



**¿Existe en EEUU un greenium en los bonos verdes vigentes a  
octubre de 2021?**

Por

**Daniela Vásquez Vargas**

**Yhuvelli Escobar Bernal**

Tesis

Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de  
Magíster en Administración Financiera

Asesor

David Alejandro Yepes Raigosa, PhD.

UNIVERSIDAD EAFIT

Medellín, junio, 2022

## Resumen

Por medio de este trabajo, se estudió si los bonos verdes corporativos emitidos en Estados Unidos generaron una prima o greenium, en comparación con bonos convencionales en condiciones similares. Para ello se tomó una muestra de 180 bonos verdes y 1.703 bonos convencionales, teniendo en cuenta las variables, spread de emisión, precio de emisión, duración, sector, calificación crediticia S&P y tipo de bono. Por medio de regresiones múltiples en diferentes escenarios, halladas por mínimos cuadrados ordinarios y análisis de Propensity Score Matching (PSM), con el fin de emparejar la muestra de bonos verdes (observaciones tratadas) y convencionales (observaciones sin tratamiento), se identificó el efecto de la etiqueta verde en el rendimiento del instrumento en el momento de su emisión.

Los datos obtenidos fueron favorables para el sector financiero, bajo la metodología OLS, el coeficiente de la variable green es inversamente proporcional al spread de emisión, confirmando la existencia de una prima y las diferentes metodologías PSM corroboran el resultado obtenido.

**Palabras claves:** Greenium, Bonos verdes, Bonos convencionales.

## **Abstract**

Through this in, it was studied whether corporate green bonds issued in the United States generated a premium or greenium, compared to conventional bonds under similar conditions. For this, sample of 180 green bonds and 1,703 conventional bonds was taken; considering the variables, issue spread, issue price, duration, sector, S&P credit rating and type of bond. Through multiple regressions in different scenarios, found by ordinary least squares and Propensity Score Matching (PSM) analysis, matching the sample of green bonds (observations treated) and conventional bonds (observations without treatment), to find the effect of the green label on the performance of the instrument at the time of issue.

The data obtained was favorable for the financial sector, under the OLS methodology, the coefficient of the green variable is inversely proportional to the issue spread, confirming the existence of a premium and the different PSM methodologies corroborate the result obtained.

**Key words:** Greenium, Green bonds, Conventional bonds.

## Contenido

<b>Capítulo 1: Introducción .....</b>	<b>7</b>
1.1 Situación en problema .....	10
1.2 Definiciones.....	16
<b>Capítulo 2: Marco Teórico .....</b>	<b>19</b>
<b>Capítulo 3: Metodología .....</b>	<b>28</b>
<b>Capítulo 4: Resultados.....</b>	<b>33</b>
4.1 Datos y Estadística Descriptiva .....	33
4.2 Regresiones .....	38
4.3 Análisis PSM en Stata .....	41
<b>Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>45</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>48</b>

## Lista de figuras

Figura 1. Estatus indicadores ODS USA - Noviembre 2021.....	7
Figura 2. Emisión en valor de bonos verdes por región.....	9
Figura 3. 10 principales emisores de efecto invernadero mundiales 2019 .....	11
Figura 4. Emisiones de efecto invernadero por sector económico USA .....	12
Figura 5. Bonos GSS por tipo.....	14
Figura 6. Clasificación de los bonos en el Mercado Americano.....	15

## Lista de tablas

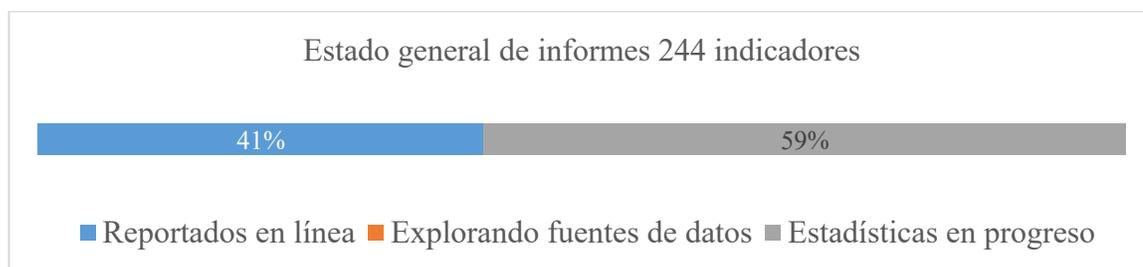
Tabla 1. Mercado de bonos verdes.....	8
Tabla 2. Total bonos GSS emitidos por país - Q1 2021 .....	12
Tabla 3. Distribución muestra bonos verdes y convencionales .....	33
Tabla 4. Composición sectores económicos muestra.....	34
Tabla 5. Composición calificación S&P muestra .....	35
Tabla 6. Estadística univariada de la muestra .....	36
Tabla 7. Matriz de correlación de Pearson de variables continuas .....	38
Tabla 8. Resultados regresiones por mínimos cuadrados ordinarios .....	38
Tabla 9. Resultados análisis PSM Sector Financiero .....	41
Tabla 10. Efecto promedio del tratamiento en las tratadas .....	43

## Capítulo 1: Introducción

Actualmente, el cambio climático es uno de los grandes problemas que afecta a todo el mundo. Esto hace que los casquetes polares se fundan, incrementando el nivel del mar, con fenómenos meteorológicos extremos, que incluye el aumento en las precipitaciones, provocando inundaciones cada vez con mayor frecuencia, mientras que en otras regiones hay olas de calor y sequía (Comisión Europea, s.f.).

Buscando mitigar este problema, en París el 25 de septiembre de 2015, 175 países se acogieron a 17 objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos, conocidos como los Objetivos de Desarrollo Sostenibilidad (ODS). En 2030 se espera llegar a unas metas definidas para cada uno de estos objetivos, por lo cual, tanto las empresas como los gobiernos han generado planes de acción para lograr cumplir con estos indicadores. EEUU es uno de los países que se acogió al acuerdo, por lo cual hace seguimiento periódico a estos objetivos, por medio de la página web Sustainable Development Goals (US Department of State, 2021) y se evalúa el cumplimiento (Figura 1).

**Figura 1. Estatus indicadores ODS USA - Noviembre 2021**



Fuente: (US Department of State, 2021)

La necesidad por alcanzar los ODS ha generado muchas iniciativas de proyectos catalogados como verdes, que contribuyen a la sostenibilidad ambiental o al bienestar social para la

comunidad. Para costear este tipo de iniciativas, las empresas, bancos y gobiernos han empezado a emitir bonos verdes como una de las fuentes de financiación (Banco Santander, 2021).

“Un bono verde es cualquier tipo de bono, cuyos fondos se destinan exclusivamente a financiar o refinanciar, en parte o en su totalidad, proyectos verdes elegibles, ya sean nuevos y/o existentes” (BBVA, 2017, p.1). Para diciembre de 2020 el mercado de bonos verdes ya tenía un tamaño de 1,1 billones de USD (Tabla 1).

**Tabla 1. Mercado de bonos verdes**

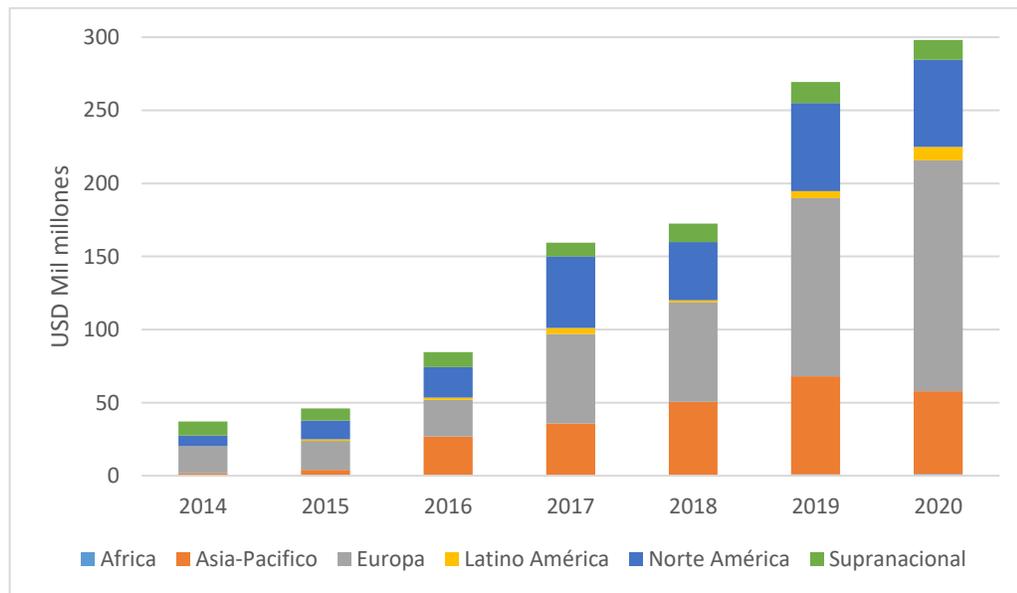
Bonos Verdes diciembre 2020		
	Absoluto	Variación 2020 vs. 2019
<b>Tamaño total de mercado</b>	USD 1.1 billones	 +9%
<b>Número de emisores</b>	1428	 +14%
<b>Número de instrumentos</b>	7716	 -9%
<b>Número de países</b>	71	 +6%
<b>Número de divisas</b>	42	 0%

Fuente: Adaptado de Climate Bond Initiative (2021).

La figura muestra que el mercado de bonos verdes en los últimos años ha crecido aceleradamente. Europa es la región que tuvo un mayor número de bonos en el mercado en el año 2020, con un 48% de participación. Norte América, por otro lado, presentó una relativa estabilidad, pasando de USD 60 mil millones en 2019 a USD 61,5 mil millones en 2020 (Climate Bonds Initiative, 2021).

Generalmente los emisores buscan tener un sello que identifique que su bono es verde para generar confianza al inversionista. Por esto, la emisión debe estar alineada con los Principios de Bonos Verdes (GBP), que son pautas voluntarias que buscan la estandarización en el mercado, al entregarle al emisor guías frente al uso de los fondos, el proceso de evaluación y selección de proyectos, la gestión de los fondos y los informes que se deben entregar periódicamente sobre el seguimiento de la inversión (International Capital Market Association, 2018).

