



Universidad Veracruzana  
Facultad de Estadística e Informática  
Región Xalapa

Especialización en Métodos Estadísticos

**Rentabilidad y desempeño de los bonos verdes en el  
mercado primario mexicano durante el período  
2015–2024**

Tesis  
para obtener el diploma de Especialista en  
Métodos Estadísticos

Presenta:  
**Marely Miguel Rodríguez**

Directora:  
Dra. Cecilia Cruz López

Agosto de 2025

“Lis de Veracruz: Arte, Ciencia, Luz”



Universidad Veracruzana

Facultad de Estadística e Informática  
Región Xalapa

Especialización en Métodos Estadísticos

***Rentabilidad y desempeño de los bonos verdes en el  
mercado primario mexicano durante el período 2015–  
2024***

Tesis para obtener el diploma de Especialista en  
Métodos Estadísticos

Presenta:  
Marely Miguel Rodríguez

Directora:  
Dra. Cecilia Cruz López

Codirector:  
Dr. Daniel Arturo Romero León

## **Agradecimientos**

A Dios, por su amor y bondad infinitos, por acompañarme en cada paso de este proceso, iluminar mi mente en los momentos de duda y darmel a sabiduría para seguir adelante. Gracias por poner en mi camino a las personas que fueron apoyo y compañía en esta etapa.

A mi mamá, por ser el pilar más firme de mi vida. Gracias por tu amor incondicional, por sostenerme y por estar ahí incluso en los momentos en que yo misma dudaba. Esta meta es tan tuya como mía.

A la Dra. Cecilia Cruz López, directora de esta tesis, por su mira experta, su paciencia y su confianza en mi capacidad para desarrollar esta investigación. Su guía ha sido esencial para dar forma y sentido a este trabajo.

Al Dr. Daniel Romero León, codirector de esta investigación, con quien comparto ya varios años de trabajo académico y aprendizaje. Más allá de esta tesis, agradezco profundamente su presencia constante, su compromiso y su capacidad de empujarme siempre un poco más allá, su acompañamiento ha sido clave para que esta investigación no sólo sea sólida, sino también significativa.

Al Dr. Mario Miguel Ojeda Ramírez, por su orientación en los primeros pasos de mi formación estadística. Su claridad y disposición sentaron las bases sobre las que más adelante pude construir, junto a mi directora, el trabajo que hoy concluyo.

A los profesores de la Especialidad en Métodos Estadísticos, por brindarme las herramientas necesarias para abordar este proyecto con mayor profundidad y solidez. En especial, al Mtro. Emmanuel Morales García, por su disposición, claridad y apoyo constante dentro y fuera del aula, su acompañamiento me mostró que la academia también puede ser un espacio de amistad y confianza.

A mis amigas y amigos, por estar ahí cuando más lo necesitaba. Por escuchar, por animar y por recordarme que no todo es tesis. Gracias por sostenerme sin que lo pidiera, por celebrar mis avances como propios y por acompañarme en cada paso del camino.

# Índice

<b>Introducción .....</b>	<b>3</b>
<b>I. Capítulo.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Planteamiento del problema .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2 Preguntas de investigación.....</b>	<b>10</b>
1.2.1     Pregunta general .....	10
1.2.1.1   Preguntas particulares .....	10
<b>1.3 Objetivos.....</b>	<b>10</b>
1.3.1     Objetivo general.....	10
1.3.1.1   Objetivos particulares .....	10
<b>1.4 Hipótesis.....</b>	<b>11</b>
<b>1.4 Justificación .....</b>	<b>11</b>
<b>2. Capítulo: Marco referencial.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Marco conceptual .....</b>	<b>13</b>
2.1.1     Mercado de valores.....	13
<i>Mercado de deuda</i> .....	13
<i>Mercado primario</i> .....	13
<i>Mercado secundario</i> .....	13
2.1.2     Sustentabilidad.....	13
<i>Finanzas sustentables</i> .....	14
<i>Criterios ASG</i> .....	14
<i>Ambientales</i> .....	14
<i>Sociales</i> .....	15
<i>Gobernanza</i> .....	15
<i>Taxonomías de las finanzas sustentables</i> .....	15
<i>Tipos de instrumentos de financiamiento sustentables</i> .....	16
<i>Fondos de inversión que aplican criterios ASG</i> .....	16
<i>Fondos de inversión solidarios o éticos</i> .....	16
<i>Bonos</i> .....	17
<i>Clasificación de los bonos</i> .....	17
<i>Variables Clave</i> .....	18
<i>Clasificación de riesgo de los bonos</i> .....	19
<i>Bonos temáticos</i> .....	20
<i>Bonos sociales</i> .....	20
<i>Bonos ligados a la sostenibilidad (LBS)</i> .....	20
<i>Bonos verdes</i> .....	20
<i>Tipos de bonos verdes</i> .....	20
<i>Principios de bonos verdes</i> .....	21
<i>Climate bond taxonomy</i> .....	22
<i>Actores Principales en el mercado</i> .....	23
<i>Prima verde</i> .....	24
<b>2.2 Teorías .....</b>	<b>25</b>

2.2.1	Teoría financiera .....	25
<i>Teoría moderna de portafolios</i>	.....	25
<i>Teoría de la preferencia de liquidez</i>	.....	26
<i>Teoría de segmentación de mercados</i>	.....	27
<i>Teoría del hábitat preferido</i>	.....	27
<b>2.3</b>	<b>Antecedentes .....</b>	<b>29</b>
2.3.1	El camino para los bonos verdes .....	29
2.3.2	Panorama global del mercado de bonos verdes .....	31
2.3.3	Panorama en México del mercado de bonos verdes .....	32
2.3.4	Estado del arte .....	33
<b>3. Capítulo: Metodología .....</b>	<b>36</b>	
<b>3.1</b>	<b>Tipo de estudio .....</b>	<b>36</b>
3.1.1	Descripción de diseño .....	36
<b>3.2</b>	<b>Población objetivo.....</b>	<b>37</b>
<b>3.3</b>	<b>Diseño de la estrategia de análisis de datos.....</b>	<b>39</b>
<b>4. Capítulo: Resultados .....</b>	<b>40</b>	
<b>4.1</b>	<b>Análisis Cuantitativo .....</b>	<b>40</b>
4.1.1.	Análisis Exploratorio .....	40
4.1.2	Análisis principal .....	44
<b>4.2</b>	<b>Análisis Cualitativo.....</b>	<b>60</b>
<b>5. Discusiones.....</b>	<b>64</b>	
<b>6. Conclusiones.....</b>	<b>66</b>	
<b>Referencias .....</b>	<b>70</b>	
<b>Anexos .....</b>	<b>77</b>	
<b>Preguntas entrevista semiestructurada .....</b>	<b>77</b>	

## **Índice de tablas**

<b>Tabla 1.</b> Impactos Ambientales, Sociales y Económicos en México debido al Cambio Climático .....	7
<b>Tabla 2.</b> Categorías de riesgo de los instrumentos de inversión .....	19
<b>Tabla 3.</b> Operacionalización de las variables.....	37
<b>Tabla 4.</b> Medidas de dispersión y de tendencia central .....	42
<b>Tabla 5.</b> Correlación entre variables .....	43
<b>Tabla 6.</b> Número de emisiones por tipo de bono y periodo .....	44
<b>Tabla 7.</b> Monto total acumulado por tipo de bono y tipo de emisor (en millones de USD) .....	45
<b>Tabla 8</b> Parámetros óptimos del modelo Random Forest .....	49
<b>Tabla 9.</b> Desempeño del modelo Random Forest.....	49
<b>Tabla 10.</b> Importancia de las variables predictoras en el modelo .....	50
<b>Tabla 11.</b> Métricas de desempeño del modelo 2 de Random Forest.....	52
<b>Tabla 12.</b> Importancia de variables del modelo 2 de Random Forest.....	53
<b>Tabla 13.</b> Variables principales incluidas .....	56
<b>Tabla 14.</b> Resultados del Modelo 1 (errores estándar robustos por clúster) .....	57
<b>Tabla 15.</b> Resultados del Modelo 2 (errores estándar robustos por clúster) .....	58

## **Índice de Figuras**

<b>Figura 1.</b> Proporción de emisiones por periodo dentro de cada tipo de bono .....	40
<b>Figura 2.</b> Proporción de emisiones publico vs privadas dentro de cada tipo de bono .	41
<b>Figura 3.</b> Monto total emitido por tipo de bono y tipo de emisor en México (2015–2024) .....	44
<b>Figura 4.</b> Distribución de la tasa cupón promedio por tipo de bono.....	46
<b>Figura 5.</b> Distribución de la tasa cupón promedio por tipo de emisor .....	46
<b>Figura 6.</b> Tasa CETES vs. Rendimiento por tipo de bono temático .....	47
<b>Figura 7.</b> Tasa de referencia (Banxico) vs. Rendimiento por tipo de bono temático...	48
<b>Figura 8.</b> Relación entre rendimientos reales y predichos.....	51
<b>Figura 9.</b> Rendimientos reales vs. predichos por tipo de bono.....	52
<b>Figura 10.</b> Relación marginal estimada con la tasa cupón, manteniendo constantes los demás predictores.....	55
<b>Figura 11.</b> Tasa cupón (%) según Certificación CBI.....	59

## **Introducción**

Puede o no sorprender el contexto global en el que se encuentra actualmente la sociedad, marcado por la crisis climática y la búsqueda del desarrollo sostenible, por lo que cada vez más son los actores que se deben sumar a la contribución de estos objetivos y es por ello que, los mercados financieros han comenzado a desempeñar un papel clave en la movilización de recursos hacia proyectos con impactos ambientales positivos. Entre los instrumentos que han cobrado relevancia en este proceso destacan los bonos verdes, títulos de deuda emitidos con el compromiso explícito de financiar iniciativas que contribuyan a la mitigación o adaptación al cambio climático y si bien su uso se ha expandido rápidamente en mercados desarrollados, en países emergentes como México su evolución presenta características particulares que merecen un análisis detallado.

Durante la última década, el mercado de bonos temáticos en México ha mostrado un crecimiento notable, impulsado tanto por iniciativas del sector público como por un mayor interés de inversionistas en incorporar criterios ambientales, sociales y de gobernanza (ASG) en sus decisiones financieras, sin embargo, aún persisten diversas interrogantes en torno al desempeño de estos instrumentos, su efectividad para canalizar financiamiento sostenible y los factores que explican sus niveles de rentabilidad es que particularmente en el caso de los bonos verdes, resulta pertinente examinar si ofrecen condiciones competitivas frente a otros instrumentos de deuda tradicionales y temáticos, y cuáles son los elementos que inciden en su rendimiento dentro del mercado primario.

Actualmente la literatura académica y técnica ha avanzado en el análisis de la *greenium*, entendida como la posible diferencia de rendimiento entre bonos verdes y sus equivalentes convencionales, donde los estudios existentes presentan resultados contradictorios donde algunos estudios reportan la existencia de una prima positiva, otros señalan resultados ambiguos o dependientes del contexto, asimismo, aunque se ha identificado dentro de la literatura que factores como la certificación de sostenibilidad, el tipo de emisor o la duración del bono pueden influir en la tasa ofrecida, la mayoría de estas investigaciones se han centrado en mercados secundarios o contextos internacionales, dejando un vacío en el caso mexicano.

Teniendo esta consideración, esta tesis busca contribuir a cerrar esa brecha mediante un análisis específico del mercado primario de bonos verdes en México durante el periodo

2015 al 2024, y en particular, se propone analizar la evolución de su emisión, comparar su rendimiento frente a otros bonos temáticos y CETES, y explorar la influencia de variables como el tipo de bono, el emisor, el plazo, la inflación, la tasa de referencia y la certificación CBI sobre su comportamiento financiero.

Es con esto, que la presente investigación busca responder a la pregunta de: ¿Cómo ha evolucionado el mercado primario mexicano de bonos verdes en México durante el periodo de 2015 a 2024, y que factores influyen en su rendimiento en comparación con otros bonos temáticos?

Para lograr lo anterior, la tesis se estructura en cinco capítulos que brindaran un recorrido que permitirá construir una visión general de este fenómeno en estudio. Dentro del primer capítulo se presenta el planteamiento del problema, lo que incluye la particularidad que nos llevó al origen del estudio, constituyendo la base de la misma, aquí se incluyen a su vez la justificación, objetivos e hipótesis; el segundo capítulo abarca el marco referencial, donde se integran los principales fundamentos teóricos, conceptuales y empíricos que sustentan y contextualizan la investigación.

