



**Evaluación de la factibilidad financiera para la intermediación comercial de bonos
de carbono en el departamento del Meta en Colombia**

Yuri Viviana Arcila Rodríguez

Jorge Hernando Ramos Jiménez

Corporación Universitaria Minuto De Dios

Rectoría Virtual y a Distancia

SEDE / CENTRO TUTORIAL Bogotá D.C. - Sede Principal

PROGRAMA Especialización en Gerencia Financiera

noviembre de 2021

**Evaluación de la factibilidad financiera para la intermediación comercial de bonos
de carbono en el departamento del Meta en Colombia**

Yuri Viviana Arcila Rodríguez

Jorge Hernando Ramos Jiménez

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en
Gerencia Financiera**

Asesor

Campo Elías López Rodríguez

Doctorando en Psicología del Consumidor

Corporación Universitaria Minuto De Dios

Rectoría Virtual y a Distancia

SEDE / CENTRO TUTORIAL Bogotá D.C. - Sede Principal

Especialización en Gerencia Financiera

noviembre de 2021

Dedicatoria

Este trabajo de grado va dedicado a Dios por bendecirme en cada paso de este camino lleno de oportunidades y a mi familia por ser una motivación y acompañarme en cada uno de los retos que se han presentado, pero especialmente a mi madre que una clara muestra de esfuerzo y perseverancia.

YURI VIVIANA ARCILA RODRIGUEZ

Dedico este nuevo escalón en mi vida a mis hijas por la gran ayuda que me brindaron al ser autónomas en sus quehaceres y permitirme contar con el tiempo necesario para sacar adelante esta especialización, miren: ¡se pueden muchas cosas en la vida!.

JORGE HERNANDO RAMOS JIMÉNEZ

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios por guiarme y acompañarme en este escalón de la vida. A mi familia, por su cariño, apoyo y animo en este proceso. A Jorge, por compartir este segundo desafío conmigo y con su guía llevar a término esta especialización y por último, agradezco a los todos los docentes y compañeros que compartieron un poco de su conocimiento y experiencia.

YURI VIVIANA ARCILA RODRIGUEZ

Agradezco a Dios principal mentor en mí vida, seguidamente a mi esposa que con su constante apoyo y trasnocho me ayuda continuamente para desarrollar más logros en nuestro caminar, a mi Padre que con su gran compromiso me facilitó las cosas para sacar adelante este proyecto, por último, a los docentes que compartieron su conocimiento para enriquecer el mío.

JORGE HERNANDO RAMOS JIMÉNEZ

Contenido

Resumen.....	1
Introducción	3
1. Problema	6
1.1. Descripción del problema.....	6
1.2. Pregunta de investigación.....	8
2. Justificación	9
3. Objetivos	11
3.1 Objetivo general	11
3.2 Objetivos específicos.....	11
4. Marco de referencia	12
4.1 Marco teórico	12
4.1.1 Mercado de bonos de Carbono.....	12
4.1.2 Variables aplicables análisis financiero	15
4.2 Marco legal.....	17
5. Metodología	20
5.1 Alcance de la investigación.....	20
5.2 Enfoque metodológico	20
5.3 Instrumentos	21
5.4 Procedimientos.....	22

5.4.1	Precio de bonos de carbono.....	22
5.4.2	Costos de implementar la intermediación	22
5.4.3	Análisis de información.	22
5.5	Consideraciones éticas	23
6.	Resultados.....	24
6.1	Caracterizar el funcionamiento y precio de los bonos de carbono.....	24
6.1.1	Funcionamiento.....	24
6.1.2	Precio.....	25
6.2	Identificar agentes y el impacto que tienen en el proceso de la venta de los bonos de carbono.	29
6.3	Analizar los indicadores financieros enfocados en la utilización de bonos de carbono	32
7.	Conclusiones.....	38
8.	Recomendaciones	40
	Referencias bibliográficas.....	41

Lista de tablas

Tabla 1 Principales gases de efecto invernadero	12
Tabla 2. Evolución de los precios de emisión de carbono.....	25
Tabla 4 IPC 2011 - 2020.....	35
Tabla 5 Resultados análisis financiero escenarios a 5 y 10 años.....	35
Tabla 6 Sensibilidad retribución Vs TIR	36

Lista de figuras

Figura 1. Mercado de carbono: Protocolo de Kioto.....	14
Figura 2. Definición gráfica TIR	17
Figura 3. Comportamiento histórico emisiones de carbono	26
Figura 4 Pronóstico de los bonos de carbono por medio de regresiones en Excel.	27
Figura 5 Pronóstico de los bonos de carbono por medio Risk Simulator.....	28
Figura 4 Agentes internos y externos.....	32
Figura 7 Estructura organizacional para la intermediación de bonos de carbono	34

Lista de anexos

Anexo A Inversión Inicial	48
Anexo B Costo Anualizado	49
Anexo C Flujo de caja y VPN	50
Anexo D Simulación de crédito	51
Anexo E Series de tiempo para TRM Risk Simulator	54
Anexo F Series de tiempo para bonos de carbono Risk Simulator	57

Resumen

Los bonos de carbono son uno de los mecanismos establecidos en el protocolo de Kioto como medio para disminuir el calentamiento global y cumplir con la meta de no sobrepasar en 2°C el aumento de la temperatura global durante este siglo, el presente documento contiene la evaluación y análisis de la viabilidad financiera para la intermediación comercial de los bonos de carbono teniendo mejores opciones para los campesinos que poseen el terreno, más alternativas para las empresas o entidades que necesitan comprar estos bonos, un beneficio económico para los vinculantes y un aporte a la reducción del calentamiento global minimizando la sobre explotación de recursos naturales centrándose en la conservación de los bosques nativos en el Departamento del Meta, Colombia. Durante el desarrollo y preparación de esta investigación se realizó una evaluación del funcionamiento y precio de los bonos de carbono, se identificaron los involucrados en la conservación, comercialización y emisión entorno a ellos y finalmente se realizó un análisis financiero para conocer los recursos, la viabilidad económica y su retorno evaluando el proyecto a 5 y 10 años.

Palabras claves: *Gerencia financiera, intermediación, factibilidad financiera, Bonos de Carbono, TIR, VPN.*

Abstract

Carbon credits are one of the mechanisms established in the Kyoto Protocol as a means to reduce global warming and meet the goal of not exceeding the 2°C increase in global temperature during this century, this document contains the analysis and evaluation of the financial feasibility for the commercial intermediation of carbon credits having better options for farmers who own the land, more alternatives for the companies or entities that need to buy these bonds, an economic benefit for the binding parties and a contribution to the reduction of global warming by minimizing the overharvesting of natural resources focusing on the conservation of native forests in the Department of Meta, Colombia. During the development and preparation of this research, an evaluation of the operation and price of carbon bonds was carried out, those involved in the conservation, commercialization and emission around them were identified and finally a financial analysis was carried out to know the resources, the economic viability and its return evaluating the project in 5 and 10 years.

Keywords: Financial management, intermediation, financial feasibility, carbon credits, IRR, NPV.

Introducción

Debido a las diversas consecuencias ambientales que se han generado por causa del creciente desarrollo industrial y la sobreexplotación de los recursos naturales, los gases de efecto invernadero (GEI) también se han incrementado, trayendo como resultado el calentamiento global, y sumado a lo anterior la deforestación de zonas boscosas han llevado a la necesidad de proponer e implementar diversos acuerdos a lo largo de la historia con el fin de atender esta emergencia ambiental, encontrando entre ellos el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París, que establecen algunas medidas para la disminución, verificación y seguimiento del aumento de la temperatura global promedio, y entre estas medidas encontramos uno de los mecanismos propuestos para la descontaminación que son los bonos de carbono.

Para el caso de Colombia, que se ha unido al compromiso de mitigar las emisiones de GEI, se ha trazado la meta de reducir en un 20% estas emisiones, sin embargo se tiene que los terrenos son ampliamente deforestados y talados sin algún control para realizar actividades que generen ingresos a los campesinos de la zona, el Estado Colombiano a través de organismos de control ha trabajado en la búsqueda de protección de selvas y puntualmente, en el Departamento del Meta, es así como se propone evaluar la intermediación de los bonos de carbono como medida aplicable a la mitigación de los GEI y a su vez, generar nuevas plazas de empleo, incentivos económicos y creación de empresas entorno a este sector.

Consultando con diferentes fuentes sobre los diversos proyectos ambientales, se ha conocido la dinámica de los mercados verdes determinando que son un mecanismo pertinente para todos los involucrados, ya sea de manera directa o indirecta, viéndose beneficiados por su aporte a la disminución de la huella de carbono, la retribución económica o incluso en el sentido

de responsabilidad social con el fin de mejorar el entorno de la comunidad, es por esto que se considera que la compra y venta de los bonos de carbono son una alternativa factible de desarrollar en los países que cuentan con amplias zonas selváticas.

De acuerdo con lo anterior se ha dividido el análisis de la información recopilada en dos componentes, el primero dirigido a conocer el funcionamiento, precio, interesados y demás variables que intervienen en el entorno de los bonos de carbono, el segundo a los análisis financieros que permiten medir la viabilidad y la rentabilidad de este proyecto, con esto se busca contar con toda la información que permita establecer si las condiciones son suficientes para emprender un negocio de estas características y obtener una rentabilidad apropiada Vs la inversión necesaria para implementarlo.

El desarrollo del proyecto se realizó bajo la aplicación de un enfoque cualitativo que permitió procesar, interpretar y obtener los resultados para determinar el funcionamiento, dinámica, características y costos requeridos para el análisis y desarrollo de la evaluación financiera, esta técnica permite comparar algunos proyectos enfocados a este tipo de negocios y de esta manera obtener las similitudes o diferencias que existen en torno a la intermediación de los bonos de carbono.

Con respecto al mercado de carbono se establecen diversas variables en torno a su negociación tales como el precio en el mercado bursátil, así como la forma en la que se desarrolla este mecanismo, toda vez que se traduce en toneladas de CO₂ equivalentes, por otra parte, se identifican los agentes que intervienen en el proceso de la venta y que según su participación se catalogan como internos y externos, los primeros hacen referencia a los campesinos y los segundos, están todas aquellas entidades, organizaciones ambientales y grupos empresariales que deseen mitigar su huella de carbono. Para determinar si es viable la

intermediación en este tipo de negocios se hace necesario tener presente los costos involucrados en su implementación, operación y mantenimiento, así como aquellos relacionados con cargas laborales al igual que la proyección del commodity, obteniendo el flujo de caja y lograr así una evaluación más asertiva.

Esta investigación permite conocer un análisis financiero que ayuda a establecer la creación de nuevas empresas destinadas a la ejecución de proyectos ambientales con base en las rentabilidades obtenidas a largo plazo, la necesidad de capital para afrontar los gastos incurridos durante el funcionamiento del mismo y una propuesta de una estructura organizacional a implementar para abordar los requerimientos necesarios tanto del punto de vista técnico como administrativo y comercial.

1. Problema

1.1.Descripción del problema

Como consecuencia de la industrialización y el desarrollo tecnológico se ha generado una desmedida utilización de los recursos naturales y un incremento en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), generando así un aumento en la temperatura global que a su vez se traduce en diferentes eventos anormales a nivel mundial entre ellos la pérdida de especies, deshielo de las zonas polares, ascenso en el nivel del mar, aridez de áreas selváticas, etc. Es por esto que bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) se establecen acuerdos plasmados en el protocolo de Kioto, tratado que fija como objetivo la reducción de las emisiones de GEI y dentro de las opciones, se establecen procedimientos tales como el Comercio Internacional de Emisiones, el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y la aplicación conjunta. En estos tratados, son de importancia los esfuerzos encaminados a la sostenibilidad a través del tiempo, es por ello que se trazan estrategias desde el punto de vista financiero, suscitando un gran debate para su implementación, Garcia, Vallejo, Higgins y Escobar (2016) lo citan así:

Uno de los temas más difíciles de acordar fue el de financiamiento. ¿Quién va a pagar por las acciones de mitigación y adaptación? En el acuerdo se estableció que los países desarrollados tienen la obligación de proporcionar recursos financieros a los países en desarrollo y presentar planes periódicos para informar cómo van a cumplir sus compromisos. Igualmente, que el financiamiento debe aumentar en el tiempo en relación

con los esfuerzos anteriores. Además, se alienta a que otros países en capacidad de hacerlo provean financiamiento de forma voluntaria.

Aunque el acuerdo no establece una cifra específica, la decisión de la COP21 (Conferencia de las Partes) afirma que los países desarrollados deben movilizar 100.000 millones de dólares anuales desde 2020 para financiar acciones climáticas a nivel global. Esta meta global nació en 2009 durante la COP15 en Copenhague. Igualmente, se estableció que en 2025 las partes deberán acordar un nuevo objetivo colectivo cuantificado que será como mínimo de 100.000 millones de dólares al año. Finalmente, el mecanismo financiero del Acuerdo de París es el mismo de la Convención Marco de Cambio Climático.

Con relación a Latinoamérica y el Caribe, algunos países como Colombia, Chile y Perú se suman al grupo de naciones que se han comprometido de manera voluntaria a llevar a cabo la implementación de medidas de mitigación que permitan reducir las emisiones de GEI adoptando el mercado de negocios verdes tales como la emisión de bonos de carbono, proyectos de eficiencia energética y manejos de residuos animales, de esta manera, generar diversas fuentes de empleo para quienes intervienen en el proceso de este tipo de negocios. Así mismo, es importante considerar a las empresas nacionales e internacionales que estén interesadas en invertir, disminuyendo o compensando su huella de carbono.

En el caso de Colombia, las opciones limitadas para el desarrollo de una economía sostenible de los campesinos del departamento del Meta han generado la ampliación de la frontera agropecuaria (incluidos los cultivos ilícitos) con la deforestación de grandes zonas a un paso acelerado, incrementando la problemática general de la zona y aportando al calentamiento global. Una manera de mitigar esta situación es la implementación de los mecanismos ofrecidos

en el protocolo de Kioto que pueden impactar de manera positiva tanto al bolsillo del campesino como a la conservación de las hectáreas de bosques en la región, así mismo, se beneficiarían las entidades que necesiten mitigar su huella de carbono, sin embargo, por las diferentes limitaciones existentes en el área por las grandes distancias, ausencia o precariedad en las redes de comunicación, cantidad de hectáreas de bosques y conocimiento de los mecanismos, es difícil que estas dos partes entren en negociación directa.

1.2.Pregunta de investigación

¿Es viable financieramente la intermediación comercial de bonos de carbono en el departamento del Meta en Colombia?