**Figura 2. Emisión en valor de bonos verdes por región**



Fuente: (Climate Bonds Initiative Market Data, 2022)

Ante el auge de este mercado, se ha generado la teoría de que los inversionistas están dispuestos a pagar un *Greenium* o diferencial de rendimiento por los bonos verdes, comparados con un bono convencional del mismo emisor, en condiciones similares. Aunque en la actualidad varios autores han realizado investigaciones sobre este tema, los resultados son diversos. Mientras autores como Preclaw y Bakshi (2015), Agliardi y Agliardi (2019),

Baker et al. (2018) y Zerbib (2019) determinaron que los inversionistas sí están pagando una prima por adquirir bonos verdes, (Karpf & Mandel, 2018) (MacAskill, Roca, Liu, Stewart, & Sahin, 2020) y Ma, Schoutens, Beirlant, De Spiegeleer y Van Kleeck (2020) concluyen que no hay evidencia significativa para decir que hay un greenium o diferencial entre los bonos verdes y sus pares convencionales.

### **1.1 Situación en problema**

Según el informe del Swiss Re Institute (2020), *Catástrofes naturales en tiempos de acumulación económica y cambio climático*, las pérdidas económicas producidas por estos fenómenos naturales en 2019 fueron de 137.000 millones de dólares, y aunque se refleja una disminución con relación a años anteriores en términos de daños económicos, se ve una tendencia alcista en el número de catástrofes naturales, lo que aumenta la necesidad de evaluación y medición de riesgos, acompañados de propuestas que ayuden a su mitigación.

Los factores socioeconómicos que provocan una mayor exposición a los cambios climáticos son los crecimientos económicos de los países, medido a través del crecimiento de PIB y las reservas de activos tangibles, así como el crecimiento de la población con las necesidades que esto genera en infraestructura de zonas urbanas, la migración de poblaciones a terrenos con altos riesgos ambientales y las consecuentes demandas globales de alimento, agua y energía. Estos factores fueron la base para el marco de los ODS definidos en el acuerdo de París del 2015.

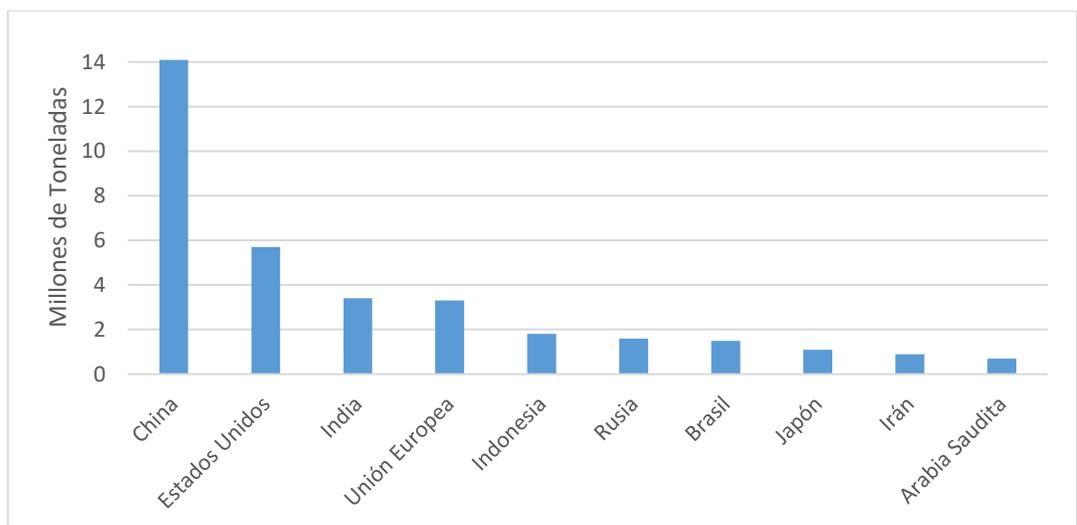
En la décima edición de la encuesta anual de inversiones de impacto, realizada por Global Impact Investing Networ GIIN (2020), el 87% de los encuestados manifestó que estas inversiones hacen parte de su misión y conformación de portafolios, el 62% considera que su mayor motivación es contribuir al desarrollo de la agenda de París y el cumplimiento de

los ODS. Lo anterior refleja el gran interés que está despertando este tipo de inversiones, acompañado de los cambios generacionales que vive el mundo, el 93% de los Millennials quieren que sus inversiones reflejen acciones ambientales y sociales, y se está dando una mayor importancia a implementar estándares en políticas ESG (Environmental, Social, and Governance) (Deloitte S-Latam, S.C., 2021).

Dentro de este marco, se evidencia una potencial necesidad por la financiación de este tipo de proyecto o iniciativas verdes, a través de los bonos verdes que son catalogados como instrumentos de deuda, cuyos recursos deben tener un objetivo en generar efectos ambientales positivos.

La figura 3 expone la emisión de gases de efecto invernadero de los 10 principales emisores durante 2019. Se observa la participación de países como China y los EEUU. Esta información evidencia la importancia y lo atractivo de este mercado de proyectos verdes en la búsqueda de lograr los ODS.

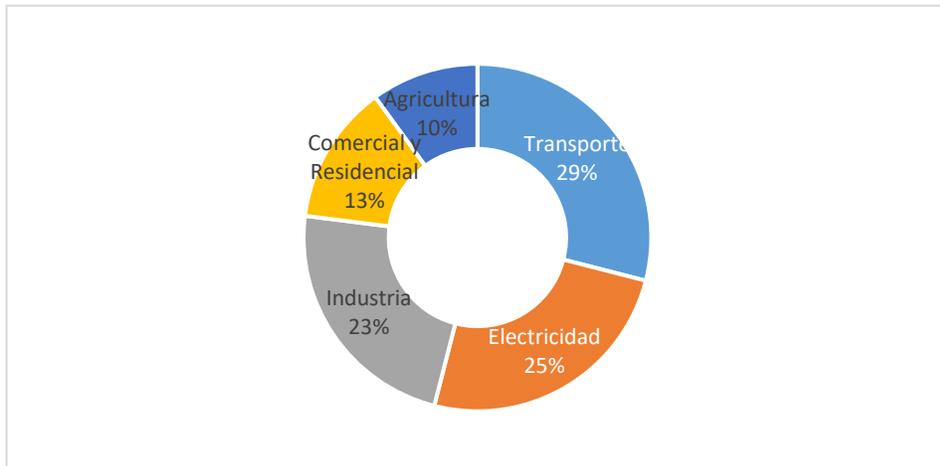
**Figura 3. 10 principales emisores de efecto invernadero mundiales 2019**



Fuente: Adaptado de Regan (2021)

Todos los sectores aportan a estas emisiones de gases de efecto invernadero en los EEUU, siendo transporte, sector electricidad y el sector industrial los mayores emisores, tal como lo muestra la Figura 4.

**Figura 4. Emisiones de efecto invernadero por sector económico USA**



Fuente: Climate Bond Initiative (2021)

**Tabla 2. Total bonos GSS emitidos por país - Q1 2021**

Emisor	Número de bonos	Acumulado - USD Mil Millones
Supranacional	1046	434.9
USA	5840	275.9
Francia	342	249
China	1061	212.3
Alemania	294	128.8
Holanda	132	91.8
España	137	63.7
Japón	358	62.4
Corea del Sur	257	54.1
Suecia	567	48.5
Canadá	95	34.8

<b>Italia</b>	56	32.4
<b>Reino Unido</b>	78	30.2
<b>Australia</b>	71	23
<b>Otros</b>	868	239.6

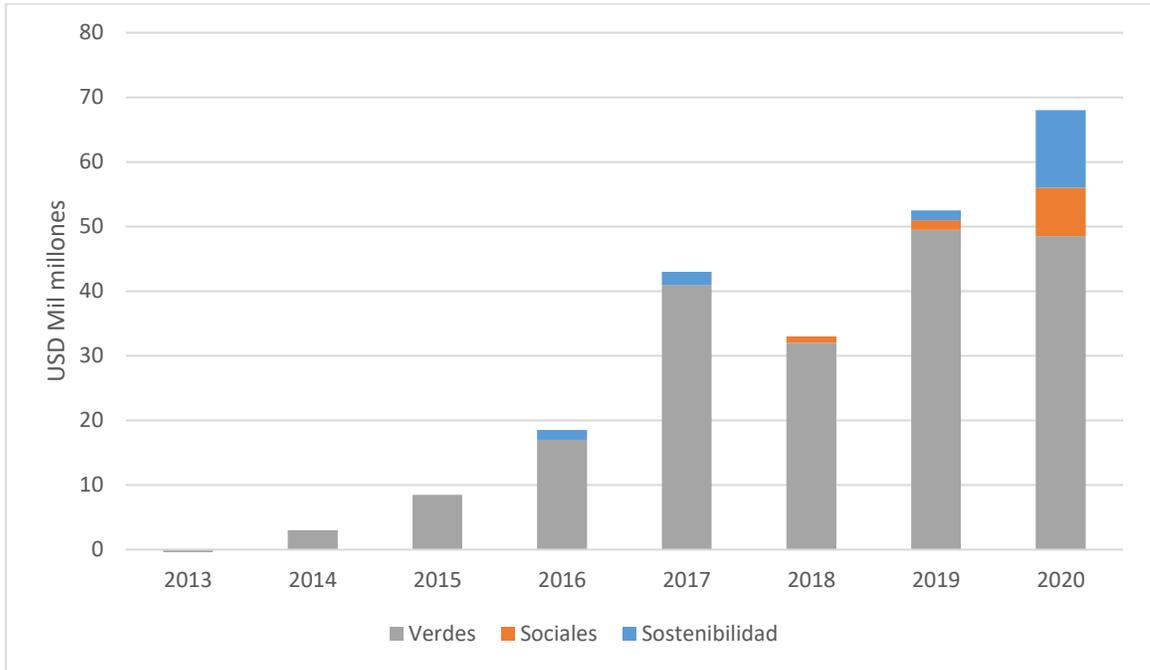
Fuente: Adaptado de Climate Bond Initiative (2021)

En el primer trimestre de 2020, el mercado norteamericano de deuda GSS (verde, social y sostenibilidad) alcanzó un valor de USD 311 mil millones y 5.935 instrumentos emitidos bajo la etiqueta GSS. El mercado verde es dominante, ya que representa el 87% del volumen, seguido por sostenibilidad y bonos con temática social, que también vienen con crecimientos (Climate Bond Initiative, 2021).