Por otra parte, el tercer capítulo integra la metodología adoptada, por lo que se describe la construcción de la base de datos utilizada, las variables de interés y las técnicas estadísticas empleadas que permiten examinar el comportamiento y rendimiento de los bonos verdes, posteriormente sigue el capítulo de los resultados, que como su nombre indica que presentan los principales resultados obtenidos tras aplicar la metodología, que por un lado se plasman los hallazgos derivados del procesamiento de los datos, el comportamiento de las variables seleccionadas y el desempeño de los modelos; y por el otro lado se integran los resultados cualitativos provenientes de la entrevista semiestructurada.

Finalmente, los últimos dos capítulos corresponden a la discusión y conclusiones, respectivamente. En el primero, se interpretan los resultados obtenido a la luz del marco teórico y de la contextualización específica del mercado, lo que incluye las divergencias, coincidencia y hallazgos relevantes; y en el capítulo final, de manera más sintetizada se presentan las conclusiones principales de la investigación, el cumplimiento de los objetivos y de la hipótesis previamente planteada, así como la propuesta de líneas de investigación que podrían enriquecer el análisis tras identificar las limitaciones del mismo. Resultado con esto, un trabajo que busca aportar no solo desde la parte crítica y empírica sobre los bonos verdes

en el país, sino también considera el potencial de este tipo de herramientas en la transformación estructural de la arquitectura financiera sostenible.

# I. Capítulo: Problemática

## 1.1 Planteamiento del problema

La ONU menciona que para poder hacer frente al cambio climático se requiere de una financiación considerablemente fuerte, y no es para menos, se estima que alcanzar los objetivos de mitigación requiere de alrededor de 100 a 300 billones de dólares de aquí al 2030 (Keller y O’Neal, 2023). No obstante, se enfrenta una falta de coordinación internacional, conflictos de intereses económicos y políticos que obstaculizan que alcancemos el progreso necesario (ONU, 2024), lo que ha resultado en una crisis climática en constante aumento, donde los fenómenos meteorológicos extremos, como los huracanes, inundaciones, sequías y olas de calor están a la orden del día, cada vez más frecuentes e intensos, sumando a esto la pérdida de biodiversidad, la cual avanza a un ritmo alarmante, llevando a miles de especies a la extinción.

En el 2023, el *Barcelona Supercomputing Center* (BSC, 2024) lo confirmó como el año más caluroso jamás registrado, superando temperaturas medias mundiales de 1.48º C de las condiciones preindustriales, lo que a su vez preveía los próximos años de aumento, con una probabilidad del 74 % de que el 2024 superara por primera vez el aumento de temperaturas de 1.50º C, y si bien lo anterior ya puede considerarse grave por sí solo, se potencializa cuando se considera que sus impactos no solo son ambientales, sino que se presentan también repercusiones económicas y sociales, especialmente hablando en términos de la amplificación de las desigualdades, pues las comunidades más vulnerables, que irónicamente son menos responsables de las emisiones de carbono, son las que se encuentran en la primera línea de impacto. (Alestring et al. 2024).

En marco de lo anterior, los países de Latinoamérica, a pesar de no haber contribuido significativamente al cambio climático en comparación a los países desarrollados, se enfrentan a una vulnerabilidad inherente a causa de su ubicación geográfica (Yuan y Gallagher, 2018). En México, por ejemplo, el Instituto de Ciencias Atmosféricas y Cambio Climático (ICAYCC) de la UNAM, durante el mes de mayo del 2024 mostró que se rompieron los registros históricos de temperatura (ICAYY, 2024), lo que alude aún más a la urgencia de abordar estos desafíos de manera efectiva, pues gran parte de los sectores económicos en el país, como la agricultura o el turismo, dependen en gran medida de las

condiciones climáticas, por lo que de no responder a la situación como lo amerita a través de la inversión en acciones climáticas, los impactos económicos, ambientales y sociales, podrían resultar más costosos o en el peor de los casos, irreparables.

**Tabla I. Impactos Ambientales, Sociales y Económicos en México debido al Cambio Climático**

Categoría	Cambios Observados
Ambientales	<p>Aumento promedio de 1.69 °C desde 1900 en México, comparado con 1.23 °C a nivel global.</p> <p>Tasa de incremento del 2.88 °C por siglo en México, frente a 1.90 °C global.</p> <p>Se han duplicado los días con temperaturas máximas superiores al percentil 90 (TX90p) desde 1970.</p> <p>Aumento en la frecuencia e intensidad de olas de calor.</p> <p>Incremento promedio de la precipitación 3.10 mm/mes por siglo desde inicios del siglo XX.</p> <p>Cambios significativos en la distribución de la lluvia, con aumentos en verano y otoño.</p> <p>Aumento de días consecutivos secos, de un promedio de 70.00 a cerca de 80.00 días por año.</p> <p>Aumento del 25.00 % en la proporción de días muy lluviosos, del 21.00 % al 26.00 %.</p> <p>Mayor duración y severidad de las sequías, afectando la agricultura y la disponibilidad de agua.</p> <p>Aumento en la región norte-centro del país, causando pérdidas agrícolas generalizadas.</p> <p>Escasez de agua y pastos, aumentando el riesgo de incendios y disminuyendo la producción ganadera.</p> <p>Situaciones de emergencia debido a la escasez total de agua en embalses y pozos.</p> <p>Proyecciones indican reducciones de hasta 80.00 % en rendimientos de maíz en algunas zonas.</p> <p>Soja y arroz podrían ver reducciones mayores al 50.00 % para finales del siglo; trigo hasta 23.30 % menos.</p> <p>Proyecciones sugieren caídas de hasta 11.00 %, dependiendo de condiciones de CO<sub>2</sub>.</p> <p>Reducción drástica de corales duros en el Caribe mexicano desde 1970, afectando ecosistemas marinos.</p> <p>Migraciones altitudinales de vegetación de al menos 500 m en 15 volcanes entre 1985 y 2018.</p> <p>Aves y anfibios sufrirán un impacto negativo significativo con mayores pérdidas en el sur del Golfo de México.</p> <p>Cambios en la composición de hábitats y pérdida de especies clave en ecosistemas vulnerables.</p> <p>Disminución en la disponibilidad natural de agua por cambios en precipitación y sequías.</p> <p>Aumento de acuíferos sin disponibilidad, pasando de 178 en 2011 a 275 en 2020, con un 42.00 % comprometidos.</p>

	Incremento de algas tóxicas y eutrofización en cuerpos de agua, afectando la calidad y disponibilidad del agua.
Sociales	Aumento en dengue y plagas similares correlacionados con variabilidad climática (temperatura y precipitación).
	Incrementos en infecciones respiratorias agudas en niños menores de 5 años por altas temperaturas.
	Riesgo incrementado de mortalidad asociado a temperaturas extremas y calidad del aire.
	Agricultores de subsistencia enfrentan riesgos incrementados y mayores costos de producción.
	Cambios en hábitats y recursos pueden llevar a migraciones forzadas.
	Más del 90.00 % de la población habita en regiones hidrológicas con problemas de contaminación.
Económicos	Se proyecta que el cambio climático causará pérdidas anuales de más del 5.00 % del PIB en grandes centros urbanos.
	Proyecciones indican pérdidas de \$38 mil millones por cultivos clave como maíz, caña de azúcar, sorgo, trigo y arroz.
	Costos por inundaciones fluviales estimados en \$7 mil millones anuales, con aumento de riesgos en áreas costeras.

Fuente: Elaboración propia con datos de Estrada Porrúa et. al. (2023)

La tabla 1, permite visualizar el por qué la necesidad de invertir en la adaptación y mitigación se convierte en un imperativo, no solo para proteger a nuestros ecosistemas, pues su afectación genera un efecto domino en la sociedad y la economía, por lo que es indispensable asegurar también la resiliencia de nuestras comunidades. Sin embargo, uno de los retos a enfrentar al hablar de la inversión, es que es limitada, especialmente hablando de la parte pública, lo que implica que el sector privado deberá desempeñar un papel fundamental en satisfacer las necesidades de financiamiento, y es en este escenario que los mercados de capitales pueden desempeñar una función crucial en la movilización de los recursos necesarios para alcanzar los compromisos del Acuerdo de París y de la Agenda 2030.

Es en esta particularidad que los bonos verdes destacan. Estos bonos son instrumentos de deuda que permiten a los emisores recaudar fondos específicamente para proyectos con beneficios ambientales, como lo pueden ser la energía renovable o el transporte limpia, satisfaciendo la creciente demanda por opciones sostenibles de parte de los inversionistas, combinándolos con beneficios en rendimiento y en bajo riesgo. Sin embargo, pese al crecimiento del mercado de bonos verdes, aun se necesita un aumento significativo de estos instrumentos para alcanzar los objetivos climáticos, pues basándose en lo que menciona el *Climate Bonds Initiative* (2022), desde 2007 hasta septiembre del 2022 se habían emitido 2 billones de dólares en bonos verdes a nivel global, representando apenas el 1.50 % del

mercado de bonos, donde 1.45 billones de dólares son bonos alineados con el clima y 0.40 billones etiquetados como verdes (CBI, 2018) en contraste con los 5 billones de dólares que se requieren.

Por su parte, en la región Latinoamérica y del Caribe los bonos verdes, sociales, sostenibles, y vinculados a la sostenibilidad, todos incluidos en la etiqueta de bonos temáticos, han mostrado un crecimiento sostenido desde 2014, acumulando un total de 154,1 mil millones de dólares hasta finales de 2022 y representan en promedio un 21.00 % de la deuda de la región, donde para el caso mexicano, en el mercado de bonos verdes se han emitido 2.30mm de dólares a través de 18 bonos y 10 emisores (Dagnino Contreras et al., 2023).

A pesar de los esfuerzos que México referente a medidas sostenibles y de transición hacia una economía baja en carbono, estas han sido insuficientes frente a la gravedad de la crisis climática, pues de acuerdo con el *Climate Action Tracker* (CAT, 2022), organismo que evalúa las acciones climáticas de los países, ha calificado las políticas mexicanas como “críticamente insuficientes”, destacando que existe un retraso en el cumplimiento de las metas establecidas en el Acuerdo de París, incluso experimentando un retroceso en el último sexenio, ya que se ha priorizado el uso de combustibles fósiles y desmantelado instituciones específicamente diseñadas para combatir el cambio climático.

Aunque la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) (2022), aunque proponen una reducción de las emisiones (del 22.00 % al 35.00 % con recursos naturales y 40.00 %, con apoyo internacional), los niveles de emisión que se proyectan para 2030 son mayores que los establecidos en 2016, lo que ilustra el retroceso antes mencionado y a su vez refleja una violación a los acuerdos internacionales.

Lo anterior sustenta la relevancia de fortalecer el mercado de bonos verdes y fomentar su adopción, dado que esto permitiría que el país pueda acelerar su transición hacia un futuro más sostenible, mitigando los impactos del cambio climático y promoviendo un desarrollo económico inclusivo y ecológico.

## **1.2 Preguntas de investigación**

### **1.2.1 Pregunta general**

¿Cómo ha evolucionado el mercado primario de bonos verdes en México durante el periodo de 2015 a 2024, y qué factores influyen en su rendimiento en comparación con otros bonos temáticos?

#### **1.2.1.1 Preguntas particulares**

- ¿Cómo ha variado el número y monto de emisión de bonos temáticos en México por año en el periodo de 2015 a 2024, considerando el tipo de bonos (verde, social, sustentable) y el tipo de emisor?
- ¿Cómo se comportan los rendimientos anuales de los bonos verdes en el mercado primario mexicano, considerando la tasa cupón, en comparación con los CETES, la tasa de referencia y otros bonos temáticos (sustentables, sociales), así como entre emisores públicos y privados, durante el periodo de 2015 a 2024?
- ¿Cuál es el nivel de sensibilidad en el rendimiento anual de los bonos verdes a las fluctuaciones de la inflación en el mercado primario durante el periodo de 2015 a 2024?
- ¿Cómo influye la presencia de certificación de sostenibilidad (como la segunda opinión o el CBI) en los rendimientos de los bonos verdes durante el periodo de 2015 a 2024?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Conocer la evolución del mercado primario de bonos verdes en México durante el periodo de 2015 a 2024, identificando los factores que influyen en su rendimiento en comparación con otros instrumentos de deuda seleccionados y la inflación.

#### **1.3.1.1 Objetivos particulares**

- Conocer las tendencias en el número y monto de emisión de bonos en México, considerando los tipos de bonos y los emisores durante el periodo de 2015 a 2024.
- Conocer el comportamiento de los rendimientos anuales de los bonos verdes en el mercado primario mexicano, considerando la tasa cupón, en comparación con los

CETES, la tasa de referencia y otros bonos temáticos (sustentables, sociales), así como entre emisores públicos y privados, durante el periodo de 2015 a 2024.

