siembra de especies forestales nativas, que para el caso de la región caribe serian propias de BS-T al menos en un 20%, se llevara a cabo el respectivo análisis espacial dándole un porcentaje de prioridad a las áreas que además de cumplir con los otros criterios de adicionalidad, se encuentre próximas a estos bosques. Por último, se considerará en el análisis espacial, las zonas de Bosque No Bosque otorgadas por el SIAC, para garantizar que las zonas a reforestar no hayan sido alteradas en los últimos 10 años.

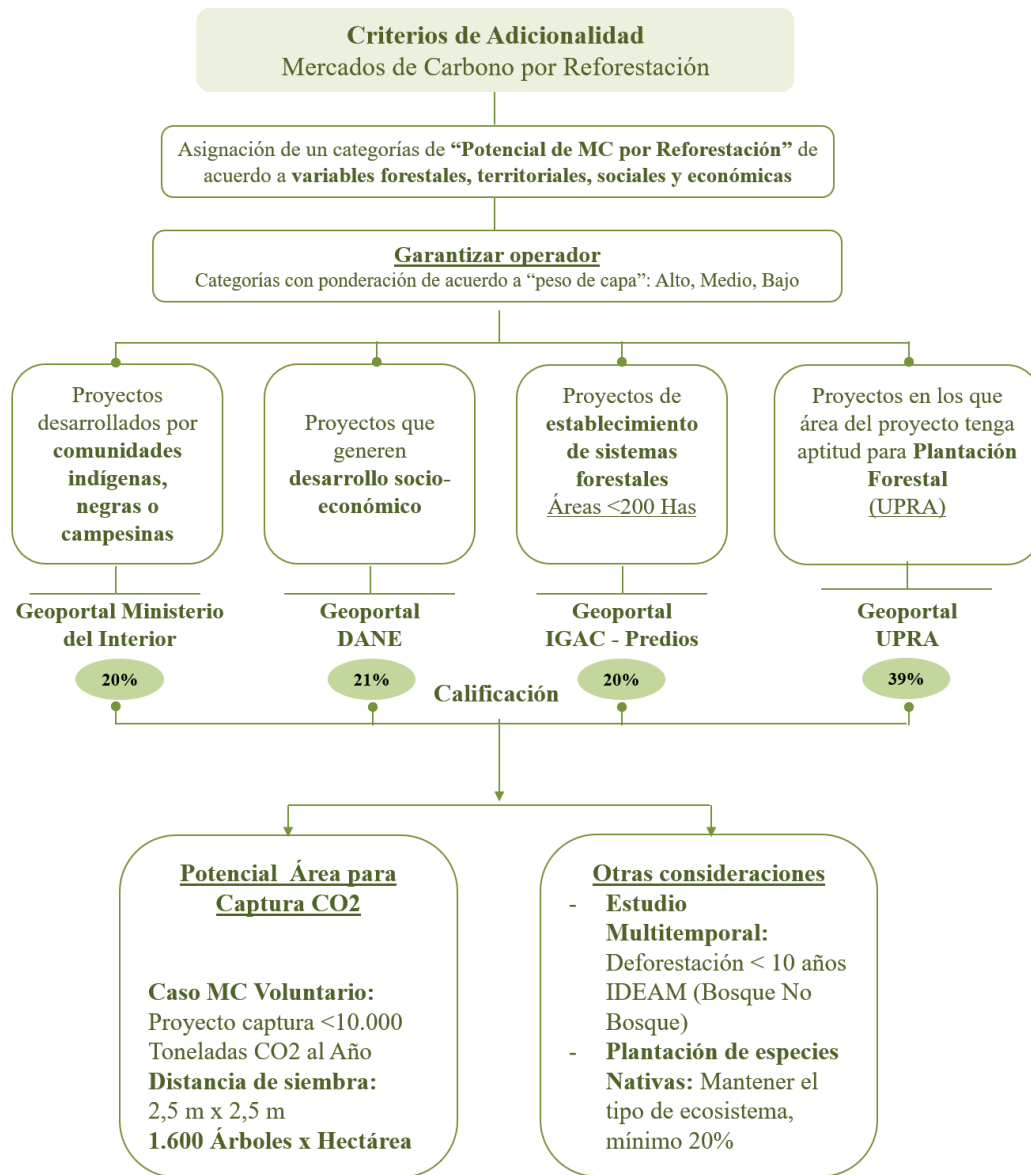


Figura 2. Criterios de Adicionalidad ICONEC, seleccionados para el estudio.

Fuente Figura – Desarrollada por El Estudio, 2021.

Para la determinación de la relevancia de cada variable en el estudio se realizó un análisis estadístico, mediante estudios AHP. El Método Analytic Hierarchy Process (AHP) se clasifica

en el grupo de Análisis Multicriterio Discreto y es capaz de emplear variables cualitativas y cuantitativas frente a múltiples objetivos. Fue desarrollado por el doctor en matemáticas Thomas L. Saaty a fines de la década de los 70's. El Proceso Analítico Jerárquico es un método de descomposición de estructuras complejas en sus componentes, ordenando estos componentes o variables en una estructura jerárquica, donde se obtienen valores numéricos para los juicios de preferencia y, finalmente los sintetiza para determinar qué variable tiene la más alta prioridad. (CEPAL, 2020) Los tres principios sobre los que se basa el Proceso Analítico Jerárquico:

- **Principio 1: Construcción de las jerarquías**

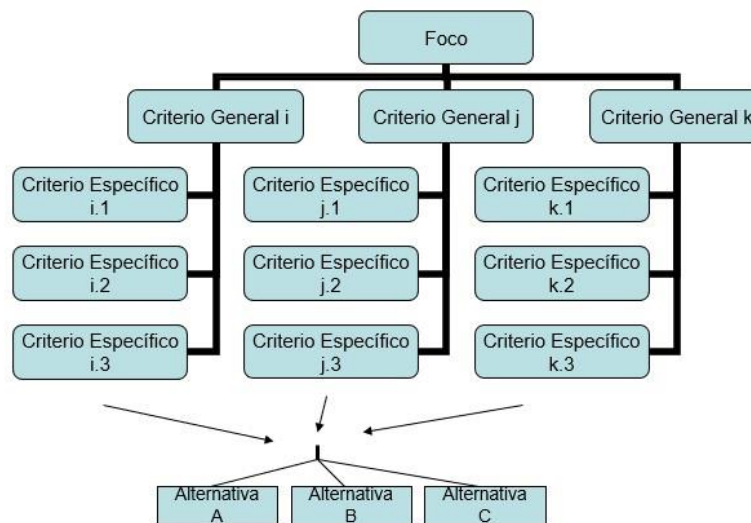


Figura 3. Esquema construcción de jerarquías.

Fuente Figura – Metodología Multipropósito (CEPAL, 2020)

La jerarquización representa la descomposición del problema en las partes que lo componen. En esta línea un problema está constituido en: un foco, en criterios generales (dimensiones),

critérios específicos y las alternativas posibles como solución. El Foco, es el objetivo amplio y global. Es lo que se espera resolver. Los criterios generales, son los elementos o dimensiones que definen el objetivo principal. Los criterios específicos, son los elementos que definen el criterio debajo del cual ellos se encuentran. Deben ser cuantificables, esto significa que pueden ser variables cuantitativas y cualitativas (pero que puedan ser cuantificables, por ejemplo, ordinalmente). Las alternativas, son las diferentes soluciones o cursos de acción. (CEPAL, 2020)

- **Principio 2: Establecimiento de prioridades**

Intensidad	Definición	Explicación
1	De igual importancia	2 actividades contribuyen de igual forma al objetivo
3	Moderada importancia	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra
5	Importancia fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre la otra
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra; su predominancia se demostró en la práctica
9	Extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara
2,4,6,8	Valores intermedios	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes
Recíprocos	$a_{ij}=1/a_{ji}$	Hipótesis del método

Figura 4. Esquema Establecimiento de prioridades.

Fuente Figura – Metodología Multipropósito (CEPAL, 2020)

La escala de Saaty es una herramienta propuesta para establecer la importancia o preferencia de criterios o alternativas en la matriz de comparaciones a pares. Es una escala de prioridades como forma de independizarse de las diferentes escalas que existen. De esta forma se entrega homogeneidad y cierto grado de certeza a las comparaciones. A pesar de que se cuente con una escala para priorizar, es probable que si hay más de un experto responsable de realizar esta tarea

ocurra que no lleguen a un consenso sobre del grado de importancia de un criterio o alternativa respecto de otro. En estos casos se calcula la media geométrica de los juicios. Para este caso de estudio, se tomó un criterio o consideración única en cada variable seleccionada, de acuerdo con la opinión de expertos en las temáticas, arrojando como resultado la siguiente matriz: (CEPAL, 2020)

Tabla 2. Ponderación capas espaciales estudio.

CAPA	UPRA	DANE	COMUNIDADES	PREDIOS	PESO	PORCENTAJE
UPRA	1.00	3.00	3.00	3.00	10.00	39%
DANE	0.25	1.00	2.00	2.00	5.25	21%
COMUNIDADES	0.10	2.00	1.00	2.00	5.10	20%
PREDIOS	0.10	2.00	2.00	1.00	5.10	20%
TOTAL					25.45	100%

Nota: Fuente Tabla - desarrollada por El Estudio, 2021.

Lo que representa esta matriz sería la ponderación o el peso de capa dentro de nuestro estudio y así mismo será representado en el modelo espacial.

• Principio 3: Consistencia lógica

El AHP mide la inconsistencia global de los juicios mediante la Proporción de Consistencia.

Índice de Consistencia: mide la consistencia de la matriz de comparaciones.

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Ecuación 1. Índice de Consistencia

$$IC = \frac{7. \quad \frac{06 - 4}{4 - 1}}$$

Índice Aleatorio: es un índice de consistencia de una matriz aleatoria.

Tabla 3. Índice Aleatorio

Tamaño de la Matriz	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice Aleatorio	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Nota: Fuente Tabla - Metodología Multipropósito - (CEPAL, 2020)

La Proporción de Inconsistencia es el resultado de la relación entre el Índice de Consistencia y el Índice Aleatorio. El valor de esta proporción de consistencia no debe superar el 10%, para que sea evidencia de un juicio informado.

Si ocurriera el caso de que la proporción de consistencia es mayor a 10%, entonces hay que volver a revisar los juicios ingresados en la matriz de comparaciones a pares y solucionar la inconsistencia (buscando consensos entre el o los agentes)

Índice de Consistencia: es una medida de la desviación de la consistencia de la matriz de comparaciones a pares. La forma de obtenerlo es a través del máximo valor propio de la matriz de comparaciones. En casos donde pueda existir inconsistencia en los juicios el valor propio tiende a ser mayor que el rango de la matriz. Donde:

- λ : es el máximo valor propio de la matriz de comparaciones a pares.
- n : es el número de criterios.

Índice Aleatorio: es el índice de consistencia de una matriz recíproca aleatoria, con recíprocos forzados, del mismo rango de escala de 1 hasta 9. Saaty ya definió esta matriz (aunque puede ser calculada por uno mismo) la que sirve para hacer los cálculos de la proporción de consistencia:

Proporción de Consistencia = Índice de Consistencia (IC) / Índice Aleatorio (IA)

Proporción de Consistencia > 10%

0.39

$$\lambda_{max} = (10 \ 5.25 \ 5.10 \ 5.10) [^{0.21}] = 7.0563$$

0.20

0.20

Ecuación 2. Proporción de Consistencia

$$\lambda_{max} = (10 \ 5.25 \ 5.10 \ 5.10) \begin{bmatrix} 0.39 \\ 0.21 \\ 0.20 \\ 0.20 \end{bmatrix} = 7.0563$$

$$\lambda_{max} - n$$

$$\lambda_{max} = 7.06 \rightarrow CI = \frac{\quad}{\quad - 1} n$$

$$7. \quad \frac{06 - 4}{4 - 1}$$

$$IC = 1.02$$

Finalmente, para obtener la Relación de Consistencia (RC), se toma la tabla a partir de la fuente académica, donde el Tamaño de la Matriz para el estudio es el 7.06, es decir que el Índice Aleatorio a seleccionar sería de 1.32:

Tamaño de la Matriz	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice Aleatorio	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Donde da como resultado:

$$RC = \frac{IC \quad 1.02}{IA \quad 1.32} = \frac{\quad}{\quad} = 0.77$$

Ecuación 3. Relación de Consistencia

$RC > 0.10$

Si bien el modelo estipula que la RC no debería ser mayor de 0.10 (10%), para nuestro caso de estudio no se realizará una corrección de los valores dados en la matriz Saaty ya que se considera que la capa “UPRA” debe tener un peso considerablemente superior al resto de capas debido a su completitud y relevancia en los componentes evaluados, no obstante, se espera en posteriores investigaciones, implementar un método estadístico que pueda dar una mayor veracidad a esta ponderación, realizando encuestas a expertos en las áreas de estudio de cada una de las variables seleccionadas (territorial, forestal, social y económica).

6.2. Definición de la normativa y formas de financiación nacional e internacional vigente para los proyectos que hagan parte de MC.

A nivel mundial, se ha venido estimando que el no tomar medidas contra los costos y riesgos del cambio climático puede generar pérdidas de al menos el 5% del Producto Interno Bruto (PIB) mundial cada año. En un escenario de altos impactos climáticos, se estiman daños que pueden costar más de una quinta parte del PIB mundial anualmente.

Otras estimaciones indican que en los próximos 15 años se requerirán inversiones de aproximadamente \$ 90 Billones para financiar infraestructura resistente al clima y a favor del desarrollo bajo en carbono en la mayoría en países en desarrollo y de economía media. Con el fin de limitar el aumento de la temperatura por debajo de 2°C para fines de siglo, las inversiones globales se calculan en el sector energético por alrededor de \$ 3.5 billones anuales hasta 2050.

En el orden nacional el país viene desarrollando, con base en el marco legal existente, una serie de políticas y estrategias para cumplir los compromisos adquiridos en la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) y hacerle frente a este

evento y las cuales que se convierten en otra oportunidad para fortalecer los procesos de desarrollo del Departamento.

Estas estrategias buscan analizar los potenciales cambios en el clima, estudiar las vulnerabilidades y generar los instrumentos para la gestión; entre estas se destacan la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC), el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) y la Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones asociadas a la Deforestación y la Degradación (ENREDD+), todas estas contenidas en el CONPES 3700 de 2011.

Otro documento importante emitido por el gobierno nacional en el año 2012 fue el; Inventario Nacional y Departamental de GEI, el cual ha permitido estimar como ha sido el proceso de generación de emisiones en Colombia por departamento, así como los procesos de reducción o absorción de emisiones que estos han llevado a cabo:

EMISIONES POR DEPARTAMENTO EN LA REGION CARIBE

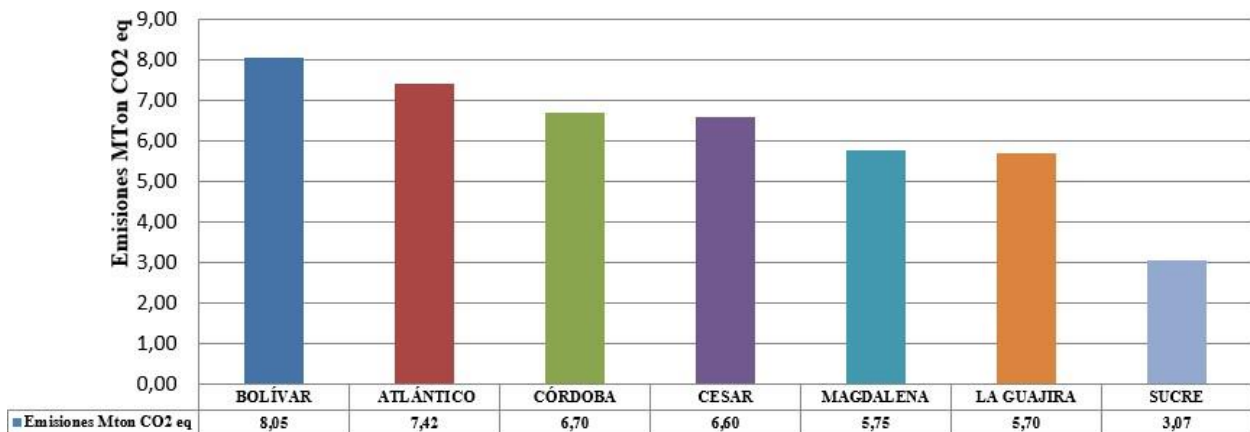


Figura 5. Cantidades - Emisiones por Departamento en la Región Caribe. Fuente: Inventario Nacional y Departamental de GEI – Colombia, 2012

EMISIONES POR DEPARTAMENTO EN COLOMBIA

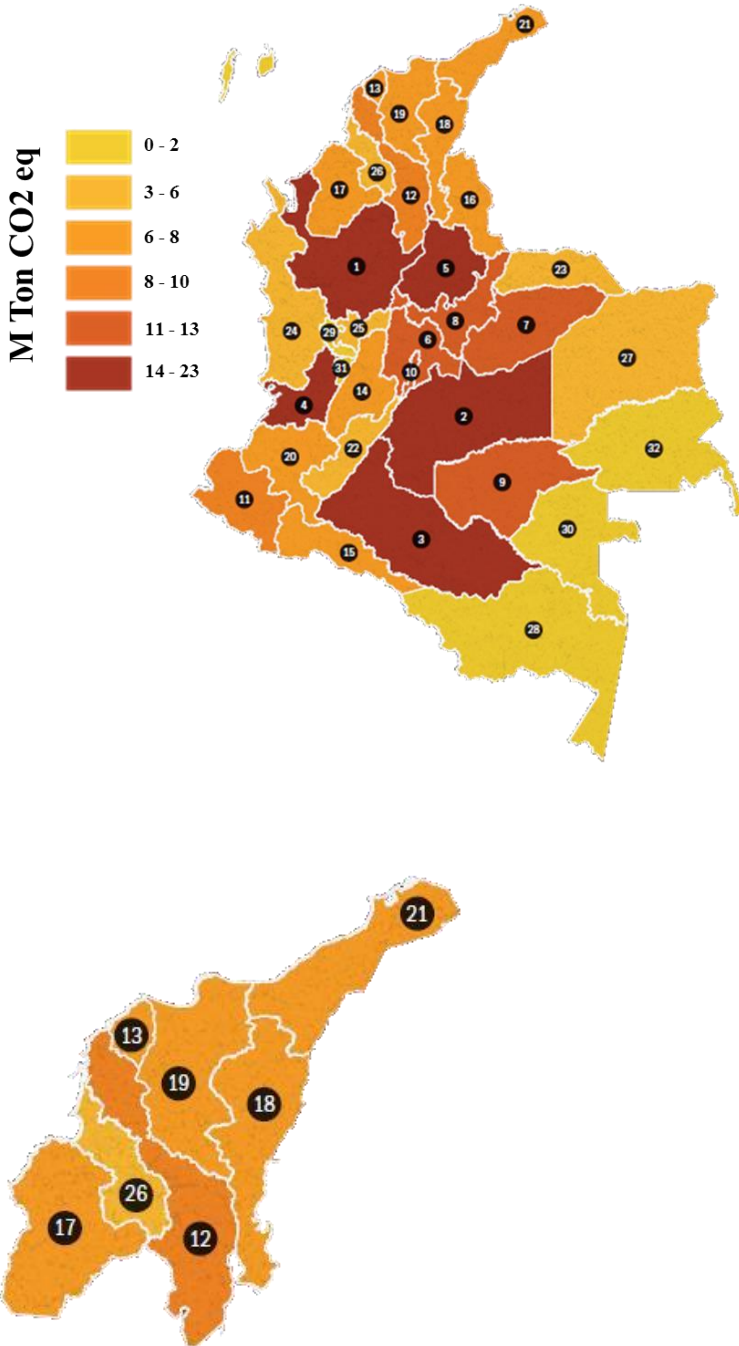


Figura 6. Emisiones por Departamento en Colombia y la Región Caribe.