En términos de bonos catalogados como GSS, Estados Unidos es la segunda mayor fuente de deuda, y el país individualmente más grande (Tabla 2). A continuación, se detalla el mercado de bonos GSS por tipo, según la finalidad de su emisión (Figura 5):

- Bonos verdes dedicados a beneficios ambientales.
- Bonos sociales, se relacionan únicamente con proyectos sociales como pandemias, COVID-19, equidad de género, salud, educación, entre otros.
- Bonos sostenibles, su etiqueta describe una combinación entre verdes y proyectos sociales.

**Figura 5. Bonos GSS por tipo**

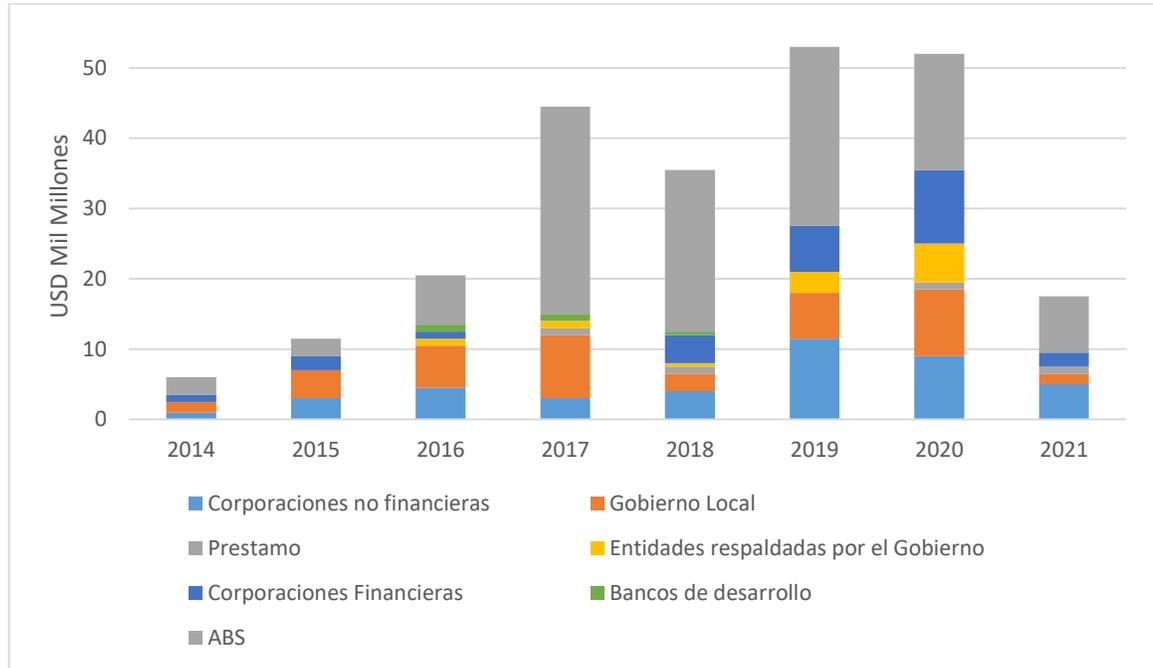


Fuente: Adaptado de Climate Bond Initiative (2021)

Los EEUU es la mayor fuente de bonos GSS a nivel mundial y también lo es de bonos exclusivamente verdes, con un 18% de participación en la emisión de este tipo de instrumentos. Este país es líder, tanto en número de emisiones como en volumen transaccional. El mercado de bonos verdes cuenta con 349 emisores, de los cuales 120 han realizado más de una emisión.

La Figura 6 muestra la evolución de la clasificación del mercado estadounidense:

**Figura 6. Clasificación de los bonos en el Mercado Americano**



Fuente: Climate Bond Initiative (2021)

El informe de precios del mercado primario de bonos verdes emitido por Climate Bonds Initiative (CBI) para el primer semestre del 2021, muestra que los bonos verdes emitidos en euros reflejaron un exceso de demanda de 2.9 veces, en comparación con los bonos convencionales de 2.6 veces, con un spread de 20.4 pbs (puntos básicos) y 19.6 pbs, respectivamente (Harrison C. , Septiembre 2021).

Las emisiones en USD para el mismo periodo y el exceso de demanda se ubicó en 4.7 veces para bonos verdes, con un spread de 29.9 pbs, frente a 2.5 veces de los bonos convencionales y un spread de 24.8 pbs (Harrison C. , Septiembre 2021). Al comparar este mismo análisis con el informe presentado para el segundo semestre del 2020, se evidencia un aumento en la demanda de los bonos verdes de 1.2 veces, en contraste con una disminución del exceso de demanda de los bonos convencionales de 0.8 veces (Harrison C. , Marzo 2021).

De acuerdo con la revisión de la literatura, surgió la pregunta de si estos instrumentos financieros en EEUU ofrecen un greenium en el mercado primario, frente a sus pares convencionales. Por existir conclusiones contrarias frente a los resultados, MacAskill, Roca, Liu, Stewart y Sahin (2020) realizaron una revisión de la literatura existente sobre el greenium, encontrando que ocho autores coinciden en la existencia de greenium, en comparación con seis autores que tienen posiciones mixtas o negativas, con relación a esta prima.

Esta investigación examinó una muestra de bonos emitidos en los EEUU vigentes a octubre de 2021, donde a través de regresiones de mínimos cuadrados ordinarios y el método PSM, se analizó el efecto de la etiqueta verde en el rendimiento de los bonos verdes, con variables como el sector económico, duración, precio, calificación crediticia y plazo.

Esto permitió determinar que sí existe un diferencial entre los bonos verdes y convencionales en el mercado primario americano, al igual que definir si los inversionistas están dando un precio preferencial o greenium a estas inversiones verdes.

## **1.2 Definiciones**

Los bonos son una fuente de financiación por parte de grandes empresas y gobiernos, por medio de la cual el emisor divide el total de la deuda en pequeñas porciones, llamadas bonos. Estos bonos son un activo financiero, con el cual el tenedor del bono se asegura de que su dinero va a ser retornado con un interés, que es pactado al momento de la emisión y que es conocido como cupón, por esto se conocen como instrumentos de renta fija, ya que su rentabilidad se conoce desde el momento de la inversión (Arias, 2018).

Los bonos además, como cualquier instrumento financiero tienen un riesgo asociado, por lo cual tienen una calificación para guiar al comprador en su nivel de riesgo (BMO Retirement Services, 2012). Entendiendo la importancia de la calificación crediticia para la decisión de inversión en un bono, se definió una variable dummie en este estudio para cada una de las calificaciones crediticias otorgada por S&P.

Durante esta investigación se tomó como base el precio de emisión, o sea, el precio del bono que se formó en el mercado primario al momento de la compra directa al emisor, por parte de los inversionistas (AMV, 2013).

El greenium se define como la prima de rentabilidad que paga el mercado respecto a otros bonos con características similares. Por el funcionamiento habitual del mercado, la mayor demanda ocasiona una subida del precio de los bonos y, por lo tanto, una caída de su rentabilidad, lo que se traduce en esta prima o greenium. Por lo tanto, no se trata de una característica intrínseca de estos bonos, ni se «cobra» a los inversores por adquirir este tipo de bonos, tan solo es consecuencia del comportamiento actual del mercado de bonos verdes (Singular Bank, 2021).

El spread de emisión es la variable que se usó en este análisis, para demostrar si hay una prima en el subconjunto de observaciones de bonos verdes, en comparación con los bonos convencionales. Este spread, es la diferencia en tasa que se paga entre la tasa libre de riesgo, que es la tasa que pagan los bonos del tesoro americano, y las corporaciones emisoras de los diferentes bonos. Este diferencial responde al riesgo que asume el tomador del bono por la probabilidad de default de la organización, la cual es menor cuando hay una mejor calificación del riesgo.

La inversión en bonos verdes puede satisfacer al comprador por «aportar su granito de arena» a la sostenibilidad del planeta; sin embargo, este no es el motivo principal por el que este tipo de bonos tendría una prima verde o greenium.

## Capítulo 2: Marco Teórico

El greenium es un concepto reciente que nace con el mercado de los bonos verdes, definido como la diferencia entre el rendimiento de un bono convencional y uno verde con similares características, esta prima implica que el rendimiento que un inversor está dispuesto a aceptar por un activo verde es más bajo que el de una contraparte convencional (MacAskill et al., 2020). En palabras de otros autores, es el precio que suele pagar el comprador de un bono verde, en comparación con otro bono de la misma compañía que no tenga características sostenibles (FundsPeople, 2020).

Para entender el término greenium y la influencia que actualmente está teniendo en el mercado de los bonos verdes, en el presente capítulo analizaremos la evolución que ha tenido este título desde su nacimiento en los diferentes sectores económicos, la regulación existente, la forma y método como el mercado está midiendo esta prima y las diferentes posiciones que han tenido autores académicos sobre estas mediciones, que los lleva a las conclusiones de si existe o no un greenium en el mercado de bonos verdes en los EEUU.

El primer bono verde se creó en el 2008, debido a la motivación de un grupo de fondos de pensiones suecos de invertir recursos en proyectos relacionados con el clima, con el objetivo de generar impactos positivos en los cambios climáticos que estaba experimentando el mundo; es por ello que en conjunto con la experiencia del Banco Mundial en este tipo de proyectos y el Sandinaviska Enskilda Banken AB (SEB), se crea esta nueva estructura de financiación, que el Banco Mundial referencia como un acontecimiento histórico que cambia la forma de trabajo conjunto entre inversionistas, expertos en desarrollo y los responsables de la formulación de políticas y científicos (Banco Mundial, 2018).

Con estas iniciativas surgen movimientos de diferentes instituciones a nivel mundial con el fin de dar estructura a esta nueva forma de financiamiento, en el 2009 el Banco Mundial pone en marcha su fondo de bonos verdes, en 2010 se formuló el concepto de “Financiamiento para el clima”, en virtud de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático CMNUCC, creado en 1994. En 2011 el G20 como grupo internacional de gobernantes y presidente de bancos centrales, el FMI y la OCDE reconocen formalmente el potencial del mercado de bonos verdes, recomendando a los gobiernos utilizar la figura para el financiamiento de las soluciones a los cambios climáticos.

El mercado de bonos verdes en los EEUU desde su inicio en el 2011 por parte del Distrito de Colegios Comunitarios de Yuba, hasta la fecha, ha estado representado principalmente por entidades patrocinadas por el gobierno que emiten títulos verdes, con el fin de garantizar hipotecas, así como entidades del sector financiero y corporaciones no financieras de diferentes sectores económicos. En el sector corporativo no financiero se destacan emisiones realizadas por Solar City (Tesla Energy), respaldada por activos verdes que correspondían a una cartera de sistemas de paneles solares. La industria de los automóviles como Toyota también realizaron emisiones, con el objetivo de financiar préstamos y arrendamiento de vehículos híbridos de gas, electricidad o de combustible alternos, amigables con el medio ambiente (Climate Bonds Initiative, 2021).