- Conocer la sensibilidad de los rendimientos anuales de los bonos verdes en el mercado primario mexicano a las fluctuaciones de mercado, como la inflación y la tasa de referencia, así como a las características propias de los bonos, como su duración, tipo de tasa, tipo de emisor y monto de emisión, durante el periodo de 2015 a 2024.
- Identificar si la presencia de certificación de sostenibilidad (CBI) influye en los rendimientos de los bonos verdes durante el periodo de 2015 a 2024.

## 1.4 Hipótesis

Los bonos verdes en el mercado primario mexicano han mostrado una evolución positiva en términos de emisión y rendimiento durante el periodo de 2015 a 2024, influenciados por factores como la certificación de sostenibilidad, y su rendimiento es comparable o superior al de otros bonos temáticos (bono social, sustentable y sostenible), tasa de referencia y a la inflación.

## 1.4 Justificación

Frente a la urgente necesidad de financiar la transición hacia una economía sustentable, investigar sobre el mercado de bonos verdes en México emerge como un área de oportunidad, dado que el país enfrenta una fuerte vulnerabilidad a eventos hidrometeorológicos debido a sus características geográficas, climáticas, orográficas e hidrológicas, que se manifiesta a través del aumento en la intensidad de las sequías, lluvias y ciclones, lo que como ya se ha mencionado, exacerbaba las desigualdades desde diferentes vertientes.

Pese a la creciente popularidad global de los bonos verdes, dentro de México existe una falta de estudios que avalen su viabilidad y comparen su rendimiento con otros instrumentos financieros, por lo que este proyecto de investigación, por tanto, pretende contribuir en ese vacío de conocimiento, al proporcionar datos y análisis comparativos sobre su uso en el país. Con esto, no solo se busca ofrecer información sobre su uso o adopción, sino que también busca determinar si los bonos verdes presentan ventajas en términos de rentabilidad para los inversionistas, lo que podría fungir como incentivo en el interés de esta clase de instrumentos financieros, y a su vez al proporcionar una mayor claridad y comprensión sobre el comportamiento de los bonos verdes en el entorno financiero.

mexicano, se fomenta una mayor transparencia y confianza en estos activos, creando un ciclo virtuoso que no solo permitirá un crecimiento en el mercado, sino que también contribuirá a financiar proyectos cruciales para la adaptación y mitigación del cambio climático en el país.

Para que México realice una transición efectiva hacia un futuro sostenible y cumpla con los objetivos climáticos internacionales, es imperativo que reevalúe sus políticas, priorizando la energía renovable y reduciendo la dependencia de combustibles fósiles y para lograr lo anterior, es esencial fortalecer la financiación, dado a que juega un papel crucial en la implementación de políticas climáticas efectivas y en la promoción de proyectos sostenibles. Sin un flujo adecuado de recursos financieros, la transición hacia energías renovables y la adaptación a los efectos del cambio climático se ven gravemente limitadas, por lo que, los bonos verdes, como herramienta de financiación, tienen el potencial de movilizar capital hacia proyectos que promueven la sostenibilidad.

Es esencial contar con un marco sólido que incentive estas inversiones y promueva la colaboración entre el sector público y privado. Además, es fundamental aprovechar el financiamiento y la asistencia técnica de organismos internacionales.

## **2. Capítulo: Marco referencial**

### **2.1 Marco conceptual**

#### **2.1.1 Mercado de valores**

El mercado de Valores es un espacio de compraventa de instrumentos financieros, el cual de acuerdo con el CNMV “Permite la canalización de capital a medio y largo plazo de los inversores a las empresas y Administraciones públicas que necesitan recursos, con lo que contribuyen al desarrollo económico” (s.f., p. 3).

##### *Mercado de deuda*

Se deriva del mercado de valores, donde se pueden canalizar recursos entre agentes que cuenta con superávit de fondos, frente a aquellos que cuentan con un déficit, lo que implica que el agente emisor asume una obligación de pago con el inversionista (Abreu Goodger et al., 2014).

Asimismo, el mercado de deuda tiene un papel fundamental para crear un sistema financiero más diversificado, pues permite mejorar la estabilidad al ofrecer opciones de inversión más seguras y confiables, incrementa la competencia entre intermediarios financieros y permite que los fondos se dirijan a proyectos con mayor eficiencia y transparencia (Abreu Goodger, et al., 2014).

##### *Mercado primario*

Es donde se realiza la primera emisión inicial de instrumentos financieros, por lo que el emisor recibe el capital directamente, por consiguiente, el objetivo recaer en recaudar capital. Este mercado suele ser más cerrado por lo que se accede a través de una oferta pública. (Actinver, 2022)

##### *Mercado secundario*

El mercado secundario es el espacio donde se realiza la compraventa de instrumentos entre inversionistas; es decir, el emisor ya no participa directamente, por lo que las operaciones se realizan a través de una casa de bolsa y sus precios se establecen según la oferta y la demanda. (Actinver, 2022)

#### **2.1.2 Sustentabilidad**

El término de sustentabilidad o *sustainability* en inglés, no es un término nuevo, se usa desde hace más de 50 años, sin embargo, cada vez va tomando mayor relevancia. El concepto tal

como se entiende hoy en día, se presentó en la Comisión Brundtland establecida por la Asamblea General de las Naciones Unidas, en su informe Nuestro Futuro Común, donde se introdujo como “asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias.” (1987, pág. 23)

Cuando en la literatura en español se habla de sustentabilidad, se suele utilizar como sinónimo el término sostenibilidad, donde Méndez Chiriboga (2012) señala que no hay mayor diferencia en su aplicación que no sea la ubicación geográfica donde se utilice una en vez de la otra. No obstante, Cortés y Peña (2015) citando a Villamizar (s.f) indican que la sostenibilidad involucra aquel desarrollo que se da en un país que puede sostener el equilibrio social, económico y ambiental dentro de estándares permitidos, y por su parte identifican a la sustentabilidad como un término más completo, donde el desarrollo implica un manejo de los recursos tanto naturales, humanos, sociales, económicos y tecnológicos con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población, y priorizando que los patrones de consumo actuales no afecten a las generaciones futuras.

### ***Finanzas sustentables***

Para dar respuesta a los desafíos del cambio climático, se ha visualizado la participación progresiva del sector financiero, es con lo anterior que surgen las finanzas sostenibles, que aunque no existe una definición comúnmente aceptada, la Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV, 2020) en España, las define como el proceso de tomar en cuenta consideraciones medioambientales en la toma de decisiones de inversión, pero a su vez incluir criterios sociales y de gobernanza; es decir, las finanzas sostenibles incluyen además de aspectos financieros como la rentabilidad, el riesgo y la liquidez, las constituyen los criterios ASG (Ambientales, Sociales y de Gobernanza)

### ***Criterios ASG***

#### *Ambientales*

El primer criterio ASG corresponde al ambiental, el cual como su nombre indica, se refiere al impacto que la entidad tiene con el medio ambiente, así como los riesgos a los que está expuesto (European Comission, 2023). A través de este criterio se establecen estándares y metas para mitigar el cambio climático. Un ejemplo de esto es mediante la gestión de recursos, la eficiencia energética o el uso de energías limpias

### *Sociales*

En el ámbito social, se refiere a la relación que tiene la entidad con los *stakeholder*. De acuerdo con Deloitte (2021), se entiende desde dos miras, el primer referente a como una organización de manera interna a través de políticas generan un impacto en los derechos humanos y en la mejora de la calidad laboral. Por otro lado, de manera externa con la promoción del desarrollo social y la interacción con la comunidad.

### *Gobernanza*

El último Criterio ASG corresponde a la forma en la que se dirige una entidad, desde lo correspondiente a la estructura de esta hasta las políticas y transparencia fiscal. Por lo que, busca desarrollar una cultura organización basada en valores institucionales sólidos, que velen por la diversidad, la ética y la anticorrupción (Deloitte, 2021).

### *Taxonomías de las finanzas sustentables*

La taxonomía es un método de clasificación e identificación de actividades y proyectos verdes y sostenibles, así como permite la estandarización a través de indicadores y métricas, lo que brinda mayor transparencia a los inversores. De acuerdo con la CEPAL, establecen un lenguaje común de lo que son las finanzas sustentables, pues la importancia de desarrollar taxonomías recae en la reducción de costos de transacción, crear confianza en el mercado lo que a su vez beneficia en términos de liquidez en los instrumentos y para acelerar la transición hacia una economía más sustentable. (CMFS, 2023)

Actualmente, se han desarrollado diversas taxonomías a nivel nacional como internacional. Una de ellas es la *Climate Bond Taxonomy* (CBI, 2015) presentada por la *Climate Bonds Initiative* la cual es una organización internacional que busca movilizar capital en favor del clima. No obstante, también existen taxonomías regionales tales como la Taxonomía de la Unión Europea, como una herramienta de transparencia del mercado de capitales, que va en consonancia con los objetivos del Pacto Verde Europeo, lo que permite crear un ambiente de seguridad entre inversionistas y emisores. (European Commission, 2023)

Para el caso de América Latina y el Caribe, la Organización de las Naciones Unidas dentro de su programa para el medio ambiente (UNFCCC, 2023), ha desarrollado el Marco Común de Taxonomías de Finanzas Sostenibles para América Latina y el Caribe, con la finalidad de crear una guía o hoja de referencia para que los países miembros de la región

puedan diseñar sus propias taxonomías considerando la territorialización, pero con principios rectores, lo que mejoraría la compatibilidad entre taxonomías.

Para nuestro país, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP, 2023) diseñó la Taxonomía Sostenible de México, la cual está alineada a compromisos internacionales, por lo que pretende crear un ambiente y sistema confiables para el flujo de capitales en favor de la sustentabilidad. Dentro de la taxonomía mexicana se presenta criterios para identificar proyectos, así como evaluar y medir el impacto de las actividades, teniendo como factor diferenciador de esta taxonomía, es que considera tanto criterios medioambientales y sociales (SHCP, 2022).

### ***Tipos de instrumentos de financiamiento sustentables***

#### ***Fondos de inversión que aplican criterios ASG***

Los Fondos de Inversión es un instrumento de inversión colectiva, por lo que los resultados individuales dependen de los rendimientos que se obtengan de parte de un colectivo de expertos, inversionistas, encargados de administrar dichos fondos a través de la inversión en carteras diversificadas (Burbano, et al., 2021). Donde la diferencia entre un fondo de inversión tradicional y los Fondos ASG, recaen en la inclusión de estos criterios en sus políticas de inversión.

Ejemplo de estos fondos podemos encontrar el *Groupama Ultra Short Term Bond*, el cual selecciona emisores basándose en su calificación ASG, incluyendo entre otros, la gestión de sus recursos, la formación de empleos y las políticas de remuneración de los ejecutivos (Ortega, 2022).

#### ***Fondos de inversión solidarios o éticos***

Los fondos solidarios tienen la particularidad de generar beneficios en favor de la comunidad dentro de la que operan, por lo que tienen dos objetivos: el primero es la selección de la cartera de inversión donde las constituyen por empresas socialmente responsables; y el segundo refiere a favorecer colectivos con dificultades de acceso a recursos financieros (Lopez Arceiz y Pérez-Grueso, 2014). Es decir, similar a los fondos de ASG, constituyen un instrumento de inversión especializado, donde además de producir resultados financieros el destino de las inversiones se encuentra en proyectos y empresas socialmente responsables.

### *Bonos*

Los bonos son un instrumento de deuda emitidos por un periodo superior a un año, los cuales son vendidos por gobiernos, municipios, empresas e instituciones financieras, quienes se comprometen a devolver el monto principal del préstamo cuando este llegue a su vencimiento más los intereses periódicos correspondientes. Suelen ser inversiones de menor riesgo comparadas con las acciones pues si se mantienen al vencimiento es posible calcular cuánto interés ganarán, pero a su vez tienden a tener menor rendimiento.

En este caso, la tasa de interés es la variable más importante para considerar pues determina el comportamiento de los precios y con ello el rendimiento de los bonos, sin embargo, suelen ser sensibles a las fluctuaciones, donde además los precios se mueven en dirección opuesta a las mismas (Gitman y Joehnk, 2009). Dicho de otro modo, las tasas de interés altas aumentan el atractivo de un bono porque ofrecen mayores rendimientos, pero puede ser desfavorable para los bonos que ya mantiene un inversionista.