Fuente: Inventario Nacional y Departamental de GEI – Colombia, 2012

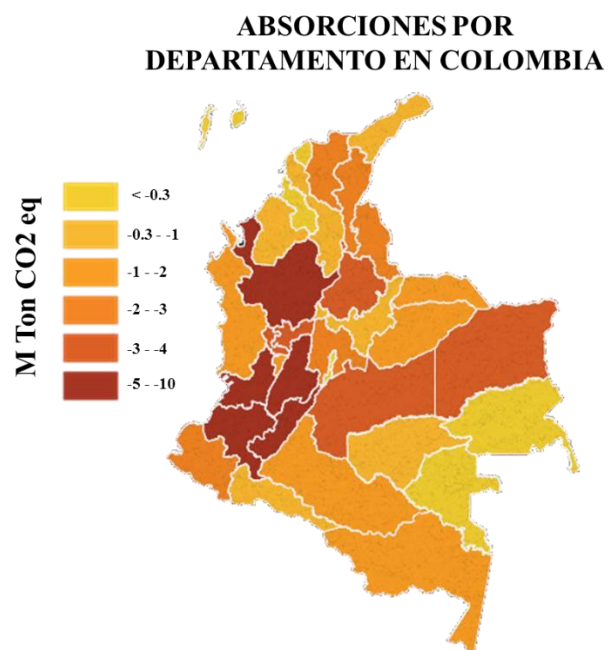


Figura 7. Absorciones por Departamento en Colombia.

Fuente: Inventario Nacional y Departamental de GEI – Colombia, 2012

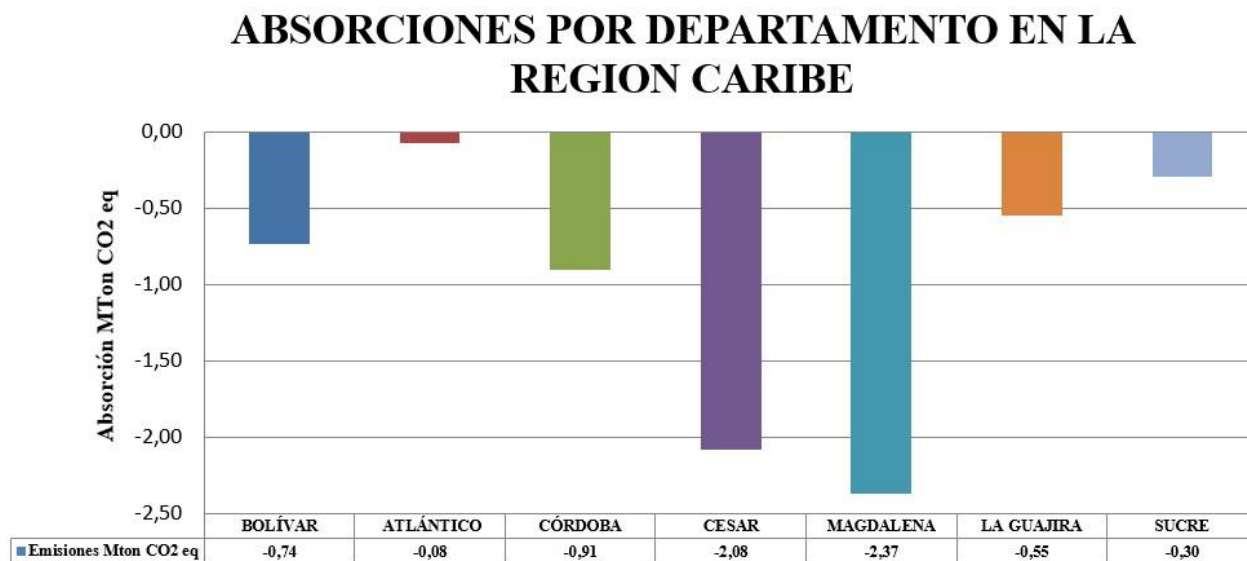


Figura 8. Cantidades - Absorciones por Departamento en la Región Caribe.

Fuente: Inventario Nacional y Departamental de GEI – Colombia, 2012

Por las gráficas podemos ver que al menos en el Caribe; Magdalena y Cesar, respectivamente, han sido los departamentos que más se han preocupado en resarcir sus emisiones GEI a la atmosfera.

Como se ha mencionado con anterioridad, para el presente estudio se ha seleccionado como estrategia la reforestación, ya que de esta forma se estarían recuperando de manera paulatina las áreas perdidas de los ecosistemas más vulnerables. En los proyectos de A/R pueden incluir: (Chenost, y otros, 2009)

- AR comercial, a menudo a gran escala y principalmente dirigido a la producción de productos forestales maderables o no maderables (caucho, etc.);

- AR comunitaria y campesina, a menudo en pequeña escala y proporcionando bienes y servicios a comunidades locales.
- AR en tierras degradadas con el objetivo principal de restaurar y preservar los suelos
- AR agroforestal, que combina la producción forestal y agrícola.

Algunos ejemplos incluyen el seguimiento:

Cambiar de métodos convencionales de explotación forestal a bajo impacto o manejo forestal sostenible; Establecer un bosque previamente talado como área de conservación, Aumentar la duración de las rotaciones (es decir, el intervalo entre las operaciones de tala en la misma parcela forestal). (Chenost, y otros, 2009)

Sería correcto afirmar que; no hay un mercado de carbono sino varios, cada uno distinguido por diferentes reglas, tipos de activos negociados y tipos de partes involucradas. Hay dos categorías principales: (i) comercio de carbono legalmente vinculante, que involucra a las partes con reducción obligatoria de emisiones y objetivos bajo acuerdos internacionales o políticas nacionales y locales, y (ii) mercados voluntarios, que operan independientemente de los objetivos obligatorios de reducción de emisiones. Los mercados de carbono generalmente se organizan en torno a la oferta y demanda de los créditos de carbono, bajo la supervisión de organismos para mercados regulados. (Chenost, y otros, 2009)

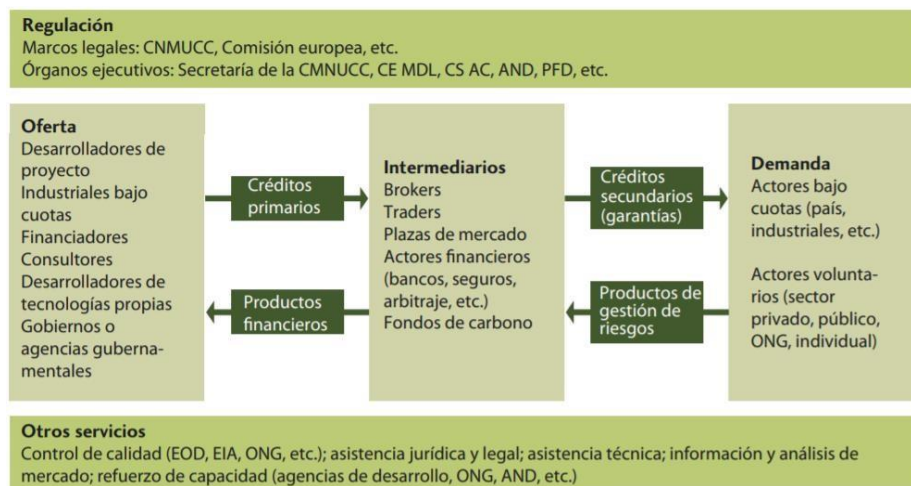


Figura 9. Regulación CNMUCC, Comisión Europea, etc.

Fuente: FAO, 2010.

Desde las primeras transacciones en compensaciones de carbono, impulsadas por el Protocolo de Kyoto el compromiso con los mercados de carbono han crecido de manera constante y cada vez más organizado. El rápido aumento de la inversión ha fomentado la aparición de nuevas partes, en el financiamiento de carbono, particularmente intermediarios entre desarrolladores de proyectos y usuarios finales (fondos de carbono, corredores, mercados, etc.), aquellos que ofrecen nuevos productos (cobertura instrumentos, derivados, garantías de entrega) y servicios (asesoramiento legal, mercado análisis, experiencia técnica).

Proyectos de carbono forestal en Mercados Regulados

En los "mercados regulados", los acuerdos internacionales o las políticas nacionales y locales colocan una obligación legal de los países o actores económicos de reducir sus emisiones de GEI, y asignar una cuota de emisiones que puedan comercializarse. Se establece un objetivo

general de emisiones, y las partes deben alcanzar este objetivo ya sea reduciendo sus emisiones o comprando permisos que les permite liberar emisiones por encima de sus objetivos vinculantes. La elección depende de los costos de reducir las emisiones y el valor de los permisos de emisión (esto se conoce como el sistema "cap and trade"). (Sabogal Aguilar, Moreno Castillo, & Ortega Guerrero, 2009)

Carbono forestal en países no incluidos en el Anexo I: la lenta absorción de la A/R del MDL

Los bosques en países no incluidos en el Anexo I se tienen en cuenta a través del MDL. Solo los proyectos AR son elegibles. La elegibilidad para el mecanismo depende de numerosos criterios. Para generar créditos de carbono a través del MDL, los proyectos deben ser auditados por un tercero externo (validación) y que satisfacen algunos de los criterios. El proyecto puede entonces estar registrado por la Junta Ejecutiva del MDL: (Sabogal Aguilar, Moreno Castillo, & Ortega Guerrero, 2009)

Elegibilidad: solo se aceptan actividades de forestación y reforestación para el MDL forestal (AR). Para ser elegible, una forestación o reforestación el proyecto debe demostrar que el terreno no contenía bosque entre 31 Diciembre de 1989 y la fecha de inicio del proyecto.

Adicionalidad: el MDL solo considerará "reducciones de emisiones o secuestro que son adicionales a los que ocurrirían sin la actividad de proyecto certificada ", lo que significa que, si no hubiera créditos de carbono, el proyecto no habría tenido lugar. Para demostrar adicionalidad, todas las metodologías de proyectos forestales MDL se basan en la misma herramienta, que ha sido aprobado por la Junta Ejecutiva del MDL.

Escenario de referencia: los proyectos deben establecer un escenario de referencia que describa qué ocurriría si el proyecto no se llevara a cabo. Solo la diferencia entre la absorción del proyecto y el nivel de referencia puede ser intercambiado a través de créditos de carbono.

Fugas: Emisiones resultantes del proyecto fuera de su perímetro, conocidas como "fuga", debe ser tenido en cuenta.

No permanencia: el carbono almacenado en un bosque o plantación no permanece allí para siempre. Puede ser liberado a la atmósfera como un resultado de actividades humanas (tala, cambio de uso de la tierra) o por medio de causas naturales (incendios forestales, enfermedades). Por lo tanto, 1 Tonelada de carbono absorbido en una plantación no corresponderá con 1 Tonelada de emisiones de carbono de la energía de producción, en su lugar deberá asociarse con una duración. Mientras los créditos desde la reducción de emisiones a través de proyectos de energía MDL son permanentes, los generados por la absorción en proyectos forestales son temporales. Dos tipos de créditos se han definido en este contexto: "tCER", o CER a corto plazo, y "ICER", o CER a largo plazo

Monitoreo: el secuestro de carbono a través de proyectos debe ser medible y capaz de ser monitoreado con precisión. El monitoreo se lleva a cabo durante el período contable (o período de acreditación) para las emisiones secuestradas por el proyecto, que puede durar 30 años (período de crédito único) o 20 años (renovable dos veces)

Metodologías: estimaciones de una línea de base y un escenario de proyecto (incluyendo emisiones y fugas) y el establecimiento del plan de monitoreo debe ser basado en una metodología aprobada por la Junta Ejecutiva del MDL. A finales de 2009, se habían aprobado 16 metodologías, incluidas 10 para proyectos a gran escala y 6 para proyectos a pequeña escala.

Proyectos de carbono forestal en Mercados Voluntarios

En los mercados voluntarios, los actores hacen compromisos voluntarios de reducción de emisiones y comprar reducciones de emisiones para "compensar" (total o parcialmente) o "neutralizar" sus impactos en el clima. Esta compensación puede referirse a emisiones de privados/particulares, empresas, eventos e incluso productos comercializados en masa. En EE.UU las empresas Privadas, las personas, los organizadores de eventos y los proveedores no tienen la obligación de actuar contra el cambio climático pero decide actuar por razones de imagen "éticas" o "verdes", o en anticipación de las próximas regulaciones (referidas a "pre-cumplimiento"). Ellos compran reducciones de emisiones (VERs - Reducciones voluntarias de emisiones) en mercados voluntarios, que difieren de los mercados regulados en que los créditos se ajustan a los estándares del sector privado que generalmente son más flexibles que las normas y reglamentos que se aplican a los mercados regulados, especialmente aquellos para créditos CDM y JI bajo el Protocolo de Kyoto.

En este sentido, la versatilidad de adaptación e innovación de los mercados alternativos o voluntarios de carbono reflejada históricamente, ha confluído hacia la implementación de proyectos en pequeñas comunidades, debido a que sus gastos burocráticos y costes de transacción son mucho menores en comparación con los MDL adoptados por el Protocolo de Kioto.

Por ejemplo, mientras los costes de validación de la metodología en los MDL pueden ubicarse entre los US \$ 40.000 a US \$100.000 dólares, mientras que en los MVC puede fluctuar entre los US \$ 5.000 y los US \$15.000 dólares y una verificación de una tercera parte entre los US \$ 15.000 y los US \$ 23.000, para captura forestal (Hamilton, et al, 2008; Kollmuss et al., 2008). Además, los mecanismos adoptados por el mercado voluntario de carbono, han sido hasta

ahora la única fuente de financiación para proyectos de prevención de deforestación, manteniendo un porcentaje más alto de participación en proyectos forestales, que para el año 2007 significaba el 36% frente al 1% de los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL).

La explicación en parte puede responder al tema de «adicionalidad» que sigue siendo uno de los impedimentos en las discusiones post-Kioto para la implementación de proyectos de prevención de deforestación al interior del MDL, y que se espera negociar luego de la Conferencia de Bali que definió el Mapa de Ruta en el 2007 (ONU, 2007), en la Conferencia de Copenhague de 2009. (Sabogal Aguilar, Moreno Castillo, & Ortega Guerrero, 2009)

Principales estándares de calidad forestal en el mercado voluntario

El estándar VCS. En 2005, varios socios, incluidos IETA y WBCSD, decidió establecer un estándar para proyectos que ingresan al mercado voluntario. Conocido como Estándar Voluntario de Carbono o VCS, es igualmente válido para AR, Proyectos IFM y REDD. Ofrece soluciones para resolver la no permanencia. El VCS pretende convertirse en una etiqueta de referencia para el mercado voluntario. En la actualidad, solo se ha registrado oficialmente un proyecto forestal que cumple con el VCS;

El estándar CCBs. La alianza CCBA de ONG (TNC y Conservación Internacional) y las empresas reciben asistencia técnica de la investigación, centros para desarrollar el Estándar de Comunidad Climática y Biodiversidad (CCBs). Está diseñado exclusivamente para proyectos forestales y, más allá del carbono, incluye los beneficios sociales y económicos asociados con los proyectos. A diferencia de otros estándares, certifica proyectos pero no emite créditos. Se

está desarrollando un nuevo el estándar para REDD + Estándares Sociales y Ambientales bajo los auspicios del CCBA.

El Carbon Fix Standard (CFS) fue desarrollado por científicos alemanes especializados en silvicultura, medio ambiente y cambio climático. Esta etiqueta certifica Proyectos forestales de AR y emite diferentes tipos de créditos, principalmente VER

El Chicago Climate Exchange (CCX), creado en 2003, es un mercado voluntario para el comercio de unidades de GEI que opera de la misma manera que un mercado de valores. Inicialmente, solo se refería a proyectos de países que no habían firmado El Protocolo de Kyoto, en 2008, se expandió a proyectos de reducción de GEI en cualquier lugar del mundo. Las especificaciones son más flexibles que para proyectos MDL.

Tabla 4.