2. Justificación

Debido a los problemas en materia ambiental en todo el mundo, las grandes industrias tienen la necesidad de implementar acciones que les permita tener un desarrollo sostenible a lo largo del tiempo, es por ello que se han suscrito diferentes tratados enfocados en la reducción de los GEI (acuerdo de Paris, Protocolo de Kioto, las diferentes conferencias de las partes - COP, entre otros) y siendo conscientes de la responsabilidad en este tema, Colombia se ha unido a estos compromisos generando normatividad que permite cumplir con el objetivo estratégico de mitigar en un 20% las emisiones de los GEI al año 2030. Sin embargo, al ser uno de los países con mayor biodiversidad en el mundo, el escenario no es favorable para la conservación de estos recursos, la situación precaria en muchos de los municipios apartados del Estado, es condicional para que los campesinos tengan que buscar medios de supervivencia en ciertas actividades que generan mayor rentabilidad, tales como los cultivos ilícitos, la ganadería extensiva y/o minería, lo que genera que el campesino busque terrenos donde pueda establecer estas actividades económicas, talando bosques nativos sin control alguno, aprovechando la poca presencia del Gobierno, a pesar de lo anterior, el Estado a través de sus organismos de control ha tratado de proteger estas selvas por medio de varios decretos y el fortalecimiento de las autoridades ambientales. El Meta no se aleja de esta situación ya que según lo informa Ardila (2020) se han talado alrededor de 200.000 hectáreas de bosque nativo desde el año 2013 hasta el 2020.

Uno de los temas importantes para cumplir con las expectativas que se tienen alrededor de estos mecanismos es establecer si son viables financieramente, por lo que este proyecto se centrará en verificar la intermediación de los bonos de carbono y si es atractivo económicamente para todas las partes, (los campesinos, el medio ambiente, los vinculantes y las organizaciones

que consumen estos bonos). Se busca que colateralmente se aporte a la mitigación de la sobreexplotación de los recursos naturales por medio de la conservación de los bosques nativos e incentivando el emprendimiento, creando nuevas plazas de empleo que contribuyan al desarrollo económico de la región.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Evaluar la factibilidad financiera para la intermediación comercial de bonos de carbono en el departamento del Meta en Colombia

3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el funcionamiento y precio de los bonos de carbono
- Identificar agentes y el impacto que tienen en el proceso de la venta de los bonos de carbono
- Analizar los indicadores financieros enfocados en la utilización de bonos de carbono.

4. Marco de referencia

4.1 Marco teórico

El marco teórico para esta investigación se centra en dos componentes, el primero encaminado al entendimiento de los bonos de carbono y su entorno, el segundo a las variables del análisis financiero que se involucran para hallar la rentabilidad de este proyecto.

4.1.1 Mercado de bonos de Carbono

Para conocer sobre el funcionamiento del mercado de carbono, es de resaltar que un bono de carbono equivale a una tonelada (t) de Dióxido de Carbono (CO₂) equivalente a tCO₂e. (Seeberg Elverfeldt, 2010) que ha dejado de generarse o que será removida de la atmósfera o ha sido almacenada en el agua o el suelo. Este bono debe estar certificado o avalado por un auditor o entidad acreditada, según los estándares y procedimientos establecidos, ya que cada solicitud de generación para la emisión de estos certificados, debe ser analizada y verificada para su aprobación y control posterior que permita llevar un control y registro sobre la cantidad de bonos vendidos.

Por otra parte, es importante mencionar que encuentran diversos gases de efecto invernadero que se producen a nivel global, sin embargo, el Dióxido de carbono es uno de los principales, tal como se refleja a continuación:

Tabla 1 Principales gases de efecto invernadero

Gas	Potencial de calentamiento global	Vida media (años)	Origen

Dióxido de carbono: CO ₂	1	500 a 200	Quema de combustibles fósiles y de biomasa, incendios forestales, etc.
Metano: CH ₄	21	12 +- 3	Cultivo de arroz, producción pecuaria, residuos sólidos urbanos, emisiones fugitivas, etc.
Óxido nitroso: N ₂ O	310	120	Cultivo de arroz, producción pecuaria, residuos sólidos urbanos, emisiones fugitivas, etc.
Perfluorocarbonos: PFCs	6,500 a 9,200	2,600 a 50,000	Refrigerantes, producción de aluminio, solventes, aerosoles, producción y uso de halocarbonos, etc.
Hidrofluorocarbonos: HFCs	140 a 11,700	1,5 a 264	Refrigeración, extinguidores, petroquímica, solventes en producción de espumas, aerosoles, producción y uso de halocarbonos.
Hexafluoruro de azufre: SF ₆	23,900	3,200	Refrigerantes industriales, transformadores en redes de distribución eléctrica, producción de aluminio, magnesio y otros metales, producción y uso de halocarbonos.

Fuente: elaboración propia con base en la información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático de IDEAM (2021)

Acuerdo de París: Tratado internacional de gran importancia histórica, acogido el 12 de diciembre de 2015 en la 21ª Conferencia de las Partes (COP 21) que tiene como meta a nivel global el mantener el aumento de la temperatura por debajo de los 2°C, proponiendo para todos los gobiernos la mitigación o reducción de emisiones de CO₂, un balance global y la adaptación a las consecuencias del cambio climático conllevando a compromiso muy serio de las Partes, ya que se establece que cada una de manera individual debe tomar todas las medidas necesarias para combatir el cambio climático a través de contribuciones determinadas a nivel nacional NDC, aumentar los esfuerzos e informar periódicamente sobre sus emisiones y estrategias de mitigación.

Bonos de Carbono: son un mecanismo de descontaminación ambiental y de gestión de las emisiones de Carbono propuesto en el Protocolo de Kioto en el año 1997 con el fin de mitigar el cambio climático y reducir las emisiones contaminantes causantes del calentamiento global. Con estos bonos, se espera que los países con mayor industria cumplan con una reducción en sus emisiones de GEI (Gases de Efecto Invernadero) así como la generación de impactos sociales positivos..

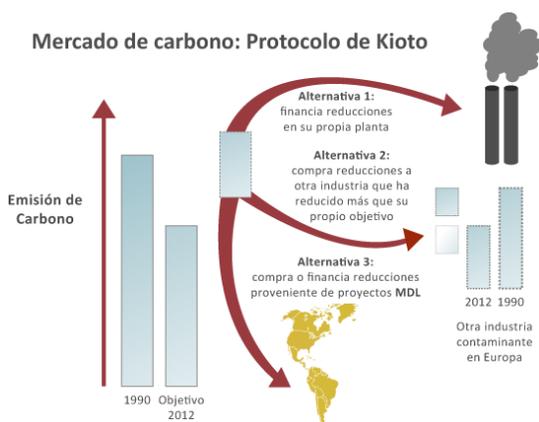


Figura 1. Mercado de carbono: Protocolo de Kioto.

Fuente: Tomado de Biocomercio por Coca Rodríguez, (2014)

Cambio Climático: Es la alteración del clima atribuido de manera directa o indirecta al desarrollo de actividades del hombre, sin embargo, en mayor proporción se debe al desarrollo industrial, que altera la composición química de la atmósfera mediante el aumento progresivo de las emisiones de los llamados GEI (Gases de Efecto Invernadero), debido principalmente a la quema de combustibles fósiles, la tala rasa de bosques y el manejo de desechos domiciliarios e industriales, este fenómeno provoca que los gases envuelvan a la tierra, atrapando el calor generado por el sol y de esta manera elevar las temperaturas de las regiones durante períodos de tiempo comparables.

Efecto Invernadero: Es el efecto (calentamiento) por el cual el calor y rayos del sol llegan a la tierra y no son rebotados al espacio, manteniendo el calor, similar a las paredes de cristal de un invernadero.

Protocolo de Kioto: Fue aprobado en Japón, el día 11 de diciembre de 1997 para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, en el que se establecen los límites para las emisiones totales de los países desarrollados la emisión de GEI, así como la implementación de mecanismos de mercado para que el costo de mitigarlos sea bajo y a su vez fijar que estos gases reducirse durante el periodo 2008-2012 aproximadamente en un 5 % respecto a los niveles de 1990.

4.1.2 Variables aplicables análisis financiero

Para invertir en un proyecto es indispensable realizar un análisis financiero que permita tener los argumentos necesarios para tomar esta decisión, de acuerdo con el alcance de esta investigación se expondrán los términos Flujo de efectivo, tasa interna de retorno (TIR) y Valor Presente Neto (VPN).

Flujo De Efectivo: Es la forma en que fluctúa el efectivo en un determinado periodo de tiempo, es fundamental realizar un análisis para contar con el recurso suficiente durante el desarrollo del proyecto, ya que de no ser así se incurriría en contratiempos en la ejecución que acarrearán sobre costos de las actividades planeadas. De la misma forma para garantizar el efectivo suficiente para el proyecto se hace necesario determinar aquellos instantes donde se necesite recurrir o considerar un préstamo, y así, contar con la liquidez para cubrir oportunamente todos los costos. Para ello, es importante considerar entre otros elementos, aquellos que tienen que ver con los cambios de precio, incremento de costos, impuestos y depreciación.

Valor Presente Neto: El poder de compra del dinero decrece con el tiempo, por ende, es conveniente su comparación en el presente y así tener elementos suficientes de análisis, este método de evaluación de proyectos consiste en calcular el valor actual de la inversión por medio de los flujos de caja, que se asume que generará un proyecto durante un periodo n de duración y una tasa de oportunidad, matemáticamente se define como:

$$VPN = \sum \frac{\text{flujo de efectivo neto en el periodo}}{(1+\text{tasa de oportunidad})^n} \quad (1)$$

Lo valioso de este método es ver numéricamente si el proyecto da positivo o negativo, lo ideal es que el VPN de un proyecto sea positivo y a mayor valor, mayor será el beneficio que reciban los accionistas.

Tasa Interna De Retorno: La TIR es otro método de evaluación de proyectos que a diferencia de la anterior esta se centra en la tasa de rentabilidad del proyecto y se define como

aquella tasa para la cual el VPN se vuelve cero, gráficamente se observa en la Figura 2 con ello se puede determinar si es viable financieramente o no, entre mayor sea esta tasa será más atractiva la inversión.

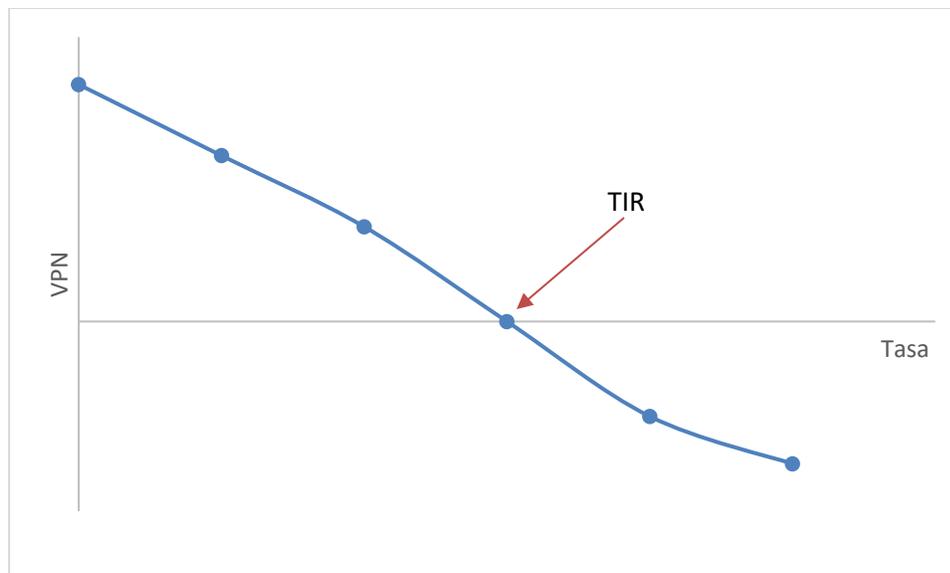


Figura 2. Definición gráfica TIR

Fuente: Elaboración propia con base en el método TIR

4.2 Marco legal

Se han establecido a lo largo del tiempo algunas convenciones, acuerdos y leyes que se han adelantado y adaptado con la necesidad de atender la afectación ambiental a nivel mundial, los cuales se relacionan a continuación:

- DECRETO-LEY 2811 DE 1974 PARTE XII - Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

- **PANEL INTERGUBERNAMENTAL PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO - 1988:**
Creado para evaluar de manera científica, técnica y socioeconómica el cambio climático y así dar al mundo una opinión objetiva y científica al respecto.
- **CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA 1991.** Artículos 8, 58, 63, 79 y 80.
- **CONVENCIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS - 1992:** Reconoce que los efectos y cambios por la variación del clima son problema a nivel mundial y que es una obligación para toda la humanidad el implementar soluciones, así como la necesidad de cooperación amplia de todos los países y sus gobiernos.
- **PROTOCOLO DE KIOTO - 1997:** Da aplicación y adaptación a la convención de las Naciones Unidas y establece metas para la reducción de emisiones de Gases de Efecto invernadero durante el período 2008-2012 en un promedio de 5.2% por debajo de sus niveles de emisión de 1990, con respecto a los 38países industrializados, generando obligaciones legalmente vinculantes, incluyendo a 11 países en Europa Central y del Este.
- **ACUERDO DE MARRAKECH - 2000:** Establece los parámetros que permitan verificar las reducciones o absorción del carbono.
- **LEY 629 DE 2000:** Por medio de la cual se aprueba el “Protocolo de Kioto de la Convención Macros de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”, con el fin de establecer la obligación de atender la reducción de GEI.
- **DOCUMENTO CONPES 3700 DE 2011:** Estrategia institucional para la Articulación de Política y Acciones en Materia de Cambio Climático en Colombia.

- ACUERDO DE PARÍS - 2015: Acuerdo para combatir el cambio climático y acelerar e intensificar las acciones e inversiones necesarias para un futuro sostenible con bajas emisiones de carbono.
- LEY 1819 DE 2016: Se implementa el Impuesto Nacional al Carbono en Colombia a través de la reforma tributaria que consiste en el pago de una tarifa relacionada al contenido de carbono como parte de la estrategia para controlar estas emisiones a través del uso de combustibles fósiles.
- DECRETO 926 DE 2017: Reglamentación para la no causación del impuesto al Carbono con el fin de certificar empresas catalogadas como carbono neutro a través de compensaciones que sean totalmente verificadas y controladas tales como energías renovables o actividades forestales.

5. Metodología

5.1 Alcance de la investigación

En esta investigación el enfoque será de tipo descriptivo toda vez que se busca recopilar información para conocer las características y la dinámica del mercadeo de los bonos de carbono, pretendiendo encontrar si es viable financieramente la intermediación en este sector, se recolectaran datos y con ellos se hará una selección y medición de variables financieras como el flujo de caja, el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR) que nos lleven a poder comparar con otros proyectos de investigación similares. Según Dankhe (1986) este tipo de enfoque permite medir y evaluar diversos aspectos, dimensiones o componentes del tema a investigar, así mismo, seleccionar los elementos más relevantes para medirlos de forma independiente y así describir lo que se investiga.

5.2 Enfoque metodológico

El enfoque metodológico empleado en la presente investigación es el cualitativo, ya que parte de estudios e información previa, junto con los datos históricos de commodities de los bonos de carbono, se les realizará un estudio financiero para definir la viabilidad entorno a la intermediación de los bonos de carbono. Se espera que con los datos obtenidos al finalizar la investigación puedan ser extrapolados a otros municipios del territorio Nacional.

Para Hernandez-Sampieri (2018), la ruta cualitativa en la investigación hace una revisión de las fuentes consultadas, la cual puede ser complementada desde el planteamiento del problema hasta el desarrollo de los resultados, esta ruta conlleva una sensibilización sistemática

del entorno al cual pertenece, seleccionando aquellos datos que aporten y conduzcan al investigador a enfocarse en el tema que lo ocupa, validando si es posible la ejecución del objeto de la investigación.