### *Clasificación de los bonos*

Aunque aún no hay un consenso de clasificación de los bonos, Levinson (2008) citado por Moreno (2014), los clasifica como:

- a) Ordinarios: Bonos convencionales, los cuales además de pagar el Valor Nominal, pagan intereses en cupones hasta la fecha de vencimiento.
- b) Redimibles o rescatables: El emisor se reserva el derecho de amortización de los bonos, por lo que tras una solicitud de devolución o “rescate”, el tenedor del bono debe vender los bonos al precio estipulado al momento de la colocación antes de la fecha de vencimiento.
- c) No refinanciables: El emisor no puede vender nuevos bonos, además de respetar las condiciones iniciales de emisión.
- d) Con opción de reventa: El portador o tenedor tiene derecho a revender los bonos al emisor por su valor nominal.
- e) Obligaciones perpetuas: A menos que el portador acepte vender los bonos al emisor, no tienen fecha de vencimiento.
- f) Cupón Cero: Los bonos no pagan intereses, su único flujo es el valor nominal, por lo que se suelen emitir a precios inferiores al mismo, obteniendo como rendimiento dicha diferencia.

- g) Convertibles: Mantienen abierta la posibilidad de ser canjeados a precios prefijados por acciones del emisor.
- h) Intereses variables: Están relacionados y dependen de las tasas de interés de referencia.

*Variables Clave*

- a) Duración: Se refiere al cambio aproximado del precio de un bono de acuerdo con la tasa de interés durante la vigencia del mismo. Es decir, si las tasas de interés aumentan durante la vigencia del bono, disminuirá su valor, pero si las tasas disminuyen, el bono aumentara su valor (Schroder, 2021).
- b) Valor nominal: Es el valor de referencia asignado a un bono, por lo que sobre este se calculan los intereses a pagar periódicamente (CNMV, 2020). En este sentido, es el monto que el emisor se compromete a devolver al inversionista en la fecha de vencimiento.
- c) Rendimiento: Mide el ingreso proporcionado por un bono, donde el inverso espera un retorno, ya sea por medio de un precio de venta mayor al de su compra, a través del cobro de intereses o con la reinversión de los intereses cobrados, generando intereses sobre los intereses (RBC Global Assets Management, 2023).

a. Rendimiento corriente:

Se paga a través de los cupones, por lo que se obtienen al dividir el valor del cupón entre el precio de mercado (Moreno, 2014).

b. Rendimiento al vencimiento:

De acuerdo con Bodie et al. (2013), se refiere a la tasa de descuento que hace que el valor de los pagos de un bono sea igual a su precio, por lo que a menudo se considera como la tasa de retorno promedio que se obtendría si se compra y mantiene hasta el vencimiento, en este caso no implica un riesgo de variación sobre la tasa, pero si se decide vender antes del vencimiento, existe un riesgo en la tasa de retorno si las tasas de referencia hubiesen subido.

- d) Riesgo: Como su nombre indica, se refiere al riesgo de incumplimiento del emisor en relación con su capacidad para pagar los intereses y/o el capital. Dentro de los tipos de emisores, los gobiernos tienen menor riesgo de impago en comparación con las empresas (Schoroder, 2021).

- e) Liquidez: Facilidad de un activo para comprarse o venderse sin afectar su precio (Schoroder, 2021).
- f) Tasa de interés: Suelen fijarse por los bancos centrales para controlar la inflación y el crecimiento económico de un país, por lo que influyen y funcionan como referencia en el costo de préstamos y rendimientos de los instrumentos de ahorro e inversión (Bank of Australia, s.f.), por ello la tasa de interés está ligada a los bonos.

a. Tasa fija:

La tasa de interés está prefijada al momento de la colocación, por lo que se mantiene durante el precio del préstamo (Gonzalo, 2015), por lo que al no variar se puede conocer desde el primer momento los rendimientos totales durante la vigencia del instrumento.

b. Tasa variable:

La tasa de interés va cambiando o modificándose a lo largo de la vigencia del instrumento, esto en función temporal del índice de referencia fijado, por lo que se suele expresar sumando dicho índice más el porcentaje constante (Gonzalo, 2015).

*Clasificación de riesgo de los bonos*

Para generar mayor credibilidad y brindar de confianza a los inversionistas, los emisores suelen requerir de una agencia calificadora de riesgo que pueda categorizar la capacidad de un bono y del propio emisor para responder a los compromisos financieros, por ello se consideran factores como la solvencia, voluntad o predisposición de pago y respaldo financiero, para emitir dicha calificación, lo que permite a los inversionistas evaluar si el bono representa un riesgo adecuado según su perfil (S&P Global Ratings, 2024).

Aunque existen diferentes agencias calificadoras, entre la más destacada encontramos la S&P Global Ratings, quien califica el riesgo de la siguiente manera:

**Tabla 2. Categorías de riesgo de los instrumentos de inversión**

Categoría	Definición	Calidad
-----------	------------	---------

AAA	La calificación más alta otorgada, por lo que la capacidad del emisor para cumplir con sus compromisos se considera extremadamente fuerte.	Grado de inversión
AA	Muy fuerte capacidad de cumplimiento, con una leve diferencia respecto a la categoría más alta.	
A	Aunque es más susceptible a condiciones adversas, tiene fuerte capacidad de cumplimiento.	
BBB	Capacidad adecuada de cumplimiento, aunque las condiciones adversas pueden debilitarla.	
BB	Aunque es menos vulnerable que otras emisiones, entra en el grado de especulación, por lo que esta sujeta a incertidumbre.	Grado de especulación
B	Más vulnerable al incumplimiento.	
CCC	vulnerable al incumplimiento, por lo que está sujeta a condiciones favorables para cumplir.	
CC	Muy vulnerable a incumplimiento.	
C	Muy vulnerable a incumplimiento con baja recuperación esperada,	
D	En incumplimiento, hay certeza de que el pago no sea total	

Fuente: Elaboración propia con datos de S&P Global Ratings, 2024

### *Bonos temáticos*

Son bonos de deuda, los cuales se emiten con objetivos de financiamiento específicos.

#### *Bonos sociales*

Tal como su nombre lo indica, tienen el objetivo de financiar proyectos con miras sociales, por ello el uso de sus recursos se suele destinar a proyectos de infraestructura básica, acceso a servicios básicos y a los derechos humanos (Xanthopoulos et al., 2022).

#### *Bonos ligados a la sostenibilidad (LBS)*

Estos instrumentos tienen el propósito de recaudar fondos para financiar la transición y mejora ASG, por lo que, a diferencia de otros bonos temáticos, no tienen un objetivo específico de financiación, sino que el emisor se compromete a alcanzar ciertos objetivos de sostenibilidad, monitoreándose a través de los indicadores clave de rendimientos (KPIs, por sus siglas en inglés) (Xanthopoulos et al., 2022).

#### *Bonos verdes*

Son aquellos instrumentos destinados específicamente para financiar o refinanciar proyectos con beneficios ambientales, como lo son la energía renovable, construcción sostenible o medios de transporte limpios, entre otros (HR Rating, 2017).

#### *Tipos de bonos verdes*

De acuerdo con el International Capital Market Association (ICMA, 2022) en la actualidad existen cuatro tipos de bonos verdes, donde todos deben estar alineados a los *Green Bond Principles* (GBP):

- a) Bono verde con uso de recursos: Son bonos sin garantía específica, lo que quiere decir que el emisor es totalmente responsable de la deuda.
- b) Bono verde con uso de los recursos ligado a utilidades: En este caso, los bonos no tienen recursos contra el emisor, lo que significa que en caso de incumplimiento los inversionistas no pueden reclamar, por lo que los pagos se respaldan con el flujo de ingresos específicos, pueden ser con impuestos o tarifas.
- c) Bono verde ligado a un proyecto: El bono debe estar asignado a uno o varios proyectos verdes, es con esto que la capacidad de pago depende del éxito o fracaso del proyecto, por lo que el inversor asume directamente el riesgo.
- d) Bono verde ligado a una bursatilización de activos: Es un bono con una garantía adicional para el inversionista, pues el instrumento se respalda por otro tipo de activo y en caso de incumplimiento pueden recuperar su capital a través de dicha garantía. Dentro de esta categoría existe una subcategoría, los bonos en colateral verde y estándar asegurado; en el primero los ingresos destinados al proyecto como garantía y en el segundo, la garantía puede o no estar respaldada por el proyecto, pues se puede respaldar a través de otros activos verdes.

#### *Principios de bonos verdes*

Los *Green Bonds Principles* fueron desarrollados por la IMCA y se trata de directrices voluntarias recomendadas para la estandarización, transparencia y divulgación dentro del mercado de bonos verdes global. Por ello, los GBP sirven por un lado como hoja de ruta para los emisores a quienes orienta sobre los componentes clave para la emisión de un bono verde confiable; y por el otro lado, permite a los inversionistas tener acceso a la información que les garantice transparencia en el uso de recursos (IMCA, 2022).

Es por lo anterior, que el IMCA (2022), identifica los 4 principios clave que deben regir a un bono verde para asegurar la alineación con estándares de sustentabilidad y medio ambiente:

- a) Uso de fondos: Debido a que como se ha reiterado, lo que define a un bono verde con esta etiqueta es el destino de sus recursos, la piedra angular en los GBP radica en que los proyectos deben proporcionar beneficios ambientales claros, y aunque existe una lista de qué tipo de proyectos se pueden financiar con estos bonos, esta funciona de manera indicativa no limitativa, incluyendo:

- a. Energía renovable
  - b. Eficiencia energética
  - c. Gestión sostenible de recursos
  - d. Conservación de biodiversidad
  - e. Transporte limpio
  - f. Gestión de residuos
  - g. Adaptación al cambio climático
  - h. Energía circular
- b) Proceso de evaluación y selección de proyectos: Este principio establece los lineamientos para informar a los inversionistas las razones por las que los proyectos fueron elegidos, asegurando que estos tendrán un impacto positivo para el medio ambiente, por esta razón, los emisores deben incluir toda aquella información que contextualice sobre los objetivos, políticas, criterios de exclusión, certificaciones y los posibles riesgos financieros y climáticos asociados.
- c) Administración de recursos: Una vez que se hayan identificado los proyectos, el tercer principio indica cómo deben administrarse los fondos para asegurar una distribución correcta, por consiguiente, los ingresos deben depositarse a una subcuenta de manera que puedan rastrearse de manera adecuada, siendo así que durante la vigencia del bono los saldos se ajusten para reflejar las asignaciones a los proyectos. Aunado a lo anterior, los emisores deben informar donde estarán colocados esos recursos temporalmente no asignados, por lo que se recomienda la participación de un verificador externo para la transparencia.
- d) Presentación de informes: Para mantener la trazabilidad y transparencia, el cuarto principio establece que los emisores deben proporcionar a los inversionistas informes anuales sobre el uso de los recursos, incluyendo en esta información de los proyectos financiados, donde se mencione una descripción, montos asignados y el impacto esperado.

#### *Climate bond taxonomy*

La *Climate Bond Initiative* (CBI, 2015) presentó la taxonomía de bonos climáticos con la finalidad de apoyar a que las inversiones logre un impacto real y significativo, a través

de brindar definiciones verdes que respalden el crecimiento de este mercado. Por ello, la taxonomía tiene un enfoque especial en proyectos que apoyen economías bajas en carbono, pero de manera similar a los GBP, se utiliza como una herramienta para identificar y evaluar proyectos en favor del medio ambiente, no obstante, a diferencia de los principios de la IMCA, utiliza un sistema de semafORIZACIÓN para clasificar la compatibilidad de los proyectos con la descarbonización y mitigación del calentamiento global (CBI, 2021).

#### *Actores Principales en el mercado*

Como cualquier instrumento de inversión, intervienen diversos actores clave durante la emisión de los bonos verdes, cada uno cumpliendo con un rol específico para así asegurar la credibilidad de estos instrumentos. Con base en la *International Finance Corporation* (2023) participan los siguientes actores:

- a) Emisores: Aquellas entidades ya sea públicas o privadas responsables de emitir o sacar al mercado el bono verde, siendo quienes reciben los fondos por parte de los inversores.
- b) Inversores: Quienes adquieren los bonos con intereses financieros y ambientales, dicho de manera diferente, son los compradores de los bonos, por lo que además de esperar un retorno de su inversión, buscan generar un impacto positivo en la sustentabilidad.
- c) Entidad estructuradora: Es la encargada de coordinar la emisión de los bonos verdes de la mano de los emisores, por lo que aquí se definen los términos y condiciones para el diseño del instrumento, así como la estrategia de colocación para que sea atractivo para los inversionistas.
- d) Proveedores de segunda opinión y certificadoras: Tal como su nombre indica, son quienes realizan la revisión externa del bono antes de su emisión, con ello se verifica que se cumplan con los estándares de sostenibilidad alineados a la taxonomía sostenible de México, a los GBP y en su caso al CBI.
- e) Revisores externos: Son responsables de revisar la asignación de los fondos, su gestión y su impacto ambiental una vez los bonos son colocados, por lo que evalúan los reportes anuales, asegurando que realmente se destinen los fondos a los proyectos especificados. Existen cuatro tipos de revisiones que pueden variar según su alcance (Triaca, 2019):

- a. Opinión de tercero independiente: Una institución experta en temas ambientales evalúa que tan alineados están los objetivos, estrategias e impactos esperados de los bonos verdes con los GBP; es decir, se enfoca en que exista una coherencia entre el bono con la estrategia de sustentabilidad.
- b. Verificación: Diferente al revisor anterior, es un tercero independiente que realiza un análisis más específico y técnico sobre la gestión interna del bono y la comprobación de los estándares establecidos.
- c. Certificación: Es realizado por un tercero experto en el área, en este caso se verifica si el bono cumple con los requisitos establecidos para ser considerado un bono verde, por lo que esta certificación brinda una garantía extra que muchas veces funciona para marketing al ser un proceso estructurado que implica cumplir con un criterio predefinido, siendo un ejemplo la CBI.
- d. Calificación de los bonos verdes: Estas dependen de una agencia calificadora, tal como se menciona en la tabla 2, quien evalúa el desempeño ambiental de los proyectos, lo que proporciona un marco de referencia sobre la sostenibilidad del bono, lo que a su vez se refleja a través de un puntaje o calificación.