Comparativo Mercado regulado y voluntario

Mercados Regulados	Mercados Voluntarios
Empresas y gobiernos que por ley deben entregar unidades de GEI	Empresas y/o individuos que compran unidades de GEI voluntariamente
Supervisión y regulación por parte de un organismo competente	No hay supervisión ni regulación
Únicamente se aceptan unidades oficiales	Pueden utilizarse unidades verificadas o todo tipo de créditos de emisiones
Unidades y transacciones controladas en registros	No existe registro único

Varias formas de transacción en plataformas organizadas	CCX y otras transacciones OTC
---	-------------------------------

Costes de transacción elevados y requisitos estrictos.	Costes de transacción variables, generalmente menores
--	---

Nota: Fuente Gestión Ambiental Estratégica, 2018.

A continuación, se presenta una relación de los proyectos ejecutados o en actual ejecución en Colombia, para Mercados de Carbono Voluntarios y Obligatorios. Obsérvese que para el caso de los mercados voluntarios aún no hay registro de este tipo de proyecto en la región Caribe, sin embargo, para los mercados obligatorios los proyectos implementados en la región se encuentran resaltados.

MERCADOS DE CARBONO VOLUNTARIOS EN COLOMBIA

Tabla 5.

Listado de Proyectos de MC voluntarios en Colombia

Proyecto	Proponente	Región	Sector	Reducción de emisiones anuales estimadas (toneladas CO2) 2018-2022
REDD+ Project Resguardo Indígena Unificado Selva de Mataven (RIU SM)	ACATISEMA - Mediamos F&M SAS	Orinoquia - Amazonia	14. Agriculture, Forestry, Land Use	18.111.760
Concosta REDD+ Project	Consejo Comunitario de	Chocó	14. Agriculture,	1.669.890

	Concosta		Forestry, Land Use	
Mutató REDD+ Project	Cabildo Mayor	Antioquia	14. Agriculture, Forestry, Land Use	782.38
Rio Pepe y ACABA REDD+ Project	Consejo Comunitario Río Pepé - Consejo Comunitario Acaba	Chocó	14. Agriculture, Forestry, Land Use	1.120.250
Bajo Calima y Bahía Malaga (BCBM) REDD+ Project	Consejos Comunitarios de: Bajo Calima y Bahia Malaga	Valle del Cauca	14. Agriculture, Forestry, Land Use	2.493.595
Cajambre REDD+ Project	Consejo Comunitario de	Valle del Cauca	14. Agriculture, Forestry, Land Use	1.487.440

	Cajambre		
SUPP REDD+ Project	Consejo	Chocó	14. Agriculture, 1.560.390
	Comunitario		Forestry, Land
	Bajo		Use
	Calima -		
	Consejo		
	Comunitario La		
	Plata Bahia		
	Malaga		
Carmen del Darién	Consejos	Chocó	14. Agriculture, 2.310.950
(CDD)	Comunitarios		Forestry, Land
REDD+ Project	de:		Use
	Domingodó,		
	Lamadre,		
	Chicao, Vigia		
	de Curbarado y		
	Santa Rosa del		
	Limón, Río		

	Montaño y			
	Apartadó Buena			
	Vista.			

Acapa Bajo Mira Y	Consejos	Nariño	14. Agriculture,	2.023.930
Frontera	Comunitarios		Forestry, Land	
REDD+ Project	de:		Use	

	Acapa y Bajo			
	Mira y Frontera			

The Choco-Darién Conservation	Anthroct S.A.S.		14. Agriculture,	404.69
	Chocó		Forestry, Land	
Corridor REDD Project			Use	

TOTAL TONELADAS DE EMISIONES CO2 REDUCIDAS				31.965.275
---	--	--	--	-------------------

Nota: Fuente Tabla - Gestión Ambiental Estratégica, 2018.

MERCADOS DE CARBONO OBLIGATORIOS EN COLOMBIA

Tabla 6.

Listado de Proyectos de MC obligatorios en Colombia

Proyecto	Sector	Región	Gestor
Agua Fresca Multipurpose and environmental services project	Hidroelectrico	Medellin	Aguas de la Cabaña
*Jepirachi Wind Power Project	Industrias energéticas	Uribe - Guajira	EPM
Santa Ana Hydroelectric Plant	Hidroelectrico	Bogotá	EAAB
Umbrella Fuel-Switching Project in Bogotá and Cundinamarca	Combustibles Fósiles	Bogotá	Bavaria, Alpina, Suizo, Icollantas
BRT Bogotá, Colombia: TransMilenio Phase II to IV	Transporte	Bogotá	Transmilenio
La Vuelta and La Herradura Hydroelectric Project	Hidroeléctrico	Cañasgordas - Frontino (Antioquia)	EMP
*Project for the catalytic reduction of N2O emissions with a secondary	Industrias Químicas	Cartagena	

catalyst inside the ammonia oxidation

reactors of the NAN1 and

NAN2 nitric acid plants at Abonos

Colombianos SA ('Abocol'),

Colombia.

Centro Industrial del Sur Organic Waste Project	Manejo y eliminación de residuos	Envigado	Evas Enviambientales S.A. E.S.P
---	----------------------------------	----------	---------------------------------

La Cascada 2.3 MW Hydroelectric Project	Hydroeléctrico	Antioquia	Prestadora de Servicios Públicos La Cascada S.A. E.S.P
---	----------------	-----------	--

*Monomeros Nitrous Oxide Abatement Project	Industrias Quimicas	Barranquilla	Monomeros Colombo Venezolanos S.A.
--	---------------------	--------------	------------------------------------

Incauca S. A. Fuel Switch from Coal to Green	Biomasa	Miranda (Cauca)	Ingenio del Cauca S. A.
--	---------	-----------------	-------------------------

Harvest Residues CDM Project

CEMEX Colombia: Biomass project at Caracolito cement plant.	Biomasa	Ibague	Cemex
*FEDEPALMA SECTORAL CDM umbrella project for methane capture, fossil fuel displacement and Cogeneration of renewable energy	Industrias energéticas	regions, which are North; Central; Eastern; and Western Regions	Fedepalma
Curva de Rodas and La Pradera landfill gas management project	Manejo y eliminación de residuos	Bello, Copacabana y Don Matias (Antioquia)	Universidad de Antioquia
Displacement of the electricity of the national electric grid by the auto- generation of renewable energy in the Cañaveralejo Wastewater Treatment Plant of EMCALI in Cali, Colombia	Industrias	Cali	EMCALI

Introduction of the recovery and combustion of methane in the existing sludge treatment system of the Cañaveralejo Wastewater Treatment Plant of EMCALI in Cali, Colombia	Industrias energéticas	Cali	EMCALI
Dona Juana landfill gas-to-energy project	Manejo y eliminación de residuos	Bogotá	Doña Juana
Amaime Minor Hydroelectric Power Plant	Hidroelectrico	Palmira - El Cerrito (valle del Cauca)	EPSA S.A. E.S.P.
AGA FANO Liquid CO2 production using CO2 from a fermentation plant at Ingenio Providencia	CO2	El Cerrito (Valle del Cauca)	Ingenio Providencia
Bionersis landfill project in Pasto, Colombia	Manejo y eliminación de residuos	Pasto	Bionersis Colombia S.A.
			E.S.P.

Forestry Project for the Basin of the Chinchiná River, an Environmental and Productive Alternative for the City and the Region	Forestal	Chinchina (Caldas)	INFIMANIZALES
Cable Cars Metro Medellín, Colombia	Transporte	Medellin	Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Ltda.
*Argos CO2 Offset Project, through reforestation activities for commercial use	Forestal	San Onofre (Sucre)	Cementos Argos S.A
Bionersis LFG project Colombia 2	Manejo y eliminación de residuos	Bucaramanga	Bionersis Colombia S.A. E.S.P.
Caruquia 9.76 MW Hydroelectric project	Hidroelectrico	Sanata Rosa de	Caruquia S.A. E.S.P

		Osos (Antioquia)	
Rio Amoyá Run-of-River Hydro Project	Hidroelectrico	Chaparral (Tolima)	ISAGEN S.A. E.S.P.
Alto Tuluá Minor Hydroelectric Power Plant	Hidroelectrico	Tulua - Buga - San Pedro (Valle del Cauca)	Empresa de Energía del Pacífico S.A. E.S.P
Bajo Tuluá Minor Hydroelectric Power Plant	Hidroelectrico	Tulua - Buga - San Pedro (Valle del Cauca)	Empresa de Energía del Pacífico S.A. E.S.P
Bionersis LFG projects Colombia 4 (Cucuta & Manizales)	Manejo y eliminación de residuos	Cucuta - Manizales	Bionersis Colombia S.A. E.S.P
Bionersis LFG project Colombia 3 (Villavicencio)	Manejo y eliminación de residuos	Villavicencio	Bionersis Colombia S.A. E.S.P
Guanaquitas 9.74 MW Hydroelectric project	Hidroelectrico	Santa Rosa de Osos - Gomez	Guanaquitas S.A. E.S.P.

		Plata (Antioquia)	
El Guacal Landfill Gas Flaring Project	Manejo y eliminación de residuos	Envigado (Antioquia)	Green Gas Management Services SAS
MONTENEGRO LANDFILL GAS RECOVERY AND FLARING	Manejo y eliminación de residuos	Montenegro (Quindio)	CAFEASEO DEL QUINDIO S.A. ESP.
*MONTERIA LANDFILL GAS RECOVERY AND FLARING	Manejo y eliminación de residuos	Monteria (Cordoba)	SERVIGENERALES S.A. E.S.P
Pirgua Landfill gas recovery and flaring	Manejo y eliminación de residuos	Tunja (Boyacá)	SERVITUNJA S.A. E.S.P.
*Forestry Project in Strategic Ecological Areas of the Colombian Caribbean Savannas	Forestal	Caribe Colombiano	Pizano S.A. , Corporación Andina de Fomento - CAF
Santiago 2.8 MW Hydroelectric Project	Hidroelectrico	Santo Domingo (Generamos Energía, S.A. E.S.P.

		Antioquia)	
*Commercial reforestation on lands dedicated to extensive cattle grazing activities in the region of Magdalena Bajo Seco	Hidroelectrico	Bajó Seco (Magdalena)	(CORMAGDALENA, FINAGRO, A.W. FABER CASTELL & T.H. REFORESTATION S.A.S and Private landowners of Magdalena Bajo)
Tunjita Diversion Hydroelectric Project	Hidroelectrico	Garagoa - Macanal (Boyacá)	AES CHIVOR & CIA SCA ESP
The Colomba-Guabal Landfill Gas Project	Manejo y eliminación de residuos	Yotocó (Valle del Cauca)	Green Gas Yotocó SAS
La Glorita Landfill Gas Project	Manejo y eliminación de residuos	Pereira	Green Gas Yotocó SAS

*BRT Transmetro Barranquilla, Colombia	Transporte	Barranquilla	Transmetro S.A
BRT Metroplus Medellin, Colombia	Transport	Medellin	Metroplus S.A.
MIO Cali, Colombia	Transport	Calí	MetroCali S.A.
*REFORESTATION OF DEGRADED/DEGRADING LAND IN THE CARIBBEAN SAVANNAH OF COLOMBIA	Forestal	Departamento de Cordoba	Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge - Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA)
MEGABUS, Pereira, Colombia	Transporte	Pereira	MEGABUS S.A.
Improving energy efficiency in a new Gas Plant in Gibraltar- Colombia	Eficiencia Energética	Toledo (Norte de Santander)	ECOPETROL S.A.

*Cartagena Landfill Gas Capture and Usage Project	Manejo y eliminación de residuos	Cartagena	Carbon BW Colombia S.A.S. Caribe Verde S.A. E.S.P. Distrito de Cartagena de Indias
Proactiva Presidente landfill gas to energy project	Manejo y eliminación de residuos	San Pedro (Valle del Cauca)	Bugaseo S.A. ESP Proactiva Colombia S.A. Proactiva Medio Ambiente S.A.
*La Gloria EFB + POME Co-composting Project	Industrias energéticas (fuentes renovables / no renovables)	La Gloria (Cesar)	Extractora La Gloria S.A.S. - Carbon Agro Pte Ltd
CEMEX Colombia: Alternative fuels and biomass project at Cucuta cement plant	Biomasa	Cucutá	CEMEX Colombia, S.A.

Programme of activities for the recovery and use of associated petroleum gas, normally combusted in flare stacks in oil- producing fields	Combustibles Fósiles		Conestoga-Rovers & Associates Limited (CRA)
*Los Pocitos Landfill Gas Utilization Project	Manejo y eliminación de residuos	Galapa (Atlantico)	Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Barranquilla S.A. E.S.P
Providencia I: 1.8MW Small Hydro Power Generation Plant	Hidroelectrico	Anorí (Antioquia)	Mineros S.A.
Providencia III: 9.11MW Small Hydro Power Generation Plant	Hidroelectrico	Anorí (Antioquia)	Mineros S.A.
The Colomba Guabal Landfill Gas Project	Manejo y eliminación de residuos	Yotocó (Valle del Cauca)	Green Gas Yotoco SAS y

			Green Gas International B
Programme for the Capture and Destruction or Utilization of Landfill Gas in Colombia	Manejo y eliminación de residuos		Swiss Association for Quality and Management Systems
SHP MORRO AZUL CDM PROJECT (JUN1164)	Hidroelectrico	Belen de Umbria (Risaralda)	Risaralda Energía S.A.S. E.S.P.
*Palmeras POME Co-composting Project	Industrias energéticas	El Copey (Cesar)	Palmeras de la Costa S.A
CDM Project for Forestry Restoration in Productive and Biological Corridors in the Eastern Plains of Colombia	Forestal	La Primavera (Vichada)	Bosques de la Primavera S.A.
*INTERASEO LANDFILL GAS MITIGATION PROJECT	Manejo y eliminación de residuos	Ibague - Santa Marta - Valledupar -	INTERASEO S.A. E.S.P. - CAEMA

Sincelejo			
San Nicolas CDM Reforestation Project	Forestal	Guarne, Rionegro, Marinilla, Carmen de Viboral, Santuario, El Retiro, San	Corporación Masbosques
Vicente, La Ceja and La Unión (Antioquia)			
Suba and Usaquen hydroelectric CDM umbrella project	Hidroelectrico	Bogotá	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P- EAAB.
Cucuana Hydroelectric Power Plant	Hidroelectrico	Roncesvalles (Tolima)	Empresa de Energía del

			Pacífico S.A. E.S.P (EPSA E.S.P.)
Electricity and heat Generating through a cogeneration system in Gerencia Refinería Barrancabermeja (GRB), Ecopetrol, S.A.	Eficiencia Energética	Barrancabermeja (Santander)	Ecopetrol S.A.
Las Palmas Small Hydroelectric Power Plant	Hidroelectrico	Santa Rosa de Osos (Antioquia)	GENERACION DE ENERGIA, S.A.S. - GEDEN S.A.S.
Grid connection of an isolated electricity system on the Pacific Coast of Colombia (Cauca - Nariño)	Distribución de Energía	Costa Pacifica (Cauca - Nariño)	Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P.
Small Hydropower Programme in Colombia	Hidroelectrico		
Doña Teresa Small Hydro Power Plant	Hidroelectrico		

Sogamoso Hydroelectric Project	Hidroelectrico	Girón, Betulia, Zapatoca, Los Santos and San Vicente de Chucurí (Santander)	ISAGEN S.A. E.S.P.
Nuevo Mondoñedo Landfill Gas Recovery, Flaring and Energy Production and Transformation for Leachate Evaporation	Manejo y eliminación de residuos	Bojacá (Cundinamarca)	Consorcio Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo

Bello Wastewater Treatment Project (BWTP) Industrias

energéticas

Nota: Fuente Tabla - Gestión Ambiental Estratégica, 2018. *Proyectos ubicados en la Región Caribe

6.3. Proceso SIG para delimitación de posibles zonas potenciales para MC por reforestación.

Desde la creación de los Mercados de Carbono en el año 2005 con el Protocolo de Kioto y puntualmente la adopción en Colombia del mismo, el país se ha visto en la obligación de monitorear, reportar y verificar sus acciones de mitigación (Res 1447/2018). Para ello fueron establecidas a nivel normativo estrategias como los PAS (Planes de Acción Sectorial de Mitigación para el Cambio Climático), un conjunto de acciones, programas y políticas, que permitirán reducir las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) frente a una línea base de emisiones proyectadas en el corto, mediano y largo plazo, el impuesto al carbono; el cual se creó por medio de la Ley 1819 de 2016 (Reforma Tributaria Estructural) y responde a la necesidad del país de contar con instrumentos económicos para incentivar el cumplimiento de las metas de mitigación de gases efecto invernadero (GEI) a nivel nacional.

El impuesto consiste en el pago de una tarifa relacionada con el contenido de carbono, que es un elemento químico de los combustibles y que se libera en forma de gases efecto invernadero a la atmósfera cuando se hace la combustión de estos energéticos, el acuerdo de Paris, cuyos objetivos también asumidos por Colombia son los siguientes; Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2°C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5°C con respecto a los niveles preindustriales. Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de GEI, de un modo que no comprometa la producción de alimentos. Elevar las corrientes financieras a un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de GEI.

De las principales líneas promovidas en el país están los proyectos REDD+ que como su nombre lo indica busca la Reducción de Emisiones de GEI provenientes de la Deforestación y Degradación de bosques más la conservación, manejo sostenible de bosques y aumento de las reservas de carbono, y finalmente los MDL o Mecanismo de Desarrollo Limpio, basados en el mercado de reducción de emisiones de GEI, a través de la implementación de Proyectos y Programas en los diferentes sectores productivos como el industrial, energético, forestal, de residuos y de transporte en el ámbito nacional, que generen emisiones de GEI. Adicionalmente este mecanismo permite a los países industrializados (que se han comprometido a reducir su emisión de gases efecto invernadero) a implementar proyectos que reduzcan las emisiones de gases en los territorios de los países en vías de desarrollo.

Bajo todo este contexto el IDEAM y PNUD elaboran el primer INVENTARIO NACIONAL Y DEPARTAMENTAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, un reporte delimitado para un periodo de tiempo y territorio, de la cantidad de GEI emitidos directamente a la atmósfera como resultado de actividades humanas y de las absorciones por sumideros de carbono, tales como bosques, cultivos o pastizales. (IDEAM, 2016) Y con esto el compromiso de no solo inventariar las emisiones y sumideros de carbono, sino también contar con la información de manera espacial.