5.3 Instrumentos

Se selecciona como técnica de levantamiento de información la evaluación documental, ya que permite extraer la información de los bonos de carbono de manera confiable con la validez adecuada y la objetividad necesaria para poder establecer el dinamismo de este mercado, de la misma forma brinda otros conceptos importantes para entender el desarrollo del presente tema, como es el evaluar la información relacionada con las leyes, reglamentos y normas internacionales. Por otro lado, permite la comparación con modelos aplicados en investigaciones de temas afines, evaluando los resultados financieros de la utilización de los bonos de carbono.

Esta técnica permite el análisis de la información escrita que hay sobre un determinado tema, con la cual se pretende fijar las relaciones, diferencias, similitudes, etc. que existen en torno al objeto del trabajo, esto está muy alineado con lo que relata Bernal Cesar, (2016) así: “De acuerdo con Caseres Hernández, et al. (1995), la investigación documental depende fundamentalmente de la información que se obtiene o se consulta en documentos, entendiéndose por estos, todo material al que se puede acudir como fuente de referencia, sin que se altere su naturaleza o sentido, los cuales aportan información o dan testimonio de una realidad o un acontecimiento”. Dentro de esta técnica se resaltan dos formas de obtener la información, la primaria que se consigue por la recolección y construcción del propio investigador, y la secundaria, que se adquiere de estudios realizados anteriormente.

5.4 Procedimientos.

Para el desarrollo de la presente investigación se propone dividir el instrumento del enfoque metodológico (evaluación documental) en 2 partes así:

5.4.1 Precio de bonos de carbono

El mecanismo de bonos de carbono está relacionado en el Protocolo de Kioto como un medio de descontaminación para reducir las emisiones nocivas al medio ambiente, por ello es imperante conocer el funcionamiento del mismo y por consiguiente, se consultarán documentos sobre el tema con el fin de conocer el precio y las reglas que enmarcan su comercialización. Por otro lado, se hará un análisis con la tendencia histórica de los precios del CO₂ proyectando el valor a los años de estudio.

5.4.2 Costos de implementar la intermediación

De acuerdo con estudios previos se evaluará la implementación de una organización y los costos en los que se pueden incurrir para llevar a cabo la intermediación entre los campesinos del Meta y las empresas interesadas en ser carbono neutro

5.4.3 Análisis de información.

El análisis de la información se realizará por medio de herramientas ofimáticas, tales como Word, Adobe y navegadores, para el procesamiento de los datos, Excel será el principal recurso a utilizar, por medio de este se harán los cálculos necesarios para hallar las variables involucradas en la investigación, también se hará uso de programas para ayudar al cálculo de pronósticos entorno a la TRM del precio y valor del bono de carbono.

5.5 Consideraciones éticas

La información que se reúne y presenta en este proyecto de investigación, se llevó a cabo con fines académicos para optar al título de Especialista en Gerencia Financiera de la Corporación Universitaria Minuto de Dios aplicando el análisis financiero para la intermediación de los bonos de carbono. Lo anterior, conforme al reglamento establecido para el tratamiento y manejo de la propiedad, referenciando las fuentes consultadas.

6. Resultados

6.1 Caracterizar el funcionamiento y precio de los bonos de carbono

Para el desarrollo de esta investigación se llevó a cabo una revisión del funcionamiento y precio de los bonos de carbono con el fin de tener las bases necesarias para realizar un análisis adecuado para la intermediación en este tipo de negocios.

6.1.1 Funcionamiento

La forma en que funciona el mecanismo de bonos de carbono es medir los GEI producidos por la organización interesada y expresarlos en toneladas de CO₂ equivalentes, la metodología más utilizada para realizar esta conversión es la de huella del carbono, el valor obtenido será el mismo que la entidad deberá adquirir en bonos de carbono, puesto que cada uno de estos últimos equivale a una (1) tonelada de carbono, una ecuación matemática para visualizar mejor lo expuesto es la siguiente:

$$\# \text{ emisiones GEI}_{(ton)} - \# \text{ bonos de carbono} = 0_{(ton)} \quad (2)$$

$$1 \text{ bono de carbono} = 1 \text{ ton CO}_2$$

Para determinar cuál es la capacidad de retención de CO₂ en un terreno de área boscosa se encontró que, en estudios previos, por 1ha se puedan capturar 40ton de CO₂, esto teniendo en cuenta las condiciones ambientales, vegetativas y de trópico que son similares a las presentes en el departamento del Meta.

6.1.2 Precio

El precio de los bonos de carbono se define de acuerdo a los futuros de emisión de carbono, ya que se encuentran en el mercado bursátil como un producto objeto de comercialización, los valores históricos que se tienen registrados de los años anteriores se encontraron en el portal <https://es.investing.com/>, desde allí se extrajeron las bases de datos desde el año 2017 hasta octubre de 2021, en la Tabla 2 se observa lo que se halló mes a mes durante estos años.

Tabla 2. Evolución de los precios de emisión de carbono

Fecha	Último	Fecha	Último	Fecha	Último
oct-21	58,73	feb-20	23,8	jun-18	16
sep-21	61,75	ene-20	24,06	may-18	15,76
ago-21	60,51	dic-19	24,86	abr-18	14,27
jul-21	53,25	nov-19	25,61	mar-18	13,73
jun-21	56,68	oct-19	26,03	feb-18	10,51
may-21	51,7	sep-19	25,36	ene-18	9,65
abr-21	48,84	ago-19	26,95	dic-17	8,49
mar-21	42,55	jul-19	28,84	nov-17	7,86
feb-21	37,28	jun-19	27,05	oct-17	7,71
ene-21	32,95	may-19	25,02	sep-17	7,51
dic-20	32,72	abr-19	26,95	ago-17	6,46
nov-20	29,34	mar-19	22,3	jul-17	5,65
oct-20	23,88	feb-19	22,52	jun-17	5,34

sep-20	27,14	ene-19	23,27	may-17	5,27
ago-20	29,02	dic-18	26,3	abr-17	4,86
jul-20	26,64	nov-18	22,07	mar-17	4,96
jun-20	27,27	oct-18	17,79	feb-17	5,49
may-20	21,76	sep-18	23,63	ene-17	5,61
abr-20	19,94	ago-18	22,52		
mar-20	18,03	jul-18	18,74		

Fuente: Elaboración propia con base en investing.com (2021)

Adicional a ello, de manera gráfica en la Figura 3, se puede observar que el comportamiento corresponde netamente a la dinámica de mercados, incluso durante la pandemia del año 2020 se ve como su precio se vio afectado, volviendo a valores registrados en el año 2018 y recuperándose a medida que avanza el año 2021.

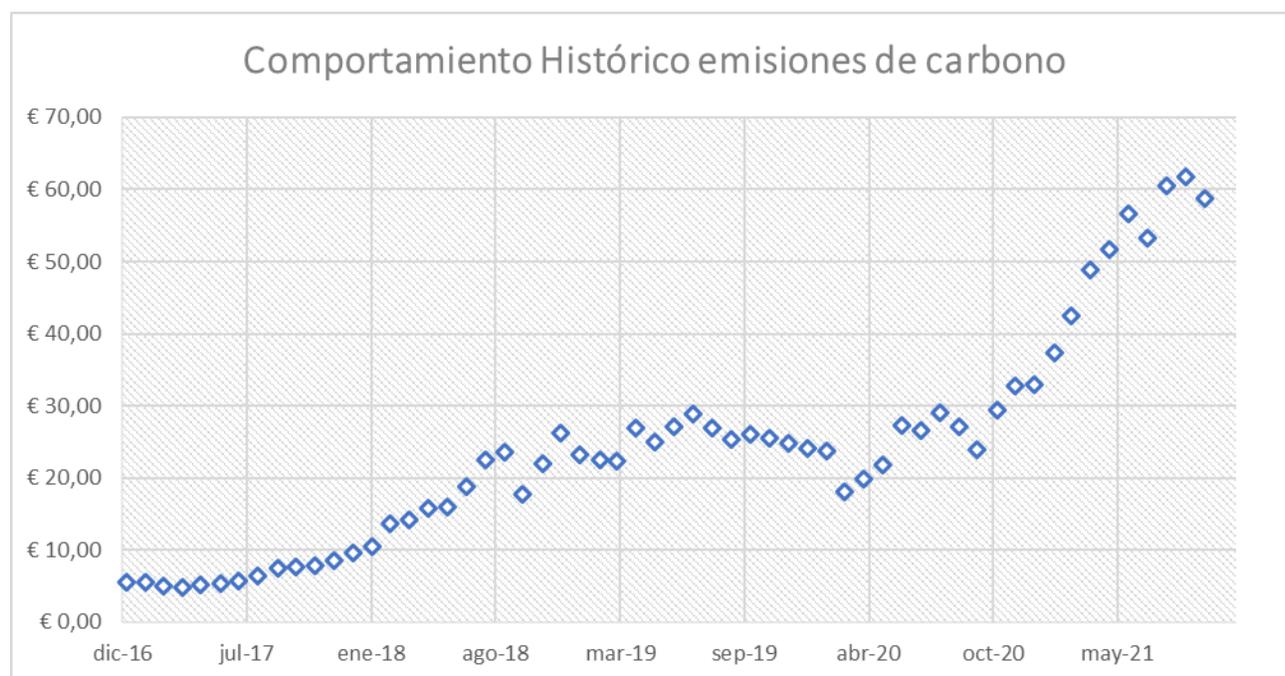


Figura 3. Comportamiento histórico emisiones de carbono

Fuente: Elaboración propia con base en datos extraídos de investing.com (2021)

Por otro lado, para ver el comportamiento futuro de este mercado, se realizaron regresiones por medio del programa Excel (lineales, potencial y polinómica de grado 2) dando mayor coeficiente de correlación la polinómica de grado 2 ubicándose en un valor de 0.8434, en la Figura 4 se ven las líneas de tendencia junto con las ecuaciones y el coeficiente de correlación en cada caso, de acuerdo con esta tendencia el precio para el año 2030 se ubica en 207€.

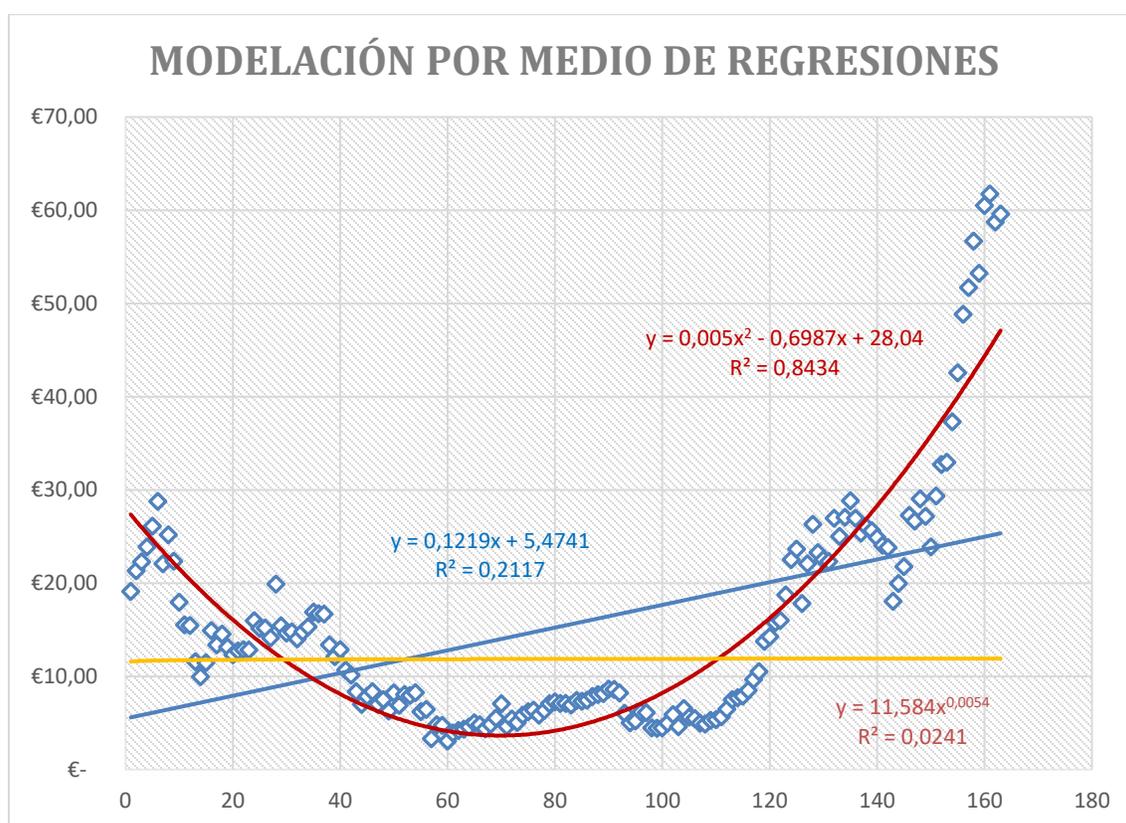


Figura 4 Pronóstico de los bonos de carbono por medio de regresiones en Excel.

Fuente: Elaboración propia.

En este mismo sentido se realizó una modelación por medio del programa Risk Simulator, con la herramienta serie de tiempos, dando como resultado que el mejor método es el

“Suavizado Exponencial Doble” y un resultado del precio para el año 2030 de 198€, en la Figura 5 se ilustra el comportamiento de esta simulación donde se encuentran los datos reales y los pronósticos de 120 periodos a futuro, que para el análisis de esta investigación son periodos mensuales.

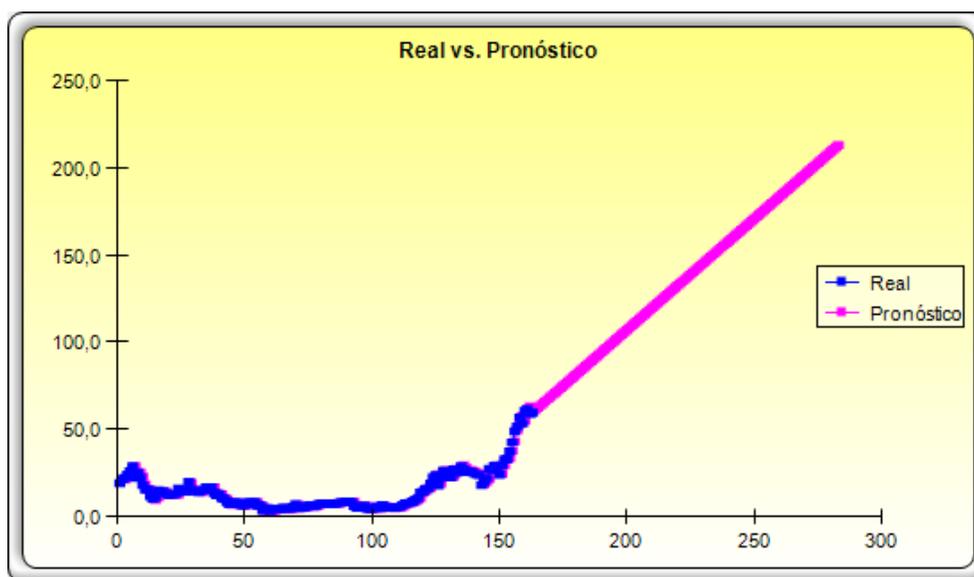


Figura 5 Pronóstico de los bonos de carbono por medio Risk Simulator.