#### *Prima verde*

Cuando se habla de prima verde o *greenium*, se hace referencia al valor agregado que les otorgan los inversionistas a los bonos verdes, al estar dispuestos a aceptar menores rendimientos a cambio de generar un impacto positivo en el medio ambiente (Pietsch y Salakhava, 2022). De manera concreta, se trata de una diferencia de rendimiento entre un bono verde al compararse con un bono tradicional, considerándose la existencia de dos tipos de *greenium* (Nederkom y Scholten, 2024):

- a) Prima positiva: Cuando el rendimiento del bono es menor al de un bono convencional, por lo que sugiere que los inversionistas aceptan menor rentabilidad con tal de satisfacer los intereses proambientales.
- b) Prima negativa: Indica que el bono verde está ofreciendo rendimientos superiores a un bono convencional, esto puede ocurrir cuando los inversionistas perciben mayor riesgo o si la demanda del bono no es tan alta.

## 2.2 Teorías

### 2.2.1 Teoría financiera

Toda aproximación al análisis financiero parte de ciertos fundamentos teóricos esenciales, para este caso, Fama y Miller (1972) explican la llamada teoría financiera que sirve como eje articulador, en este caso, mencionan como los individuos suelen asignar recursos a través del tiempo mediante el mercado de capitales como ente facilitador de este proceso, dicho diferente, se refieren al medio por donde agentes económicos intercambian recursos con otros en diferentes momentos del tiempo con la intención de preservarlos y disponer de ellos a futuro.

La teoría fue consolidándose a mediados del siglo XX, periodo caracterizado en describir y estructurar el financiamiento, dado que el interés recaía en la sobrevivencia empresarial y la estabilidad económica, dando consigo la etapa de las finanzas tradicionales, que para los años 50s y 60s se moderniza el enfoque, incluyendo modelos econométricos en la toma de decisiones, dando paso al análisis basado en la eficiencia (Gómez Bezares, 1995).

En los años setenta, diez años después, se produjo una expansión de la teoría financiera, impulsada por modelos microeconómicos debido a la inestabilidad financiera tras Bretton Woods y la crisis del petróleo; en la que se incorpora el concepto de riesgo y retorno esperado de una inversión (Gómez Bezares, 1995).

Para los 2000, dentro de la teoría financiera se incorpora la corriente conductual; es decir, como los factores emocionales y psicológicos afectan las decisiones financieras, por lo que, para años posteriores, la teoría financiera genera un interés dirigido a la sustentabilidad y la responsabilidad social (Saíto Savoia, 2013), y es dentro de esta evolución de la teoría financiera que se desarrollado otras teorías y modelos. Para efectos de este trabajo académico se derivan las siguientes:

#### *Teoría moderna de portafolios*

En la década de los 50, Harry Markowitz revolucionó la forma en la que los inversores estructuraban sus carteras, pues anterior a él, las inversiones se basaban únicamente en el mayor rendimiento esperado, sin considerar el factor riesgo (Fabozzi y Markowitz, 1952). Con ello, Markowitz sugirió que se debía tomar en cuenta la varianza de los rendimientos para diversificar los activos y reducir el riesgo, para así crear un portafolio con activos con

una baja correlación, convirtiéndose así en pionero de la Teoría de Portafolios (Carmona y Salgado, 2016).

Dentro de esta teoría se permitieron comprender diversos conceptos, entre ellos el de riesgo sistemático, acuñándose el concepto de frontera eficiente, el cual consiste en un conjunto de portafolios óptimos con máximo rendimientos a un determinado riesgo, resaltando siempre que solo era una manera de mitigar el riesgo, pues este siempre estará presente dado diversos factores del mercado. (Carmona y Salgado, 2016)

Tras utilizar la Optimización de Meda-Varianza OMV para la construcción del portafolio, es que se dio pie a lo que hoy se conoce como la teoría moderna de portafolio (MPT), la cual formaliza la introducción de la teoría de Markowitz donde establece que los inversores deben analizar el portafolio en su conjunto y no por activo (Romero, 2010). Es con esto, que a partir del MPT, surge el teorema de separación de Tobin (1958), el cual considera la posibilidad de combinar activos de riesgo con activos seguros.

Un par de años después, se amplía la teoría tras introducir el modelo *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) por Sharpe (1964), donde se postula que los inversionistas pueden construir un portafolio optimo incluyendo todos los activos disponibles en el mercado, ponderándolos según su valor y lo combinan con un activo seguro según su tolerancia al riesgo. Dentro de este modelo se introduce el término beta que mide cuánto sube o baja el activo en comparación con el mercado. Si un activo tiene una beta alta, es más volátil y tiene más riesgo; si tiene una beta baja, es menos volátil (Pascale y Pascale, 2011).

### ***Teoría de la preferencia de liquidez***

Dentro del mercado de deuda surgieron diversas teorías con la finalidad de analizar su impacto en la curva de rendimiento. En este caso, John Hicks (1939) impulsa la teoría de preferencia de liquidez, basada en la aversión al riesgo por parte de los inversionistas, analiza la relación entre el plazo de vencimiento de los títulos de deuda, y la preferencia por liquidez.

Dentro de esta teoría se cuestiona la idea de que los títulos de renta fija son intercambiables cuando tienen distintos plazos. Pues de acuerdo con Hicks, los inversionistas se inclinan por instrumentos de corto plazo al ser más seguros ante la fluctuación de las tasas de interés, cuestión por la cual los lleva a exigir una prima de liquidez para compensar el riesgo al comprometer su dinero en títulos de largo plazo. (Díaz e Higuera, 2001)

Es decir, para que los inversionistas estén dispuestos a comprar bonos de mayor vencimiento, las tasas de interés a largo plazo deben ser mayores en comparación con las tasas de corto plazo, creando con esta diferencia la llamada prima de liquidez.

Esta prima de liquidez, siendo un interés adicional para compensar el riesgo, aumenta con el plazo del bono, lo que permite explicar el comportamiento de la curva de rendimiento usualmente con pendiente positiva, pues los tipos de interés futuros (*forward*) no solo reflejan las expectativas sobre los tipos de interés a corto plazo en el futuro, sino que incorporan un sesgo en la interpretación de las tasas futuras, ya que no son solo un reflejo de las expectativas, sino que incluyen esta compensación por el riesgo (Arosemena y Arango, 2002).

### ***Teoría de segmentación de mercados***

Para explicar la aversión total al riesgo por parte de emisores e inversores encontramos la teoría de segmentación de mercados, propuesta por Cultberson (1957), donde menciona que para anticipar la incertidumbre buscan ajustar los vencimientos a un horizonte específico, con esto Cultberson nos dice que no existe un mercado de renta unificado, sino que cada plazo representa un segmento independiente en la curva de rendimiento, refiriéndose a que los rendimientos de los títulos en cada plazo se determinan de manera independiente, partiendo únicamente de la oferta y la demanda sin influenciarse de las expectativas de los rendimientos en otros segmentos.

Dicho de otra manera, esta teoría propone que el mercado de deuda se fragmenta en diversos segmentos según los plazos de vencimientos de los instrumentos financieros, por lo que, bajo este enfoque, la curva de rendimientos se interpreta como la suma de los mercados diversificados en los que se equilibran la oferta y la demanda, donde los plazos de los tipos de intereses reflejan los desequilibrios de cada segmento (Arosemena y Arango, 2002). Sin embargo, esta teoría tiene una limitante, pues sostiene que los inversionistas eligen activos basándose explícitamente en evadir riesgo, aunque esto signifique sacrificar rendimientos (Castro, 2006).

### ***Teoría del hábitat preferido***

Partiendo de la limitación encontrada en la teoría de segmentación de mercados, casi una década después, Mondigiani y Sutch (1966) desarrollaron la teoría del hábitat preferido,

donde se combinan aspectos de las dos teorías anteriormente mencionadas con la finalidad de subsanar las limitaciones, con ello se considera tanto expectativas por parte de los *stakeholders* al considerar el riesgo de los instrumentos y la existencia de grupos heterogéneos, y si bien coincide con que tanto emisores como inversores tienen preferencias en ciertos segmentos, también toma en cuenta la posibilidad de que estén dispuestos a abandonarlos si las condiciones así lo requieren.

Siguiendo esta línea, la teoría sugiere que, cuando hay un desbalance entre oferta y demanda dentro de un segmento específico, los emisores de instrumentos deben ajustar las tasas de interés para mantener a los inversionistas, esto puede ser a través de las llamadas primas de riesgo, según los desequilibrios que amerite el mercado (Díaz e Hígüera, 2001), con esto, se puede contribuir a una curva de rendimiento invertida si los tipos de interés a corto plazo superar a los de largo plazo, incentivando que los inversionistas salgan de su zona de confort (Arosemena y Arango, 2002). Por lo anterior, la teoría del hábitat preferido es considerada más representativa a la realidad de los mercados modernos.

Por consiguiente, estas cinco teorías, en su conjunto, brindan un entendimiento adecuado para contextualizar y explicar las decisiones, las expectativas, las dinámicas de mercado y los factores que influyen en la emisión e inversión de instrumentos de deuda, específicamente la de los bonos. En la primera teoría, que es tras la que se derivan el resto, proporciona el principio general de que los inversionistas evalúan cualesquiera instrumentos considerando la relación entre riesgo y rendimiento, lo que significa que para que los bonos verdes sean una opción atractiva, deben mantener beneficios competitivos considerando sus características.

Por su parte, la teoría moderna de portafolios enfatiza la importancia de la diversificación, lo que podría indicar que la inclusión de bonos verdes en una cartera podrá mejorar el equilibrio entre riesgo y retorno, por otra parte, la teoría sobre liquidez permite discutir como el desafío de liquidez en mercados emergentes, como lo es México, pueden influir en la percepción del riesgo, y en consecuencia, en el rendimiento.

Finalmente, tanto la teoría de hábitat preferido, como su antecesora la teoría de segmentación de mercados, propone que los inversionistas tienen predilecciones particulares en términos de duración, o características específicas de un bono, y por tanto no son indiferentes a los cambios en los precios o a las tasas de interés, a menos que tengan un

estímulo o compensación adicional. En este sentido, lo que en el análisis de bonos verdes permitiría explicar por qué ciertos inversionistas podrían preferirlos, incluso cuando ofrecen rendimientos menores en comparación con otros bonos o instrumentos tradicionales.

## 2.3 Antecedentes

### 2.3.1 El camino para los bonos verdes

A partir de que se empezaron a vislumbrar los efectos que traía consigo el cambio climático, la comunidad internacional ha enfocado sus esfuerzos en dar respuesta a esta problemática, por ello en 1972 surgió el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), con el objetivo de mitigar los impactos ambientales a escala mundial (SEMARNAT, 2024).

Y fue tras la búsqueda por contrarrestar las problemáticas, que se ha desarrollado diversos acuerdos, convenios y protocolos para alinear aún más los esfuerzos para el desarrollo sustentable, por mencionar algunos tenemos la Convención de Viena en 1985 y el Protocolo de Montreal en 1987, donde los países pertenecientes a la ONU tomaron el compromiso de proteger la capa de ozono, a través de la eliminación de sustancias dañinas (SEMARNAT, 2022). Años después, en 1994 entró en vigor la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, donde se reconocía la problemática ambiental como algo inminente (UNFCCC, 2024), ratificándose el compromiso por el medio ambiente y dando como resultado 3 años después el protocolo de Kioto, mismo que entraría en vigor hasta el año 2005, donde se agregaba la reducción de los gases de efecto invernadero a los compromisos antes acordados (UNFCCC, 1997).

Aunado a lo anterior, de manera casi conjunta con los acuerdos que estaban surgiendo en los años 80 y 90, nace en 1988 el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), con el objetivo de facilitar evaluaciones sobre el cambio climático y desarrollando conocimientos en términos científicos, técnicos y socioeconómicos, creado bajo el PNUMA y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) (IPCC, 2016).