No obstante, la información que se encuentra disponible actualmente no es suficiente para la ubicación de proyectos o portafolio de áreas, que puedan hacer parte de mercados de carbono, ni la metodología específica para la clasificación de estas áreas.

Una metodología de este tipo debe considerar aspectos físicos, biológicos y sociales, en formato espacial que permitan visualizar cómo se encuentra el ecosistema y que también

determine cuáles son los sitios más importantes a tener en cuenta en los procesos de captura de carbono. Además, de generar nuevas posibilidades de ingresos e incrementar los índices de empleo formal en la región. Asimismo, esta metodología debe ser simple, flexible, oportuna, y presentar una aplicabilidad general. (Sabogal Aguilar, Moreno Castillo, & Ortega Guerrero, 2009)

Una de las herramientas para la planificación, cuyo uso se ha extendido por el tipo de análisis que genera y que ha permitido la incorporación de diferentes variables para efectuar una interpretación geográfica adecuada para la planeación del territorio, es la utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

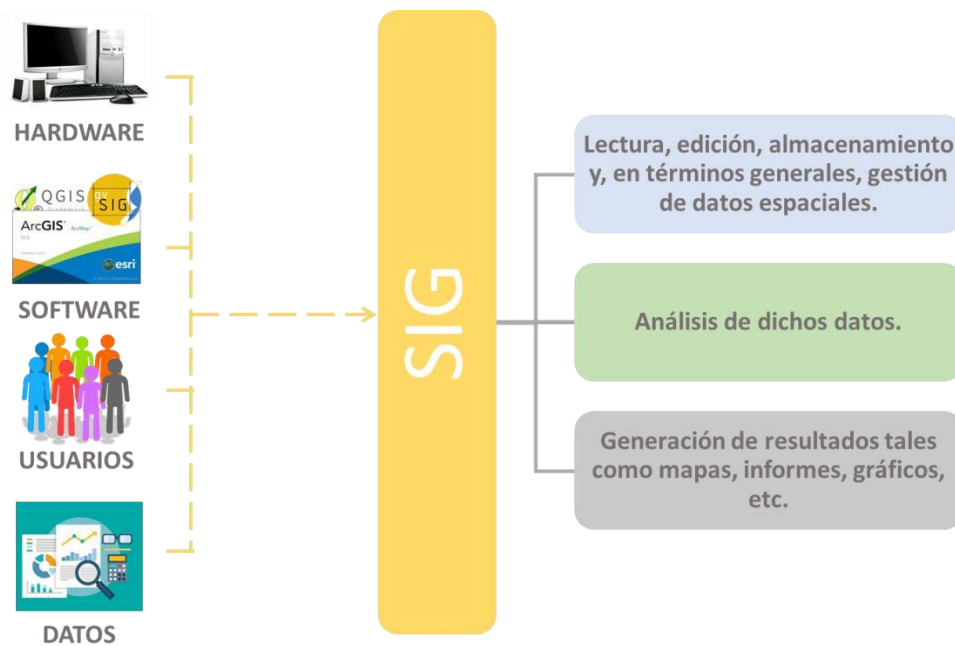


Figura 10. Actores de un SIG.

Fuente: Ecoexplora Consultoría, 2020

Los SIG no solo sirven para organizar y desplegar datos, sino que además integran herramientas de análisis y modelamiento que permiten producir información geográfica. Es decir, trabajan con datos georreferenciados y desplegados en forma de mapas. (Sabogal Aguilar, Moreno Castillo, & Ortega Guerrero, 2009)

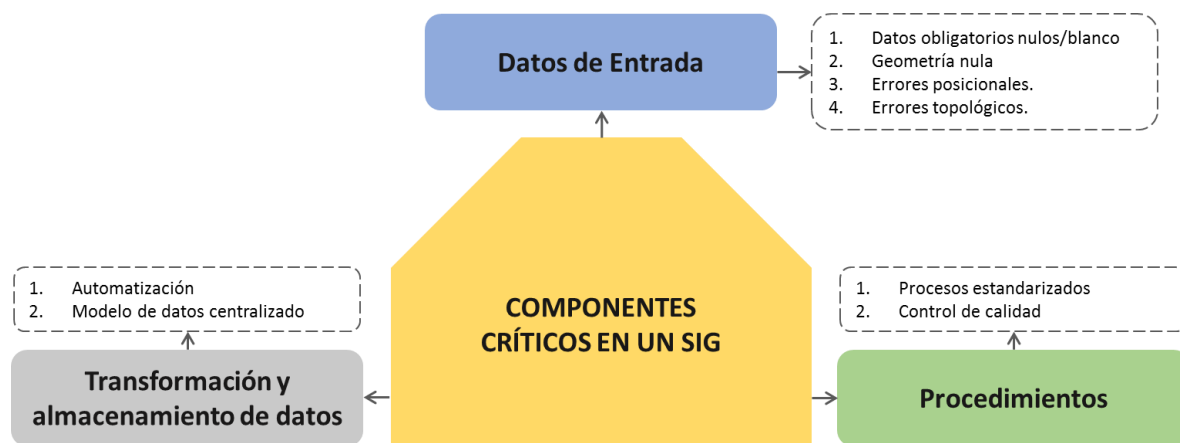


Figura 11. Componentes críticos en un SIG.

Fuente: Ecoexplora Consultoría, 2020

Durante décadas los SIG se han aplicado a problemas de gestión territorial y de recursos naturales, a cuestiones relacionadas con el medio ambiente, o en contextos directamente vinculados con las ciencias de la tierra, como la geografía, la geología, etc. Reciente se ha empezado a considerar el uso potencial de los SIG para otros campos y disciplinas relativamente

inéditos y en particular en la investigación de ciencias humanas y sociales. (Pucha-Cofrep, y otros, 2017)

ArcGIS Desktop es el principal componente de la suite de aplicaciones ArcGIS ESRI, y el software que contiene las funcionalidades clásicas del SIG de escritorio. ArcGIS es un conjunto de herramientas que permiten la visualización y manejo de la información geográfica, y que cuenta con una arquitectura extensible mediante la que pueden añadirse nuevas funcionalidades. Estas son las conocidas extensiones, entre las cuales se pueden destacar Spatial Analyst (Análisis Raster), 3D Analyst (Análisis 3D y de relieve) o Geostatistical Analyst (Geoestadística). (PuchaCofrep, y otros, 2017)

Considerando que para la selección de componentes y variables a analizar mediante procesos

SIG, se tomaron en cuenta los criterios de Adicionalidad definidos en la GUIA PARA LA

FORMULACION, VALIDACION Y VERIFICACION DE PROYECTOS FORESTALES DE

MITIGACION DE CAMBIO CLIMATICO de ICONTEC; Para la estimación de un portafolio

inicial de áreas con potencial para mercados de carbono a través de estrategias de reforestación, se determinaron tres componentes; espacial, social y económico.

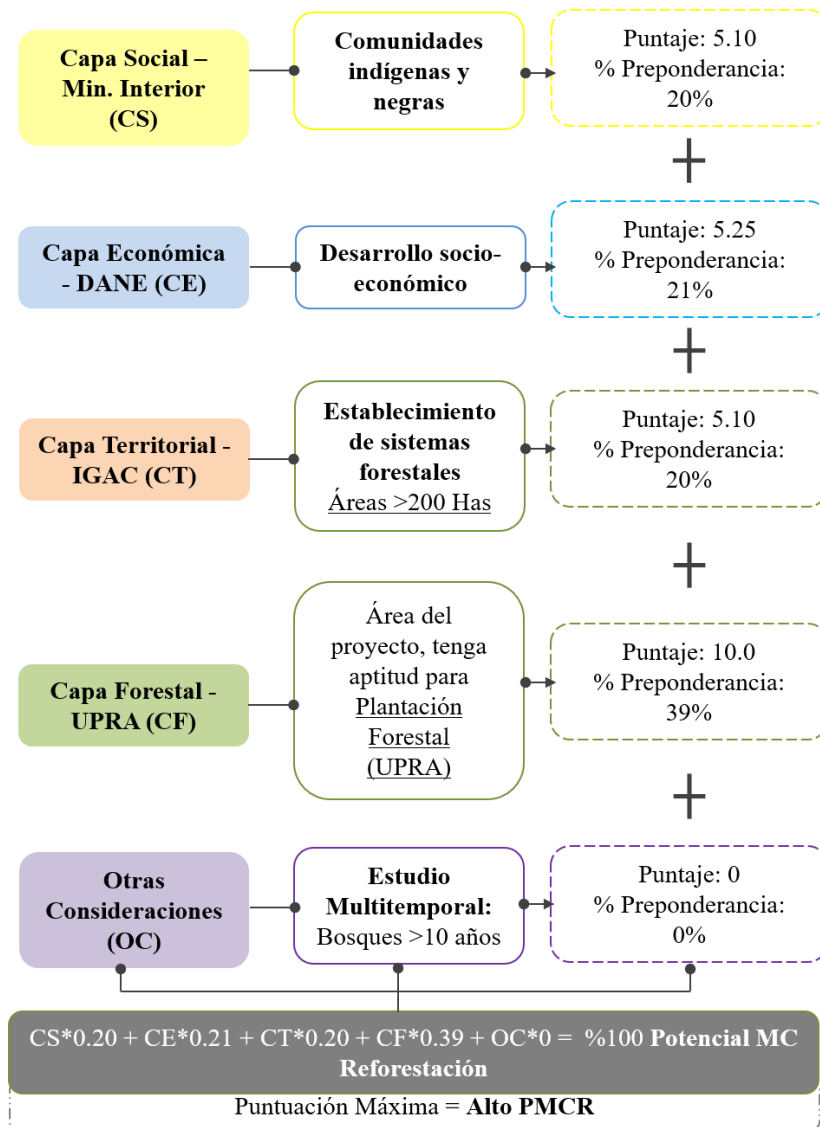


Figura 12. Ponderación de capas espaciales del estudio.

Fuente: El Estudio, 2020

6.3.1. Proceso de determinación de Capa Social - Comunidades Indígenas y Negras

Para el componente social se tomará en cuenta la variable; 1) Proyectos desarrollados por comunidades indígenas, negras o campesinas, que estén constituidas como asociaciones, u

organizaciones, comunitarias, esta puede ser analizada haciendo uso de las herramientas SIG disponible en la base de datos espacial del Ministerio del Interior.

Para determinar la variable de este componente, se realizó la descarga en línea del archivo correspondiente al shape de comunidades indígenas, negras y campesinas del año 2008, siendo esta la base de datos más reciente que se encuentra disponible a nivel nacional. Este contiene la información concerniente a la tipificación de las áreas donde se encuentran ubicadas estas comunidades dentro del país.

El proceso a desarrollar será el cargue de la capa geográfica tipo polígono, con la información de comunidades a escala 1: 25.000 de todo el país, debido a que el alcance del estudio es la región caribe, se procederá con el corte de esta zona para brindarle la precisión requerida a esta variable. Posteriormente se subirán las capas de Departamentos y Municipios otorgadas por el IGAC, para la consecución de categorías establecidas en este estudio.

Como resultado se obtendrá una capa de la extensión de las áreas correspondientes a las minorías raciales de la región, y con esto validar las zonas que cumplen con el primer criterio de adicionalidad escogido. Para la determinación del potencial de las zonas de acuerdo a este criterio se consideró que aquellos polígonos marcados como zonas de resguardos indígenas o comunidades negras, se destacarían como categoría Alta, luego los municipios donde se encuentren estas comunidades, pero sean propiamente el polígono, se estipularán como categoría Media, y finalmente los departamentos donde se encuentren estas comunidades se determinarán como categoría Baja.

Tabla 7.

Criterios de clasificación - Capa Social

CATEGORIA	CRITERIO	COLOR
ALTO	Polígono Comunidad	Verde
MEDIO	Municipio Comunidad	Amarillo
BAJO	Departamento Comunidad	Rojo

Nota: Fuente Tabla - desarrollada por El Estudio, 2021.

6.3.2. Proceso de determinación de Capa Económica - DANE

Para el componente económico, el criterio de adicionalidad a desarrollar será; 2) Proyectos que generen desarrollo socioeconómico, con las comunidades que habitan en las áreas del proyecto; o proyectos que involucren estas comunidades, mediante los datos proporcionados por el

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

El DANE para el año 2018 ha llevado a cabo el levantamiento de información concerniente a los índices de pobreza del censo nacional de este mismo año. En el cual se encuentran cuantificadas las siguientes variables:

- Analfabetismo,
- Bajo logro educativo,
- Barreras a servicios para cuidado de la primera infancia,
- Barreras de acceso a servicios de salud,
- Tasa de dependencia económica,

- Hacinamiento crítico,
- Inadecuada eliminación de excretas,
- Inasistencia escolar,
- Material inadecuado de paredes exteriores,
- Rezago escolar,
- Sin acceso a fuente de agua mejorada,
- Sin aseguramiento en salud,
- Trabajo infantil
- Trabajo informal.

Todas estas variables, arrojarán como resultado final la; Medida de Pobreza Multidimensional, en los diferentes departamentos y municipios de Colombia. En este caso de estudio, el nivel de detalle será cada uno de los departamentos de la Región Caribe. Para hallar la variable económica necesaria en la formula, se descargó del SIG del IGAC el shape de Municipios, el cual se encuentra delimitado política y administrativamente, esto con el propósito de relacionar, mediante la herramienta “Join” en ArcGIS, cada código de departamental y municipal establecido por el DANE. Logrando así, una nueva capa geográfica que contenga el índice final de Pobreza Multidimensional georreferenciado por municipio.

Con este procedimiento, se busca estratificar los municipios de la región, en relación a su desarrollo económico y de esta manera, poder identificar, el aporte que generarían posibles

proyectos para Mercados de Carbono. Teniendo de referente para la estimación de la variable económica como “criterio presente”, aquellas zonas rurales de los municipios con mayor índice de pobreza multidimensional, es decir, con valores entre 14.4 – 92.2.

Estableciendo así, que a mayor IPM, mayor desarrollo genera en la zona, por ende, mayor es su potencial para proyectos en MC. De acuerdo al modelo espacial del presente estudio cada capa de información debe estar categorizada de la misma manera, fue necesario el precisar los rangos del IPM de dichas categorías. Para el cálculo se tomó de referencia los datos encontrados en el Geoportal de DANE, el cual dispone que para rangos de incidencia mayores al 80% se considere como un Alto, en este orden de ideas, para la clasificación de esta capa en el estudio se especificó como Alto el 80% de 92.2, luego para las categorías de Medio y Bajo se dividió el 20% restante del rango IPM.



Figura 13. MPM de fuente censal, Departamento del Atlántico.

Fuente: Geoportal DANE, 2020.

Resultando en la escala a continuación:

Tabla 8.

Criterios de clasificación - Capa Económica

CATEGORIA	CRITERIO	COLOR
ALTO	IPM: 92.22 – 22.98	
MEDIO	IPM: 22.99 – 16.09	
BAJO	IPM: 16.10 – 14.44	

Nota: Fuente Tabla - desarrollada por El Estudio, 2021.

6.3.3. Proceso de determinación de Capa Territorial – Predios IGAC

Otro criterio importante dentro del componente espacial son 4) Proyectos de establecimiento de sistemas forestales, que agrupen propietarios de tierras; cada uno de ellos con propiedad o tenencia de la tierra demostrada, sobre propiedades menores de 200 hectáreas. Para su determinación tomaremos como referencia el shape de predios rurales establecido por el IGAC, donde se podrá encontrar la información geográfica de los predios urbanos y rurales del país a excepción de los catastros descentralizados y los de delegación de competencias.

La gestión de tierras (GT) se define en los términos dados en los Lineamientos formulados por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UN-ECE) (1996), como “el proceso por medio del cual los recursos y la tierra son puestos a buen efecto. Cubre todas las actividades relacionadas con la gestión de la tierra como un recurso, tanto desde una perspectiva ambiental como desde una perspectiva económica. Puede incluir la extracción minera, la gestión de la propiedad inmobiliaria, y la planeación física de las ciudades y el campo (IGAC, 2016). En esta se abarca temas como:

- El traspaso de la propiedad, incluidas las decisiones sobre hipotecas e inversión;
- Evaluación y valoración de la propiedad;
- El desarrollo y la gestión de los servicios públicos y otros servicios;
- La gestión de los recursos de la tierra, como la silvicultura, suelos, o la agricultura;
- La formación e implementación de las políticas de uso del suelo;
- La evaluación del impacto ambiental; y
- El seguimiento de todas las actividades en tierra que afectan a la mejor utilización de la tierra”.

Ahora bien, aquellos predios con áreas no mayores a 200 Has por propietario, nos permitirá generar un resultado en torno a la rentabilidad del proyecto en función del número de hectáreas donde será implementado. Cabe aclarar que, para los proyectos para Mercado de Carbono Certificados, se buscan amplias extensiones de tierras no solo porque así se captura mayor cantidad de emisiones sino, porque a mayor cantidad de Hectáreas, se justifica la inversión en asesoría y certificación de reducción de emisiones avalado internacionalmente.

No obstante, independiente a la magnitud general del proyecto, se tiene como criterio de adicionalidad que, si existen más propietarios en un área, se genera mayor impacto social y económico, o dicho de otra manera, no es el mismo impacto implementar un proyecto forestal de 1000 Hectáreas con un propietario único, que hacerlo en una zona donde existan 10 propietarios con 100 Hectáreas cada uno. Implementando este criterio se categorizaron como Alto, Medio y Bajo, de acuerdo con los siguientes rangos:

Tabla 9.

Criterios de clasificación - Capa Territorial

CATEGORIA	CRITERIO	COLOR
ALTO	0 Has – 50 Has	
MEDIO	51 Has – 150 Has	
BAJO	151 Has – 200 Has	

Nota: Fuente Tabla - desarrollada por El Estudio, 2021.

Como última observación se tiene como incertidumbre, el hecho que algunos predios si bien aparecen delimitados de forma independiente, pueden pertenecer al mismo propietario, sin embargo, no es posible realizar el cálculo de dicha incertidumbre.