Fuente: Elaboración propia por medio de Risk Simulator.

Por último, es importante traer a colación la opinión de entidades como la OECD que se enfocan en la promoción de políticas que mejoran el bienestar social y económico de los países, tal como lo comenta Yepes (2018):

“La OECD en un documento titulado Effective Carbon Rates 2018, en el que propone dos precios de referencia para la tonelada de CO₂: 30 euros por ton como nivel bajo al 2020 y 60 euros como una proyección de dicho costo al 2030.”

Siendo conscientes de los resultados de los pronósticos anteriores y tomando en cuenta una posición pesimista para los análisis que se desarrollan en la presente investigación el valor se trabajará con 60€.

6.2 Identificar agentes y el impacto que tienen en el proceso de la venta de los bonos de carbono.

Para la identificación de estos agentes se acudió a la investigación con fuentes de información tales como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, Banco Interamericano de Desarrollo - BID, Corporación autónoma Regional, Ministerio de ambiente, entre otros, para recolectar los datos de las entidades interesadas, dinámica de procesos similares y la definición de los agentes involucrados, por lo que se encontró que los diversos interesados que hacen parte del proceso, pueden ser los campesinos que tienen bajo su propiedad terrenos con bosques nativos, las empresas productoras, manufactureras y pequeñas industrias, adicional a ello, entidades como las corporaciones ambientales pueden facilitar el desarrollo del proyecto y servir de mediadores entre los agentes internos y las entidades interesadas en la inversión.

Con lo anterior, se evidencia que se deben delimitar las funciones y alcance de los involucrados en el mercado, diferenciando el papel que desempeñan en cada una de las etapas del proceso de la emisión de los bonos de carbono, por lo que es necesario que se dividan entre agentes internos y externos, definiendo como internos a los campesinos que pondrán a disposición los terrenos que deben conservar dando cumplimiento a un mínimo de características y requisitos, y como externos, agentes tales como vinculantes, intermediarios o empresas compradoras o financiadoras del mercado de carbono. que son aquellas que desean reducir su huella a través del compromiso de neutralidad ambiental con este mecanismo.

Es importante reconocer el papel del campesino que se encuentre interesado en participar en este proceso, ya que es quien debe poner a disposición sus terrenos y asumir algunos rubros para la conservación de los mismos, en espera que, a través de los bonos, pueda generarse una remuneración económica favorable, siendo necesario que se evalúen cuáles son sus intereses y cuáles son las oportunidades que tienen de producir otro tipo de servicios en esos terrenos. En este sentido, se debe considerar que las restricciones a las talas y poda de estos terrenos se han hecho más robustas cómo se observa en el documento “Plan Integral de Desarrollo Agropecuario y Rural con enfoque territorial, Departamento del Meta”(Agencia de Desarrollo Rural – ADR , 2019) , en el cual se evidencian las diferentes áreas y estrategias de protección de zonas a lo largo del departamento, por lo que en estos terrenos la alternativa es acogerse a programas gubernamentales como lo es, el proyecto de guardabosques en donde se asigna un subsidio con el fin de que en áreas boscosas no se realicen tumbas y cavas, es de resaltar que en la actualidad para el municipio de Puerto Rico en el Meta, se viene adelantando socializaciones ofreciendo un incentivo de COP\$ 900.000 cada trimestre por conservar 10ha en un mismo predio, la duración de este programa es de 2 años. lo que permite tener un comparativo de las retribuciones económicas frente a la conservación de los terrenos.

Para la categorización de los agentes externos se enmarcan tres tipos de instituciones o entidades que se relacionan así:

- En primer lugar, se encuentran aquellas grandes o medianas empresas del sector público o privado que tienen interés en el mercado voluntario de la emisión (ya sea en el proceso de compra o venta de los bonos de carbono), con el fin de mitigar la huella y el impacto que puede generar el desarrollo de su actividad económica. Esta selección de empresas

objetivo puede generarse a través de las bases de datos de las emisiones de GEI, que permiten una evaluación y valoración con el fin de generar un filtro para obtener los posibles prospectos y así proceder a realizar el respectivo acercamiento y relacionamiento comercial, en el cual se pueda presentar el portafolio del proyecto, que corresponde a la intermediación de la emisión de los bonos de carbono.

- Por otra parte, se encuentran las organizaciones ambientales, Corporaciones Autónomas Regionales e institutos de investigación ambiental, que se encargan de evaluar, medir y verificar la reducción de las emisiones, reflejando esta información en plataformas tales como el Sistema Nacional Ambiental (SINA), que permite conocer y facilitar el contacto con los agentes interesados en este tipo de proyectos y adicional a ello, tener mayor información de los programas y entidades registradas en este tipo de entornos ambientales.
- Y por último, se enlistan las organizaciones y grandes grupos empresariales tales como el BID, que cuenta con la plataforma de transparencia de bonos verdes (GBPT por sus siglas en inglés) que permite acceder a la información de los emisores, revisores internos y externos e inversionistas, se refleja de manera clara la información sobre los ingresos, impactos, metodologías y estándares utilizados en el mercado de los bonos en América Latina y el Caribe, facilitando la selección de terrenos y la gestión financiera, adicional a ellos, se encuentra la Banca Mundial o los grandes grupos como el Grupo Bancolombia o Grupo Éxito, que están interesados en la financiación o inversión de los bonos de

carbono y para los que se pueden poner a disposición los terrenos de los agentes internos (campesinos).

Conforme a lo anterior, en la figura 4 se resumen los agentes internos y externos que participan en el proceso del mercado de los bonos de carbono:



Figura 6 Agentes internos y externos

Fuente: Tomado de Estrategia para mitigar la sobreexplotación de los recursos naturales por parte de campesinos en el departamento del Meta por Arcila, y otros (2021)

6.3 Analizar los indicadores financieros enfocados en la utilización de bonos de carbono

Para realizar el análisis lo primero fue determinar los flujos de caja asociados a la implementación de la intermediación, para los ingresos uno de los factores importantes para

desarrollar este análisis es que el precio de los bonos de carbono está expresado en Euros por ende se realizó el promedio de las TRM en el año 2021, en este mismo sentido, se modeló el pronóstico con el programa Risk Simulator, en el primer caso el valor dio 4.429,70 y para el segundo 4.351,00 en el año 2030, por ende para el ejercicio y siendo más conservadores se fijó este último como valor para realizar los cálculos; otro parámetro para tener presente es el que se dio en el numeral 6.1.1, la cantidad de carbono secuestrado por una hectárea de bosque promedio en un área selvática situada en el trópico es 40tonCO₂/ha. De la misma forma teniendo presente que se realiza una estructura organizacional para que se lleve a cabo la intermediación, se estableció que la cantidad de hectáreas para comercializar va aumentando gradualmente hasta el año 4 y de allí en adelante se fija en 500 ha, esto teniendo presente el personal dedicado a la consecución y verificación de las tierras utilizadas para el desarrollo de este trabajo.

Para los gastos se estructuró una inversión inicial y unos costos anuales de acuerdo con los estudios previos realizados por Arcila y otros (2021), En los Anexo A y Anexo **B** se plasman los rubros asociados a la estructura organizacional propuesta, que consta de dos equipos principalmente por un lado aquellos que se dedican al área comercial y por el otro, los que tienen que ver con las actividades de consecución, medición y verificación de los terrenos a involucrar

en el negocio, en la figura 7 se ilustra el organigrama para cumplir con tal fin.

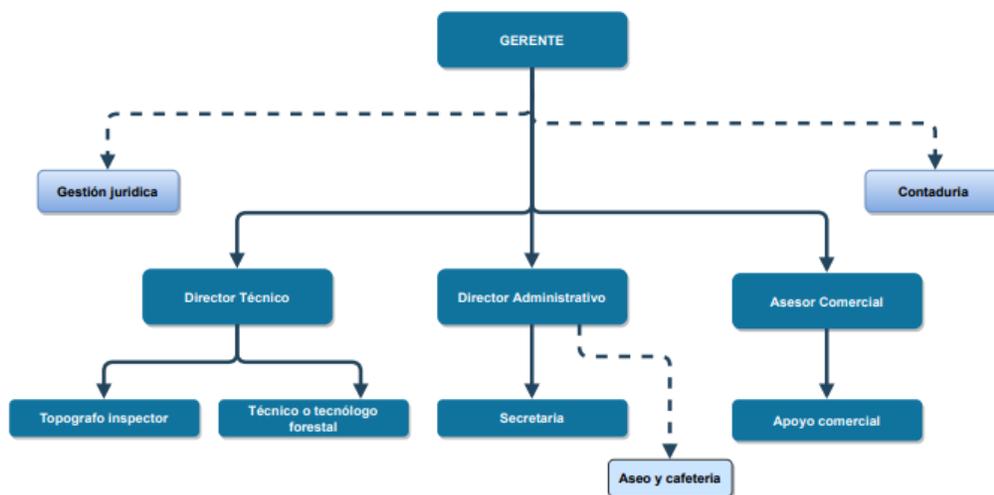


Figura 7 Estructura organizacional para la intermediación de bonos de carbono

Fuente: Tomado de Estrategia para mitigar la sobreexplotación de los recursos naturales por parte de campesinos en el departamento del Meta por Arcila, y otros (2021)

En las anualizaciones se incluyen costos asociados a la depreciación de equipos como un valor anual a reservar para su reposición posterior, fijando que para equipos de cómputo y muebles el reemplazo sucede a los 3 años, mientras que para la camioneta se estima en 5 años; otro aspecto para tener presente en las mismas es el incremento de los precios de los insumos que se tienen para la operación, de la misma forma los salarios deben ser ajustados año tras año, para ello se analizó la variación anual del IPC desde el año 2011 y se calculó la media dando como resultado un valor de 3,70%, en la tabla 4 se ve la evolución de este indicador, con este se afectaron los valores desde el segundo año de operación

Tabla 3 IPC 2011 - 2020

Años	Variación %
	Anual
2011	3,73
2012	2,44
2013	1,94
2014	3,66
2015	6,77
2016	5,75
2017	4,09
2018	3,18
2019	3,80
2020	1,61

Fuente: elaboración propia con base en los datos proporcionados por el DANE actualizado al 5 de enero de 2021.

Con los datos obtenidos de acuerdo con los párrafos anteriores se procede con el análisis financiero realizando la sensibilidad con escenarios a 5 y 10 años, se hallan los indicadores del valor presente neto y la tasa interna de retorno para cada uno de ellos, en la tabla 4 se muestra un paralelo de estos dos panoramas.

Tabla 4 Resultados análisis financiero escenarios a 5 y 10 años

Descripción	Escenario 5 años	Escenario 10 años
--------------------	-------------------------	--------------------------

Inversión inicial	173.593.000	173.593.000
VPN Ingresos	15.924.396.353	33.112.025.373
VPN Egresos	15.919.980.540	32.071.340.195
Diferencia	4.415.813	1.040.685.178
Tasa de oportunidad	5,40%	5,40%
TIR	0,03%	3,24%

Fuente: elaboración propia

Al observar el flujo de caja, Anexo C se aprecia que este es negativo hasta el año 4 del ejercicio, para financiar estos rubros se estima un aporte de los socios de 300MCOP y un préstamo bancario alrededor de 478MCOP, se realizó el cálculo de crédito tomando una tasa MV de 2.06% obteniendo una cuota mensual de COP \$10.788.887 (sin seguros), el número de cuotas analizadas es de 120, 10 años.

Conforme la proyección realizada para esta investigación la remuneración por hectárea conservada para los campesinos es de COP\$ 609.140 mensuales, teniendo como punto de partida un 70% del valor de venta del bono para ellos, al realizar una sensibilización de este valor Vs la TIR, para el escenario a 10 años, se aprecia que esta última se vuelve negativa con un valor del 73%, en la tabla 6 se encuentran los datos de este análisis.

Tabla 5 Sensibilidad retribución Vs TIR

% Retribución	TIR
60%	10,84

70%	3,24
72%	1,85
73%	-0,13

Fuente: elaboración propia.

7. Conclusiones

Para la realización de una evaluación financiera de un tipo de proyecto como el presente, es necesario contar con toda la información de los recursos y analizar todas las características que el proyecto requiere para su ejecución y para generar una proyección adecuada de los valores y parámetros se puede acudir al cálculo de VPN y de TIR, así determinar los costos en los que se debe incurrir y la retribución esperada en la intermediación.

Según el análisis realizado a lo largo de la investigación en referencia a los precios actuales y la proyección del mercado de los bonos de carbono, se logra establecer que la intermediación planteada en el proyecto es una herramienta de gran valor para mitigar la sobreexplotación de los recursos naturales al proporcionar al campesino una alternativa económicamente viable y sostenible a lo largo de los años, evitando que busque otras actividades que impliquen afectaciones al medio ambiente.

Si bien se tiene que los agentes externos son los que directamente realizan el proceso de la compra del bono de carbono, se debe dar una igual importancia al campesino, implementando algunas normas que permitan regular este mercado y establecer parámetros de tal manera que se pueda asegurar el cumplimiento de compromisos, acuerdos, cronogramas y trámites requeridos para minimizar los riesgos y costos de la intermediación sin afectar a alguno de los interesados.

De acuerdo con los datos hallados el escenario a 5 años presenta una TIR positiva, sin embargo, la retribución es muy pequeña comparada con la inversión total realizada en este periodo, la TIR para 10 años aumenta significativamente, ubicándose en 3.24%, lo que se traduce en un mejor ingreso al final del décimo año, por otro lado el flujo se vuelve positivo desde el año 5, que al compáralo con lo indicado en la tesis “MODELO DE NEGOCIOS PARA UNA

AGENCIA PROMOTORA DE PROYECTOS PARA EL MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO EN CHILE” de Gibbs (2011) donde se afirma que el flujo es negativo hasta el año 6 se aprecia que ambos resultados tienen cierta similitud más aun observando que en el análisis presente el 5 año solo tiene 4MCOP como flujo positivo en dicho año. Con base en lo expuesto anteriormente, el proyecto es viable financieramente para un periodo de tiempo de 10 años o superior.

En cuanto al flujo de caja, como se mencionó con anterioridad, se necesita de un préstamo bancario de alrededor de 478MCOP, este valor de crédito es elevado y no están fácil que una entidad bancaria lo realice, más aún, teniendo presente que es un emprendimiento nuevo con pocos referentes actualmente, lo cual es concordante con lo expresado por Mayorca Morales et al. (2018) en su inciso *Benchmark en Latinoamérica* cuando habla de Colombia y afirman que “El principal inconveniente para desarrollar estos tipos de proyectos de reducción de GEI es el poco financiamiento ofrecido en el país...”

Al realizar esta intermediación, los campesinos que conservan sus terrenos y los incluyen en la negociación incrementan alrededor de 20 veces su compensación comparada con lo que está ofreciendo actualmente el gobierno como aliciente en el departamento del Meta, de la misma forma es más sostenible en el tiempo ya que se ofrecería por un periodo mínimo de 10 años mientras que el subsidio es otorgado por 2 años.