El IPCC ha fomentado y desarrollado la bibliografía sobre la evaluación climática, sus causas y las acciones requeridas para la mitigación y adaptación, con la finalidad de lo que los gobiernos sean capaces de responder a través del desarrollo de políticas públicas en

favor del medio ambiente y en contraste, de la humanidad. Para lograr lo anterior, el IPCC recopila toda la documentación sobre cambio climático elaborada por espacios académicos y laboratorios de todo el mundo y los incorpora en informes donde evalúa de manera imparcial y metodológica la información (MEAE, 2023)

Actualmente el grupo de trabajo ha publicado seis informes de evaluación, donde exponen elementos de consenso de parte de la comunidad científica para tener un panorama completo que les permita identificar los límites e interpretar resultados. De acuerdo con el IPPC (2019): El primer informe, publicado fue en 1990, presentó los escenarios futuros si no se movilizaban esfuerzos pertinentes, así como recomendaciones para ello. El segundo informe (1995) sentó las bases para la adopción del protocolo de Kioto y el tercer informe en 2001 presentó la primera valoración en términos multisectoriales sobre el cambio climático. El año 2007 fue clave dentro del IPCC, dado que, tras aprobar el cuarto informe de evaluación, mismo que les concedió el Premio Nobel de la Paz, confirmó que el cambio climático era un fenómeno indudable e innegable causado por el antropoceno. Por otro lado, los quinto y sexto informe fueron publicados en 2014 y 2019, respectivamente, como una actualización de dichos resultados.

El cuarto informe de evaluación publicado por el IPCC responsabilizó la acción humana ante el cambio climático, señalando que para la adaptación y la mitigación de la degradación ambiental depende significativamente del desarrollo socioeconómico, por lo que la cooperación y la ampliación de mecanismos de mercado son fundamentales para hacer frente a sus costos. (Pachauri y Reisinger, 2007) Con esta nueva información, un grupo de fondos de pensiones suecos, buscando que el ahorro que administraban contribuyera con el medio ambiente, se alió con el Skandinaviska Enskilda Banken y el Banco Mundial, para emitir el primer bono verde en 2008, marcando un nuevo hito en el desarrollo sustentable (KPMG, 2019).

La primera operación verde se efectuó en Luxemburgo, y posteriormente las bolsas de valores de Escandinavia y de Londres, respectivamente, fueron las primeras en crear listas específicas de bonos verdes. Posteriormente se sumaron, otros países del norte y centro de Europa, para poder satisfacer la creciente demanda de inversionistas interesados en instrumentos de bajo riesgo y con impactos positivos.

En los inicios del mercado de bonos verdes funcionaban como auto etiquetados, donde el emisor entregaba a los inversores criterios por los cuales el bono se consideraba verde, sin alguna validación externa que garantizara el uso de los recursos, sin embargo, debido al *greenwashing*, y las dudas que esto generaba en los inversionistas se puso sobre la mesa la fuerte necesidad de la regulación.

Fue así como en 2014, la ICMA identificó los principios por los cuales se debían regir los bonos verdes para ser etiquetados de esa manera, los *Green Bonds Principles*, donde se verificaba el tema del uso de los ingresos, la evaluación y selección de proyectos, las revisiones externas para garantizar transparencia y los informes de impacto periódicos (CBI, 2014).

No obstante, años atrás se había fundado el *Climate Bond Initiative*, como una organización internacional sin fines de lucro, con el fin de promover a gran escala las inversiones con compromiso ambiental, por lo que, desde su creación, estableció la importancia de crear una norma u estándar que permitiera la certificación de bonos verdes (CBI, 2019). Pero fue hasta 2015 que se presentó el prototipo final, creando el *Climate Bonds Standard* el cual, básicamente solidificaba los GBP a manera de que se pudieran evaluar y certificar (CBI, 2015).

### **2.3.2 Panorama global del mercado de bonos verdes**

Desde 2007, el mercado de bonos verdes ha tenido un crecimiento rápido y prolongado, aunque insuficiente, de acuerdo con el *Climate Bonds Initiative* (2022), desde 2007 hasta septiembre del 2022 se han emitido 2 billones de dólares en bonos verdes. Sin embargo, solo representaron el 1.50 % del mercado de bonos (1.45 billones de dólares) de bonos alineados con el clima y 0.40 billones de dólares de bonos verdes etiquetados en 2018 (CBI 2018) y se requiere que para 2025 se alcancen los 5 billones en financiamiento de bonos verdes para poder responder a las amenazas climáticas.

En 2023, el volumen total de emisiones fue de 587.60 mil millones de dólares, reflejado en un crecimiento interanual del 15 %, y superando el medio billón por tercer año consecutivo, siendo Europa la región dominante, con el 53.00 % del volumen total, el Reino Unido como principal emisor soberano y con nuevos países emisores como Albania, Chipre, Macedonia y Montenegro. (Barrenechea et al., 2023)

Asia-Pacífico ocupa el segundo puesto, contribuyendo con un tercio del volumen total de los cuales el 44.00 % proviene de China. Por su parte África experimentó un crecimiento interno impresionante con una tasa del 326.00 % interanual, y como principales emisores se encuentran el Banco Africano de Desarrollo y *Kanya Power and Lighting Company*. (Barrenechea, et al., 2023)

Para el caso del continente americano, hubo una disminución del volumen de emisiones. Por ejemplo, en Estados Unidos y Canadá hubo una reducción del 22.00 % de volumen de bonos verdes, pues para el mercado estadounidense la caída se vio reflejada por un menor número de emisores pequeños, pasando de 2,422 en 2022 a 1,231 en 2023 (Barrenechea, et al., 2023).

Con referencia al tipo de emisores, a escala global, las principales emisiones de bonos verdes son privadas, considerando tanto corporativos no financieros como financieros, llegando a representar el 57.00 % del volumen total de las emisiones, donde los fondos son destinados a proyectos de energía limpia y la producción de hidrógenos verde, principalmente. En cuanto a la moneda y a la diversificación, el euro ha sido la moneda dominante en la emisión de este tipo de bonos, con el 44.00 % del volumen total, seguido del dólar estadounidense, no obstante, otras emisiones significativas también incluyeron el yuan chino y la rupia india (Barrenechea et al., 2023).

Respecto a la región de América Latina, los mercados de bonos temáticos han mostrado un crecimiento sostenido desde 2014, llegando a acumular un total de 154,1 mil millones de dólares para finales de 2022, representando un 21.00 % de la deuda de la región (Dagnino Contreras et al., 2023), donde solo de bonos verdes, hasta 2019, la región había emitido 12.6 mil millones de dólares desde su primera emisión en 2014, volumen que solo representa el 2.00 % del mercado global, siendo Brasil, Chile y México los principales emisores con el 41.00 %, 25.00 % y 14.00 %, respectivamente (CBI, 2019).

### **2.3.3 Panorama en México del mercado de bonos verdes**

En el año 2015 se emitió el primer bono verde mexicano por Nacional Financiera (NAFIN), convirtiéndose en la primera banca de desarrollo latinoamericana en realizar una emisión de este tipo, dicho bono se caracterizó por tener un monto de 500 millones de dólares a un plazo medio de cinco años, logrando una demanda cinco veces mayor al monto de colocación, destinando los recursos de manera exclusiva a la energía renovable (NAFIN,

2020), de manera continua, para el 2016 se emitió el primer bono verde local, por parte del gobierno de la Ciudad de México, que permitió financiar proyectos de gestión de agua, eficiencia energética y transporte (Quintanilla y Latapi, 2019).

En México, el mercado de bonos temáticos para finales de 2023 alcanzó los 55.70 mil millones de dólares, de los cuales 4.90 mil millones están etiquetados como verdes, lo que lo hace el tercer mayor emisor de Latinoamérica, detrás de Brasil y Chile (Barrenechea, et al., 2023), y de acuerdo con Dagnino Contreras et al., (2023), el mercado mexicano de bonos verdes ha emitido 2.30 mm de dólares a través de 18 bonos y 10 emisiones.

De la misma manera como se observa una predominancia de empresas privadas no financieras en la región de América Latina, en México también son las principales emisoras, contribuyendo al 40.00 % del total, con menor participación del sector financiero y la banca de desarrollo; siendo mayor beneficiada en la asignación de recursos la categoría de energía renovable, con un 25.00 % del total, seguido de proyectos de construcción baja en carbono, gestión de agua y transporte limpio (Barrenechea et al., 2023).

La preferencia de emisión en México se inclina a aquellas emitidas en dólares estadounidenses, representando el 57.00 % de las emisiones, sin embargo, vale la pena destacar que el peso mexicano también juega un papel relevante con el 32.00 % de las emisiones. Además, el 71.00 % de los bonos cuentan con una revisión externa que asegura la transparencia de los fondos, además de que el 17.00 % cuenta con la certificación CBI (Barrenechea et al., 2023).

### **2.3.4 Estado del arte**

Existe una amplia gama de literatura encargada de analizar el mercado de bonos verdes desde distintas vertientes y perspectivas. Por una parte, la OCDE (2023) proporciona un análisis sobre el estado actual del mercado de bonos etiquetados, así como el desarrollo reciente del mismo, donde se destaca el crecimiento acelerado y se enfatiza en la importancia de la estandarización para evitar el uso inadecuado de los recursos; de manera similar Zhang (2024) explora los desafíos y problemas actuales del mercado y realiza propuestas de mejora que incluyen la creación de criterios universales para la emisión.

Con respecto a la evaluación de rendimientos de los bonos verdes y de la fijación de precios, diversos estudios se han enfocado en identificar y probar la existencia de una prima verde o *greenium*. Soe et al., (2019) realiza una revisión de la estructura y características de

estos instrumentos comparándolos con bonos tradicionales, entre sus resultados resalta como estos bonos son capaces de ofrecer beneficios adicionales; por su parte Bachelet et al., (2019), analizan específicamente el papel de la verificación de terceros y las características del emisor sobre la existencia de esta prima, sumándose Dorfleitner et al., (2022) quienes indagan también como las revisiones externas y las diferentes tonalidades de “verde” afectan el precio en los bonos e Intonti et al., (2023) estudian como el *greenium* ha cambiado a raíz de la pandemia.

Particularmente en cuestión de los rendimientos de la prima verde (Baker et al 2018; Ehlers y Parker, 2017; Zerbib, 2019; Kapraum et al., 2019; Agliardi y Agliardi, 2019; Nanayakara y Colombage, 2019; Fatica et. al, 2021; y Lau et. al, 2022) encuentran una prima negativa; es decir, los bonos verdes tienen un rendimiento menor en comparación con bonos tradicionales, por lo que concluyen que los inversionistas están dispuestos a aceptar menores rendimientos a fin de contribuir positivamente con el medio ambiente. Por otro lado Karpf y Mandel, 2017; Bachelet et. al, 2019; y Uribe, 2019, encuentran una prima negativa; es decir que los rendimientos de los bonos verdes son iguales o mayores a los de un bono tradicional.

En cuanto a eficiencia y desempeño del mercado se refiere, Gronwald y Wadud (2024) analizan la eficiencia informacional de los mercados de bonos verdes; Forest (2023) ofrece un análisis integral sobre el desempeño y las características del mercado verde y Xu et al. (2024) examina la conectividad de los bonos verdes con las tradicionales durante períodos de crisis.

Debe matizarse que la bibliografía antes mencionada enfoca los análisis de prima verde, eficiencia de mercado y emisiones en distintas regiones del mundo, centrándose ya sea en el contexto internacional o en los mercados desarrollados, lo que deja un vacío en el análisis específico del comportamiento del mercado mexicano. Por ello se revisa el análisis comparativo de bonos verdes contra convencionales presentado por Arellano y Delgado (2019), centrándose en la posible existencia de una demanda diferenciada que podría incurrir en la existencia de la prima verde. Sin embargo una de las limitaciones que se encuentran en dicho estudio es la falta de datos y la dependencia al mercado primario mexicano, además de solo centrarse en un caso muy específico: la comparación entre un bono verde frente a dos tradicionales, resultando en una muestra limitada que impide las generalizaciones.