6.3.4. Proceso de determinación de Capa Forestal – Clasificación UPRA



Figura 14. Zonificación de Plantaciones Forestales con Fines Comerciales en Colombia.

Fuente: UPRA, 2014

Como eje principal en este estudio tenemos el componente espacial, el cual nos dará las pautas claves para iniciar la delimitación de las áreas potenciales, para ello, tomaremos el criterio de acuerdo con la guía; 3) Proyectos en los que el 50%, o más del área total del proyecto, se localice por fuera de las zonas de aptitud alta para plantaciones forestales comerciales. Según la clasificación de la UPRA (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria), la cual fue desarrollada, mediante la identificación y ponderación de los criterios listados a continuación:

Tabla 10.

Criterios analizados para Zonificación de Plantaciones Forestales con Fines Comerciales en Colombia

CRITERIO	PESO
Profundidad efectiva	0,122
Pendiente	0,107
Infraestructura y logística	0,103
Costo de la tierra	0,094
Índice Climático	0,079
Precipitación	0,078
Humedad del suelo	0,061
Cobertura de la tierra	0,054
Disponibilidad de nutrientes	0,048
Clase textural	0,037
Mercado laboral	0,033

Seguridad pública	0,032
Integridad ecológica	0,03
Distribución y tamaño de los predios	0,027
Indicadores económicos	0,023
Grado de erosión	0,017
Institucionalidad	0,013
Susceptibilidad por inundación	0,011
Condiciones de vida	0,011
Susceptibilidad por deslizamientos	0,01
Amenaza por incendio	0,01

Nota: Fuente Tabla - UPRA, 2014

Así mismo, estos criterios fueron determinados bajo una serie de exclusiones legales y condicionantes, que garantizan mantener el balance de los bienes y servicios ecosistémicos en el territorio nacional:

Tabla 11.

Exclusiones y Condiciones para Zonificación de Plantaciones Forestales con Fines Comerciales en Colombia

Exclusiones **Áreas del Sistema** Condicionantes **RUNAP** legales

Nacional de Parques

Nacionales Naturales

Áreas del Sistema de

Parques Naturales

Regionales

Distritos de manejo integrado

Decreto 2372/2010 Áreas de
recreación -Decreto 2372/2010

Áreas de reserva forestal AICAS en áreas no protegidas

Protectora

Distritos de

Convención RAMSAR

Conservación de

Suelos

Áreas de Reservas	Zonas de Reserva Campesina (Ley
Naturales de la	160/ 1994, Decreto 1777/1996,
Sociedad Civil	Acuerdo 024 de 1996)
<hr/>	
Las zonas de 30m. de	
ancho a cada lado de	
corrientes de agua	
<hr/>	
Ciudades capitales de	Resguardos indígenas (CPN,
departamento, municipio	Convenio 1691 de 1989, Ley 21 de
y grandes centros	1991)
poblados	
<hr/>	
Sitios de interés arqueológico	Territorios Colectivos de
	Comunidades Negras Ley 70/1993
<hr/>	
Paisaje cultural cafetero	Zonas de Reserva Forestal de Ley
	2da. De 1959
<hr/>	
(AICAS)	Reservas de la biósfera (Tratado

(RAMSAR)

Biosfera

Nota: Fuente Tabla - UPRA, 2014

APTITUD						
Categoría	Descripción	Área Total con aptitud (Ha)	Área con Condicionante (Ha)	Área con aptitud sin Condicionante (Ha)	%	
A1	Aptitud alta	7.258.442	2.902.354	4.356.088	3,8	
A2	Aptitud media	6.217.697	3.026.318	3.191.379	2,8	
A3	Aptitud baja	11.329.715	5.066.011	6.263.704	5,5	
Subtotal		24.805.854	10.994.683	13.811.171	12,1	
N1 y N2	No apto total (Técnico y Exclusiones legales)	89.368.946				
Total		114.174.800				

Figura 15. Aptitud de áreas para Zonificación de Plantaciones Forestales con Fines Comerciales en Colombia.

Fuente: UPRA, 2014

Para esta capa en el estudio, se tomaron las mismas clasificaciones ya establecidas por la

UPRA, no obstante, la categoría “No Apto Total”, considerando que como tal para los Mercados de Carbono voluntarios no es necesario inhabilitar por completo un área, estas se tomarán como de clasificación Baja.

Tabla 12.

Criterios de clasificación - Capa Forestal

CATEGORIA	CRITERIO	COLOR
ALTO	Aptitud Alta - UPRA	
MEDIO	Aptitud Media - UPRA	
BAJO	Aptitud Baja y No Apta Total - UPRA	

Nota: Fuente Tabla - El Estudio, 2020

6.3.5. Ponderación de las variables seleccionadas y otras consideraciones

De las cuatro variables mencionadas se les asignara un valor de preponderancia, bajo los criterios desarrollados esta investigación y validado a través de una Matriz de Saaty, como se explica al inicio de la metodología de este documento, puntualizando en el hecho que para el presente estudio la capa de la UPRA debe contar con un peso considerablemente superior, debido a su completitud y afinidad con la temática. dando como resultado los siguientes porcentajes o

“pesos” a cada capa:

Tabla 13.

Ponderación de capas espaciales estudio.

CAPA	UPRA	DANE	COMUNIDADES	PREDIOS	PESO	PORCENTAJE
UPRA	1.00	3.00	3.00	3.00	10.00	39%
DANE	0.25	1.00	2.00	2.00	5.25	21%
COMUNIDADES	0.10	2.00	1.00	2.00	5.10	20%
PREDIOS	0.10	2.00	2.00	1.00	5.10	20%
TOTAL					25.45	100%

Nota: Fuente Tabla - El Estudio, 2020

Adicionalmente en el mismo contexto del componente espacial se analizarán en las zonas resultantes como valor agregado aquellas próximas a parches de Bosque Seco Tropical, los cuales serán localizados a través del mapa nacional de coberturas Corine Land Cover, además de tenerse en cuenta que estas zonas no hayan sido intervenidas en los pasados 10 años, esto se puede evidenciar visualizando los cambios en los bosques presentados en los mapas oficiales del SIAC disponibles desde el año 2005 hasta el 2016.

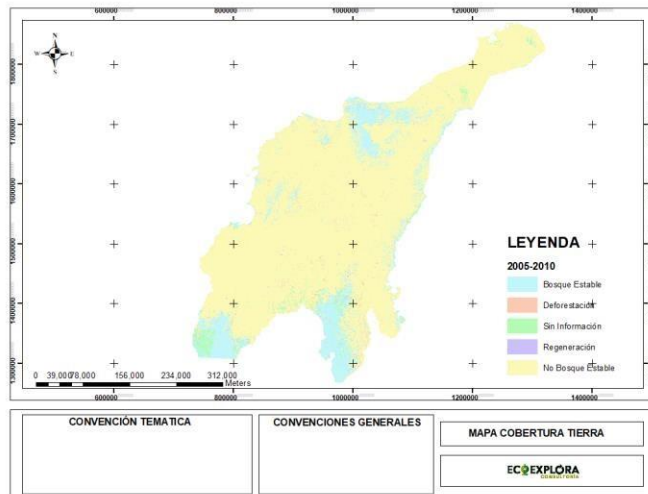


Figura 16. Mapa Cambio de Bosques 2005 – 2010.

Fuente: El Estudio, 2020.

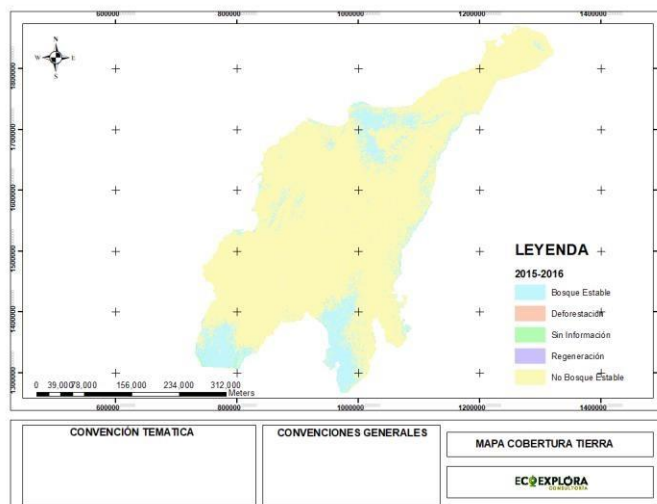


Figura 17. Mapa Cambio de Bosques 2010 – 2016.

Fuente: El Estudio, 2020.

A partir de los mapas anteriores se puede concluir no ha habido cambios sobresalientes en la cobertura boscosa de la región durante la última década en ninguna de las categorías representadas.

6.3.6. Recolección de información secundaria para la caracterización física, biótica y territorial de las posibles áreas para MC por reforestación

En el año 2014 la NASA estimó que los bosques tropicales absorben 1.400 millones de toneladas métricas de Dióxido de Carbono de una absorción total mundial de 2.500 millones. Los bosques y otros tipos de vegetación terrestre eliminan actualmente hasta un 30 por ciento de las emisiones de dióxido de carbono humanas de la atmósfera durante la fotosíntesis. Si la velocidad de absorción se desacelera, la tasa de calentamiento global ganaría velocidad. (EUROPAPRESS, 2014)

En el panorama colombiano los esfuerzos de conservación ambiental se han focalizado en la identificación de áreas estratégicas de amortiguamiento y la caracterización de la flora y la fauna del ecosistema de Bosque Seco Tropical, con lo cual se determinó que la mayor concentración está en la zona nororiental del país y se reconocen alrededor de 617 especies en todos los sitios donde está localizado. Sin embargo, la presión de la ganadería y la agricultura cada vez van cercando esas áreas de amortiguamiento y deteriorando los corredores boscosos que aún existen, por lo cual se cree que las medidas de mitigación son insuficientes.

Los servicios que proveen los recursos naturales pueden por lo general pasar desapercibidos debido a la falta de identificación y cuantificación económica de la importancia y beneficios que estos ofrecen. Una de las estrategias para evitar el deterioro desmesurado de los recursos

naturales consiste en la asignación de un valor económico a estos con fin de facilitar la toma de decisiones acerca del manejo y usos que estas áreas deban recibir.

De acuerdo a estudios realizados en el municipio del Carmen de Bolívar (Departamento de Bolívar), se puede estimar que los bosques de este ecosistema se comportan como buenos sumideros con aproximadamente 57,2 Ton/Ha de CO₂eq; lo que representa un valor de 637,22 Dólares/Ton/Ha de CO₂eq.

Si tomamos estos datos como referencia, además de las conclusiones generadas por esta fuente, para un proyecto de reforestación que se implemente con especies nativas de BST, con una biomasa aérea o tamaño de dosel más amplio dentro de las especies arbóreas pertenecientes a este ecosistema, como el Guacamayo (*Triplaris americana*), el Jobo (*Spondias mombin*), el Aromo (*Acacia melanoxylon*), el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*), el Uvito (*Cordia alba*), entre otros.

Si establecemos un promedio de 1600 Árboles por Hectárea en terrenos de máximo 200 Has por propietario de predio (Criterio d) ICONTEC), con una distancia de siembra de 2.5 x 2.5, esto con el objetivo de cumplir (Para Mercados de Carbono Voluntarios) el criterio f) de la guía ICONTEC ya mencionada, el cual establece; Proyectos que estimen una reducción de emisiones, menor que 10.000 toneladas de CO₂eq, en promedio por año. Se obtiene que cada árbol estaría capturando aproximadamente 35.75 Kg CO₂eq.

Ahora bien, para garantizar la exactitud y confiabilidad de la información espacial, se han seleccionado las plataformas SIG de entidades gubernamentales o privadas encargadas de su actualización:

6.3.6.1. MINISTERIO DEL INTERIOR:



Figura 18. Logo del Ministerio del Interior de Colombia - Sistema de Información Indígena de Colombia.

Fuente: MinInterior, 2020.

Dentro de los objetivos del Ministerio del Interior se encuentra el registro de los censos de población de comunidades negras, afrocolombianas, raizales, palenqueras, indígenas y ROM, de los resguardos y las comunidades reconocidas, de las autoridades tradicionales reconocidas por la respectiva comunidad y de las asociaciones de autoridades tradicionales o cabildos y su actualización, para ello este ministerio ha desarrollado un SIG con la información espacializada de cada una de estas comunidades y los principales datos de la población que facilita la toma de decisiones y fortalece su estructura organizacional.

6.3.6.2. DANE (DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA)



Figura 19. Logo del Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

Fuente: DANE, 2020.

Es el sitio web de acceso a la información georreferenciada producida por el DANE, como resultado de las operaciones Estadísticas tales como encuestas por muestreo, censos y estadísticas derivadas. Está enmarcado en la información pública, respetando la reserva estadística, utilizando estándares internacionales como OGC y bajo licencia Creative Commons para uso la descarga y uso de la información georreferenciada producida por la Entidad.

En el presente estudio se analizaron los indicadores de pobreza multidimensional por municipio de fuente censal, que consta de información geoespacial por indicador, así como un tablero de geovisualización.

6.3.6.3. PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA



Figura 20. Logo de Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Fuente: PNN, 2020.

La Subdirección Gestión y Manejo de Áreas Protegidas a través del Grupo de Sistemas de Información y Radiocomunicaciones tiene como una de sus funciones la responsabilidad de diseñar, operar y desarrollar servicios geográficos, con el fin de proveer a los usuarios internos y externos información geográfica

- Recopilar y procesar información espacial, con el fin de ponerla a disposición de las áreas protegidas, direcciones territoriales, nivel central y comunidad en general.
- Proveer información que permita soportar los procesos de toma de decisiones en materia de gestión ambiental.
- Proveer el intercambio de información entre los organismos ambientales.

La Subdirección Gestión y Manejo de Áreas Protegidas dispone a los usuarios en general, herramientas que permiten consultar la información del Sistema de Áreas Protegidas para que sea integrada en el desarrollo de proyectos para el beneficio del país:

- Mapas para ArcExplorer (nmf)
- Mapas para ArcGIS (layer)
- Mapas para Google Earth (kmz)

A través de estos servicios se distribuye la información espacial en internet utilizando estándares de intercambio de información como OGC/WMS, OGC/WFS, y REST. Estos servicios de información están dispuestos para que puedan ser accedidos remotamente por otras entidades del sector e incluidos en sus aplicaciones.

- Servicios de Mapas OGC/WMS

- Servicios de Mapas para Google Earth
- Servicios Web

Para el análisis de los sistemas forestales se hará uso del mapa de conectividad ecosistémica provisto en el SIG de PNN.

6.3.6.4. IGAC (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI)



Figura 21. Logo del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Fuente: IGAC, 2020.

El Geoportal del IGAC es una herramienta web interactiva que dispone a la ciudadanía diferentes productos de información georreferenciada que produce el instituto. En la sección de visores geográficos puede encontrar información como: Mapa de Cartografía básica; Mapa de Cartografía Básica con Relieve; Mapa de Sistema Nacional Catastral; Mapa dinámico de Líneas de

Vuelo; Mapa de Emergencia Invernal; Mapa de la Subdirección de Agrología; Consulta de Planchas a nivel Nacional; Consulta de Planchas a escala 1:2.000 para Bogotá; Socios

Internacionales del IGAC; Visor de Patrones Corine Land Cover y Consulta de Aerofotografías a Color. En temas de distribución, de predios en las zonas rurales y usos de suelo de la región, se descargaron de la plataforma los shaps correspondientes a los departamentos del caribe, así como las coberturas CLC para el año 2010 y el año más reciente disponible, que serán utilizadas para el análisis multi-temporal de los bosques no hayan tenido intervención en los últimos 10 años.

Con toda esta información se espera generar una base de datos espacial (GDB) con sus salidas gráficas correspondientes categorizadas por potencialidad alta, media y baja en la región caribe donde es viable tanto ambiental como social y económicamente implementar proyectos de reforestación para Mercados de Carbono.

6.3.6.5. UPRA (UNIDAD DE PLANIFICACIÓN RURAL AGROPECUARIA)



Figura 22. Logo de la Unidad De Planificación Rural Agropecuaria.

Fuente: UPRA, 2020.

El desarrollo de diferentes mapas de zonificación a nivel nacional (escala 1:100.000) se orienta a identificar y delimitar las áreas con aptitud para el desarrollo de aquellos cultivos

comerciales identificados como prioritarios, teniendo en cuenta que, de acuerdo con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014, se establece que dentro de los sectores o actividades económicas que van a definir el rumbo que tome la economía de Colombia en los próximos años, se encuentra identificado el sector agropecuario, ya que tiene una importancia estratégica en el desarrollo económico y social de Colombia.

Dicha zonificación se desarrolla teniendo en cuenta aspectos técnicos, ambientales y competitivos, y contribuye a la formulación de políticas, así como al direccionamiento de recursos para el desarrollo de iniciativas de inversión agropecuario con énfasis comercial. Esta metodología incorpora criterios físicos, socio-ecosistémicos, socioeconómicos y lineamientos legales y normativos que inciden en la delimitación de las áreas con aptitud a nivel nacional.

7. Análisis de resultados y recomendaciones

7.1. Análisis documental del alcance geográfico en el portafolio de áreas para MC por

Reforestación:

El primer resultado obtenido fue el análisis de los algunos componentes físico-bióticos de la región Caribe, posterior a establecerse como alcance geográfico del presente estudio, la región Caribe Colombiana, esto, teniendo en cuenta la similitud de las condiciones físicas y meteorológicas del territorio, así como el gran potencial social, económico y por supuesto ambiental que esta representa, debido a su ubicación estrategia a nivel del mar y la interconectividad que le representa a Colombia con los países limítrofes al Mar Caribe.