8. Recomendaciones

Durante el desarrollo del presente trabajo, se ha evaluado uno de los mecanismos para reducir el calentamiento global, los bonos de carbono, sin embargo dentro de los mecanismos de desarrollo limpio – MDL, existen otras alternativas como son las eficiencias energéticas y la generación de energías limpias , por lo que se sugiere como línea de investigación posterior, realizar un análisis financiero para este tipo de proyectos con el fin de obtener una comparación y establecer cuál es el mejor mecanismo desde el punto de vista económico para una determinada empresa.

Para concluir este punto, se extiende una invitación a toda la comunidad docente y estudiantil de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, a desarrollar estas investigaciones enfocadas al análisis y viabilidad financiera con el fin de analizar nuevos emprendimientos empresariales, que permitan un desarrollo económico y sostenible sin dejar de lado, el sentido de responsabilidad social.

Referencias bibliográficas

ACTIWEB. (s.f). *¿Nuestro ambiente?* Recuperado de <http://www.actiweb.es/eco/>

Agencia de Desarrollo Rural (ADR), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Gobernación de Meta. (2019). *Plan Integral de Desarrollo Agropecuario y Rural con Enfoque Territorial*. Tomo II. Recuperado de <https://www.adr.gov.co/servicios/pidaret/META%20TOMO%20II.pdf>

Agronet- Minagricultura (s.f). *El Mecanismo de Desarrollo Limpio*. Recuperado de <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Noticia121.aspx>

Archive. (30 de marzo de 2012). *Meta. Información General*. <https://web.archive.org/web/20120401054835/http://www.meta.gov.co/el-meta/informacion-general>

Banco BBVA. (2019). *11 Formas de financiar un proyecto*. <https://www.bbva.com/es/11-formas-de-financiar-un-proyecto/>

Benavides. H., Leon G., (2007), INFORMACIÓN TÉCNICA SOBRE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO. [http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf/7fabbbd2-9300-4280-befe-c11cf15f06dd#:~:text=En%20la%20atm%C3%B3sfera%20de%20la,y%20el%20ozono%20\(O3\).](http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf/7fabbbd2-9300-4280-befe-c11cf15f06dd#:~:text=En%20la%20atm%C3%B3sfera%20de%20la,y%20el%20ozono%20(O3).)

Bernal, Cesar A. (2016) *Metodología de la Investigación*. Cuarta Edición. Bogotá, Colombia: Pearson

Bester Newsletter. (s.f). *Gases de Efecto Invernadero. Advertencia Global Sobre el Cambio*

Climático. [https://bester.energy/gases-de-efecto-invernadero-](https://bester.energy/gases-de-efecto-invernadero-gei/#:~:text=Los%20gases%20de%20efecto%20invernadero%2C%20conocidos%20como%20GEI%2C%20son%20aquellos,el%20calor%20en%20la%20atm%C3%B3sfera.&text=La%20temperatura%20media%20del%20planeta,ser%C3%ADa%20de%202D18%20%C2%B0C)

[gei/#:~:text=Los%20gases%20de%20efecto%20invernadero%2C%20conocidos%20como%20GEI%2C%20son%20aquellos,el%20calor%20en%20la%20atm%C3%B3sfera.&text=La%20temperatura%20media%20del%20planeta,ser%C3%ADa%20de%202D18%20%C2%B0C](https://bester.energy/gases-de-efecto-invernadero-gei/#:~:text=Los%20gases%20de%20efecto%20invernadero%2C%20conocidos%20como%20GEI%2C%20son%20aquellos,el%20calor%20en%20la%20atm%C3%B3sfera.&text=La%20temperatura%20media%20del%20planeta,ser%C3%ADa%20de%202D18%20%C2%B0C)

Congreso de Colombia. (25 de mayo de 2019). El Plan Nacional de Desarrollo 2018 - 2022

“Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”. [Ley 1955 de 2019]. Bogotá DC.

Recuperado de [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Ley1955-](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Ley1955-PlanNacionaldeDesarrollo-pacto-por-colombia-pacto-por-la-equidad.pdf)

[PlanNacionaldeDesarrollo-pacto-por-colombia-pacto-por-la-equidad.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Ley1955-PlanNacionaldeDesarrollo-pacto-por-colombia-pacto-por-la-equidad.pdf)

Contraloría General de la República. (s.f). *Perfil de la Gestión Fiscal del Departamento del*

Meta.

[https://www.contraloria.gov.co/documents/487635/520928/Perfil+gesti%C3%B3n+MET](https://www.contraloria.gov.co/documents/487635/520928/Perfil+gesti%C3%B3n+MET+A.pdf/6dcfb294-7c0b-4771-aa48-595aaee58b52?version=1.0)
[A.pdf/6dcfb294-7c0b-4771-aa48-595aaee58b52?version=1.0](https://www.contraloria.gov.co/documents/487635/520928/Perfil+gesti%C3%B3n+MET+A.pdf/6dcfb294-7c0b-4771-aa48-595aaee58b52?version=1.0)

Dane. (2021). *Índice de precios al consumidor*. [https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-](https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc/ipc-historico#base-2018)

[por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc/ipc-historico#base-2018](https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc/ipc-historico#base-2018)

Decreto Ley 624 DE 1989. Por el cual se expide el Estatuto Tributario de los impuestos

administrados por la Dirección General de Impuesto Nacionales. 30 de marzo de 1989.

DO. No. 38756.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=6533>.

Definición Cambio Climático. (03 de abril de 2014).

<http://es.slideshare.net/Navsusp63/definicion-cambio-climtico>

Departamento Nacional de Planeación. (s.f). *Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022*.

<https://www.dnp.gov.co/DNPN/Paginas/Plan-Nacional-de-Desarrollo.aspx>

Departamento Nacional de Planeación. (s.f). Programa Familias Guardabosques

https://spi.dnp.gov.co/App_Themes/SeguimientoProyectos/ResumenEjecutivo/0050002510000.pdf

El Tiempo. (22 de julio de 2020). *Así será el plan para apagar las motosierras en los bosques del Meta*. <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/en-meta-instalan-plan-para-frenar-la-deforestacion-de-bosques-520788>

Estatuto Tributario – artículo 158-2. Deducción de Renta por Inversiones en Control y Mejoramiento de Medio Ambiente. (7 de noviembre de

2003).<https://www.acoplasticos.org/images/Boletines/Decreto%20080306%20Renta.pdf>

EUR-Lex. (4 de abril de 2011). *Protocolo de Kioto Sobre el Cambio Climático*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=LEGISSUM:l28060>

García Arbeláez, C., Vallejo, L. G., Higgins, M. L. y Escobar, E. M. (Marzo de 2016). *El Acuerdo de París. Así actuará Colombia frente al cambio climático*. 1 ed. WWF-Colombia. Cali, Colombia. 52 pp.

https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/colombia_hacia_la_COP21/el_acuerdo_de_paris_frente_a_cambio_climatico.pdf

Gibbs Robles, M. R. (2011). *Modelo de Negocios para una Agencia Promotora de Proyectos para el Mecanismo de Desarrollo Limpio en Chile*. [Trabajo de grado, Universidad de Chile. http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2010/cf-gibbs_mr/pdfAmont/cf-gibbs_mr.pdf

González Marcos, A. Alba Elías, F. y Ordieres Meré, J. (2014). *Ingeniería de proyectos*. Madrid, Spain: Dextra Editorial. <https://elibro.net/es/ereader/uniminuto/43933?>

Green Bond Transparency Plataform. (2021). <https://www.greenbondtransparency.com/>

Hernández Sampieri, R., Mendoza Torres, C. P.(2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill. <https://www-ebooks7-24-com.ezproxy.uniminuto.edu/?il=6443>

Hotel Reina Victoria. (s.f). *Manual de Flora y Fauna*.

<https://www.hotelreina victoria.com/attachments/article/43/Manual%20de%20flora%20y%20fauna%20Meta.pdf>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (04 de abril de 2018). *Villavicencio, entre los 15 sitios del país con mayor valor catastral* <https://igac.gov.co/es/noticias/villavicencio-entre-los-15-sitios-del-pais-con-mayor-valor-catastral>

Kanninen, M. (s.f). *Secuestro de Carbonos en Bosques, su Papel en el Ciclo Global*. de <http://www.fao.org/3/y4435s/y4435s09.htm>

La República. (16 de julio de 2018).. *Colombia ratifica Acuerdo de París frente al cambio climático*. <https://www.larepublica.co/economia/colombia-ratifica-acuerdo-de-paris-frente-al-cambio-climatico-2749718#:~:text=El%20Acuerdo%20de%20Par%C3%ADs%20fue,han%20ratificado%20este%20instrumento%20clim%C3%A1tico.>

La República. (31 de octubre de 2019). *Conozca cuáles son las fuentes de financiamiento de los proyectos nacies*. <https://www.larepublica.co/especiales/especial-emprendimiento-octubre-2019/conozca-cuales-son-las-fuentes-de-financiamiento-de-los-proyectos-nacies-2926998>

Mayorca Morales, J.P., Motta Fernández, B. A., Ríos Brito, E. I. y Tenazoa Huitron, G.I. (2018).

Oportunidades de Desarrollo del Mercado de Bonos de Carbono en el Perú. [Trabajo de grado, Universidad Esan.

https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/1405/2018_MAF_16-1_05_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Méndez, Raigoza, M. y Restrepo Amariles, E (2013). *Los Bonos de Carbono y el Impacto en la Economía Colombiana.* [Trabajo de grado, Escuela de Ingeniería de Antioquia].

https://repository.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/233/MendezMateo_2013_BonosCarbonoImpacto.pdf;jsessionid=BE93FE28768CF9CE7129858827FB6C33?sequence

Ministerio de Ambiente. (2021). *Asuntos de cambio climático.*

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-asuntos-cambio-climatico/2275-colombia-hace-parte-de-los-paises-que-se-comprometen-a-frenar-el-cambio-climatico>

Ministerio de Ambiente. (2021). *Plantilla de bosques biodiversidad y servicios ecosistémicos.*

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/436-plantilla-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos-29>

Ministerio de Ambiente. (s.f). *Negocios verdes y sostenibles.*

https://www.minambiente.gov.co/images/NegociosVerdesysostenible/imagenes/ONVS_2015_-_Presentaci%C3%B3n_Oct_13.pdf

Naciones Unidas – Acción Social. (Julio 2007). *Sembramos y Ahora Recogemos: Somos Familias Guardabosques. Segunda Edición.*

https://www.unodc.org/documents/colombia/2013/Agosto/DA2013/Sembramosyahorarecogemos2da_Edicion.pdf

National Geographic. (5 de septiembre 2010). *¿Qué es el calentamiento global?*

<http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/calentamiento-global/calentamiento-global-definicion>

Nueva ISO 14001:2015. (16 de septiembre 2019). *Huella del carbono ¿Qué es? ¿Cómo se*

mide?. <https://www.nueva-iso-14001.com/2019/09/huella-del-carbono-que-es-como-se-mide/#:~:text=La%20huella%20de%20carbono%20de%20una%20organizaci%C3%B3n%20se%20obtiene%20mediante,de%20mediciones%20para%20las%20empresas>

Portafolio. (2021). *El Impuesto al carbono: Tiempo de cambios*.

<https://www.portafolio.co/opinion/luis-augusto-yepes/el-impuesto-al-carbono-tiempo-de-cambios-analisis-524116>

Rankia. (3 de diciembre de 2020). *Mejores CDT para 2021*. <https://www.rankia.co/blog/mejores-cdts/1866633-mejores-cdt-para-2021>

Revista Misión Jurídica. (2015-2016). *Bonos de carbono: desarrollo conceptual y aproximación*

crítica. <https://www.revistamisionjuridica.com/bonos-de-carbono-desarrollo-conceptual-y-aproximacion-critica/>

Riso, Maradiaga Janett (2015) *Técnicas de Investigación documental*. Nicaragua.

<https://repositorio.unan.edu.ni/12168/1/100795.pdf>

SendeCo2. (s.f). *Precios CO2*. <https://www.sendeco2.com/es/precios-co2>

South Pole Group. (s.f). *El Mercado de Carbono en Colombia*. Folleto Informativo.

<https://www.southpole.com/uploads/media/160818-whitepaper-carboncredit-es-letter-hr.pdf>

Statoids. (30 de junio 2015). *Departments of Colombia*. <http://www.statoids.com/uco.html>

Torres Hernández, Z. (2014). *Administración de proyectos*. México, D.F, México: Grupo Editorial Patria. <https://elibro.net/es/ereader/uniminuto/39414?> .

Uff.Travel. (2021) Destino – Meta. <http://www.uff.travel/informacion-local/meta/informacion-general> .

United Nations. (12 de diciembre de 2015). *Acuerdo de París*. <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/que-es-el-acuerdo-de-paris>

Universidad Nacional de la Plata. (s.f). *Causas y consecuencias del calentamiento global*.

<https://unlp.edu.ar/frontend/media/89/27589/1d9aa068f3cd179c49096f2b8d9e9125.pdf>

ANEXOS

Anexo A Inversión Inicial

Descripción	unidad	Cantidad	Valor unitario	Inversión Inicial
Computadores	unidad	8	2.000.000	16.000.000
Impresora	unidad	2	1.120.000	2.240.000
Escritorios	unidad	8	250.000	2.000.000
Sillas	unidad	8	250.000	2.000.000
Camioneta	unidad	1	148.900.000	148.900.000
GPS	unidad	1	1.500.000	1.500.000
Juego de Mesa y sillas Rimax	unidad	1	220.000	220.000
Registro / Renovación empresa Cámara y Comercio	año	1	733.000	733.000
Total				173.593.000

Fuente: Elaboración propia. Valores en COP.