Considerando el mercado de bonos temáticos, no solo los referidos a los verdes, Hussain (2022) analiza el interés creciente tanto de gobiernos como de inversionistas en países en desarrollo sobre esta clase de instrumentos. Y a través de una serie de encuestas a estos actores, encontró que las motivaciones principales para su emisión recaen en la capacidad para demostrar el compromiso con la sustentabilidad más allá de las ventajas en términos de rendimiento que puedan ofrecer mediante alguna prima, sin embargo, también se detecta un reto para este cometido, pues la falta de marcos regulatorios y la limitada disponibilidad de datos los vuelve susceptibles al *greenwashing*. Aunado a lo anterior, Cunha et. al, (2024), Prasad et al. (2022), Goel et al., (2022), destacan que un catalizador en el desarrollo de los mercados privados de deuda sustentable es la existencia de un mercado de deuda soberano sólido, esto debido a que los bancos tanto multilaterales como de desarrollo desempeñan un papel fundamental en la emisión de estos bonos, por lo que las políticas deben centrarse en mejorar el ecosistema desde las bases, mediante la calidad de datos y proyectos, pues tal como menciona, Hussain (2022), cada vez son más los inversionistas interesados en adquirir proyectos con objetivos ambientales y sociales, lo que implica para la emisión de bonos temáticos pasos extra en comparación con los bonos tradicionales relacionados con la transparencia y trazabilidad, además Jensen (2024) señala que es más probable que estos activos generen mayores beneficios si se reducen los costos de financiamiento y de acceso al capital, pues si bien existen resultados dispares en cuanto a si los inversionistas están dispuestos a sacrificar rendimientos por agendas sustentables, el autor sostiene que la combinación de deuda verde con asistencia técnica, no solo recude costos sino que también fomenta la capacidad de adaptación y compromiso.

### **3. Capítulo: Metodología**

#### **3.1 Tipo de estudio**

Comprender el comportamiento de los bonos verdes en el mercado primario la investigación se enmarca en un diseño de tipo experimental, dado que no se manipularán activamente las variables bajo estudio, pues se observan y analizan los fenómenos tal como ocurrieron a lo largo del tiempo sin alterar las condiciones naturales o aplicar tratamientos, permitiendo así estudiar la evolución y relaciones entre las variables. En este sentido, el enfoque metodológico a utilizar es mixto, combinando técnicas estadísticas y modelos de aprendizaje automático para el análisis de datos financieros, con información cualitativa recabada mediante una entrevista semiestructurada a un experto del mercado internacional de bonos temáticos, lo que permitió enriquecer la interpretación de los resultados y la contextualización dentro del marco institucional.

##### **3.1.1 Descripción de diseño**

- a) Observacional: Se basa en datos históricos recogidos desde 2015 hasta 2024, examinando el comportamiento de los bonos verdes en el mercado primario mexicano, en comparación con otros instrumentos, entre ellos los bonos sociales, sustentables y los CETES.
- b) Retrospectivo: Ya que la información se obtuvo de registros ya existentes, en bases de datos del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles y la Bolsa Institucional de Valores (BIVA), sin necesidad de intervenir o aplicar tratamientos.
- c) Longitudinal de tendencia: Debido a que se analizó cómo han cambiado las variables a lo largo del tiempo, por lo que se observaron tendencias y patrones en el rendimiento de los bonos verdes y cómo se han comportado bajo diferentes condiciones de mercado, además, se buscó describir y entender los cambios que han ocurrido en el periodo de 2015 a 2024, lo que ayuda a identificar patrones en la evolución de los bonos verdes, especialmente en comparación con otros bonos temáticos y los CETES.
- d) Descriptivo: Detallar y caracterizar las variables de interés, como el rendimiento anual de los bonos verdes (medido por la tasa cupón, tipo de interés, y prima de riesgo), los montos de emisión, y las diferencias entre emisores públicos y privados.
- e) Correlacional: Identificar si existen asociaciones o relaciones entre variables.

### 3.2 Población objetivo

La población objetivo está conformada por los bonos verdes emitidos en México desde el año 2015 hasta 2024, según datos disponibles en el mercado primario, con ello la población incluye bonos emitidos por diversas instituciones, como corporativos, bancos, y entidades gubernamentales, los cuales se clasificarán en públicos y privados.

El diseño de muestreo es de tipo no probabilístico, seleccionando una muestra intencional basada en la disponibilidad de datos en fuentes oficiales, como prospectos de emisión, reportes de sostenibilidad, y publicaciones de las instituciones emisoras.

La muestra incluye todos los bonos verdes y para la comparación bonos sociales, sustentables y ligados a la sostenibilidad del mercado primario que cumplan con los siguientes criterios:

- Emitidos en México entre 2015 y 2024.
- Contar con información sobre tasa de emisión, plazo, calificación crediticia, tipo de emisor, y otros datos relevantes para el análisis.
- Ser accesibles desde fuentes públicas y confiables.

**Tabla 3.** Operacionalización de las variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de Variable	Escala de Medición
Número de bonos emitidos por año	Cantidad total de bonos emitidos en el mercado primario en un año específico.	Número de bonos (verdes, sociales, sustentables) registrados por año entre 2015 y 2024.	Cuantitativa	De razón
Monto de emisión por bono	Valor nominal en unidades monetarias de cada emisión de bono en el mercado primario.	Monto total en pesos mexicanos asignado a cada emisión de bonos expresado en millones de dólares estadounidenses (verdes, sociales, sustentables).	Cuantitativa	De razón
Tasa de cupón	Porcentaje del valor nominal que se paga periódicamente como interés a los tenedores del bono.	Porcentaje de interés fijo o variable asignado al bono, según información de las emisiones de 2015 a 2024, ajustado considerando el spread y la tasa de referencia.	Cuantitativa	De razón
Año	Periodo en el que se realiza la emisión del bono.	Año calendario de la emisión de bonos (2015-2024).	Cuantitativa	Ordinal
Tipo de bono	Clasificación del bono según su objetivo ambiental, social, sostenible o financiero.	Clasificación de los bonos como verdes, sociales, sostenibles o CETES, según su propósito y certificación.	Cualitativa	Nominal
Tipo de emisor	Clasificación del emisor según su naturaleza como público o privado.	Identificación del emisor como entidad gubernamental, corporativa o bancaria en las emisiones de bonos.	Cualitativa	Nominal
Plazo	Tiempo entre la emisión y el vencimiento del bono.	Clasificación del plazo como corto ( $\leq 3$ años), mediano (4-10	Cualitativa	Ordinal

		años) o largo (>10 años) según el prospecto de emisión.		
Calificación crediticia	Evaluación del riesgo crediticio del bono por agencias especializadas.	Clasificación otorgada al bono según la agencia evaluadora	Cualitativa	Ordinal
Certificación	Verificación de sostenibilidad del bono mediante una segunda opinión o certificación reconocida.	Registro de certificación como verificada por CBI o mediante segunda opinión por un organismo autorizado.	Cualitativa	Nominal
Tipo de tasa	Se refiere a la clasificación de las tasas de interés aplicadas en productos financieros, distinguiendo entre tasas fijas y variables.	Identificación del tipo de tasa de interés (fija o variable) en productos financieros, según los términos contractuales.	Cualitativa	Nominal
Tasa CETES	La tasa de rendimiento que ofrecen los Certificados de la Tesorería de la Federación (CETES), los cuales son instrumentos de deuda emitidos por el gobierno mexicano para financiarse a corto plazo.	La tasa de interés anual expresada en porcentaje, correspondiente al rendimiento ofrecido por los CETES	Cuantitativa	De razón
Inflación	La tasa a la que el nivel general de precios de bienes y servicios en una economía sube durante un periodo de tiempo, reduciendo el poder adquisitivo del dinero.	Tasa en porcentaje anual	Cuantitativa	De razón
Tasa de referencia objetivo	La tasa de interés que establece el Banco de México como objetivo para influir en las tasas de interés interbancarias y, en consecuencia, en la política monetaria del país	La tasa de interés anual expresada en porcentaje	Cuantitativa	De razón

Fuente: Elaboración propia

Dentro del análisis se utiliza la variable de Tasa cupón como una aproximación para comparar rendimientos entre distintos instrumentos, incluyendo los bonos verdes, otros bonos temáticos y los CETES, la razón de lo anterior, es la falta de acceso al valor nominal y datos históricos del mercado secundario, por lo que la tasa cupón se ha ajustado incorporando la tasa de referencia y el spread anual correspondiente.

Es por lo anterior, que la tasa cupón, no representa el rendimiento exacto al vencimiento o el rendimiento total esperado, pero se emplea como una medida proxy para realizar comparaciones que sean consistentes con el estudio, proporcionando una visión general de como diferentes instrumentos se comportan frente a variables macroeconómicas, con ello la metodología propuesta permite explorar las tendencias de rentabilidad relativa en ausencia de ciertos datos clave, reconociendo las limitaciones inherentes a esta

aproximación, por lo que se subraya que no debe utilizarse como una medida precisa del rendimiento real del bono.

### **3.3 Diseño de la estrategia de análisis de datos**

Para alcanzar los objetivos planteados dentro de esta investigación y responder a las preguntas establecidas, la estrategia metodológica integra un análisis cuantitativo y cualitativo, un enfoque que permite obtener una visión integral del comportamiento y rendimiento de los bonos verdes en el mercado primario mexicano.

Por ello, en la primera etapa del análisis, se hizo uso de estadística descriptiva y exploratoria, con la finalidad de caracterizar la base de datos construida y poder visualizar tendencias en la emisión de los bonos temáticos, distinguiéndolo según diferentes características, distinguir la evolución temporal y el comportamiento de tasas entre instrumentos.

En segundo lugar, se emplearon la técnica no paramétrica modelos de *Random Forest*, herramienta de *maching learning* para identificar las variables relevantes en la predicción del rendimiento de los bonos verdes y su comparación frente a otros bonos temáticos, así como explorar relaciones complejas y no lineales entre variables explicativas con la variable respuesta. Posteriormente, se estimó un modelo de regresión robusta con errores agrupados por clúster, para identificar si la presencia de certificación CBI influyen en el rendimiento, controlando la posible heterocedasticidad y dependencia intra-cluster.

De manera complementaria, se integró una entrevista semiestructurada realizada al Mtro. Gabriel Yorio González, quien es el actual vicepresidente de finanzas del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), lo que permitió contextualizar y profundizar la interpretación de los hallazgos cuantitativos, especialmente en torno al papel del gobierno en la evolución del mercado temático, el uso estratégico y los desafíos asociados.

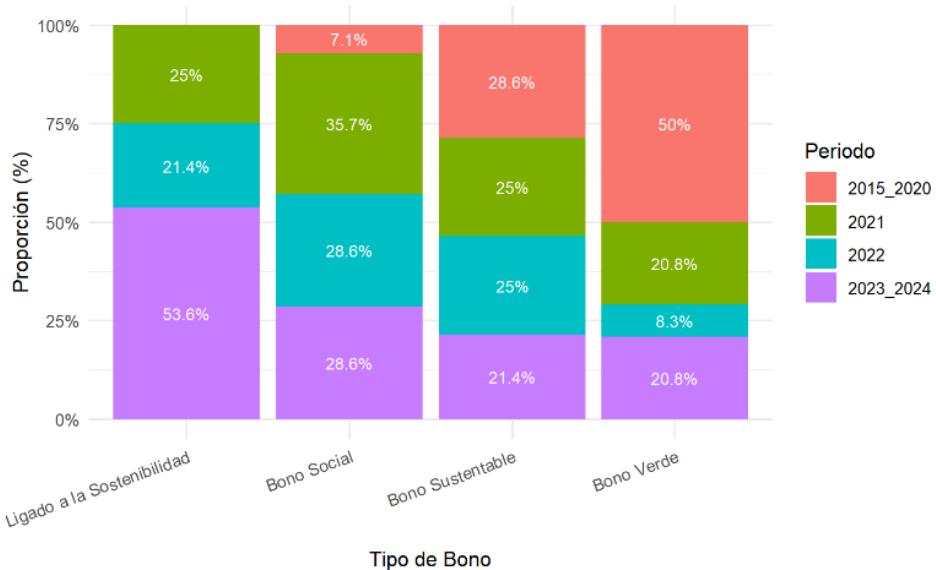
Finalmente, los análisis y la visualización de datos se realizaron en el software estadístico R.

## 4. Capítulo: Resultados

### 4.1 Análisis Cuantitativo

#### 4.1.1. Análisis Exploratorio

Dentro del periodo de 2015 al 2024 se emitieron 136 bonos temáticos en México, donde la distribución por periodo de emisión mostró que los mayores volúmenes ocurrieron en 2023–2024, con 40 emisiones, y en 2021, con 36 emisiones, mientras tanto para el periodo de 2015–2020 y 2022 se registraron 30 emisiones para cada uno. De ese total, el Bono Sustentable fue el más frecuente, con 56 emisiones, seguido por el Bono Social y el Bono Ligado a la Sostenibilidad, ambos con 28 emisiones, y en último lugar el Bono Verde, con 24 emisiones, lo que, en conjunto de acuerdo con el tipo de tasa, 70.00 % de los bonos se ofrecieron a tasa fija y 30.00 % a tasa variable.