Cabe aclarar que se adiciona este ítem, como parte de la labor de caracterización de la región, debido a que en este estudio no se realizaron muestreos in-situ en puntos focales de los departamentos del Caribe, que pudiesen brindar información más precisa y actualizada de los

componentes; Geografía, Ecosistemas, Climatología e Hidrografía, por lo tanto, dichos componentes son descritos a continuación posterior a un análisis documental:

7.1.1. Localización Geográfica

La región del Caribe colombiana se encuentra en la zona norte del país, en el extremo norte de Suramérica. Comprende aproximadamente 142.000 km² (12% del territorio nacional), y se divide administrativamente en siete departamentos: la Guajira, Cesar, Magdalena, Atlántico, Bolívar, Sucre y Córdoba, todos ubicados entre 7°00''0' y 12°27''0' de latitud norte y 76°30''0' y 71°06''0' Longitud oeste. (Meisel & Perez, 2006)

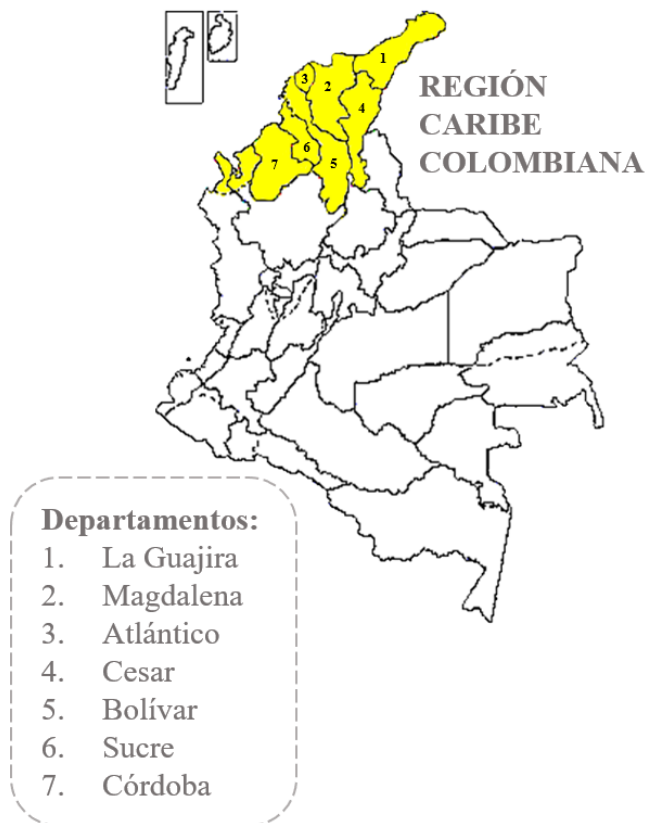


Figura 23. Mapa Departamentos de la Región Caribe Colombiana.

Fuente: El Estudio, 2020

7.1.2. Ecosistemas y Biomas

El Caribe está caracterizado por una amplia diversidad biológica y cultural. Sus principales ecosistemas son; manglares, humedales, pastizales, bosques secos, desiertos, bosques húmedos y páramos, con la mayoría de ellos altamente transformados. En el Caribe, existen los siguientes tipos de ecosistemas: (Ciencias Sociales ENSP, 2020)

- Bosques secos y muy secos tropicales: Por lo regular, crecen en los valles de los ríos Cauca y del Magdalena y en las planicies del Atlántico. Reciben precipitaciones inferiores a la selva húmeda, debido a que hay una estación más seca. Poseen árboles de hoja compuesta, como el guayacán, el samán y el ceibo.
- Bosques tropicales subandinos, andinos y altoandinos: Se desarrollan en un área entre 1.000 y 4.000 metros de altitud en las tres cordilleras y en la Sierra Nevada de Santa Marta.
Son ricos en árboles de hoja ancha, helechos, bromelias y orquídeas.
- Sabanas y pastizales: Se extienden principalmente por los Llanos del Orinoco y la región Caribe. Se caracterizan por altas temperaturas y precipitaciones entre uno y dos metros anuales. La vegetación dominante es herbácea y presenta porciones de bosques.
- Bosques de guaduales: Son densas formaciones de guadua, una especie de gramínea gigante, que se desarrollan sobre todo en zonas de humedales y pequeñas cuencas.
- Formaciones xéricas: Se extienden en zonas como la península de La Guajira y el desierto de la Tatacoa, con un clima especialmente cálido y seco. La vegetación predominante son cactus, arbustos pequeños y otras plantas espinosas.

- Manglares: Son bosques de mangle, un árbol bastante resistente al agua salada, que se desarrollan en los bordes costeros del océano Pacífico y del mar Caribe. (Ciencias Sociales ENSP, 2020)

7.1.3. Climatología

En lo concerniente a su climatología, la región Caribe presenta una Época de lluvias que está presente de Abril a Noviembre. También se caracteriza por vientos débiles, de variable orientación y con un régimen de lluvias abundantes. En esta época se pueden presentar los denominados Ciclones Tropicales (Huracanes), los cuales pueden aumentar el régimen de lluvias en todo el

Caribe colombiano. (Gomez, 2013)

El régimen de vientos se mantiene bastante constante a lo largo del litoral Caribe norte (Santa Marta a Punta Espada) y centro (Santa Marta a Delta Río Sinú), durante el comienzo de la temporada. Cabe resaltar que el comportamiento del viento para esta época, es a disminuir su intensidad debido al desplazamiento de la alta presión del atlántico Norte hacia las altas latitudes (azores). Así mismo, hacia finales del mes de junio, dicha velocidad del viento varía intensificándose y causando un aumento considerable de la altura del oleaje, debido al gradiente de presión que se presenta al descender la alta presión de las Bermudas con la Zona de Convergencia

Intertropical, lo que da inicio al “Veranillo de San Juan”. (Gomez, 2013)

Con respecto a la presión atmosférica, y observando las cartas sinópticas elaboradas por el

CIOH, durante los primeros días de abril, la presión atmosférica tiende a oscilar en el centro del Mar Caribe de 1010mb a 1014mb, disminuyendo gradualmente el cierre de los campos isobáricos, y permitiendo el ascenso de abundante nubosidad convectiva proveniente del interior del país. Para finales del mes de mayo y comienzos del mes de junio, por lo general, se posiciona un sistema de baja presión o baja anclada de Panamá, sobre la parte centro y oeste del Mar Caribe. (Meisel & Perez, 2006)

7.1.4. Hidrografía

Esta se caracteriza por su basta cantidad de recursos hídricos en los largos y caudalosos ríos que atraviesan el territorio, así como en sus diversas lagunas y ciénagas y en la costa marina, que se extiende por seis de sus siete departamentos. Sus ríos más importantes son el Magdalena, el Cauca y el Sinú, junto con el San Jorge, el Atrato, el Cesar y el Ranchería. Sus principales lagunas y ciénagas son la ciénaga Grande de Santa Marta, la Ciénaga de Ayapel, la Ciénaga de Zapatosa, la Ciénaga de Betanci, la Ciénaga de Lorica y la Ciénaga embalse del Guájaro. (Convenio Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – Ecopetrol S.A., 2016)

Principales ríos de la Región Caribe

- **Río Magdalena**



Figura 24. Localización Río Magdalena.

Fuente: Wikipedia, 2010

Tiene su nacimiento en la parte suroeste de Colombia, en la cordillera de los Andes con una longitud de más de 1500 km y con desembocadura en el mar Caribe. El Magdalena, es un río navegable desde la población de Honda en el departamento del Tolima hasta el río Cauca, su principal afluente. (Meisel & Perez, 2006)

Adicional a su gran proporción en términos ambientales, es la principal vía fluvial de Colombia y una importante fuente económica para las poblaciones que viven en los territorios que atraviesa. (Gomez, 2013)

- **Río Cauca**



Figura 25. Localización Río Cauca.

Fuente: Wikipedia, 2010

Inicia en la laguna del Buey (Departamento del Cauca) y desemboca en el ya mencionado, Río Magdalena. Siendo la segunda vía fluvial del país, atraviesa más de 180 municipios en varios departamentos en sus 1350 kilómetros de extensión. Sus principales afluentes son los ríos Fraile, Nechí y el río Bolo. (Convenio Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – Ecopetrol S.A., 2016)

- **Río Sinú**



Figura 26. Localización Río Sinú.

Fuente: Wikipedia, 2010

El Río Sinú tiene una longitud de 415 kilómetros, comenzando en Antioquia y atravesando el departamento de Córdoba hasta desembocar en el mar Caribe. (Meisel & Perez, 2006)

- **Río San Jorge**



Figura 27. Localización San Jorge.

Fuente: Wikipedia, 2010

Este río de 368 kilómetros de longitud, nace en el Parque nacional Paramillo, recorre las serranías de San Jerónimo y Ayapel, y desemboca en el río Cauca. (Meisel & Perez, 2006)

- **Río Cesar**

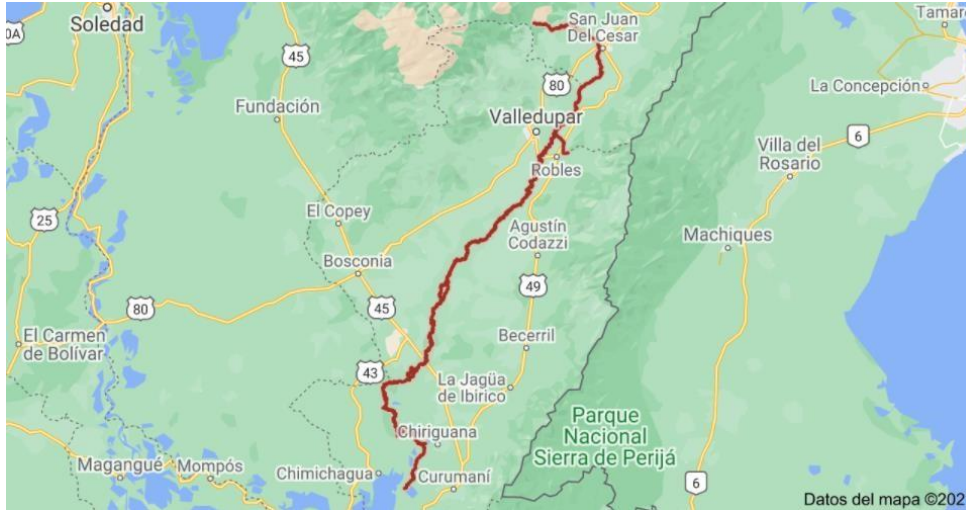


Figura 28. Localización Río Cesar.

Fuente: Wikipedia, 2010

Naciendo en las montañas de la Sierra Nevada de Santa Marta del departamento de La Guajira, el Río Cesar tiene una longitud de 280 kilómetros, atraviesa de norte a sur el departamento del Cesar y desemboca en la Ciénaga de Zapatosa. También destacan en esta región por su extensión y caudal, los ríos Atrato y Ranchería. (Meisel & Perez, 2006)

Principales Ciénagas de la Región Caribe

- **Ciénaga Grande de Santa Marta**

Esta laguna albufera de agua salada está ubicada en el departamento del Magdalena; es una de las más grandes de Colombia. Ocupa una extensión de 4,280 km² aproximadamente.

- **Ciénaga de Zapatosa**

Esta ciénaga de unos 400 km² se forma en el curso del río Cesar.

Está ubicada entre los municipios de Chimichagua, Curumaní y Tamalameque (Departamento del

Cesar) y El Banco en el Magdalena.

- **Ciénaga de Ayapel**

Esta ciénaga se forma en el curso del río San Jorge en el departamento de Córdoba y compone un gran complejo de humedales de la depresión momposina, situada al pie de la cordillera.

- **La Ciénaga de Betancí**

Este espejo de agua está ubicado en el municipio de Montería, Córdoba y forma parte de sus atractivos turísticos.

- **Ciénaga de Loricá**

Esta ciénaga también está localizada en el departamento de Córdoba, en el Bajo Sinú.

- **Ciénaga Embalse del Guájaro**

Este embalse conocido como ciénaga de Guájaro, cubre una superficie de 160 km². Está situada entre los municipios de Repelón, Manatí y Sabanalarga (Atlántico). (Meisel & Perez, 2006)

7.2. Generación de mapas por capa o variable determinada en el estudio

Como se establece al inicio de este trabajo, los resultados esperados son la generación de salidas gráficas o mapas que cuenten con las áreas de mayor potencial para Mercados de Carbono por Reforestación en el Caribe Colombiano, siendo así, se han diseñado 4 mapas con

las temáticas, Forestal (UPRA), Económica (DANE), Social (Ministerio del Interior) y Territorial (IGAC), que luego serán traslapados de acuerdo a las ponderaciones anteriormente calculadas:

7.2.1. Capa Forestal – Clasificación UPRA

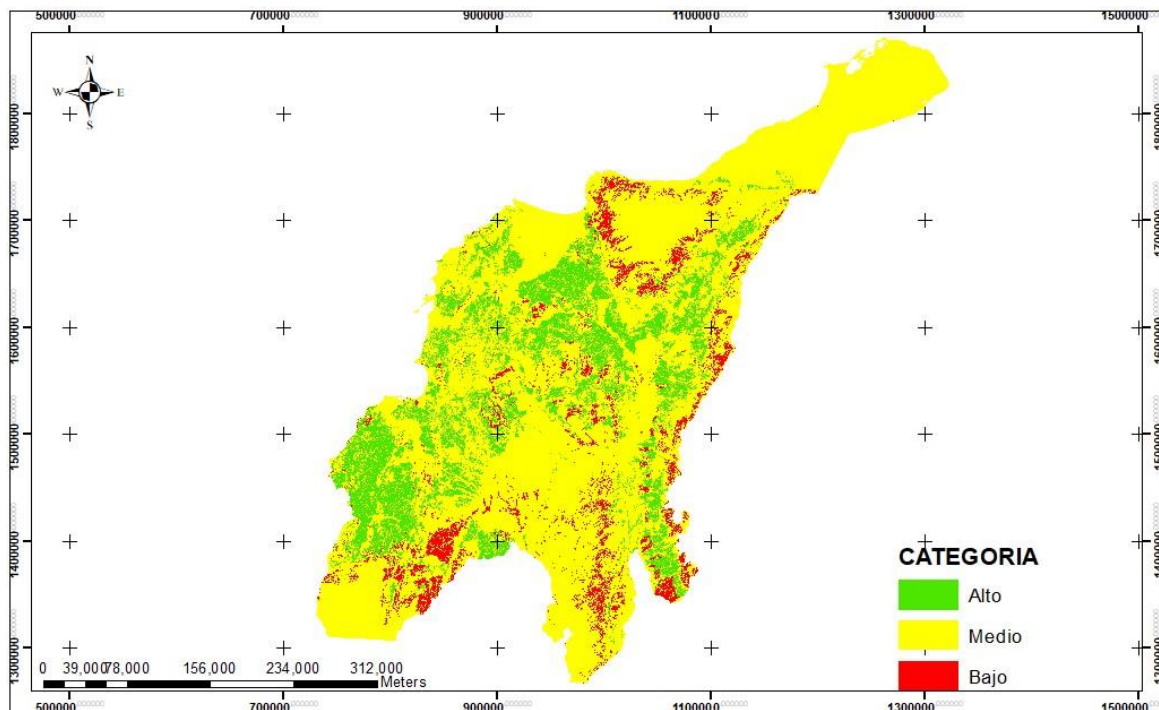


Figura 29. Clasificación Áreas con Potencial para Mercados de Carbono por Reforestación, Capa Forestal – Clasificación UPRA.

Fuente: El Estudio, 2020

Teniendo en cuenta esta capa como la de mayor preponderancia (39%) en el análisis final, se destaca que la categoría con mayor relevancia y extensión en el territorio sería media, es decir, un 42% del territorio cuenta con potencial medio de acuerdo con el estudio para la implementación de

Mercados de Carbono por Reforestación.

Tabla 14.

Resultado Potencial Capa Forestal en la región Caribe

Categoría	Porcentaje
Alta	31.6%
Medio	42.0%
Bajo	26.4%

Nota: Fuente Tabla - desarrollada por El Estudio, 2021.

7.2.2. Capa Económica – DANE

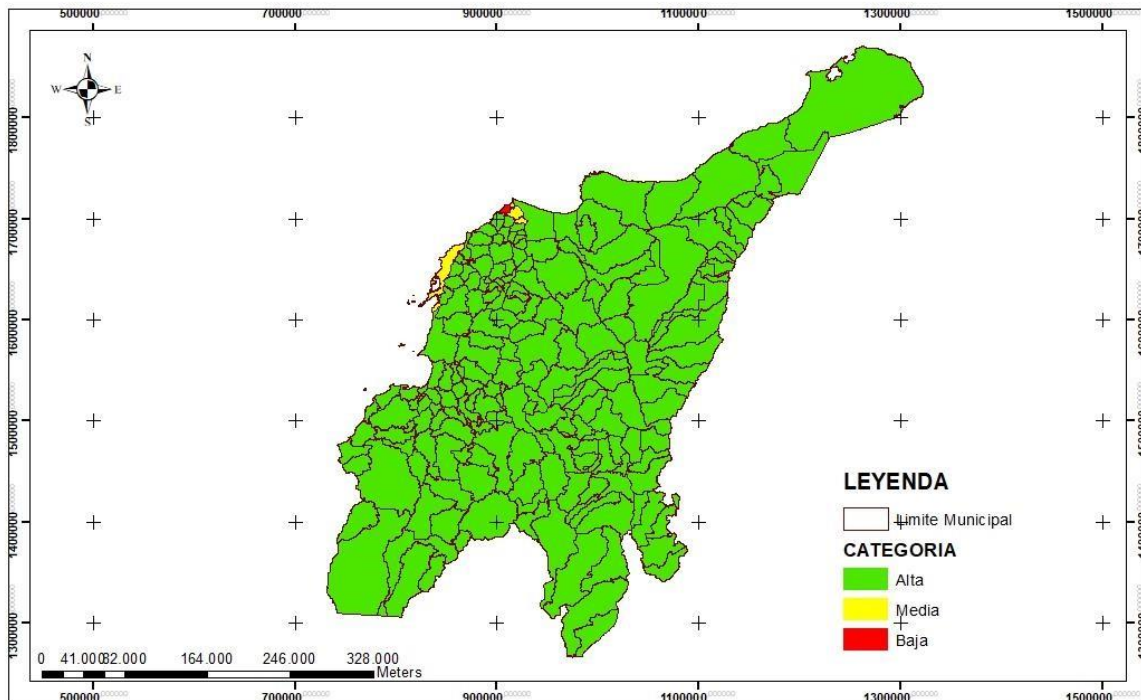


Figura 30. Clasificación Áreas con Potencial para Mercados de Carbono por Reforestación, Capa Económica – DANE.