Anexo B Costo Anualizado

Descripción	Costo año 1	Costo año 2	Costo año 3	Costo año 4	Costo año 5	Costo año 6	Costo año 7	Costo año 8	Costo año 9	Costo año 10
Depreciación Computadores	COP 5.333.333	COP 5.530.667	COP 5.333.333							
ACAD	COP 6.200.000	COP 6.429.400	COP 6.667.288	COP 6.913.977	COP 7.169.795	COP 7.435.077	COP 7.710.175	COP 7.995.451	COP 8.291.283	COP 8.598.061
Office	COP 8.169.600	COP 8.471.875	COP 8.785.335	COP 9.110.392	COP 9.447.476	COP 9.797.033	COP 10.159.523	COP 10.535.426	COP 10.925.236	COP 11.329.470
Antivirus 10 dispositivos	COP 197.000	COP 204.289	COP 211.848	COP 219.686	COP 227.814	COP 236.244	COP 244.985	COP 254.049	COP 263.449	COP 273.196
Facturación electrónica PyMe	COP 720.000	COP 746.640	COP 774.266	COP 802.914	COP 832.621	COP 863.428	COP 895.375	COP 928.504	COP 962.859	COP 998.484
Depreciación impresora	COP 746.667	COP 774.293	COP 746.667							
Papelería	COP 1.200.000	COP 1.244.400	COP 1.290.443	COP 1.338.189	COP 1.387.702	COP 1.439.047	COP 1.492.292	COP 1.547.507	COP 1.604.764	COP 1.664.141
Depreciación muebles	COP 1.406.667	COP 1.458.713	COP 1.406.667							
Plan Voz / Datos	COP 9.600.000	COP 9.955.200	COP 10.323.542	COP 10.705.513	COP 11.101.617	COP 11.512.377	COP 11.938.335	COP 12.380.054	COP 12.838.116	COP 13.313.126
Depreciación Camioneta	COP 29.780.000	COP 30.881.860	COP 29.780.000							
Combustible	COP 3.200.000	COP 3.318.400	COP 3.441.181	COP 3.568.504	COP 3.700.539	COP 3.837.459	COP 3.979.445	COP 4.126.685	COP 4.279.372	COP 4.437.709
Peajes	COP 1.920.000	COP 1.991.040	COP 2.064.708	COP 2.141.103	COP 2.220.323	COP 2.302.475	COP 2.387.667	COP 2.476.011	COP 2.567.623	COP 2.662.625
Alojamiento	COP 1.440.000	COP 1.493.280	COP 1.548.531	COP 1.605.827	COP 1.665.243	COP 1.726.857	COP 1.790.750	COP 1.857.008	COP 1.925.717	COP 1.996.969
Alimentación	COP 800.000	COP 829.600	COP 860.295	COP 892.126	COP 925.135	COP 959.365	COP 994.861	COP 1.031.671	COP 1.069.843	COP 1.109.427
Mantenimiento camioneta	COP 1.280.000	COP 1.327.360	COP 1.376.472	COP 1.427.402	COP 1.480.216	COP 1.534.984	COP 1.591.778	COP 1.650.674	COP 1.711.749	COP 1.775.083
Viaticos	COP 3.200.000	COP 3.318.400	COP 3.441.181	COP 3.568.504	COP 3.700.539	COP 3.837.459	COP 3.979.445	COP 4.126.685	COP 4.279.372	COP 4.437.709
Internet	COP 2.400.000	COP 2.488.800	COP 2.580.886	COP 2.676.378	COP 2.775.404	COP 2.878.094	COP 2.984.584	COP 3.095.013	COP 3.209.529	COP 3.328.281
Servicios públicos	COP 6.960.000	COP 7.217.520	COP 7.484.568	COP 7.761.497	COP 8.048.673	COP 8.346.474	COP 8.655.293	COP 8.975.539	COP 9.307.634	COP 9.652.016
Alquiler Oficina Villavicencio	COP 14.400.000	COP 14.932.800	COP 15.485.314	COP 16.058.270	COP 16.652.426	COP 17.268.566	COP 17.907.503	COP 18.570.081	COP 19.257.173	COP 19.969.689
Alquiler Oficina Bogotá	COP 14.400.000	COP 14.932.800	COP 15.485.314	COP 16.058.270	COP 16.652.426	COP 17.268.566	COP 17.907.503	COP 18.570.081	COP 19.257.173	COP 19.969.689
Gerente	COP 126.000.000	COP 130.662.000	COP 135.496.494	COP 140.509.864	COP 145.708.729	COP 151.099.952	COP 156.690.650	COP 162.488.205	COP 168.500.268	COP 174.734.778
Director técnico	COP 90.000.000	COP 93.330.000	COP 96.783.210	COP 100.364.189	COP 104.077.664	COP 107.928.537	COP 111.921.893	COP 116.063.003	COP 120.357.334	COP 124.810.556
Director Administrativo	COP 90.000.000	COP 93.330.000	COP 96.783.210	COP 100.364.189	COP 104.077.664	COP 107.928.537	COP 111.921.893	COP 116.063.003	COP 120.357.334	COP 124.810.556
Asesor comercial	COP 72.000.000	COP 74.664.000	COP 77.426.568	COP 80.291.351	COP 83.262.131	COP 86.342.830	COP 89.537.515	COP 92.850.403	COP 96.285.867	COP 99.848.445
Técnico Topografo	COP 45.000.000	COP 46.665.000	COP 48.391.605	COP 50.182.094	COP 52.038.832	COP 53.964.269	COP 55.960.947	COP 58.031.502	COP 60.178.667	COP 62.405.278
Técnico Forestal	COP 45.000.000	COP 46.665.000	COP 48.391.605	COP 50.182.094	COP 52.038.832	COP 53.964.269	COP 55.960.947	COP 58.031.502	COP 60.178.667	COP 62.405.278
Secretaria	COP 27.000.000	COP 27.999.000	COP 29.034.963	COP 30.109.257	COP 31.223.299	COP 32.378.561	COP 33.576.568	COP 34.818.901	COP 36.107.200	COP 37.443.167
Apoyo Comercial	COP 45.000.000	COP 46.665.000	COP 48.391.605	COP 50.182.094	COP 52.038.832	COP 53.964.269	COP 55.960.947	COP 58.031.502	COP 60.178.667	COP 62.405.278
Outsourcing Contaduria	COP 36.000.000	COP 37.332.000	COP 38.713.284	COP 40.145.676	COP 41.631.066	COP 43.171.415	COP 44.768.757	COP 46.425.201	COP 48.142.934	COP 49.924.222
Outsourcing Juridico	COP 36.000.000	COP 37.332.000	COP 38.713.284	COP 40.145.676	COP 41.631.066	COP 43.171.415	COP 44.768.757	COP 46.425.201	COP 48.142.934	COP 49.924.222
Outsourcing Servicios Generales	COP 12.000.000	COP 12.444.000	COP 12.904.428	COP 13.381.892	COP 13.877.022	COP 14.390.472	COP 14.922.919	COP 15.475.067	COP 16.047.645	COP 16.641.407
Registro / Renovación empresa Camara y Comercio	COP 760.121	COP 788.245	COP 817.411	COP 847.655	COP 879.018	COP 911.542	COP 945.269	COP 980.244	COP 1.016.513	
Cuota Credito	COP 123.214.903									
Retribución a campesinos	COP 953.678.972	COP 2.192.904.000	COP 2.923.872.000	COP 3.654.840.000						
Impuestos	COP 204.359.780	COP 31.447.910	COP 131.681.699	COP 231.567.265	COP 221.446.525	COP 210.951.317	COP 200.067.787	COP 188.781.566	COP 177.077.755	COP 164.940.903
Total Gastos	COP 2.018.606.922	COP 3.112.962.272	COP 3.969.674.941	COP 4.828.413.175	COP 4.847.208.835	COP 4.866.699.935	COP 4.886.912.206	COP 4.907.872.330	COP 4.929.607.979	COP 4.952.147.847

Fuente: Elaboración propia.

Anexo C Flujo de caja y VPN

Escenario 10 años

		Valor CO2 Ha	Almacenamiento de Carbono ton C/ha	Ingreso Anual	COP	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
		0 ha	0	COP	227.066	150 ha	300 ha	400 ha	500 ha							
			40		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
VPN Ingresos	COP	33.112.025.373		COP	1.362.398.532	3.132.720.000	4.176.960.000	5.221.200.000	5.221.200.000	5.221.200.000	5.221.200.000	5.221.200.000	5.221.200.000	5.221.200.000	5.221.200.000	5.221.200.000
VPN	COP	1.040.685.178		COP	1.292.598.228	2.819.943.182	3.567.290.553	4.230.657.677	4.013.906.714	3.808.260.639	3.613.150.512	3.428.036.539	3.252.406.583	3.085.774.747		
VPN Egresos	COP	32.071.340.195		COP	173.593.000	1.915.186.833	2.802.158.103	3.390.260.839	3.912.388.582	3.726.393.183	3.549.693.903	3.381.818.229	3.222.317.796	3.070.767.150	2.926.762.578	
Total Gasto	COP	173.593.000		COP	2.018.606.922	3.112.962.272	3.969.674.941	4.828.413.175	4.847.208.835	4.866.699.935	4.886.912.206	4.907.872.330	4.929.607.979	4.952.147.847		
Flujo de caja	-COP	173.593.000		-COP	622.588.605	17.785.079	177.029.714	318.269.095	287.513.531	258.566.736	231.332.283	205.718.743	181.639.433	159.012.169		
Acumulado	-COP	173.593.000		-COP	796.181.605	778.396.527	601.366.813	283.097.718	4.415.813	262.982.549	494.314.832	700.033.575	881.673.009	1.040.685.178		

Fuente: Elaboración propia.

Escenario 5 años

		Valor CO2 Ha	Almacenamiento de Carbono ton C/ha	Ingreso Anual	COP	2020	2021	2022	2023	2024	2025
		0 ha	0	COP	227.066	150 ha	300 ha	400 ha	500 ha	500 ha	500 ha
			40		40	40	40	40	40	40	40
VPN Ingresos	COP	15.924.396.353		COP	1.362.398.532	3.132.720.000	4.176.960.000	5.221.200.000	5.221.200.000	5.221.200.000	5.221.200.000
VPN	COP	4.415.813		COP	1.292.598.228	2.819.943.182	3.567.290.553	4.230.657.677	4.013.906.714		
VPN Egresos	COP	15.919.980.540		COP	173.593.000	1.915.186.833	2.802.158.103	3.390.260.839	3.912.388.582	3.726.393.183	
Total Gasto	COP	173.593.000		COP	2.018.606.922	3.112.962.272	3.969.674.941	4.828.413.175	4.847.208.835		
Flujo de caja	-COP	173.593.000		-COP	622.588.605	17.785.079	177.029.714	318.269.095	287.513.531		
Acumulado	-COP	173.593.000		-COP	796.181.605	778.396.527	601.366.813	283.097.718	4.415.813		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo D Simulación de crédito

Cuota No	Valor cuota mensual	capital	intereses	Saldo del crédito (capital) después del pago
				478.396.527
1	10.788.887	933.918	9.854.968	477.462.608
2	10.788.887	953.157	9.835.730	476.509.451
3	10.788.887	972.792	9.816.095	475.536.659
4	10.788.887	992.832	9.796.055	474.543.827
5	10.788.887	1.013.284	9.775.603	473.530.543
6	10.788.887	1.034.158	9.754.729	472.496.385
7	10.788.887	1.055.461	9.733.426	471.440.924
8	10.788.887	1.077.204	9.711.683	470.363.720
9	10.788.887	1.099.394	9.689.493	469.264.326
10	10.788.887	1.122.042	9.666.845	468.142.284
11	10.788.887	1.145.156	9.643.731	466.997.128
12	10.788.887	1.168.746	9.620.141	465.828.382
13	10.788.887	1.192.822	9.596.065	464.635.560
14	10.788.887	1.217.394	9.571.493	463.418.165
15	10.788.887	1.242.473	9.546.414	462.175.693
16	10.788.887	1.268.068	9.520.819	460.907.625
17	10.788.887	1.294.190	9.494.697	459.613.435
18	10.788.887	1.320.850	9.468.037	458.292.585
19	10.788.887	1.348.060	9.440.827	456.944.525
20	10.788.887	1.375.830	9.413.057	455.568.696
21	10.788.887	1.404.172	9.384.715	454.164.524
22	10.788.887	1.433.098	9.355.789	452.731.426
23	10.788.887	1.462.620	9.326.267	451.268.807
24	10.788.887	1.492.749	9.296.137	449.776.057
25	10.788.887	1.523.500	9.265.387	448.252.557
26	10.788.887	1.554.884	9.234.003	446.697.673
27	10.788.887	1.586.915	9.201.972	445.110.758
28	10.788.887	1.619.605	9.169.282	443.491.152
29	10.788.887	1.652.969	9.135.918	441.838.183
30	10.788.887	1.687.020	9.101.867	440.151.163
31	10.788.887	1.721.773	9.067.114	438.429.390
32	10.788.887	1.757.241	9.031.645	436.672.149
33	10.788.887	1.793.441	8.995.446	434.878.708
34	10.788.887	1.830.386	8.958.501	433.048.322
35	10.788.887	1.868.091	8.920.795	431.180.231
36	10.788.887	1.906.574	8.882.313	429.273.657
37	10.788.887	1.945.850	8.843.037	427.327.807
38	10.788.887	1.985.934	8.802.953	425.341.873
39	10.788.887	2.026.844	8.762.043	423.315.029
40	10.788.887	2.068.597	8.720.290	421.246.431
41	10.788.887	2.111.210	8.677.676	419.135.221

42	10.788.887	2.154.701	8.634.186	416.980.520
43	10.788.887	2.199.088	8.589.799	414.781.431
44	10.788.887	2.244.389	8.544.497	412.537.042
45	10.788.887	2.290.624	8.498.263	410.246.418
46	10.788.887	2.337.811	8.451.076	407.908.608
47	10.788.887	2.385.970	8.402.917	405.522.638
48	10.788.887	2.435.121	8.353.766	403.087.517
49	10.788.887	2.485.284	8.303.603	400.602.233
50	10.788.887	2.536.481	8.252.406	398.065.752
51	10.788.887	2.588.732	8.200.154	395.477.020
52	10.788.887	2.642.060	8.146.827	392.834.960
53	10.788.887	2.696.487	8.092.400	390.138.473
54	10.788.887	2.752.034	8.036.853	387.386.439
55	10.788.887	2.808.726	7.980.161	384.577.712
56	10.788.887	2.866.586	7.922.301	381.711.126
57	10.788.887	2.925.638	7.863.249	378.785.489
58	10.788.887	2.985.906	7.802.981	375.799.583
59	10.788.887	3.047.416	7.741.471	372.752.167
60	10.788.887	3.110.192	7.678.695	369.641.975
61	10.788.887	3.174.262	7.614.625	366.467.713
62	10.788.887	3.239.652	7.549.235	363.228.061
63	10.788.887	3.306.389	7.482.498	359.921.672
64	10.788.887	3.374.500	7.414.386	356.547.171
65	10.788.887	3.444.015	7.344.872	353.103.156
66	10.788.887	3.514.962	7.273.925	349.588.194
67	10.788.887	3.587.370	7.201.517	346.000.824
68	10.788.887	3.661.270	7.127.617	342.339.554
69	10.788.887	3.736.692	7.052.195	338.602.862
70	10.788.887	3.813.668	6.975.219	334.789.194
71	10.788.887	3.892.230	6.896.657	330.896.965
72	10.788.887	3.972.409	6.816.477	326.924.555
73	10.788.887	4.054.241	6.734.646	322.870.314
74	10.788.887	4.137.758	6.651.128	318.732.556
75	10.788.887	4.222.996	6.565.891	314.509.559
76	10.788.887	4.309.990	6.478.897	310.199.569
77	10.788.887	4.398.776	6.390.111	305.800.794
78	10.788.887	4.489.391	6.299.496	301.311.403
79	10.788.887	4.581.872	6.207.015	296.729.531
80	10.788.887	4.676.259	6.112.628	292.053.273
81	10.788.887	4.772.589	6.016.297	287.280.683
82	10.788.887	4.870.905	5.917.982	282.409.778
83	10.788.887	4.971.245	5.817.641	277.438.533
84	10.788.887	5.073.653	5.715.234	272.364.880
85	10.788.887	5.178.170	5.610.717	267.186.709
86	10.788.887	5.284.841	5.504.046	261.901.869
87	10.788.887	5.393.708	5.395.178	256.508.160
88	10.788.887	5.504.819	5.284.068	251.003.341