De acuerdo con investigación realizada por el S&P Dow Jones Indices (S&P-DJI), la región de Isla de Francia fue la primera entidad local en emitir bonos verdes en marzo de 2012, seguida por Estados Unidos en junio de 2013, con la emisión del primer bono exento de impuestos sobre la propiedad por el Estado de Massachusetts, y en el mismo periodo se unieron Nueva York, Washington D.C. y California (Soe , Xie, Luke, & Horan, 2019).

La regulación en el mercado verde también ha experimentado avances significativos, con el fin de salvaguardar los intereses de las partes y evitar el Green Washing, término utilizado en el mercado para definir aquellas inversiones que no están cumpliendo su objetivo planteado y su real interés está en el crecimiento de su negocio, más allá de la protección con el medio ambiente (MacAskill et al., 2020).

En 2014, a través de la Asociación Internacional del Mercado de Capitales (ICMA), se establecieron los GBP con el objetivo de establecer lineamientos voluntarios para generar transparencia y legalidad, garantizando información oportuna para la evaluación del impacto de los proyectos ambientales, generando confianza en el mercado de bonos verdes y evitar el Green Washing. Del mismo modo, a través de iniciativas voluntarias, se creó la Iniciativa de Bonos Climáticos (CBI) como entidad sin ánimo de lucro, con el objetivo de gestionar el mercado de bonos para proyectos amigables con el medio ambiente. Dentro de su rol, administra los estándares de bonos climáticos, provee a sus afiliados ventajas al tener un reconocimiento y visibilidad de su marca, información y datos actualizados del mercado de bonos, ofrece una plataforma de conectividad entre inversores, bancos, emisores y, a su vez, certifica el uso de los recursos en los proyectos etiquetados como verdes (Harrison C. , 2022).

En forma paralela a todas estas iniciativas y a la rápida evolución del mercado de bonos verdes, surgió en 2014 el S&P Green Bond Index (S&P-GBI), con el fin de medir el rendimiento del mercado global de bonos verdes, avalados por el CBI como organismo independiente y experto en el tema. En 2017 se da origen al S&P Green Bond Select Index (S&P-GBSI), dando participación a los bonos verdes emitidos a nivel mundial que fueran miembros del índice inicial y que cumplieran criterios de tamaño, liquidez, vencimiento, calificación por al menos una agencia y restricciones de tipos de cupón. Su crecimiento llevó

que al cierre del 2019 el S&P-GBSI representara el 69% por valor de mercado y que el 8% del total de los miembros del S&P-GBI participaran de este índice (Soe et al., 2019).

Los índices referenciados anteriormente, han representado hasta la fecha la mejor forma para la medición de la prima de los bonos verdes (greenium), debido a las agrupaciones que realizan, de acuerdo con las variables de calificación, tamaños de emisión, sectores económicos y monedas.

## **2.1 Estudios que concluyen la existencia de Greenium**

En la publicación realizada por el S&P-DJI en diciembre de 2021, indican que los bonos verdes han reflejado históricamente una prima verde, es decir, un bajo rendimiento en comparación con bonos convencionales. Concluyen, a su vez, que la diferencia de opiniones respecto a la existencia del greenium obedece al tamaño de la muestra, la diferencia entre los sectores económicos y la dificultad en encontrar bonos comparables (Luke & Zota, 2021).

En la muestra analizada por el S&P, los títulos con calificación AAA y AA, mostraron una tendencia de disminución del greenium para los bonos a corto plazo, en contraste con un aumento del greenium para los bonos a largo plazo. Para los bonos corporativos con calificación A y BBB, la comparación con los bonos convencionales reflejó greenium promedio de 8 y 13 pbs, respectivamente. Lo que permite analizar la liquidez y la demanda de los títulos.

El sector financiero fue analizado con tres bancos gubernamentales, para el Kreditanstalt für Wiederaufbau y el Banco Europeo de Inversiones, el greenium reflejó una tendencia

decreciente de 2-4 pbs en el periodo de los últimos dos años, mientras que el Banco de Renania del Norte – Westfalia, arrojó un pbs.

Para el mercado de bonos corporativos de Estados Unidos, el reporte limita su análisis a un solo emisor, el MidAmerican Energy Company, donde logra construir la curva con cinco bonos verdes y vainilla, que cumplen los criterios de selección del índice. Al incluir los bonos con calificación de A y BBB, se logra una muestra suficiente para analizar, reflejando greenium de 8 y 13 pbs referenciados anteriormente.

En el primer informe realizado por el CBI en 2021 para el mercado de bonos verdes en Estados Unidos, se analizaron los precios de 30 bonos verdes, 12 títulos fueron valorados con greenium, 11 bonos se analizaron dentro de su curva de rendimiento por haber sido emitidos a un precio alto y, por ende, un menor rendimiento, y siete que representan el 23% obtuvieron una prima de nueva emisión en el mercado secundario (Climate Bond Initiative, 2021).

En los informes periódicos de precios de bonos verdes en el mercado primario, que emite el CBI, se detallan las emisiones realizadas durante el periodo, y se realiza una comparación del rendimiento y la demanda de los bonos verdes con sus comparables bonos convencionales. Dentro de su filtro de selección, se encuentran los bonos con un tamaño mínimo de emisión de USD500 millones, tanto en mercados desarrollados, emergentes como emisores supranacionales. En su informe publicado para el segundo semestre del 2021, concluyen que el mercado de los bonos verdes lleva una tendencia de crecimiento consecutivo de 10 años, para este periodo la demanda de los bonos verdes en EUR fue 3.4 veces superior a los de sus pares convencionales, y los bonos verdes emitidos en USD fue 3 veces superior a los de sus pares, reflejando el interés por estos títulos (Climate Bonds Initiative, 2021).

Para efectos de la medición del greenium, el CBI utiliza dentro de su metodología, el rendimiento del bono verde y los convencionales en la fecha de emisión, se utiliza la duración modificada para establecer la sensibilidad del valor del bono con cambios en la tasa de interés. Para el segundo semestre de 2021, de los 34 bonos verdes emitidos, 26% lograron un greenium, porcentaje menor al informe del año 2020, 50% lograron prima en una nueva emisión en el mercado secundario y un 23% se ubicaron dentro de la curva de rendimiento (Climate Bonds Initiative, 2021).

Este estudio del segundo semestre de 2021, muestra la evidencia más sólida hasta la fecha de que los bonos calificados como verdes en Europa y EEUU, tuvieron un mejor desempeño en comparación con sus comparables convencionales. Esta investigación destaca múltiples ejemplos de bonos con una buena dinámica primaria, que se traduce en *Greenium* y aprieta el mercado secundario. Se espera que este comportamiento persista, debido a que la demanda seguirá creciendo (Climate Bonds Initiative, 2021).

Otros estudios sobre el greenium se han enfocado en identificar el rendimiento de este tipo de inversiones y las motivaciones económicas, sociales y ambientales que están llevando al acelerado crecimiento de este mercado con etiqueta verde. Lo anterior ha generado posiciones encontradas sobre si los bonos verdes se están transando en el mercado primario y secundario con prima, si el inversionista está dispuesto a sacrificar la rentabilidad en el corto plazo en este tipo de títulos, por el impacto positivo que pueden generar sus inversiones en la crítica situación climática que vive el mundo, esperando que la situación lleve a que estos títulos cambien su perspectiva en el futuro, de acuerdo al término establecido en París con el cumplimiento de los ODS (Domínguez, 2021).

Ulrike, Petreski y Stephan (2021) presentaron uno de los estudios, donde se concluye que existe el greenium al evaluar una muestra conformada por 2.000 bonos verdes y 180.000 convencionales, los cuales fueron emparejados a través de los métodos PSM y CEM (Coarsened Exact Matching). Las variables independientes que estos autores tomaron en su análisis fueron el año de emisión, moneda, tamaño de emisión, tiempo de maduración, sector económico, calificación del emisor, la categoría de recompra del bono, la categoría de reembolso (callable bond), y las garantías de los bonos.

Los resultados obtenidos en este estudio fue que el yield de los bonos verdes es 15 a 20 pbs más bajo que en los bonos convencionales, por lo que concluyeron que el greenium existe.

Ulrike et al (2021) tienen dos teorías que explican la diferencia de valoración de un bono verde y otro convencional, con las mismas características, la primera de ellas es la preferencia por los temas ambientales, donde su principal objetivo es aportar y vincularse a la financiación de proyectos ambientales, como respuesta a su compromiso social, más allá de los rendimientos que se obtengan del bono. Esta posición es habitual en el mercado primario, donde existe una relación directa del dinero invertido con el proyecto ambiental a financiar. Esta teoría coincide con las explicaciones dadas por Preclaw y Bakshi (2015).

La segunda teoría, que la enfocan desde el punto de vista del valor del activo y el riesgo, asume que los bonos verdes son menos riesgosos debido a la supervisión del uso de los recursos recaudados, el seguimiento constante que se realiza al logro de los indicadores ambientales propuestos, y a las evaluaciones de la etiqueta verde del título, disminuyendo los riesgos de probabilidad de default (Ulrike, Petreski, & Stephan, 2021).

La existencia de greenium también fue el resultado del estudio realizado por Preclaw y Bakshi (2015), que identificaron un diferencial de al menos 20 pbs entre los bonos verdes y emisiones comparables, que consideran atribuibles en parte a precios oportunistas basados en una fuerte demanda de inversionistas enfocados en el medio ambiente.

MacAskill et al. (2020) realizaron la revisión de 15 estudios entre 2017 y 2019 sobre el greenium, para identificar las principales características que tienen estos títulos, en comparación con sus pares convencionales para soportar la existencia de la prima. Dentro de sus resultados el 60%, es decir, nueve publicaciones, concluyeron que el Greenium existe, sólo Karpf y Mandel (2018) concluyen que no existe esta prima verde, y cinco autores con el 33% obtienen resultados mixtos. En el mercado primario y secundario el 56% y 70% respectivamente, consideran que existe greenium.