Fuente: El Estudio, 2020

El contexto de la capa o variable económica se analizó bajo el preconcepto que a mayor IPM (otorgado por el DANE en el año 2018) más alto sería el potencial de la zona para MC, este resultado genera un panorama algo desafortunado ya que un 96% de los municipios de la Región Caribe se encuentra dentro de esta categoría, no obstante, este factor puede tomarse como oportunidades o nuevas alternativas de empleos y capacitación técnica.

Tabla 15.

Resultado Potencial Capa Económica en la región Caribe

Categoría	Porcentaje
Alta	98.45%
Medio	1.03%
Bajo	0.52%

Nota: Fuente Tabla - desarrollada por El Estudio, 2021.

7.2.3. Capa Social - Comunidades Indígenas y Negras

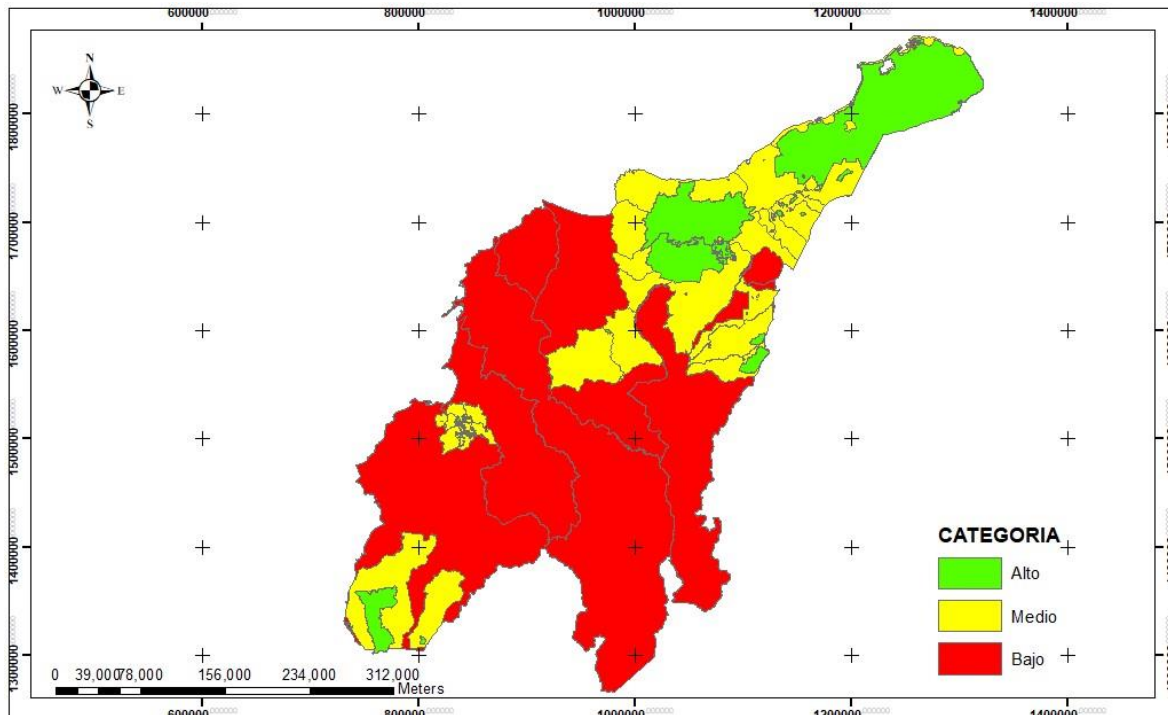


Figura 31. Clasificación Áreas con Potencial para Mercados de Carbono por Reforestación, Capa Social - Comunidades Indígenas y Negras.

Fuente: El Estudio, 2020

Tabla 16.

Resultado Potencial Capa Social en la región Caribe

Categoría	Porcentaje
Alta	14.11%
Medio	23.23%
Bajo	62.65%

Nota: Fuente Tabla - desarrollada por El Estudio, 2021.

Como aclaración inicial de este componente, se halló que al incluirse el shape de comunidades negras del año 2008 siendo este el más reciente disponible e igualmente desarrollado por el Ministerio del Interior de Colombia, dichas comunidades se encuentran localizadas principalmente en región pacífica, por lo tanto, estas no tuvieron una incidencia directa en el área de estudio.

Siendo entonces los resguardos indígenas, las únicas etnias a considerar por temas de disponibilidad de información, determinando para este trabajo el 14% como potencial Alto en la región para la capa social, no obstante los rangos de Medio y Bajo, no significan una exclusión total, ya que esta variable se podría considerar más un valor agregado de las áreas, teniendo en cuenta que existen otras zonas que podrían generar desarrollo social pero no se encuentran categorizada dentro de alguna comunidad étnica.

7.2.4. Capa Territorial – Predios IGAC

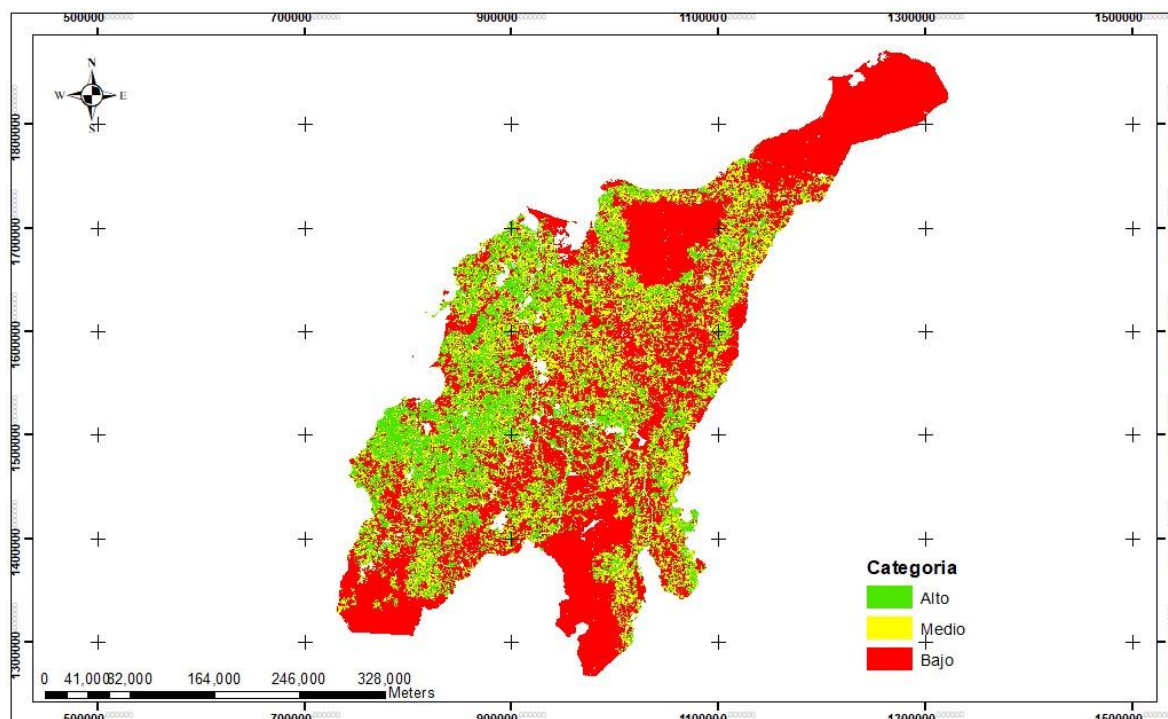


Figura 32. Clasificación Áreas con Potencial para Mercados de Carbono por Reforestación, Capa Territorial – Predios IGAC.

Fuente: El Estudio, 2020

Tabla 17.

Resultado Potencial Capa Territorial en la región Caribe

Categoría	Porcentaje
Alta	24,83%
Medio	20,70%
Bajo	54,47%

Nota: Fuente Tabla - desarrollada por El Estudio, 2021.

De acuerdo con la clasificación realizada se puede evidenciar que en el 55% del área total de la región caribe predominan los predios con propietario único con un rango entre 150 Has y 200 Has. Con lo cual se puede concluir que, si bien existe un potencial considerable en este ámbito para el desarrollo económico de más propietarios, prevalecen los grandes y medianos propietarios, no obstante, esto podría mirarse desde otra perspectiva, si se establecen modelos de contratación a los habitantes de las comunidades cercanas a estos predios a través del poseedor del terreno en el cual se implemente el proyecto de reducción de emisiones.

7.2.5. Capa Final – Ponderación Potencial Total

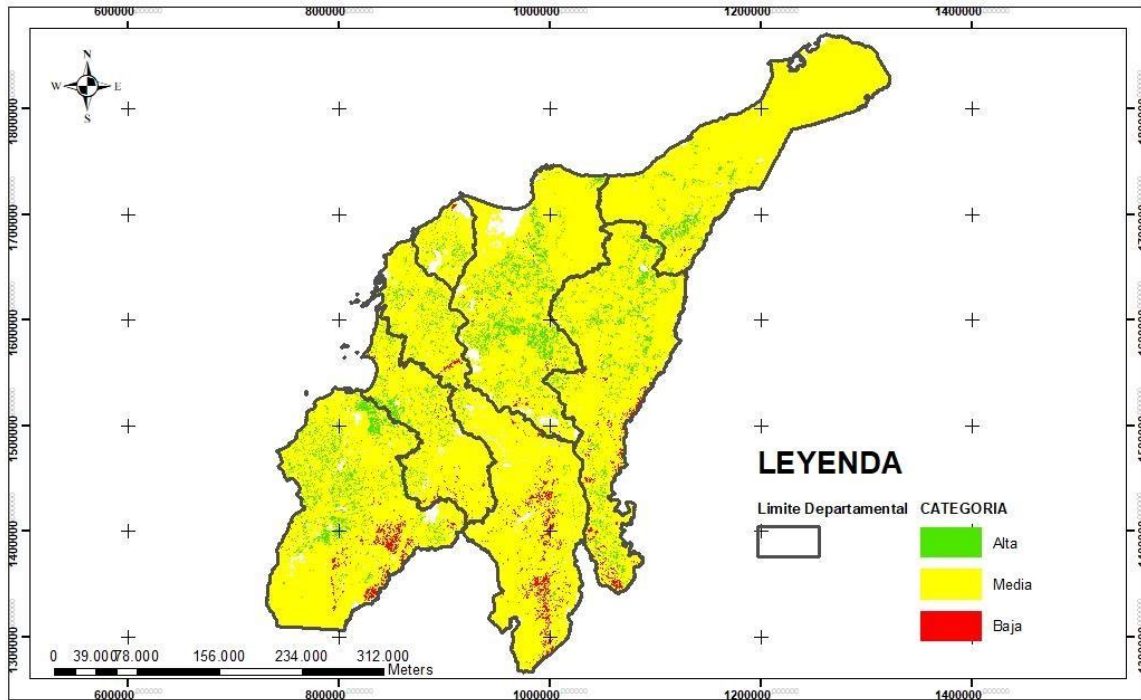


Figura 33. Clasificación Áreas con Potencial para Mercados de Carbono por Reforestación, Capa Final – Ponderación Potencial Total.

Fuente: El Estudio, 2020

Tabla 18.

Resultado Potencial Capa Final en la región Caribe

Categoría	Porcentaje
Alta	6.69%

Medio	91.14%
Bajo	2.17%

Nota: Fuente Tabla - desarrollada por El Estudio, 2021.

El objetivo del presente estudio fue el de obtener las áreas potenciales para Mercados de Carbono por Reforestación en el Caribe Colombiano, luego de asignar un porcentaje de “peso” o ponderación a cada una de las capas analizadas, siendo la capa de la UPRA la de mayor porcentaje con un valor del 39%, a esta le sigue la capa del DANE con el 21% y las capas de Comunidades y Predios con 20% cada una. Luego del proceso en ArcGIS denominado “Weighted Overlay” o Superposición Ponderada; que se encarga como su nombre lo indica de superponer las capas espaciales ingresadas previamente y bajo los mismos rangos de clasificación (para nuestro caso; Alto, Medio y Bajo), con sus porcentajes correspondientes.

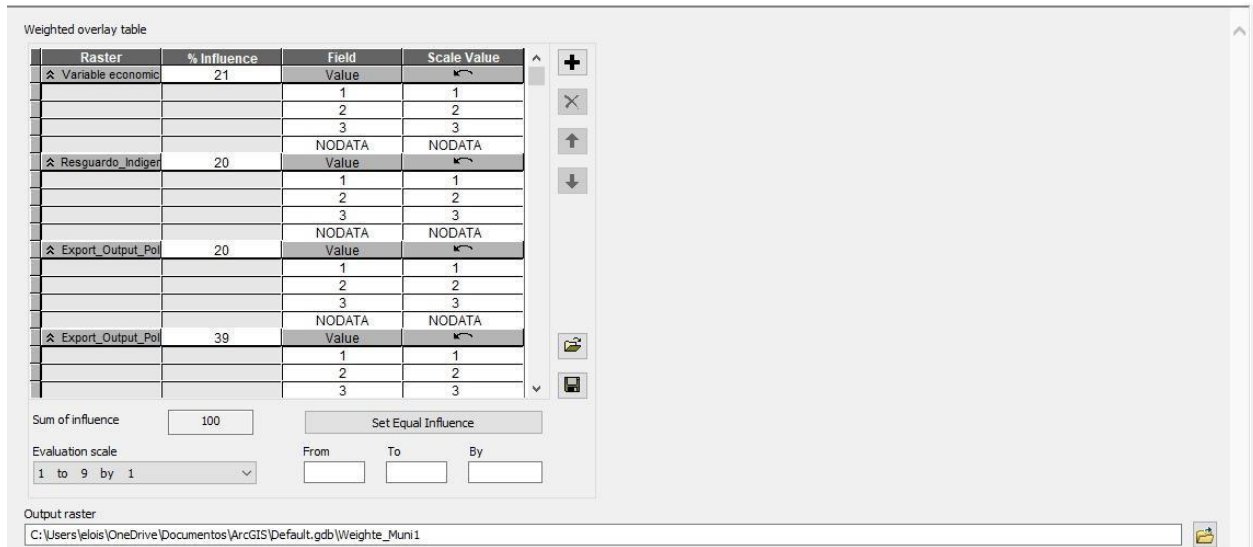


Figura 34. Tabla Herramienta “Weighted Overlay” (Superposición Ponderada) ArcGIS.

Fuente: El Estudio, 2020

Arrojando como resultado, que el 91% del área de la región se determina con un potencial MEDIO para la implementación de este tipo de proyectos, esto sin considerar que dichas no han sido adecuadas de ninguna manera para hacer parte de mercados de carbono, adicional al hecho que no se han realizado estudios in situ, sino únicamente un análisis a través de herramientas SIG y con información abierta al público en los geoportales de las entidades pertinentes.

Si bien en estos momentos solo un 7% de las áreas corresponden a un potencial ALTO, esto podría variar con algunas adecuaciones en las zonas, así como con información primaria y estudios directos. Aquellas zonas determinadas con potencial BAJO, cuyo porcentaje en área corresponde solo al 2% del área total de la región, y nuevamente, con estudios más específico este potencial puede variar de forma más favorable para estos proyectos.

Como resultado y análisis final, podemos asumir como ya había indicado la literatura hallada al respecto que la Región Caribe Colombiana, es un nicho con una capacidad para la implementación de proyectos de reducción y compensación de emisiones para las empresas de

los diferentes a nivel nacional e internacional, atrayendo así inversión, empleo, conocimiento y desarrollo a las comunidades y la población en general, además de un obviamente ser de los negocios ambientalmente más sostenibles y contribuyentes a las metas de adaptación al cambio climático y restauración de ecosistemas.

Conclusiones y Recomendaciones

Del análisis documental y espacial expuesto a lo largo de este trabajo, se generaron diversos resultados, los cuales se pueden hacer las siguientes conclusiones basadas en los objetivos específicos planteados; Las fuentes de información abierta disponible a una escala de detalle suficiente para una selección de áreas potenciales en MC de la región Caribe, todavía son limitadas, no obstante se logró realizar una categorización bastante interesante aunque con un porcentaje de incertidumbre considerable.

De las capas espaciales obtenidas en los geoportales institucionales listados en este trabajo, fueron tomadas metodologías estadísticas ya validadas, para el cálculo de los porcentajes de ponderación de las variables, aun cuando el valor resultante para el estudio fue un 0.3 más alto de lo establecido en la teoría; Ver Ecuación 3. Relación de Consistencia, se considera válido teniendo la premisa que la capa de la UPRA debe tener un “peso” mayor al resto de capas analizadas debido a sus componentes afines a los objetivos del estudio.

Siendo el resultado final planteado, generación de un mapa; a partir de la herramienta Superposición Ponderada (Weighted Overlay) de ArcGIS, que constituya una línea base de las posibles áreas para MC en el Caribe, se obtuvo el valor del 91% del territorio en el rango de

potencial Medio, esto como ya se mencionó anteriormente, sin haber realizado estudios previos o contar con información secundaria más precisa.

Ahora bien, a estas áreas distribuidas por toda la extensión del Caribe, se recomienda realizar análisis más detallado en cada una de la capas o variables en este trabajo. Para la capa social, sería más preciso contar con un shape más actualizado y completo de las etnias presentes en la región.

En el caso de la variable económica, podría complementarse con la información disponible en el Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales (SISBEN) el cual, a través de un puntaje, clasifica a la población de acuerdo con sus condiciones socioeconómicas e identificar de manera rápida y objetiva a la población en situación de pobreza y vulnerabilidad para focalizar la inversión social. (DNP, 2020)

En este mismo orden de ideas, para investigaciones futuras se espera desarrollar una estrategia financiera, que garantice no solo la sostenibilidad ambiental de los MC en la región sino también su rentabilidad e impacto positivo en el desarrollo económico y social del país.