89	10.788.887	5.618.218	5.170.669	245.385.123
90	10.788.887	5.733.953	5.054.934	239.651.170
91	10.788.887	5.852.073	4.936.814	233.799.097
92	10.788.887	5.972.626	4.816.261	227.826.472
93	10.788.887	6.095.662	4.693.225	221.730.810
94	10.788.887	6.221.232	4.567.655	215.509.578
95	10.788.887	6.349.390	4.439.497	209.160.188
96	10.788.887	6.480.187	4.308.700	202.680.001
97	10.788.887	6.613.679	4.175.208	196.066.322
98	10.788.887	6.749.921	4.038.966	189.316.402
99	10.788.887	6.888.969	3.899.918	182.427.432
100	10.788.887	7.030.882	3.758.005	175.396.551
101	10.788.887	7.175.718	3.613.169	168.220.833
102	10.788.887	7.323.538	3.465.349	160.897.295
103	10.788.887	7.474.403	3.314.484	153.422.892
104	10.788.887	7.628.375	3.160.512	145.794.517
105	10.788.887	7.785.520	3.003.367	138.008.997
106	10.788.887	7.945.902	2.842.985	130.063.096
107	10.788.887	8.109.587	2.679.300	121.953.508
108	10.788.887	8.276.645	2.512.242	113.676.864
109	10.788.887	8.447.144	2.341.743	105.229.720
110	10.788.887	8.621.155	2.167.732	96.608.566
111	10.788.887	8.798.750	1.990.136	87.809.815
112	10.788.887	8.980.005	1.808.882	78.829.810
113	10.788.887	9.164.993	1.623.894	69.664.818
114	10.788.887	9.353.792	1.435.095	60.311.026
115	10.788.887	9.546.480	1.242.407	50.764.546
116	10.788.887	9.743.137	1.045.750	41.021.409
117	10.788.887	9.943.846	845.041	31.077.563
118	10.788.887	10.148.689	640.198	20.928.874
119	10.788.887	10.357.752	431.135	10.571.122
120	10.788.887	10.571.122	217.765	0
crédito cancelado	0	(0)	0	0
Totales pagados	1.294.666.429	478.396.527	816.269.903	

Anexo E Series de tiempo para TRM Risk Simulator

Suavizado Exponencial Simple

Resumen Estadístico

alfa	RMSE	alfa	RMSE
0,00	686,092	0,60	123,132
0,10	234,074	0,70	120,276
0,20	172,498	0,80	118,749
0,30	148,406	0,90	118,286
0,40	135,510	1,00	118,767
0,50	127,852		

El análisis se llevó a cabo con alfa = 0,8978

Resumen del Análisis de Series de Tiempo

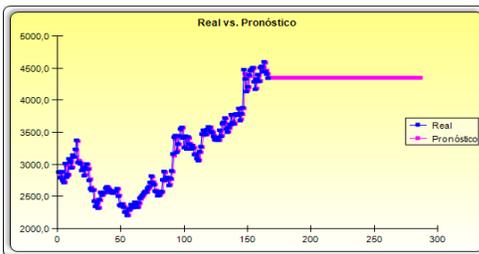
El método de suavizamiento exponencial simple se utiliza cuando los datos de una serie de tiempo no muestran una tendencia o una estacionalidad. Este modelo no es apropiado cuando se quieren predecir datos transversales. Este método tiene en cuenta que la influencia de una variable disminuye de manera exponencial con el paso del tiempo, asignando entonces ponderaciones exponenciales decrecientes a los datos pasados; es decir, entre más nuevo es el valor, mayor es su peso. Esta ponderación supera las limitaciones del promedio móvil o el porcentaje de cambio porcentual. La medida estadística utilizada como medida principal en este modelo es el parámetro alfa o constante de suavizamiento, el cual asigna distintos pesos a los periodos pasados, y se ubica entre 0 y 1 (entre más alto es el valor, mayor peso se asigna a los periodos recientes). El programa encuentra los parámetros alfa automáticamente a través de un proceso de optimización que minimiza los errores de pronósticos.

La prueba que mejor se ajusta para el pronóstico del promedio móvil simple es la media de la raíz cuadrada de los errores al cuadrado (RMSE - Root Mean Squared Error). La RMSE calcula la raíz cuadrada de la desviación al cuadrado promedio de los valores ajustados contra los datos actuales.

El Error Cuadrático Medio (MSE - Mead Squared Error) es una medida de error absoluto que ajusta los errores (la diferencia entre los datos históricos y los datos del pronóstico ajustados pronosticados por el modelo) para prevenir que los errores positivos y negativos se cancelen entre sí. Esta medida también tiende a exagerar errores grandes ponderándolos con mayor importancia que los errores pequeños, cuadrándolos, lo cual puede ayudar cuando se comparan diferentes modelos de series de tiempo. El Error de la Media al Cuadrado (RMSE) es la raíz cuadrada del MSE y es la medida más popular de error, también conocida como función de pérdida cuadrática. El RMSE puede definirse como el promedio de los valores absolutos de los errores del pronóstico y es muy apropiado cuando el costo de los errores del pronóstico es proporcional al tamaño absoluto del error del pronóstico. El RMSE se utiliza como un criterio de selección para el mejor ajuste de modelos de series de tiempo.

El Porcentaje de la Media del Error Absoluto (MAPE - Mean Absolute Percentage Error) es una medida estadística de error relativo, como un porcentaje promedio del error de los datos históricos y es más apropiado cuando el costo de los errores del pronóstico tiene una relación más cercana al porcentaje del error que a un valor numérico de error. Finalmente, una medida asociada es la estadística de la U de Theil, la cual mide la credibilidad del pronóstico del modelo. Es decir, si la estadística de la U de Theil es menor a 1,0, entonces el método utilizado para el pronóstico proporciona un estimado que es estadísticamente mejor que adivinar.

Periodo	Real	Pronóstico Ajustado	Medidas de Error			
ene-08	1 2881,50		Root Mean Squared Error (RMSE)	118,2858	Median Absolute Percentage Error (MdAPE)	0,022637
feb-08	2 2792,50	2881,50	Mean Squared Error (MSE)	13991,53	Root Mean Square Log Error (RMSLE)	0,036169
mar-08	3 2887,50	2801,59	Mean Absolute Deviation (MAD)	89,51893	Root Mean Square Percentage Error Loss (RMSPE)	0,035856
abr-08	4 2750,00	2878,72	Mean Absolute Percentage Error (MAPE)	2,81%	Root Median Square Percentage Error Loss (RMdSPE)	0,022637
may-08	5 2716,50	2763,15	U de Theil	0,988585	Theil's U1 Accuracy (U1)	0,036917
jun-08	6 3014,50	2721,27	Symmetrical Mean Absolute Percentage Error (sMAPE)	0,028223	Theil's U2 Quality (U2)	0,0185
jul-08	7 2800,50	2984,54	Median Absolute Error (MdAE)	69,22511		
ago-08	8 2840,50	2819,30				
sep-08	9 3087,50	2838,33				
oct-08	10 3037,00	3062,04				
nov-08	11 2945,00	3039,56				
dic-08	12 3144,00	2954,66				
ene-09	13 3114,50	3124,65				
feb-09	14 3235,50	3115,54				
mar-09	15 3376,50	3223,24				
abr-09	16 3028,00	3360,84				
may-09	17 3031,00	3062,01				
jun-09	18 3008,00	3034,17				
jul-09	19 2904,00	3010,67				
ago-09	20 2951,00	2914,90				
sep-09	21 2825,50	2947,31				
oct-09	22 2935,00	2837,95				
nov-09	23 3007,00	2925,08				
dic-09	24 2925,00	2998,63				
ene-10	25 2752,00	2932,52				
feb-10	26 2622,50	2770,44				
mar-10	27 2595,00	2637,62				
abr-10	28 2602,00	2599,35				
may-10	29 2426,00	2601,73				
jun-10	30 2345,50	2443,96				
jul-10	31 2407,50	2355,56				
ago-10	32 2316,50	2402,19				
sep-10	33 2452,50	2325,26				
oct-10	34 2563,00	2439,50				
nov-10	35 2521,00	2550,38				
dic-10	36 2562,00	2524,00				
ene-11	37 2562,00	2558,12				
feb-11	38 2630,00	2561,60				
mar-11	39 2649,00	2623,01				
abr-11	40 2616,00	2646,34				
may-11	41 2594,00	2619,10				
jun-11	42 2564,00	2596,56				
jul-11	43 2558,00	2567,33				
ago-11	44 2555,00	2558,95				
sep-11	45 2583,00	2555,40				
oct-11	46 2584,00	2580,18				
nov-11	47 2622,00	2583,61				
dic-11	48 2505,00	2618,08				
ene-12	49 2366,00	2516,55				
feb-12	50 2353,00	2381,38				
mar-12	51 2384,00	2355,90				
abr-12	52 2333,00	2381,13				
may-12	53 2258,00	2337,92				
jun-12	54 2255,00	2266,17				
jul-12	55 2203,00	2256,14				
ago-12	56 2294,00	2208,43				
sep-12	57 2313,00	2285,26				
oct-12	58 2373,00	2310,17				
nov-12	59 2359,00	2366,58				
dic-12	60 2330,00	2359,77				
ene-13	61 2411,00	2333,04				
feb-13	62 2367,00	2403,03				
mar-13	63 2332,00	2370,68				
abr-13	64 2402,00	2335,95				



may-13	65	2471,00	2395,25
jun-13	66	2498,00	2463,26
jul-13	67	2520,00	2494,45
ago-13	68	2555,00	2517,39
sep-13	69	2578,00	2551,16
oct-13	70	2570,00	2575,26
nov-13	71	2625,00	2570,54
dic-13	72	2651,00	2619,44
ene-14	73	2717,00	2647,77
feb-14	74	2819,00	2709,93
mar-14	75	2715,00	2807,86
abr-14	76	2683,00	2724,49
may-14	77	2584,00	2687,24
jun-14	78	2572,00	2594,55
jul-14	79	2512,00	2574,30
ago-14	80	2522,00	2518,37
sep-14	81	2558,00	2521,63
oct-14	82	2576,00	2554,28
nov-14	83	2760,00	2573,78
dic-14	84	2889,00	2740,97
ene-15	85	2753,00	2873,88
feb-15	86	2798,00	2765,35
mar-15	87	2789,00	2794,66
abr-15	88	2672,00	2789,58
may-15	89	2780,00	2684,01
jun-15	90	2900,00	2770,19
jul-15	91	3163,00	2886,74
ago-15	92	3424,00	3134,77
sep-15	93	3450,00	3394,45
oct-15	94	3187,00	3444,32
nov-15	95	3321,00	3213,29
dic-15	96	3442,00	3309,99
ene-16	97	3552,00	3428,51
feb-16	98	3577,00	3539,38
mar-16	99	3413,00	3573,16
abr-16	100	3260,00	3429,36
may-16	101	3439,00	3277,30
jun-16	102	3241,00	3422,48
jul-16	103	3427,00	3259,54
ago-16	104	3315,00	3409,89
sep-16	105	3239,00	3324,70
oct-16	106	3297,00	3247,76
nov-16	107	3254,00	3291,97
dic-16	108	3155,00	3257,88
ene-17	109	3151,00	3165,51
feb-17	110	3092,00	3152,48
mar-17	111	3060,00	3098,18
abr-17	112	3201,00	3063,90
may-17	113	3278,00	3186,99
jun-17	114	3474,00	3268,70
jul-17	115	3533,00	3453,02
ago-17	116	3509,00	3524,83
sep-17	117	3464,00	3510,62
oct-17	118	3541,00	3468,76
nov-17	119	3585,00	3533,62
dic-17	120	3577,00	3579,75
ene-18	121	3514,00	3577,28
feb-18	122	3494,00	3520,47
mar-18	123	3438,00	3496,70
abr-18	124	3386,00	3444,00
may-18	125	3378,00	3391,93
jun-18	126	3422,00	3379,42
jul-18	127	3376,00	3417,65
ago-18	128	3534,00	3380,26
sep-18	129	3436,00	3518,29
oct-18	130	3636,00	3444,41
nov-18	131	3658,00	3616,42
dic-18	132	3722,00	3653,75
ene-19	133	3552,00	3715,03
feb-19	134	3502,00	3568,66
mar-19	135	3574,00	3508,81
abr-19	136	3624,00	3567,34
may-19	137	3774,00	3618,21
jun-19	138	3650,00	3758,08
jul-19	139	3631,00	3661,04
ago-19	140	3780,00	3634,07
sep-19	141	3789,00	3765,09
oct-19	142	3765,00	3786,56
nov-19	143	3872,00	3767,20
dic-19	144	3683,00	3861,29
ene-20	145	3790,00	3701,22
feb-20	146	3884,00	3780,93
mar-20	147	4477,00	3873,47
abr-20	148	4330,00	4415,33
may-20	149	4135,00	4338,72
jun-20	150	4210,00	4155,81
jul-20	151	4394,00	4204,46
ago-20	152	4464,00	4374,63
sep-20	153	4482,00	4454,87
oct-20	154	4506,00	4479,23
nov-20	155	4287,00	4503,26
dic-20	156	4170,00	4309,10
ene-21	157	4330,00	4184,21
feb-21	158	4400,00	4315,10
mar-21	159	4291,00	4391,33
abr-21	160	4508,00	4301,25