Por su parte, Gianfrate y Peri (2019) concluyen que financieramente los bonos verdes son más convenientes que sus pares convencionales, con ventajas más representativas para los emisores. La metodología utilizada por estos autores fue PSM, que busca estimar los efectos de la etiqueta verde de los rendimientos de los bonos verdes. La herramienta organiza la muestra en dos grupos de observaciones: unas tratadas, que son los Bonos Verdes y otro de observaciones sin tratar, que son los bonos convencionales, con ello busca generar un emparejamiento para identificar el efecto del tratamiento, que consiste en establecer la diferencia entre el rendimiento que hubiesen tenido estos mismos bonos verdes. A su vez, realizan un proceso de regresión de mínimos cuadrados ordinarios, donde concluyen un coeficiente de correlación negativo entre la etiqueta verde y el spread en la emisión de los bonos verdes.

Otros autores que concuerdan que no existe un greenium son Larcker y Watss (2020), quienes afirman que inclusive es negativa, como lo argumentaron Ma et al. (2020). Estos últimos autores analizaron las diferencias potenciales entre los bonos verdes y los bonos convencionales de forma cualitativa y cuantitativa. Basados en los resultados de las pruebas de hipótesis realizadas, se puede concluir que no hay evidencia significativa en la media y la mediana del spread, entre los bonos verdes y los convencionales

En la actualidad se evidencian diversas motivaciones que soportan la demanda de estos títulos, la más frecuente es la preocupación por los efectos que están teniendo los impactos ambientales en el mundo y la realidad de necesidad de recursos para su mitigación; en el informe del CBI del segundo semestre de 2021, el 66% de los bonos verdes fueron asignados a inversionistas catalogados como verdes, los cuales sitúan la rentabilidad en un segundo plano.

Desde el punto de vista financiero, encontramos la estabilidad que generan en las carteras de inversión los bonos verdes. En publicación de la revista *El Economista* del 24 de abril de 2021, Jorge González, director de análisis de Tressis, explica que la menor liquidez de los títulos, el menor riesgo de incumplimiento por la calidad de emisores y la evolución en la regulación de este mercado conlleva a bajas volatilidades, lo que justifica el pago de la prima, con el fin de equilibrar sus portafolios en tema de riesgos y rentabilidades (Ayora, 2021).

El enfoque de este trabajo de investigación permitió definir que los bonos verdes vigentes a octubre de 2021, emitidos por corporaciones del sector financiero, generaron Greenium en el momento de su emisión, es decir, los inversionistas pagaron primas por la obtención de estos títulos, de acuerdo con sus motivaciones sociales, económicas y ambientales.

### Capítulo 3: Metodología

Este es un estudio de carácter empírico, cuantitativo y no experimental, que busca demostrar la existencia de una prima verdes denominada greenium en los bonos verdes, en comparación con los bonos convencionales. Se utilizan datos del mercado primario de bonos verdes y bonos convencionales emitidos en los EEUU, que se encontraban vigentes a octubre de 2021 obtenidos de Bloomberg. La información recolectada de cada una de las observaciones, en este caso los bonos, fueron los siguientes factores:

- Sector
- Cupón
- Rating calificación crediticia S&P
- Spread de la emisión
- Precios de emisión
- Duración del bono
- Tipo de bono, en caso de ser verde o convencional

Por tema de disponibilidad de la información de la plataforma Bloomberg en la cual se recopiló la información, se tomó la decisión de excluir los bonos que no tenían un spread de emisión definido, debido a que esta es la variable que identifica si finalmente hay un greenium o no en la muestra, también, se excluyeron los bonos cuyo dato de precio de emisión no se encontraba disponible. Además de esto, aunque dentro de la plataforma se encuentran disponibles las tres calificaciones de riesgo emitidas por S&P, Fitch y Moody's al encontrar una mayor disponibilidad de la información en la calificación S&P, se usó dicha calificación.

Por otro lado, únicamente se tomaron en cuenta los sectores diferentes al gubernamental, ya que el comportamiento de estos está sesgado por el respaldo que les da el Estado, además de que se quería enfocar la muestra en el sector real para poder obtener datos con mayor similitud entre ellos.

Como último factor, la muestra se acotó únicamente a los bonos con cupones fijos, que no tuvieran su cupón indexado a una tasa de referencia o que no tuvieran cupón cero, de igual manera a como lo realizaron Gianfrae y Peri (2019). Al realizar depuración de la muestra eliminando los bonos con interés variable, de bajo valor emisión e información no disponible, la muestra final fue de 180 bonos verdes y 1703 bonos convencionales.

Bloomberg caracteriza cada uno de los bonos como sostenibles o no sostenibles, esta fue la variable tratamiento que se utilizó para definir la variable dummy, clasificada en este estudio como Green, en la cual se define como 1 si es un bono verde o sostenible y como 0 si es un bono convencional.

Con esta información se realizó una descripción estadística de la muestra y de las subpoblaciones (bonos verdes y bonos convencionales) que se tenían en la base. Posteriormente, se utilizaron unos mínimos cuadrados ordinarios para investigar la relación existente entre las variables independientes del estudio, que para este caso fueron el precio de emisión, la duración del bono, una variable dummy que se definió para determinar si el activo era verde o no, y variables dummies para identificar la calificación de riesgo del bono y los sectores a los cuales pertenece el activo; y la variable independiente spread de emisión, que es la variable que demuestra si hay un prima en el subconjunto de observaciones de bonos verdes en comparación con los bonos convencionales.

El modelo de regresión múltiple se toma como una función lineal de las variables explicativas o independientes de la siguiente manera:

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad (1)$$

como base, la regresión lineal donde únicamente hay una variable explicativa del modelo (Hanke & Wichern, 2006; Wooldridge, 2010).

Para determinar la existencia del greenium, además se usó el procedimiento utilizado por Gianfrate y Peri (2019), Larcker y Watts (2020) y Loffler, Petreski y Stephan (2021), denominado PSM, el cual permite identificar el efecto que tiene en el spread de emisión la etiqueta verde de los bonos.

Para el desarrollo del PSM se debe determinar el tratamiento a analizar, el grupo de observaciones tratadas, el grupo de observaciones de control y el efecto del tratamiento, así como las variables que influyen dentro del tratamiento.

En este estudio, el tratamiento es definido por la variable dummy que determina si un activo tiene la etiqueta verde o es un bono convencional, por otro lado, las observaciones tratadas son los bonos verdes y las observaciones de control que son los bonos convencionales. El efecto del tratamiento es el efecto que produce la etiqueta verde en el spread de emisión de los bonos y así se determina si hay en efecto un greenium sobre la muestra.

Esta metodología involucra un gran reto y es obtener la mejor estimación posible de los efectos del tratamiento en el grupo de las observaciones de control, es decir, los bonos convencionales, debido a la imposibilidad de obtener ese resultado real, conocido como resultado contrafáctico; para dar solución a este problema utilizamos el efecto de tratamiento

promedio en los tratados ATT por sus siglas en inglés, que se centra principalmente en los resultados para las observaciones tratadas, tal como lo realizó Gianfrate y Peri (2019).

Caliendo y Kopeinig (2008) definen el ATT como la diferencia entre el resultado esperado de las observaciones con y sin el efecto del tratamiento, para aquellas observaciones que realmente tuvieron el tratamiento, en nuestro caso la etiqueta verde.

En esta investigación, las observaciones no son aleatorias, son todos los bonos emitidos desde el 2015 al 2020 en Estados Unidos tomados de Bloomberg, lo que genera que no puedan ser comparables directamente entre sí, por las diferentes variables independientes que actúan sobre ellos, como son el sector, el rating calificación crediticia S&P, la moneda de emisión, el vencimiento, la duración y el precio de emisión.

El objetivo PSM es buscar las mejores parejas de las observaciones tratadas y controladas, y encontrar el efecto que tiene su tratamiento, en este caso la etiqueta verde. El primer paso para ello es encontrar la probabilidad de que el bono sea verde, dadas las variables independientes de: sector, calificación crediticia, precio de emisión y duración del bono. La coincidencia se realiza agrupando el puntaje de propensión obtenido, el objetivo es encontrar una coincidencia para el grupo tratado, por lo que no siempre se utilizan todas las observaciones controladas. Los métodos de coincidencias que se usaron para comparar los efectos del tratamiento son:

- Vecino más cercano (Nearest neighbor matching): con este método se busca la coincidencia de la observación tratada con la observación de control, más cercana de acuerdo con el resultado obtenido en el puntaje de propensión. Una misma observación controlada puede ser emparejada con una observación tratada.

- Emparejamiento de Kernel (Kernel Matching): esta forma de emparejamiento hace que a cada observación tratada se asignan todas las observaciones del grupo de control, de acuerdo con el peso que se genera de acuerdo con la cercanía del puntaje, es decir, tendrá un mayor peso la observación controlada que se encuentre cerca al puntaje de la observación tratada, que aquellas que están en los extremos.
- Coincidencia por radio (Radius matching): cada observación tratada se empareja con una observación de control de acuerdo con un radio especificado.
- Emparejamiento por estratificación (Matching by stratification): consiste en dividir las observaciones de acuerdo con su puntaje en bloques, por lo que el emparejamiento se realiza por bloques.

Luego de obtener las coincidencias en las diferentes metodologías, se calculan los efectos del tratamiento de la etiqueta verde en el spread de emisión, que es la variable dependiente del análisis, y así determinar la existencia de la prima verde o greenium.

Como se detalló en el marco teórico, actualmente los cálculos del greenium se realizan comparando de forma directa los bonos verdes y los convencionales del mismo emisor y con similares características, en los casos en que no se logra esta coincidencia total, los bonos no se incluyen dentro del análisis, lo que buscamos bajo esta metodología es analizar los bonos clasificados como *green bond* por Bloomberg, emitidos en EEUU, que se encontraban vigentes a octubre de 2021, comparar en su totalidad con respecto a bonos convencionales de similares condiciones clasificado como *non-green bonds*, con el fin de entender el efecto que tiene la etiqueta verde en el rendimiento del bono en su emisión, es decir, si el mercado está valorando más las inversiones en activos verdes, por lo cual les da un diferencial de precio preferencial a la hora de la emisión del bono.

## Capítulo 4: Resultados

El capítulo 4 muestra los resultados de la investigación para identificar si efectivamente existe un Greenium en EEUU en los bonos verdes vigentes a octubre de 2021. Inicialmente este capítulo expone los datos, estadísticas descriptivas y matriz de correlaciones de la muestra obtenida de 1.883 observaciones entre bonos verdes y convencionales.