Referencias

ACCIONA. (2020). www.sostenibilidad.com. Obtenido de

<https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/que-son-los-objetivos-de-desarrollosostenible/>

ACIMED. (2004). Obtenido de <http://eprints.rclis.org/5013/1/analisis.pdf>

Alonso Sarría, F. (2005). www.um.es. Obtenido de

<https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>

Arenas, J. M. (25 de Noviembre de 2017). Restauracion de Ecosistemas. Obtenido de

<https://www.restauraciondeecosistemas.com/que-son-los-servicios-ecosistemicos/>

Arias Rojas, J. A. (Septiembre de 2019). Tree diversity and use in agricultural and livestock landscapes in the Colombian Caribbean region. Colombia.

Barros, S. &. (2011). Recuperado el Abril de 2020, de

https://www.researchgate.net/publication/256071365_EL_MERCADO_DEL_CARBON
O/ citation/download

Carmen Rosa Montes-Pulido, Á. P. (Octubre de 2014). Carbono almacenado en bosque seco del caribe colombiano. Medellín, Colombia.

CDM Watch. (2012). carbonmarketwatch.org. Obtenido de

https://carbonmarketwatch.org/wpcontent/uploads/2012/03/CDM-Toolkit_Espanol.pdf

CEPAL. (2020). www.eco.unc.edu.ar. Obtenido de

https://www.eco.unc.edu.ar/files/iestadistica/RESPONS__EMP__-L__BRAVINO.pptx

Chenost, C., Gardette, Y.-M., Demenois, J., Grondard, N., Perrier, M., & Wemaëre, M.

(2009).

Bringing forest carbon projects to the market.

Ciencias Sociales ENSP. (2020). Los ecosistemas y biomas en Colombia. Colombia. Obtenido

de [https://es.slideshare.net/Goez1004/biomas-](https://es.slideshare.net/Goez1004/biomas-regincaribe#:~:text=El%20mar%20Caribe%20tiene%20Biomass,tortugas%2C%20especi)

[regincaribe#:~:text=El%20mar%20Caribe%20tiene%20Biomass,tortugas%2C%20especi](https://es.slideshare.net/Goez1004/biomas-regincaribe#:~:text=El%20mar%20Caribe%20tiene%20Biomass,tortugas%2C%20especi)

[es%20 marinas%20engran%20cantidad.](https://es.slideshare.net/Goez1004/biomas-regincaribe#:~:text=El%20mar%20Caribe%20tiene%20Biomass,tortugas%2C%20especi)

Congreso de Colombia - Protocolo de Kyoto). (27 de Diciembre de 2000).

www.secretariasenado.gov.co. Obtenido de

http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0629_2000.html

Congreso de Colombia. (Diciemv de 2000). Obtenido de

http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0629_2000.html

Congreso de Colombia. (14 de Julio de 2017). www.solames.co. Obtenido de

<https://www.solames.co/wp-content/uploads/2017/07/LEY-1844-DEL-14-DE-JULIO->

[DE-](https://www.solames.co/wp-content/uploads/2017/07/LEY-1844-DEL-14-DE-JULIO-)

[2017-Cambio-clim%C3%A1tico.pdf](https://www.solames.co/wp-content/uploads/2017/07/LEY-1844-DEL-14-DE-JULIO-)

Congreso de Colombia. (27 de Julio de 2018). www.funcionpublica.gov.co. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87765#:~:text=Por>

%20medio%20de%20la%20cual,acciones%20de%20adaptaci%C3%B3n%20al%20cambio

Convenio Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt –
Ecopetrol S.A. (Marzo de 2016). Catálogo de Biodiversidad para la Región Caribe.
Bogotá D.C.,
Colombia.

CRA. (Diciembre de 2018). PORTAFOLIO DE ÁREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACIÓN
Y COMPENSACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO ESCALA 1:25.000.

Barranquilla, Colombia.

DANE. (2020). DANE. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/faqs/faq_pib.pdf

Díaz-Cruz, M. C. (5 de Diciembre de 2015). Bonos de carbono: un instrumento en el sistema
financiero internacional. Armenia, Quindío, Colombia.

DNP. (14 de Julio de 2011). colaboracion.dnp.gov.co. Obtenido de
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3700.pdf>

DNP. (2020 de Marzo de 2020). www.sisben.gov.co. Obtenido de
<https://www.sisben.gov.co/sisben/paginas/que-es.aspx>

ENFC. (2017). Estrategia Nacional de Financiamiento Climático (ENFC). Bogotá: Comité de

Gestión Financiera SISCLIMA.

ESRI. (2021). resources.arcgis.com. Obtenido de

<https://resources.arcgis.com/es/help/gettingstarted/articles/026n00000014000000.htm>

EUROPAPRESS. (2014). Obtenido de [https://m.europapress.es/ciencia/cambio-](https://m.europapress.es/ciencia/cambio-climatico/noticiabosques-tropicales-absorben-mas-mas-co2-20141230125058.html)

[climatico/noticiabosques-tropicales-absorben-mas-mas-co2-20141230125058.html](https://m.europapress.es/ciencia/cambio-climatico/noticiabosques-tropicales-absorben-mas-mas-co2-20141230125058.html)

FAO. (2010). FAO. Recuperado el 2020, de <http://www.fao.org/3/i1632s/i1632s.pdf>

FAO. (2010). Las posibilidades de financiación de carbono para la agricultura, la actividad forestal y otros proyectos de uso de la tierra en el contexto del pequeño agricultor. Roma, Italia.

Fundación Biodiversidad. (2020). fundacion-biodiversidad.es. Obtenido de

[https://fundacionbiodiversidad.es/es/que-hacemos/que-es-](https://fundacionbiodiversidad.es/es/que-hacemos/que-es-labiodiversidad#:~:text=Biodiversidad%20es%20la%20variabilidad%20de,especies%20y%20de%20los%20ecosistemas.)

[labiodiversidad#:~:text=Biodiversidad%20es%20la%20variabilidad%20de,especies%20y%20de%20los%20ecosistemas.](https://fundacionbiodiversidad.es/es/que-hacemos/que-es-labiodiversidad#:~:text=Biodiversidad%20es%20la%20variabilidad%20de,especies%20y%20de%20los%20ecosistemas.)

GIZ. (Octubre de 2017). Portafolios Regionales de Áreas Prioritarias de Compensación por Pérdida de Biodiversidad: Lecciones aprendidas y recomendaciones para futura implementación. Bogotá D.C., Colombia.

Gobierno de Colombia. (2017). www.minambiente.gov.co. Obtenido de

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/politica-nacional-de-cambio-climatico>

Gomez, M. (Diciembre de 2013). Perfil Ambiental de la Region Caribe Colombiana. Cartagena, Colombia.

Green Facts. (2021). greenfacts.org. Obtenido de

<https://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/capturacarbono.htm#:~:text=Definici%C3%B3n%20de%20carbono%20plantando%20nuevos%20bosques.>

Green Peace. (16 de Febrero de 2020). Green Peace. Obtenido de

<https://www.greenpeace.org/mexico/blog/4074/deforestacion-que-es-quien-la-causa-y-porque-deberiamportarnos/#:~:text=La%20deforestaci%C3%B3n%20es%20la%20p%C3%A9rdua,actividades%20humanas%20o%20causas%20naturales.>

ICONTEC. (2018). www.icontec.org. Obtenido de

<https://www.icontec.org/wpcontent/uploads/2020/03/Guia-Proyectos-Forestales-08032018-1.pdf>

IDEAM. (2012). documentacion.ideam.gov.co. Obtenido de

<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022100/EstimaciondelasReservas2010.pdf>

IDEAM. (2016). www.co.undp.org. Obtenido de INVENTARIO NACIONAL Y

DEPARTAMENTAL DE GEI - COLOMBIA :

http://www.co.undp.org/content/dam/colombia/docs/cop22/IDEAM_TCNCC_INGEI_WEB.pdf

IDEAM. (3 de Noviembre de 2016). www.ideam.gov.co. Obtenido de

http://www.ideam.gov.co/web/sala-de-prensa/noticias/-/asset_publisher/LdWW0ECY1uxz/content/en-20-anos-colombia-aumento-en-un-15-susemisiones-de-co2-equivalentes

IDEAM. (2017). ciaf.igac.gov.co. Obtenido de

https://ciaf.igac.gov.co/sites/ciaf.igac.gov.co/files/files_ciaf/Lamprea-Avellanea-Ferdy.pdf

IGAC. (17 de Agosto de 2016). CONCEPTUALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES PARA LA OPERACIÓN DEL CATASTRO MULTIPROPÓSITO V.2.1.1. Obtenido de www.igac.gov.co:

https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/v.2.1.1_conceptualizacion_y_especificaciones_para_la_operacion_del_catastro_multiproposito_16082016.pdf

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (18 de Mayo de 2018). Gobierno de Mexico. Obtenido de [https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/mecanismo-de-desarrollolimpio-](https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/mecanismo-de-desarrollolimpio-mdl#:~:text=El%20MDL%20es%20un%20esquema,pa%C3%ADses%20que%20no%20lo%20tienen.&text=%C3%89sta%20es%20la%20instancia%2C%20en,de%20los%20bonos%20de%20carbono)

[mdl#:~:text=El%20MDL%20es%20un%20esquema,pa%C3%ADses%20que%20no%20lo%20tienen.&text=%C3%89sta%20es%20la%20instancia%2C%20en,de%20los%20bonos%20de%20carbono.](https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/mecanismo-de-desarrollolimpio-mdl#:~:text=El%20MDL%20es%20un%20esquema,pa%C3%ADses%20que%20no%20lo%20tienen.&text=%C3%89sta%20es%20la%20instancia%2C%20en,de%20los%20bonos%20de%20carbono)

Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. (17 de Julio de 2017).

Gobierno de Mexico. Obtenido de [https://www.gob.mx/inafed/articulos/que-es-la-agenda-2030-para-el-](https://www.gob.mx/inafed/articulos/que-es-la-agenda-2030-para-el)

MADS. (24 de Febrero de 2016). es.presidencia.gov.co. Obtenido de

<http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20298%20DEL%2024%200>

[DE%20FEBRERO%20DE%202016.pdf](http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20298%20DEL%2024%200)

MADS. (23 de Diciembre de 2016). www.minambiente.gov.co. Obtenido de

<https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/ef->

[Resoluci%C3%B3n%20182%20de%2023%20de%20diciembre%20de%202016%20-%20MODIFICACI%C3%93N%20GEODATA%20BASE.PDF](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/ef-)

MADS. (2017). www.minambiente.gov.co. Obtenido de

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/politica-nacional-de-cambio-climatico>

MADS. (1 de Agosto de 2018). www.minambiente.gov.co. Obtenido de

<https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/98->

[RES%201447%20DE%202018.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/98-)

MADS. (2020). MinAmbiente. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/462-plantillacambio-climatico-18>

MADS. (2021). www.minambiente.gov.co. Obtenido de

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y->

[servicioecosistematicos/reduccion-de-emisiones-de-gases/ahora-si-que-es-redd](https://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-)

MADS. (2021). www.minambiente.gov.co. Obtenido de

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/469-plantillacambio-climatico-25>

MADS. (2021). www.minambiente.gov.co. Obtenido de

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/plan-nacional-de-adaptacion-al-cambioclimatico-pnacc/plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico-pnacc>

MADS. (2021). www.minambiente.gov.co. Obtenido de

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=439:plantillabosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos-32#:~:text=Es%20la%20propuesta%20y%20plan,de%20mejoramiento%20de%20los%20bosques.>

32#:~:text=Es%20la%20propuesta%20y%20plan,de%20mejoramiento%20de%20los%20bosques.

osques.

MADS. (s.f.). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Recuperado el 2020, de

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicioecosistematicos/ecosistemas-estrategicos/manglares>

Meisel, A., & Perez, J. (Julio de 2006). Geografía física y poblamiento en la Costa Caribe

colombiana. Colombia.

Méndez Raigoza, M., & Restrepo Amariles, E. (2013). Los Bonos de Carbono y el impacto en la

economía colombiana. Medellín, Colombia.

MinExteriores. (2020). Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación.

Obtenido de

<http://www.exteriores.gob.es/portal/es/politicaexteriorcooperacion/nacionesunidas/pagin>

as/

objetivosdesdesarrollodelmilenio.aspx#:~:text=Los%20Objetivos%20de%20Desarrollo%20Sostenible,todas%20en%20todas%20las%20edades.

MITECO. (2021). www.miteco.gob.es. Obtenido de

[https://www.miteco.gob.es/es/cambioclimatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-](https://www.miteco.gob.es/es/cambioclimatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/nacionesunidas/CMNUCC.aspx#:~:text=La%20Convenci%C3%B3n%20reconoce%20la%20existencia,peligrosas%20en%20el%20sistema%20clim%C3%A1tico)

[climatico/nacionesunidas/CMNUCC.aspx#:~:text=La%20Convenci%C3%B3n%20reconoce%20la%20existencia,peligrosas%20en%20el%20sistema%20clim%C3%A1tico.](https://www.miteco.gob.es/es/cambioclimatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/nacionesunidas/CMNUCC.aspx#:~:text=La%20Convenci%C3%B3n%20reconoce%20la%20existencia,peligrosas%20en%20el%20sistema%20clim%C3%A1tico)

Moya Honduvilla, J., Bernabé Poveda, M., & Manrique Sancho, M. (2003). oa.upm.es.

Obtenido de http://oa.upm.es/37708/1/usabilidad_geoportales_JIDEE.pdf

OBCCD. (2020). obccd.org. Obtenido de [https://obccd.org/informacion-basica-2/gases-de-](https://obccd.org/informacion-basica-2/gases-de-efectoinvernadero-co2e-co2-y-carbono/#:~:text=El%20CO2%20%E2%80%9Cequivalente%E2%80%9D%20(CO2e,al%20gas%20di%C3%B3xido%20de%20carbono)

[efectoinvernadero-co2e-co2-](https://obccd.org/informacion-basica-2/gases-de-efectoinvernadero-co2e-co2-y-carbono/#:~:text=El%20CO2%20%E2%80%9Cequivalente%E2%80%9D%20(CO2e,al%20gas%20di%C3%B3xido%20de%20carbono)

[y-carbono/#:~:text=El%20CO2%20%E2%80%9Cequivalente%E2%80%9D%20\(CO2e,al%20gas%20di%C3%B3xido%20de%20carbono.](https://obccd.org/informacion-basica-2/gases-de-efectoinvernadero-co2e-co2-y-carbono/#:~:text=El%20CO2%20%E2%80%9Cequivalente%E2%80%9D%20(CO2e,al%20gas%20di%C3%B3xido%20de%20carbono)

ONU. (2019). ONU Programa para el Medio Ambiente. Recuperado el 2020, de

[https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/nueva-decada-de-](https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/nueva-decada-de-las-naciones-unidas-para-la-restauracion-de-los)
[las-naciones-unidas-para-la-restauracion-de-los](https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/nueva-decada-de-las-naciones-unidas-para-la-restauracion-de-los)

PNCC. (2017). www.minambiente.gov.co. Obtenido de

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/politica-nacional-de-cambio-climatico>

Prieto Salamanca, D. E. (2017). ANÁLISIS ESPACIAL PARA IDENTIFICAR LAS ÁREAS POTENCIALES PARA. BOGOTÁ D.C, Colombia. Obtenido de

<https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/819/1/Tesis-Daniel%20Prieto-V-Fin.pdf> Pucha-

Cofrep, F., Fries, A., Cánovas-García, F., Oñate-Valdivieso, F., González-Jaramillo, V.,

&

Pucha-Cofrep, D. (2017). Fundamentos de SIG: Aplicaciones con ArcGIS. Ediloja Cia.

Ltda.

QuestionPro. (2020). www.questionpro.com. Obtenido de

<https://www.questionpro.com/blog/es/ponderacion/#:~:text=La%20ponderaci%C3%B3n>

%

20es%20una%20t%C3%A9cnica,de%20la%20recopilaci%C3%B3n%20de%20datos.&text

=En%20este%20caso%20la%20ponderaci%C3%B3n,se%20amplifica%20en%20los

%20datos.

Quevedo Niño, D. G. (2017). La propiedad del Dióxido de Carbono en Colombia en el marco de

REDD+ obstáculos y perspectivas. Bogotá.

Ramirez Gomez, M. J. (2013). leo.uniandes.edu.co. Obtenido de

<https://leo.uniandes.edu.co/images/Guias/Estadodelarte.pdf>

Sabogal Aguilar, J., Moreno Castillo, E., & Ortega Guerrero, G. (4 de Diciembre de 2009).

Procesos de certificación de proyectos de captura de gases de efecto invernadero (GEI) En

Sarmiento, M., Buitrago, L., & Cardona, W. (Octubre de 2015). colombia.wcs.org. Obtenido de <https://colombia.wcs.org/Portals/113/Resumen.pdf?ver=2016-01-20-120257-727>

Sarría, F. A. (2003). www.um.es. Obtenido de <https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>

Sosa-Escalona, Y., Peña Casadevalls, M., & Santiesteban-Toca, C. E. (Septiembre de 2017). scielo.sld.cu. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992017000300006

UNEP. (2009). www.uncclearn.org. Obtenido de https://www.uncclearn.org/wpcontent/uploads/library/unep99_spn_0.pdf

UNFCCC. (2017). redd.unfccc.int. Obtenido de Bosques Territorios de Vida: https://redd.unfccc.int/files/eicdgb_bosques_territorios_de_vida_web.pdf

UNFCCC. (2020). United Nations Climate Change. Obtenido de https://unfccc.int/es/kyoto_protocol

UNFCCC. (2020). United Nations Climate Change. Obtenido de <https://unfccc.int/es/process-andmeetings/the-paris-agreement/que-es-el-acuerdo-de-paris>

Vargas-Mena Amescua, A., & Yáñez Sandoval, A. (2007). dialnet.unirioja.es. Obtenido de La captura de carbono en bosques: ¿Una herramienta para la gestión ambiental?: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2882569.pdf>

Wikipedia. (2010). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/R%C3%ADo_Magdalena

Yepes Piqueras, V. (27 de Noviembre de 2018). victoryepes.blogs.upv.es. Obtenido de <https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/saaty/>