may-21	161	4530,00	4486,88
jun-21	162	4442,00	4525,59
jul-21	163	4598,00	4450,54
ago-21	164	4447,00	4582,93
sep-21	165	4407,00	4460,89
oct-21	166	4344,00	4412,51
nov-21	Pronóstico167		4351,00
dic-21	Pronóstico168		4351,00
ene-22	Pronóstico169		4351,00
feb-22	Pronóstico170		4351,00
mar-22	Pronóstico171		4351,00
abr-22	Pronóstico172		4351,00
may-22	Pronóstico173		4351,00
jun-22	Pronóstico174		4351,00
jul-22	Pronóstico175		4351,00
ago-22	Pronóstico176		4351,00
sep-22	Pronóstico177		4351,00
oct-22	Pronóstico178		4351,00
nov-22	Pronóstico179		4351,00
dic-22	Pronóstico180		4351,00
ene-23	Pronóstico181		4351,00
feb-23	Pronóstico182		4351,00
mar-23	Pronóstico183		4351,00
abr-23	Pronóstico184		4351,00
may-23	Pronóstico185		4351,00
jun-23	Pronóstico186		4351,00
jul-23	Pronóstico187		4351,00
ago-23	Pronóstico188		4351,00
sep-23	Pronóstico189		4351,00
oct-23	Pronóstico190		4351,00
nov-23	Pronóstico191		4351,00
dic-23	Pronóstico192		4351,00
ene-24	Pronóstico193		4351,00
feb-24	Pronóstico194		4351,00
mar-24	Pronóstico195		4351,00
abr-24	Pronóstico196		4351,00
may-24	Pronóstico197		4351,00
jun-24	Pronóstico198		4351,00
jul-24	Pronóstico199		4351,00
ago-24	Pronóstico200		4351,00
sep-24	Pronóstico201		4351,00
oct-24	Pronóstico202		4351,00
nov-24	Pronóstico203		4351,00
dic-24	Pronóstico204		4351,00
ene-25	Pronóstico205		4351,00
feb-25	Pronóstico206		4351,00
mar-25	Pronóstico207		4351,00
abr-25	Pronóstico208		4351,00
may-25	Pronóstico209		4351,00
jun-25	Pronóstico210		4351,00
jul-25	Pronóstico211		4351,00
ago-25	Pronóstico212		4351,00
sep-25	Pronóstico213		4351,00
oct-25	Pronóstico214		4351,00
nov-25	Pronóstico215		4351,00
dic-25	Pronóstico216		4351,00
ene-26	Pronóstico217		4351,00
feb-26	Pronóstico218		4351,00
mar-26	Pronóstico219		4351,00
abr-26	Pronóstico220		4351,00
may-26	Pronóstico221		4351,00
jun-26	Pronóstico222		4351,00
jul-26	Pronóstico223		4351,00
ago-26	Pronóstico224		4351,00
sep-26	Pronóstico225		4351,00
oct-26	Pronóstico226		4351,00
nov-26	Pronóstico227		4351,00
dic-26	Pronóstico228		4351,00
ene-27	Pronóstico229		4351,00
feb-27	Pronóstico230		4351,00
mar-27	Pronóstico231		4351,00
abr-27	Pronóstico232		4351,00
may-27	Pronóstico233		4351,00
jun-27	Pronóstico234		4351,00
jul-27	Pronóstico235		4351,00
ago-27	Pronóstico236		4351,00
sep-27	Pronóstico237		4351,00
oct-27	Pronóstico238		4351,00
nov-27	Pronóstico239		4351,00
dic-27	Pronóstico240		4351,00
ene-28	Pronóstico241		4351,00
feb-28	Pronóstico242		4351,00
mar-28	Pronóstico243		4351,00
abr-28	Pronóstico244		4351,00
may-28	Pronóstico245		4351,00
jun-28	Pronóstico246		4351,00
jul-28	Pronóstico247		4351,00
ago-28	Pronóstico248		4351,00
sep-28	Pronóstico249		4351,00
oct-28	Pronóstico250		4351,00
nov-28	Pronóstico251		4351,00
dic-28	Pronóstico252		4351,00
ene-29	Pronóstico253		4351,00
feb-29	Pronóstico254		4351,00
mar-29	Pronóstico255		4351,00
abr-29	Pronóstico256		4351,00
may-29	Pronóstico257		4351,00
jun-29	Pronóstico258		4351,00
jul-29	Pronóstico259		4351,00
ago-29	Pronóstico260		4351,00
sep-29	Pronóstico261		4351,00
oct-29	Pronóstico262		4351,00
nov-29	Pronóstico263		4351,00
dic-29	Pronóstico264		4351,00
ene-30	Pronóstico265		4351,00
feb-30	Pronóstico266		4351,00
mar-30	Pronóstico267		4351,00
abr-30	Pronóstico268		4351,00
may-30	Pronóstico269		4351,00
jun-30	Pronóstico270		4351,00
jul-30	Pronóstico271		4351,00
ago-30	Pronóstico272		4351,00
sep-30	Pronóstico273		4351,00
oct-30	Pronóstico274		4351,00
nov-30	Pronóstico275		4351,00
dic-30	Pronóstico276		4351,00
ene-31	Pronóstico277		4351,00
feb-31	Pronóstico278		4351,00
mar-31	Pronóstico279		4351,00
abr-31	Pronóstico280		4351,00
may-31	Pronóstico281		4351,00
jun-31	Pronóstico282		4351,00
jul-31	Pronóstico283		4351,00
ago-31	Pronóstico284		4351,00
sep-31	Pronóstico285		4351,00
oct-31	Pronóstico286		4351,00

Anexo F Series de tiempo para bonos de carbono Risk Simulator

Suavizado Exponencial Doble

Resumen Estadístico

Alfa, Beta	RMSE	RMSE
0,00, 0,00	13,063	0,60, 0,60 2,309
0,10, 0,10	5,033	0,70, 0,70 2,368
0,20, 0,20	3,650	0,80, 0,80 2,518
0,30, 0,30	2,849	0,90, 0,90 2,761
0,40, 0,40	2,532	1,00, 1,00 3,159
0,50, 0,50	2,362	

El análisis se llevó a cabo con $\alpha = 0,9056$, y $\beta = 0,0481$

Resumen del Análisis de Series de Tiempo

El método de suavizado exponencial doble se utiliza cuando los datos muestran una tendencia pero no una estacionalidad. Este modelo no es apropiado cuando se quieren predecir datos transversales. El suavizado exponencial doble aplica una suavización simple dos veces, una vez para los datos originales, y luego para los resultados del suavizado simple de los datos. Una ponderación α como parámetro se utiliza en el primer suavizado o el simple (SES) mientras una ponderación β como parámetro se utiliza en el segundo o suavizado exponencial doble (SED), un valor bajo de β otorga menos peso a las tendencias más recientes y un valor elevado de β le otorga un mayor peso a estas tendencias. Este acercamiento es muy útil cuando los datos son históricos y no estacionarios. El programa encuentra los parámetros óptimos para α y β automáticamente a través de un proceso de optimización que minimiza los errores de pronóstico.

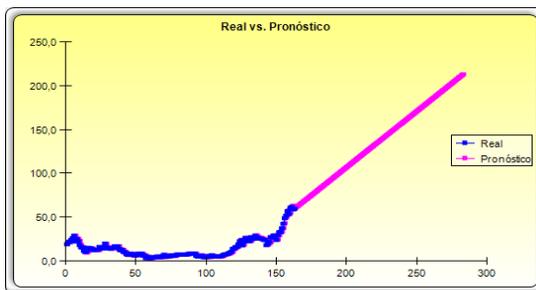
La prueba que mejor se ajusta para el pronóstico del promedio móvil simple es la media de la raíz cuadrada de los errores al cuadrado (RMSE - Root Mean Squared Error). La RMSE calcula la raíz cuadrada de la desviación al cuadrado promedio de los valores ajustados contra los datos actuales.

El Error Cuadrático Medio (MSE - Mean Squared Error) es una medida de error absoluto que ajusta los errores (la diferencia entre los datos históricos y los datos del pronóstico ajustados pronosticados por el modelo) para prevenir que los errores positivos y negativos se cancelen entre sí. Esta medida también tiende a exagerar errores grandes ponderándolos con mayor importancia que los errores pequeños, cuadrándolos, lo cual puede ayudar cuando se comparan diferentes modelos de series de tiempo. El Error de la Media al Cuadrado (RMSE) es la raíz cuadrada del MSE y es la medida más popular de error, también conocida como función de pérdida cuadrática. El RMSE puede definirse como el promedio de los valores absolutos de los errores del pronóstico y es muy apropiado cuando el costo de los errores del pronóstico es proporcional al tamaño absoluto del error del pronóstico. El RMSE se utiliza como un criterio de selección para el mejor ajuste de modelos de series de tiempo.

El Porcentaje de la Media del Error Absoluto (MAPE - Mean Absolute Percentage Error) es una medida estadística de error relativo, como un porcentaje promedio del error de los datos históricos y es más apropiado cuando el costo de los errores del pronóstico tiene una relación más cercana al porcentaje del error que a un valor numérico de error. Finalmente, una medida asociada es la estadística de la U de Theil, la cual mide la credibilidad del pronóstico del modelo. Es decir, si la estadística de la U de Theil es menor a 1.0, entonces el método utilizado para el pronóstico proporciona un estimado que es estadísticamente mejor que adivinar.

Periodo	Real	Pronóstico Ajustado
1	19,10	
2	21,31	
3	22,27	21,20
4	23,88	22,31
5	26,10	23,94
6	28,77	26,20
7	22,06	28,94
8	25,19	22,83
9	22,35	25,19
10	17,94	22,71
11	15,52	18,28
12	15,45	15,55
13	11,57	15,22
14	9,96	11,52
15	11,45	9,64
16	14,89	10,90
17	13,36	14,30
18	14,54	13,20
19	13,14	14,22
20	12,31	13,00
21	12,71	12,11
22	12,86	12,41
23	12,82	12,59
24	15,95	12,58
25	15,15	15,56
26	15,19	15,10
27	14,13	15,10
28	19,90	14,10
29	15,41	19,48
30	14,63	15,75
31	14,76	14,64
32	14,02	14,66
33	14,76	13,96
34	15,30	14,60
35	16,88	15,18
36	16,70	16,74
37	16,69	16,72
38	13,36	16,71
39	12,11	13,55
40	12,84	12,05
41	10,66	12,61
42	10,12	10,60
43	8,35	9,90
44	6,97	8,17
45	7,84	6,70
46	8,34	7,40
47	6,98	7,96
48	7,48	6,74
49	6,27	7,11
50	8,20	6,01
51	6,88	7,75
52	8,03	6,68
53	7,93	7,68
54	8,23	7,69
55	6,20	7,99
56	6,45	6,10
57	3,31	6,17
58	4,80	3,20
59	4,74	4,34
60	3,07	4,41
61	3,91	2,85
62	4,18	3,51
63	4,31	3,84
64	4,55	4,01
65	5,02	4,27
66	4,80	4,75
67	4,36	4,60
68	4,83	4,18

Medidas de Error			
Root Mean Squared Error (RMSE)	2,164303	Median Absolute Percentage Error (MdAPE)	0,086498
Mean Squared Error (MSE)	4,684209	Root Mean Square Log Error (RMSLE)	0,134096
Mean Absolute Deviation (MAD)	1,518533	Root Mean Square Percentage Error Loss (RMSPE)	0,160782
Mean Absolute Percentage Error (MAPE)	11,54%	Root Median Square Percentage Error Loss (RMMSPE)	0,086498
U de Theil	1,014648	Theil's U1 Accuracy (U1)	0,108966
Symmetrical Mean Absolute Percentage Error (sMAPE)	0,113599	Theil's U2 Quality (U2)	0,0548
Median Absolute Error (MdAE)	0,942816		



69	5,50	4,59
70	7,06	5,28
71	4,64	6,83
72	5,40	4,69
73	5,05	5,21
74	5,81	4,93
75	6,19	5,63
76	6,38	6,07
77	5,82	6,30
78	6,34	5,79
79	7,04	6,24
80	7,25	6,95
81	7,08	7,22
82	7,10	7,08
83	6,92	7,09
84	7,39	6,92
85	7,32	7,35
86	7,42	7,33
87	7,85	7,42
88	8,05	7,84
89	8,13	8,07
90	8,63	8,16
91	8,58	8,64
92	8,22	8,64
93	6,04	8,30
94	4,99	6,19
95	5,20	4,99
96	6,17	5,08
97	6,08	6,01
98	4,46	6,02
99	4,41	4,49
100	4,46	4,29
101	4,96	4,33
102	5,90	4,81
103	4,58	5,75
104	6,54	4,60
105	5,61	6,35
106	5,49	5,64
107	4,96	5,46
108	4,86	4,94
109	5,27	4,79
110	5,34	5,17
111	5,65	5,28
112	6,46	5,59
113	7,51	6,39
114	7,71	7,46
115	7,86	7,76
116	8,49	7,92
117	9,65	8,54
118	10,51	9,69
119	13,73	10,62
120	14,27	13,75
121	15,76	14,56
122	16,00	16,04
123	18,74	16,39
124	22,52	19,01
125	23,63	22,84
126	17,79	24,24
127	22,07	18,80
128	26,30	22,30
129	23,27	26,64
130	22,52	24,16
131	22,30	23,17
132	26,95	22,84
133	25,02	27,20
134	27,05	25,77
135	28,84	27,53
136	26,95	29,37
137	25,36	27,73
138	26,03	26,03
139	25,61	26,48
140	24,86	26,10
141	24,06	25,33
142	23,80	24,48
143	18,03	24,14
144	19,94	18,61
145	21,76	19,88
146	27,27	21,73
147	26,64	27,13
148	29,02	27,05
149	27,14	29,29
150	23,88	27,70
151	29,34	24,43
152	32,72	29,28
153	32,95	32,95
154	37,28	33,50
155	42,55	37,64
156	48,84	43,02
157	51,70	49,48
158	56,68	52,77
159	53,25	57,76
160	60,51	54,93
161	61,75	61,48
162	58,73	63,24
163	59,60	60,47
Pronóstico164		60,96
Pronóstico165		62,24
Pronóstico166		63,51
Pronóstico167		64,79
Pronóstico168		66,07
Pronóstico169		67,34
Pronóstico170		68,62
Pronóstico171		69,90
Pronóstico172		71,17
Pronóstico173		72,45
Pronóstico174		73,73
Pronóstico175		75,00
Pronóstico176	76,28161236	
Pronóstico177		77,56

Pronóstico178	78,84
Pronóstico179	80,11
Pronóstico180	81,39
Pronóstico181	82,67
Pronóstico182	83,94
Pronóstico183	85,22
Pronóstico184	86,50
Pronóstico185	87,77
Pronóstico186	89,05
Pronóstico187	90,33
Pronóstico188	91,60
Pronóstico189	92,88
Pronóstico190	94,16
Pronóstico191	95,43
Pronóstico192	96,71
Pronóstico193	97,99
Pronóstico194	99,27
Pronóstico195	100,54
Pronóstico196	101,82
Pronóstico197	103,10
Pronóstico198	104,37
Pronóstico199	105,65
Pronóstico200	106,93
Pronóstico201	108,20
Pronóstico202	109,48
Pronóstico203	110,76
Pronóstico204	112,03
Pronóstico205	113,31
Pronóstico206	114,59
Pronóstico207	115,87
Pronóstico208	117,14
Pronóstico209	118,42
Pronóstico210	119,70
Pronóstico211	120,97
Pronóstico212	122,25
Pronóstico213	123,53
Pronóstico214	124,80
Pronóstico215	126,08
Pronóstico216	127,36
Pronóstico217	128,63
Pronóstico218	129,91
Pronóstico219	131,19
Pronóstico220	132,46
Pronóstico221	133,74
Pronóstico222	135,02
Pronóstico223	136,30
Pronóstico224	137,57
Pronóstico225	138,85
Pronóstico226	140,13
Pronóstico227	141,40
Pronóstico228	142,68
Pronóstico229	143,96
Pronóstico230	145,23
Pronóstico231	146,51
Pronóstico232	147,79
Pronóstico233	149,06
Pronóstico234	150,34
Pronóstico235	151,62
Pronóstico236	152,89
Pronóstico237	154,17
Pronóstico238	155,45
Pronóstico239	156,73
Pronóstico240	158,00
Pronóstico241	159,28
Pronóstico242	160,56
Pronóstico243	161,83
Pronóstico244	163,11
Pronóstico245	164,39
Pronóstico246	165,66
Pronóstico247	166,94
Pronóstico248	168,22
Pronóstico249	169,49
Pronóstico250	170,77
Pronóstico251	172,05
Pronóstico252	173,33
Pronóstico253	174,60
Pronóstico254	175,88
Pronóstico255	177,16
Pronóstico256	178,43
Pronóstico257	179,71
Pronóstico258	180,99
Pronóstico259	182,26
Pronóstico260	183,54
Pronóstico261	184,82
Pronóstico262	186,09
Pronóstico263	187,37
Pronóstico264	188,65
Pronóstico265	189,92
Pronóstico266	191,20
Pronóstico267	192,48
Pronóstico268	193,76
Pronóstico269	195,03
Pronóstico270	196,31
Pronóstico271	197,59
Pronóstico272	198,86
Pronóstico273	200,14
Pronóstico274	201,42
Pronóstico275	202,69
Pronóstico276	203,97
Pronóstico277	205,25
Pronóstico278	206,52
Pronóstico279	207,80
Pronóstico280	209,08
Pronóstico281	210,35
Pronóstico282	211,63
Pronóstico283	212,91