Posteriormente, se presentan los resultados obtenidos en los diferentes análisis de regresiones lineales, además, se contrastan los coeficientes y el coeficiente R cuadrado de la regresión, para determinar relaciones tanto positivas como negativas y significancia de los resultados obtenidos.

### 4.1 Datos y Estadística Descriptiva

Los análisis realizados en este estudio se efectuaron con una muestra de 1.883 bonos que se encontraban vigentes en EEUU a octubre de 2021, clasificados tanto *green* como *non-green*, estos datos fueron recolectados de la plataforma Bloomberg.

180 de los bonos tomados estaban clasificados como verdes, mientras 1703 bonos eran bonos convencionales.

**Tabla 3. Distribución muestra bonos verdes y convencionales**

Clasificación	Cantidad	Porcentaje
Bonos Convencionales	1.703	90,4%
Bonos Verdes	180	9,6%

Total Muestra	1.883	100%
---------------	-------	------

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Bloomberg, 2021.

La tabla 4, sintetiza la composición de la muestra en los sectores económicos de Estados Unidos, donde se puede identificar que, del total de bonos verdes, el 50,6% son del sector de servicios públicos, 28,9% son del sector financiero y, el restante 20,6% se divide entre los demás sectores. Por otro lado, dentro de cada uno de los sectores, los bonos verdes tienen una baja participación en comparación con los bonos convencionales obtenidos en la muestra, únicamente llegan a ser representativos en los sectores de servicios públicos, donde representan un 48,9% de la muestra y en el sector financiero, donde llega a representar un 10,9% de los bonos totales tomados.

**Tabla 4. Composición sectores económicos muestra**

<b>SECTOR</b>	<b>BONOS CONVENCIONALES</b>	<b>BONOS VERDES</b>	<b>CANTIDAD TOTAL</b>
<b>Materias Primas</b>	50	2	52
<b>Comunicaciones</b>	130	5	135
<b>Consumo Cíclico</b>	185	4	189
<b>Consumo No Cíclico</b>	373	9	382
<b>Energía</b>	119	4	123
<b>Financiero</b>	425	52	477
<b>Industrial</b>	147	6	153
<b>Tecnología</b>	179	7	186

<b>Servicios Públicos</b>	95	91	186
<b>Total</b>	1703	180	1883

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Bloomberg, 2021.

Otra de las variables a tener en cuenta en el análisis, es la calificación crediticia dada por S&P de los diferentes bonos de la muestra, la cual provee información transparente de terceros sobre la capacidad de las diferentes empresas, en este caso las emisoras de los bonos, para cumplir con sus diferentes obligaciones y compromisos adquiridos con los bonos.

La tabla 5, muestra la distribución de los diferentes bonos tanto convencionales como verdes en las diferentes calificaciones S&P, donde se identifica que el 98,3% de los bonos de la muestra, son considerados bonos con grado de inversión que son tomados hasta el grado BBB. Por otro lado, se puede ver que apenas el 13,5% de los bonos verdes tienen una calificación igual o superior a AA-, el grueso se encuentra entre A+ y BBB que representan el 76% de la muestra total de este segmento.

**Tabla 5. Composición calificación S&P muestra**

<b>Calificación S&amp;P</b>	<b>Bonos Verdes</b>	<b>Bonos convencionales</b>	<b>Cantidad Total</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>AAA</b>	1	39	40	2,2%
<b>AA+</b>	4	52	56	3,0%
<b>AA</b>	1	39	40	2,2%
<b>AA-</b>	8	105	113	6,1%
<b>A+</b>	13	167	180	9,7%
<b>A</b>	33	174	207	11,2%
<b>A-</b>	33	313	346	18,6%
<b>BBB+</b>	26	468	494	26,6%

<b>BBB</b>	28	319	347	18,7%
<b>BBB-</b>	9	5	14	0,8%
<b>BB+</b>	4		4	0,2%
<b>BB</b>	9		9	0,5%
<b>BB-</b>	2		2	0,1%
<b>B</b>	2		2	0,1%
<b>B-</b>	2		2	0,1%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Bloomberg, 2021.

La tabla 6, resume la estadística descriptiva básica de las variables continuas de la muestra, que incluyen para cada una de las variables, el número de observaciones, promedio, desviación estándar, mediana, valor mínimo y valor máximo.

**Tabla 6. Estadística univariada de la muestra**

Variable	Obs.	PROMEDIO	dES. EST.	medianA	min	Max
<b>Duración (Años)</b>	1.883	14,3	11,2	10,0	2,0	100,3
<b>Cupón (%)</b>	1.883	3,2	1,1	3,2	0,4	6,6
<b>Issue Spread (%)</b>	1.883	145,8	79,5	130	20	604
<b>Issue Price (USD)</b>	1.883	99,6	0,8	99,8	87,9	118,6

*Estadística univariada de la muestra bonos convencionales*

VARIABLE	OBS	PROMEDIO	DES. EST.	MEDIANA	MIN	MAX
<b>Duración (Años)</b>	1.703	14,4	11,4	10,0	2,0	100,3
<b>Cupón (%)</b>	1.703	3,2	1,1	3,3	0,35	6,6
<b>Issue Spread (%)</b>	1.703	145,3	76,2	130	20	575
<b>Issue Price (USD)</b>	1.703	99,7	0,6	99,8	95,0	118,6

*Estadística univariada de la muestra bonos verdes*

VARIABLE	OBS	PROMEDIO	DES. EST.	MEDIANA	MIN	MAX
DURACIÓN	180	13,4	9,0	10,0	3,5	40,1
CUPÓN	180	3,0	1,2	2,9	0,653	6,6
ISSUE SPREAD	180	150,1	106,2	111	35	604
ISSUE PRICE	180	99,5	1,5	99,8	87,9	102

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Bloomberg, 2021.

La variable duración en promedio se ubica en 14 años, cuando se analiza el total de datos y los bonos convencionales, se refleja una leve disminución a 13,3 años para los bonos verdes. La dispersión entre la muestra es alta, se evidencian duraciones mínimas de 2 años y máximas de 100 años para los bonos convencionales, en comparación con un mínimo de 3,5 años y un máximo de 40 años para los bonos verdes, situación que se comprueba a través de sus altos coeficientes de variación.

Con relación al cupón, se evidencia una alta dispersión de los datos tanto en la muestra total como en los bonos verdes y convencionales. El coeficiente de variación para la muestra total y bonos convencionales, se ubican en 34,7% y 34,1% respectivamente, en tanto para los bonos verdes es del 40%. El promedio de cupón de los bonos verdes se ubica en el 2,99%, inferior en un 5,97% con relación al promedio de los convencionales.

Los datos del issue spread no generan grandes variaciones al analizar los datos en la muestra total y los convencionales, en promedio se obtienen 145,8 pbs y 145,3 pbs, respectivamente. Los bonos verdes reflejan una issue spread de 150,2 pbs con una alta dispersión equivalente a un coeficiente de variación del 70,7%. Para la variable de Issue Price, no se evidencia altas dispersiones en sus datos, en promedio los bonos verdes y convencionales fueron emitidos a un precio de 99. La Tabla 7 presenta la matriz de correlaciones de Pearson.

**Tabla 7. Matriz de correlación de Pearson de variables continuas**

	<i>SPREAD DE EMISIÓN</i>	<i>CUPÓN</i>	<i>PRECIO DE EMISIÓN</i>	<i>DURACIÓN</i>	<i>GREEN</i>
<i>SPREAD DE EMISIÓN</i>	1				
<i>CUPÓN</i>	0,61***	1			
<i>PRECIO DE EMISIÓN</i>	-0,09***	-0,11***	1		
<i>DURACIÓN</i>	0,17***	0,42***	-0,16***	1	
<i>GREEN</i>	0,02	-0,05**	-0,07***	-0,03	1

\*, \*\*, \*\*\* Respectivamente indican niveles de significancia del 10%, 5% y 1%.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Bloomberg, 2021.

Como se evidencia en la matriz de correlaciones, hay una correlación moderada del 0,4236 entre el cupón y la duración, con una significancia del 1%, lo que indica que hay poco riesgo al concluir que esta correlación en realidad existe.

Por lo tanto, se define que la variable cupón por su grado de correlación con la variable duración no será tomada en cuenta, al momento de correr las regresiones para evitar un problema de multicolinealidad.

## 4.2 Regresiones

**Tabla 8. Resultados regresiones por mínimos cuadrados ordinarios**

VARIABLE	(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)
Precio de Emisión	-6,15*** (2,09)	-6,27*** (2,08)	-3,10* (-1,78)	-23,21*** (-8,33)	-7,99** (-3,21)
Cupón			37,17*** ( 1,31)		
Duración	1,46*** (0,14)	1,55*** (0,15)		1,91*** (0,39)	0,89* (0,47)

Green	-19,20***	-10,29	-5,70	-35,56***	14,64
	(5,69)	(6,31)	(4,91)	(9,52)	(10,22)
Constante	738,28***	771,44***	336,32*	2429,79***	914,90***
	(208,36)	(207,84)	(178,24)	(831,46)	(319,61)
Dummies Calificación S&P	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Dummies Sector	No	Sí	No	No	No
No. Observaciones	1883	1883	1883	477	186
Valor F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
R2	0,27	0,28	0,46	0,24	0,34
R2 Ajustado	0,27	0,27	0,46	0,22	0,30
Error cuadrático medio (RMSE)	68,14	67,81	58,48	61,34	62,62

\*, \*\*, \*\*\* Respectivamente indican niveles de significancia del 10%, 5% y 1%,

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Bloomberg, 2021.

La Tabla 8 muestra los resultados de las regresiones por mínimos cuadrados ordinarios. Las especificaciones I, II y III toman en cuenta toda la muestra con 1883 observaciones, las especificaciones IV y V son idénticas a la especificación I, pero en ellas se toma solamente al sector financiero y de servicios públicos, respectivamente. La especificación I incluye todas las variables, excepto las dummies de sector y el cupón, lo cual explica en un 27,2% la variable spread de emisión. El coeficiente de -6,15 evidenció una relación negativa y estadísticamente significativa al 1% entre el spread y el precio de emisión, lo cual concuerda con el hecho que a menor spread mayor es el precio. También, se encontró una relación positiva y significativa al 1% entre el spread y la duración, lo cual coincide con que a mayor plazo mayor spread. Además, revela una relación negativa y significativa al 1% entre el spread y la etiqueta verde de los bonos, lo cual brinda a este estudio evidencias sobre la existencia del greenium.

La especificación II es la especificación I, incluyendo como variables independientes dummies de sector; la especificación III es la especificación I, pero se cambia la variable duración por cupón, ya que como lo indica la matriz de correlación (Tabla 7), hay una alta correlación y estadísticamente significativa entre ellas. Los resultados de las especificaciones II y III concuerdan con los resultados de la especificación I, excepto, que la relación entre el spread y la etiqueta verde no es significativa, aunque el resultado muestra que dicha relación es negativa.

Las especificaciones IV y V son idénticas a la especificación I, aplicado solamente al sector financiero y al sector de servicios públicos, respectivamente. Los resultados sobre el sector financiero (especificación IV) son completamente concordantes con los resultados de la especificación I. Los resultados sobre el sector de servicios públicos concordaron respecto a la relación negativa y significativa al 1% entre spread y el precio, lo mismo ocurre con la relación positiva y significativa al 10% entre el spread y la duración. Por su parte, el resultado de la relación entre el spread y el título verde de los bonos da positiva y es no significativa. El análisis de la regresión de todos los escenarios se encontró que los resultados de las dummies de la calificación crediticia de los títulos dada por S&P, coinciden con que las mejores calificaciones crediticias tienen un menor aporte al spread que las calificaciones más bajas. En síntesis, los resultados de las regresiones OLS presentaron evidencia de la existencia del greenium para la muestra total y para el sector financiero.

Se concluye entonces que en el sector de servicios públicos no se cumple la premisa en estudio, en la cual los inversionistas están dispuestos a pagar una prima en los bonos por tener el título de verde, lo que se refleja en un menor spread de emisión.

### 4.3 Análisis PSM en Stata

Para determinar los efectos del tratamiento de la etiqueta verde en el spread de emisión, se realiza el proceso de PSM en el software Stata únicamente para el sector Financiero, por ser uno de los sectores más activos en la emisión de estos bonos y por cumplir el nivel de significancia en la regresión probit que exige la metodología. Las variables independientes utilizadas fueron calificación, duración y precio de emisión, obteniendo los siguientes resultados.

**Tabla 9. Resultados análisis PSM Sector Financiero**

<b>Emparejamiento</b>	<b>Vecino más cercano</b>	<b>Radio</b>	<b>Kernel</b>	<b>Estratificación</b>
ATT	-37,85**	-41,34***	-40,80***	-36,52***
Error estándar	21,54	2,85	6,95	7,85
No. Observaciones tratadas	48	48	48	48
No. Observaciones No tratadas	38	300	300	300

\*, \*\*, \*\*\* Respetivamente indican niveles de significancia del 10%, 5% y 1%.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Bloomberg, 2021.

La Tabla 4 muestra que el sector financiero posee 425 bonos convencionales y 52 bonos verdes. Al realizar el análisis PSM se determinan los puntajes de propensión, es decir, la probabilidad de recibir el tratamiento de etiqueta verde, ubicándolo entre un soporte común del 5% al 25%, y se obtienen dos bloques que garantizan la similitud del puntaje de propensión y las características de las variables independientes dadas entre las observaciones, disminuyendo la muestra a 300 bonos convencionales y 48 bonos verdes.

Entre los cuatro algoritmos de coincidencia propuestos en esta investigación para el sector financiero, que se detallan en la Tabla 9, encontramos que el efecto de tratamiento promedio ATT es inversamente proporcional a la variable de tratamiento, es decir, que al tener la

etiqueta verde los bonos están reflejando un spread de emisión menor en puntos porcentuales de 37,8 41,3; 40,8 y 36,5 para las metodologías de emparejamiento de vecino más cercano, radio, Kernel y estratificación, respectivamente, siendo consistentes los resultados entre ellos con un promedio de 39,131 puntos porcentuales.

La diferencia que se observa entre las cuatro alternativas de emparejamiento son la cantidad de observaciones tratadas y no tratadas, siendo el algoritmo de vecino más cercano el que arrojó la menor cantidad de observaciones no tratadas, por lo que se evidencia un mayor error estándar, en comparación con las otras tres metodologías que encajaron todas las observaciones no tratadas dadas por el modelo para este sector.

Adicional a lo anterior, utilizamos la prueba t de Welch, tomando las variables de spread de emisión y la dummy de bono verde, lo que nos permitió identificar las diferencias entre el spread promedio de las observaciones tratadas, es decir, los bonos verdes y las no tratadas o de control, que son los bonos convencionales, tal como se detalla en la Tabla 10. Se puede apreciar que el spread de emisión de los bonos verdes es 23 puntos porcentuales, menor en comparación con el bono convencional o de control, con un nivel de significancia del 5%.

La Tabla 10 consolida los resultados obtenidos para el sector financiero del efecto promedio del tratamiento en las observaciones tratadas bajo el PSM, los coeficientes de las regresiones bajo el OLS de la variable dummy Green y t Test con corrección de Welch, lo que refleja consistencia entre los resultados, arrojando en promedio una disminución del spread de emisión entre 35,5 y 41,3 puntos básicos, con un nivel de significancia de los modelos del 1%, por lo que nos permite ratificar nuestra conclusión de la existencia de una prima para los bonos verdes, es decir, la existencia de greenium para el sector financiero.

**Tabla 10. Efecto promedio del tratamiento en las tratadas**

Método de estimación	Efecto del tratamiento en los tratados
T-Test	-23,09**
Regresión con Dummy	-35,56***
ATT Vecino Cercano	-37,85**
ATT Radio	-41,35***
ATT Kernel	-40,80***
ATT Estratificación	-36,52***

\*, \*\*, \*\*\* Respectivamente indican niveles de significancia del 10%, 5% y 1%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Bloomberg, 2021.

Gianfrate y Pery (2019) en su investigación bajo la misma metodología del PSM en la muestra del sector corporativo, encontraron, con una significancia del 1%, un menor spread de emisión entre un rango de -19,7 y -22,5 puntos básicos, resultados que también guardaron relación con la metodología de OLS utilizada, reflejando la existencia de la prima por la etiqueta verde del título. Resultados similares bajo la metodología del PSM y con una muestra de 2000 bonos verdes y 180.000 convencionales, obtienen los autores Ulrike, Petreski y Stephan (2021), y en su estudio concluyen la existencia de un greenium en el mercado primario en un rango de -15 a -20 puntos básicos.

Del mismo modo, encontramos que MacAskill et al. (2020), confirman la existencia de una prima verde, basados en un estudio sistemático de literatura publicada entre 2007 y 2019, donde el 56% confirma esta tesis y calcula el greenium en promedio entre 1 a 9 puntos básicos, sin embargo, dejan claridad que la heterogeneidad metodológica en su cálculo y las variables utilizadas presenta ambigüedades en los resultados. Lo anterior se ratifica en la investigación realizada por Larcker y Watts (2020), donde sostienen que el greenium es

esencialmente zero, justificados en regresiones realizadas de los rendimientos de los bonos verdes y convencionales emitidos en montos similares, en las mismas fechas y de los mismos emisores, dando como resultados un spread de emisión de -11,0 para los bonos verdes y -11,8 para los bonos convencionales.

En los informes semestrales de precios de bonos verdes en el mercado primario, elaborados por el CBI, aunque difieren de la metodología utilizada en este trabajo de investigación, también reflejan una tendencia de un menor spread de emisión en los bonos verdes, considerando como factor clave la preocupación de los inversores verdes en generar impacto en el medio ambiente, por medio de la asignación de sus inversiones en estos proyectos.

## Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones

Para cumplir con los ODS que se han planteados en el acuerdo de París, es necesario realizar cambios sin precedentes en los sistemas financieros y sociales a nivel mundial. Los mercados de capitales empiezan a jugar un papel relevante, con un mercado cada vez más grande de bonos verdes, que ofrece a los inversionistas una oportunidad para aportar en la transición hacia una economía con menores impactos ambientales.

Desde la emisión del primer bono verde en 2007, el crecimiento de este mercado ha sido de manera exponencial, lo que muestra una acogida cada vez mayor por este tipo de iniciativas. En esta investigación se buscó entender si los inversionistas en el mercado americano, estaban otorgando una prima a bonos verdes en el mercado primario, generando un greenium que se podía identificar por un menor spread de emisión en este subconjunto de bonos, para esto se utilizaron diferentes procedimientos estadísticos y econométricos, como la estadística descriptiva, regresiones múltiples por OLS, prueba t de Welch y análisis PSM. La estadística descriptiva permitió identificar independencia entre las variables utilizadas spread de emisión, cupón, precio de emisión, duración y la variable dummy green, por medio de matrices de correlación y se concluyó que había una moderada entre las variables cupón y la variable duración.

Las regresiones OLS analizadas, demostraron que la variable green era inversamente proporcional al spread de emisión y que era una variable significativa para el modelo, en el escenario I, donde se tomaba toda la muestra sin la variable cupón para evitar un problema de multicolinealidad por la correlación existente con la variable duración, y en el escenario V, donde se tomaron únicamente los datos del sector financiero, confirmando la teoría de que los inversionistas están dispuestos a pagar una prima por la etiqueta verde de estos

instrumentos financieros, ya que cuando la variable dummy toma el valor de 1, correspondiente a que es un bono verde, el spread de emisión baja.

Por otro lado, estos mismos análisis de regresiones, mostraron que el sector es una variable importante para esta investigación, ya que al realizar el estudio únicamente para el sector de servicios públicos correspondiente al escenario V, la variable green no solo no era representativa para el modelo, sino que también era directamente proporcional al spread de emisión, por lo que en este escenario, al contrario, se castigaría la etiqueta verde en el bono. En línea con lo concluido por la metodología de regresiones, se realizó prueba t de Welch para los datos del sector financiero, obteniendo un resultado negativo, alineado con los resultados obtenidos en las regresiones, donde los bonos verdes tienen un spread de emisión 23,1 puntos porcentuales menor, en comparación con los bonos convencionales, información que permitió aceptar de forma preliminar la hipótesis de la existencia de un greenium en el sector financiero.

Los resultados también fueron satisfactorios para los modelos de PSM utilizados en el análisis de los datos del sector financiero, vecino más cercano, radio, kernel y estratificación, donde el efecto en el subconjunto tratado osciló entre -0,37 y -0,41, ratificando por este método los resultados obtenidos por las dos metodologías anteriores.

Se concluye entonces que, para el sector financiero, la etiqueta verde sí es una variable significativa, que tiene una relación inversa con el spread de emisión y que, por lo tanto, si hay una existencia de greenium para este sector, en los demás sectores por falta de resultados concluyentes, no se puede ratificar la existencia de esta prima para los bonos clasificados como green.

Los bonos verdes, por lo tanto, pueden representar una forma efectiva para lograr un menor costo de capital para las organizaciones listadas en bolsa del sector financiero estadounidense, que necesiten recursos para financiar o refinanciar proyectos calificados como verdes.

Es poco probable que estos resultados sean generalizables a otros mercados o sectores, ya que como se demostró en los resultados, en Estados Unidos que es el país más grande en el mercado de bonos verdes, sectores como el de servicios públicos no presentan este comportamiento, donde se evidencia un greenium en esta clase de activos verdes. Por otro lado, hay sectores poco desarrollados en este tipo de instrumentos, por lo cual no se pudo realizar un estudio que arrojara evidencia concluyente sobre la existencia de greenium en estos.

Este trabajo de investigación no tiene alcance suficiente para identificar si en los bonos verdes de estudio hay un green washing, lo que significa el uso de los recursos destinados a proyectos verdes en otros fines, esto genera una oportunidad de futuras investigación con el fin de evaluar los impactos ambientales que están logrando los recursos canalizados por este tipo de inversiones. Por otro lado, se sugiere hacer este análisis en periodos posteriores, donde el mercado de bonos verdes se encuentre más desarrollado en otros sectores, para validar si existe un greenium como en el sector financiero, o por el contrario, como en el sector de servicios públicos, no se identifica. De igual manera, se considera necesario en un futuro evaluar la existencia de un greenium en países con condiciones económica diferentes, como países en vía de desarrollo, los cuales son foco en inversiones verdes.

## Referencias

- Agliardi, E., & Agliardi, R. (2019). Financing environmentally-sustainable projects with green bonds. *J. Environ. Dev. Econ.*, 1-16.
- AMV. (2013). *Autorregulador del mercado de valores de Colombia*. Obtenido de [www.credicorpcapitalcolombia.com/uploads/userfiles/file/amv/Cartilla%20Todo%20lo%20que%20debe%20saber%20sobre%20Bonos.pdf](http://www.credicorpcapitalcolombia.com/uploads/userfiles/file/amv/Cartilla%20Todo%20lo%20que%20debe%20saber%20sobre%20Bonos.pdf)
- Arias, A. S. (2018). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/bono.html>
- Ayora, A. G. (2021). Los bonos sostenibles despegan: Las emisiones duplican las del 2020. *El Economista*, 6.
- Baker, M., Bergstresser, D., Serafeim, G., & Wurgler, J. (Octubre de 2018). Financing the Response to Climate Change: The Pricing and Ownership of U.S. Green Bonds. *NBER Working Paper No. 25194*.
- Banco Mundial, D. M. (2018). *Green Bond Impact Report 2018 - 10 Years of Green Bonds*. [treasury.worldbank.org/capitalmarkets](https://www.bancomundial.org/capitalmarkets). Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2019/03/18/10-years-of-green-bonds-creating-the-blueprint-for-sustainability-across-capital-markets#>
- Banco Santander. (16 de 11 de 2021). *¿Qué son los bonos verdes?* Obtenido de <https://www.santander.com/es/stories/que-son-los-bonos-verdes>
- BBVA. (2017). *Bonos verdes: qué son y cómo funcionan*. Obtenido de Comunicaciones: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/bonos-verdes-que-son-que-financian/>
- Bloomberg. (Octubre de 2021). *Base de datos*. Bloomberg Anywhere. Medellín, Antioquia, Colombia.
- BMO Retirement Services. (2012). *BMO*. Obtenido de [https://www.bmo.com/mybmoreirement/pdf/resource-library/11-325-157\\_BHBMi436\\_Explicacion\\_de\\_las\\_7-3.pdf](https://www.bmo.com/mybmoreirement/pdf/resource-library/11-325-157_BHBMi436_Explicacion_de_las_7-3.pdf)
- Caliendo, M., & Kopeinig, S. (2008). Some Practical Guidance For The Implementation of Propensity Score Matching. *Journal of Economic Surveys*, 22, 31-72.

- Climate Bond Initiative. (2021). *North America State of the Market*. Amundi and Moody's ESG Solutions. Obtenido de [climatebonds.net/files/reports/north\\_america\\_sotm\\_final.pdf](https://climatebonds.net/files/reports/north_america_sotm_final.pdf)
- Climate Bonds Initiative. (Abril de 2021). *Climate Bonds Initiative*. Recuperado el 03 de 09 de 2021, de Sustainable debt: Global state of the market 2020: [https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi\\_sd\\_sotm\\_2020\\_04d.pdf](https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi_sd_sotm_2020_04d.pdf)
- Climate Bonds Initiative Market Data. (19 de Abril de 2022). *Climate Bonds Initiative Market Data*. Recuperado el 19 de Abril de 2022, de <https://www.climatebonds.net/market/data/>
- Comisión Europea. (s. f.). *Consecuencias del cambio climático*. Obtenido de Consecuencias del cambio climático: [https://ec.europa.eu/clima/climate-change/climate-change-consequences\\_es](https://ec.europa.eu/clima/climate-change/climate-change-consequences_es)
- Deloitte S-Latam, S.C. (2021). *Point of View. ESG Desmitificando las Inversiones de Impacto*. Argentina: [www.deloitte.com](http://www.deloitte.com).
- Domínguez, M. (2021). Los bonos sostenibles despegan: las emisiones duplican las de 2020. *Inversión a fondo - El Economista*, 6.
- FundsPeople. (28 de Julio de 2020). *FundsPeople*. Obtenido de <https://fundspeople.com/es/glosario/green-washing-y-greenium-dos-terminos-que-anadir-al-diccionario-isr/>
- Gianfrate, G., & Peri, M. (2019). The green advantage: Exploring the convenience of issuing green bonds. *Journal of Cleaner Production* 219, 127-135.
- GIIN Global Impact Investing Network. (Junio de 2020). *Annual Impact Investor Survey 2020*. Obtenido de Annual Impact Investor Survey 2020: <https://thegiin.org/assets/GIIN%20Annual%20Impact%20Investor%20Survey%202020.pdf>
- Gitman, L. J., & Joehnk, M. (2009). *Fundamento de Inversiones* (Décima edición). México: Pearson Educación.
- Hanke, J. E., & Wichern, D. W. (2006). *Proóscicos en los negocios*. Ciudad de México: Pearson.
- Harrison, C. (Marzo de 2022). *Green Bond Pricing in the Primary Market H2 2021*. Obtenido de Climate Bonds Initiative: <https://www.climatebonds.net/get-involved>
- Harrison, C. (Marzo 2021). *Green Bond Pricing In The Primary Market*. Climate Bonds Initiative.

- Harrison, C. (Septiembre 2021). *Green Bond Pricing In the Primary Market H1 2021*. Climate Bonds Initiative.
- International Capital Market Association. (Junio de 2018). *ICMA Group*. Recuperado el 03 de Septiembre de 2021, de Green Bond Principles (GBP):  
<https://www.icmagroup.org/sustainable-finance/the-principles-guidelines-and-handbooks/green-bond-principles-gbp/#translations>
- Karpf, A., & Mandel, A. (2018). The changing value of the green label on th US municipal bond market. *Nat. Clim. Change* (2), 161-165.
- Larcker, D., & Watts. (2020). Where's the greenium. *Journal of Accounting and Economics*.
- Luke, B. D., & Zota, C. (2021). *From Grass to Mass: An Index-Based Approach to Measuring Greenium in Green Bonds*. S&P Dow Jones Indices.
- Ma, C., Schoutens, W., Beirlant, J., De Spiegeleer, J., & Van Kleeck, R. (Octubre de 2020). *Are green bonds different from ordinary bonds? A statistical and quantitative point of view (No. 394)*. National Bank of Belgium. Brussels, Belgium: NBB Working Paper. Obtenido de  
<https://www.nbb.be/doc/ts/publications/wp/wp394en.pdf>
- MacAskill, S., Roca, E., Liu, B., Stewart, R., & Sahin, O. (2020). Is there a green premium in the green bond market? Systematic literature review revealing premium determinants. *Journal of Cleaner Production*.
- ONU. (15 de Septiembre de 2015). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Obtenido de  
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Preclaw, R., & Bakshi, A. (18 de Septiembre de 2015). *Environmental Finance*. Obtenido de  
<https://www.environmental-finance.com/content/research/the-cost-of-being-green.html>
- Regan, H. (29 de Octubre de 2021). *Estados Unidos y China son los mayores emisores de gases de efecto invernadero del mundo. Pero, ¿quién es peor?* Obtenido de CNN Clima:  
<https://cnnespanol.cnn.com/2021/10/29/estados-unidos-china-emisiones-carbono-crisis-climatica-trax/>
- Singular Bank. (10 de 12 de 2021). *SelfBank*. Obtenido de <https://blog.selfbank.es/greenium-los-bonos-verdes-tienen-prima/>

Soe , A. M., Xie, H., Luke, B., & Horan, K. (Noviembre de 2019). *S&P Dow Jones Indices*.

Obtenido de S&P Dow Jones Indices: <https://www.spglobal.com/spdji/es/>

Swiss Re Institute . (Febrero de 2020). *Sigma*. Obtenido de Sigma:

[https://www.swissre.com/dam/jcr:25919484-6966-4d47-b0a0-](https://www.swissre.com/dam/jcr:25919484-6966-4d47-b0a0-bcb48629d8bc/sigma2_2020_es.pdf)

[bcb48629d8bc/sigma2\\_2020\\_es.pdf](https://www.swissre.com/dam/jcr:25919484-6966-4d47-b0a0-bcb48629d8bc/sigma2_2020_es.pdf)

Ulrike, L., Petreski, A., & Stephan, A. (19 de Febrero de 2021 Drivers of green bond issuance and new evidence on the greenium.Obtenido *Eurasina Economic Review*:

<https://doi.org/10.1007/s40822-020-00165-y>

Universidad Eafit, Fundación EU-LAC, Hill Consulting, Get2C. (Septiembre 2020). *El Potencial de los Mercados de Bonos Verdes en América Latina y el Caribe*. Hamburgo, Alemania.

US Department of State. (2021). *Sustainable development goals*. Obtenido de

<https://sdg.data.gov/es/reporting-status/>

Wooldridge, J. M. (2010). *Introducción a la econometría: Un enfoque moderno*. México: Cengage Learning.

Zerbib, O. (2019). The effect of pro-environmental preferences on bond prices: evidence from green bonds. *J. Bank. Finance* 98, 39-60.