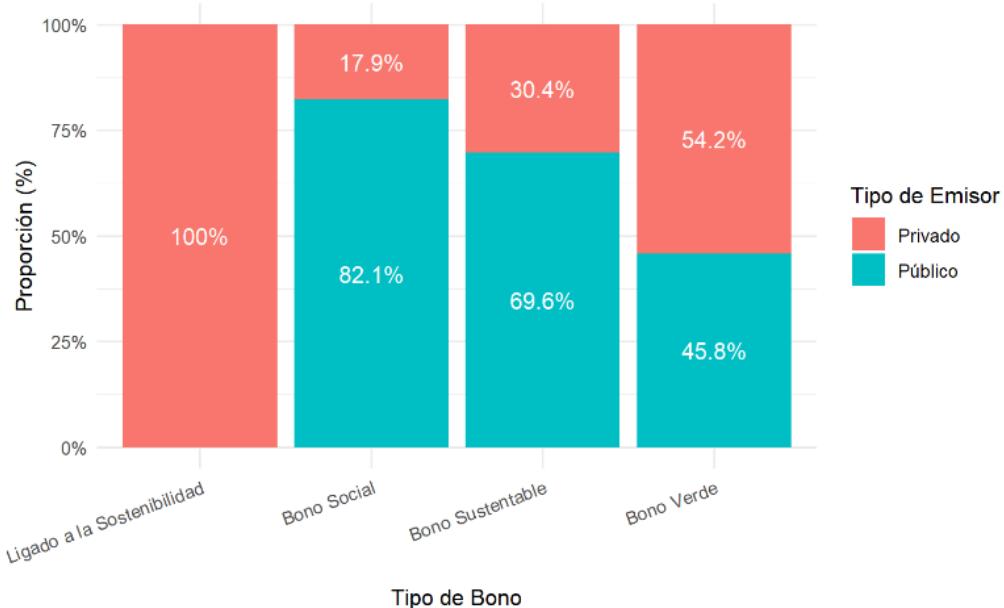


**Figura 1. Proporción de emisiones por periodo dentro de cada tipo de bono**

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la categoría de instrumentos sostenibles de la Bolsa Institucional de Valores (BIVA) y del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles, procesada en R.

De la misma manera, del total de las emisiones, 73 bonos; es decir el 54.00 % pertenecieron al sector público y 63 bonos, el 46.00 % al sector privado, dentro de esto, los Bonos Ligados a la Sostenibilidad fueron emitidos exclusivamente por el sector privado con 28 emisiones, mientras que los Bonos Sociales y los Bonos Sustentables se concentraron principalmente en el sector público, con 23 y 39 emisiones respectivamente; los Bonos Verdes se distribuyeron de forma casi equilibrada, con 13 emisiones privadas y 11 públicas. Acto seguido, al desglosar por plazos, el sector público generó 25 bonos a corto plazo, 39 a mediano y nueve a largo, mientras que el sector privado emitió 10 bonos a corto plazo, 48 a

mediano y 9 a largo plazo. En términos de estatus, el sector privado mantenía 57 bonos en circulación y tenía 6 bonos vencidos, en tanto que el sector público contaba con 54 bonos en circulación y 19 bonos vencidos, y respecto al tipo de tasa, los emisores privados ofrecieron 50 bonos a tasa fija y 13 a tasa variable, mientras que los emisores públicos registraron 45 bonos a tasa fija y 28 a tasa variable.



**Figura 2. Proporción de emisiones publico vs privadas dentro de cada tipo de bono**

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la categoría de instrumentos sostenibles de la Bolsa Institucional de Valores (BIVA) y del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles, procesada en R.

El análisis por plazo de vencimiento mostró que el 64.00 % de los bonos se ubicaron en el plazo mediano, el 26.00 % en el plazo corto y el 10.00 % en el plazo largo, así al cruzar el plazo con el tipo de bono, se encontró que los Bonos Ligados a la Sostenibilidad, los Bonos Sustentables y los Bonos Verdes se concentraron mayoritariamente en el plazo mediano, mientras que los Bonos Sociales se distribuyeron equitativamente entre plazo corto y mediano. Al considerar el tipo de tasa por plazo, los bonos de corto plazo fueron predominantemente de tasa variable, 30 frente a 5 a tasa fija, los bonos a plazo mediano fueron mayoritariamente de tasa fija, 76 frente a 11 a tasa variable, y los de plazo largo fueron todos a tasa fija.

Al cruzar estatus con tipo de bono, se observó que todos los Bonos Ligados a la Sostenibilidad estaban en circulación, mientras que los Bonos Sociales presentaron 19 en circulación y 9 vencidos; los Bonos Sustentables registraron 47 en circulación y 9 vencidos;

y los Bonos Verdes mostraron 17 en circulación y 7 vencidos. Al relacionar estatus con tipo de tasa, los bonos en circulación correspondieron en su mayoría a tasa fija, mientras que los bonos vencidos se concentraron en tasa variable.

El tipo de tasa, más allá de su distribución general (70.00 % a tasa fija, 30.00 % a tasa variable), mostró patrones específicos al cruzarlo con otras variables, por ejemplo, por tipo de bono: los Bonos Ligados a la Sostenibilidad tuvieron 25 emisiones a tasa fija y 3 a tasa variable; los Bonos Sociales 12 a tasa fija y 16 a tasa variable; los Bonos Sustentables 42 a tasa fija y 14 a tasa variable; y los Bonos Verdes 16 a tasa fija y 8 a tasa variable.

Con respecto a la calificación crediticia, 135 de los 136 bonos fueron catalogados como grado de inversión, y solo un bono se clasificó como grado de especulación, por lo que no se realizaron cruces adicionales que destacaran diferencias relevantes.

Para los Bonos Verdes, se evaluó además la certificación CBI: de las 24 emisiones, cuatro estaban certificadas y 20 no lo estaban. Desglosado por emisor, el sector privado presentó 1 bono verde certificado y 12 no certificados, mientras que el sector público tuvo 3 bonos certificados y 8 no certificados.

**Tabla 4.** Medidas de dispersión y de tendencia central

Variable	Media	Mediana	Desv. Est.	Mín.	Máx.	IQR	N
Año de emisión	2021.30	2022.00	1.90	2015	2024	2.00	136
Plazo (años)	6.89	7.00	3.69	1.50	20.00	7.00	136
Monto (millones USD)	245.38	150.97	286.10	14.97	2203.00	207.33	136

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la categoría de instrumentos sostenibles de la Bolsa Institucional de Valores (BIVA) y del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles, procesada en R.

Se analizaron tres variables numéricas principales: año de emisión, plazo en años, y monto en millones de dólares, que se puede apreciar en la tabla 4. En este caso, el año de emisión tuvo una media de 2021.30 y una mediana de 2022.00, con una desviación estándar de 1.90, lo que indica una dispersión baja, el rango total fue de nueve años, desde 2015 hasta 2024, pero el rango intercuartil se concentró entre 2021 y 2023, reflejando una alta concentración de emisiones en ese periodo.

Respecto al plazo en años, la media fue de 6.89 años y la mediana de 7.00 años, con una desviación estándar de 3.69, lo que mostró una dispersión moderada, los valores

oscilaron entre 1.50 y 20 años, con un rango intercuartil de 7 años, lo que indica que el 50 % central de los bonos se ubicó entre 3 y 10 años de plazo.

En cuanto al monto en millones de dólares estadounidenses (USD), se observó una media de 245.38 y una mediana de 150.97, lo que sugiere una distribución sesgada hacia la derecha. La desviación estándar fue alta (286.10), con un rango que fue de 14.97 a 2203 millones, y un rango intercuartil de 207.33 millones, lo que evidenció una elevada variabilidad en los montos de emisión.

Variables	1	2	3	4	5	6
1. Tasa promedio cupón	1.000	0.39	-0.37	0.43	-0.38	-0.31
2. Tasa promedio cetes	0.39	1.00	-0.53	0.98	0.07	0.08
3. Inflación promedio	-0.37	-0.53	1.00	-0.62	-0.02	0.04
4. Tasa de referencia objetivo	0.43	0.98	-0.62	1.00	0.07	0.06
5. Plazo (años)	-0.38	0.07	-0.02	0.07	1.00	0.18
6. Monto (millones USD)	-0.31	0.08	0.04	0.06	0.17	1.00

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la categoría de instrumentos sostenibles de la Bolsa Institucional de Valores (BIVA) y del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles, procesada en R.

En la tabla 5, se calcularon coeficientes de correlación de Pearson entre seis variables cuantitativas del estudio, de ahí que la correlación más alta se observó entre la tasa promedio CETES y la tasa de referencia objetivo, con un valor de 0.98, lo que indicó una relación lineal positiva muy fuerte entre ambas tasas, a su vez se encontró una correlación positiva moderada entre la tasa de cupón promedio y ambas tasas de referencia: 0.39 con CETES y 0.43 con la tasa objetivo.

En contraste, la inflación promedio mostró correlaciones negativas moderadas con la tasa de cupón promedio (-0.37), la tasa promedio CETES (-0.53), y la tasa de referencia objetivo (-0.62). Estas relaciones sugirieron asociaciones inversas entre inflación y tasas de interés en el conjunto de datos.

Por otro lado, las variables plazo en años y monto en millones de USD presentaron correlaciones débiles con las tasas y entre sí. En particular, la correlación entre plazo y monto fue de 0.16, mientras que sus correlaciones con la tasa de cupón fueron de -0.38 y -0.31,

respectivamente. Estos valores indicaron relaciones lineales bajas o moderadas, lo que sugiere que otros factores podrían estar explicando la variabilidad de estas dos variables.

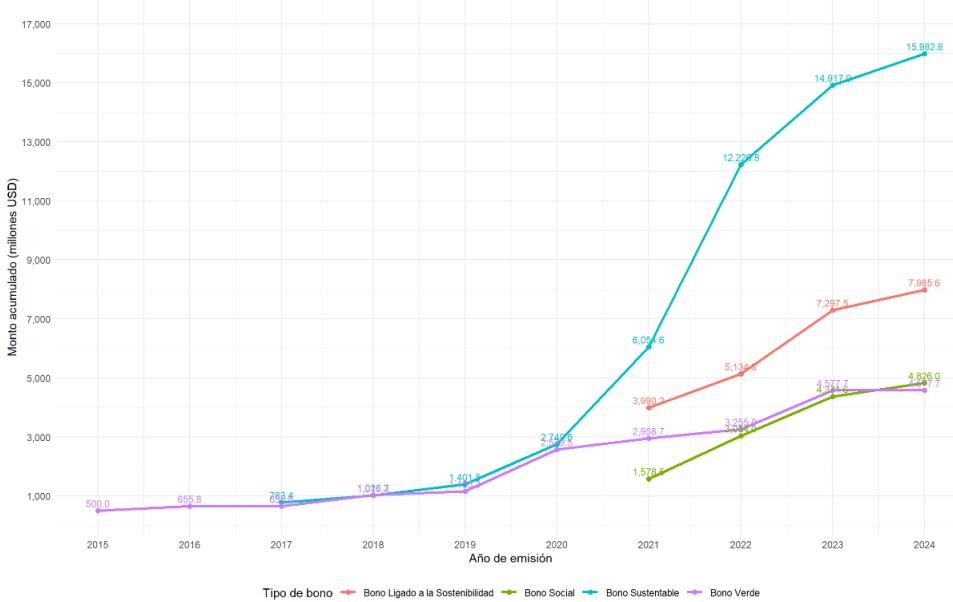
#### 4.1.2 Análisis principal

Durante el periodo de 2015 a 2024 dentro de los bonos temáticos analizados se emitieron más de 33 mil millones de USD en bonos verdes, sociales, sustentables y ligados a la sostenibilidad. En cuanto al número de emisiones, los bonos sustentables han mantenido una frecuencia constante entre 2021 y 2024, en contraste, los bonos verdes han mostrado una disminución en el ritmo de colocación, pasando de 12 emisiones entre 2015–2020 a 5 en 2021, 2 en 2022 y 5 entre 2023 y 2024. En cambio, los SLB, introducidos en 2021, han ganado terreno rápidamente, con un total de 15 emisiones en los dos últimos años analizados.

**Tabla 6. Número de emisiones por tipo de bono y periodo**

Tipo de bono	2015–2020	2021	2022	2023–2024
SLB	0	7	6	15
Social	2	10	8	8
Sustentable	16	14	14	12
Verde	12	5	2	5

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la categoría de instrumentos sostenibles de la Bolsa Institucional de Valores (BIVA) y del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles, procesada en R.



**Figura 3. Monto total emitido por tipo de bono y tipo de emisor en México (2015–2024)**

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la categoría de instrumentos sostenibles de la Bolsa Institucional de Valores (BIVA) y del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles, procesada en R.

La figura 3 muestra el comportamiento del monto acumulado por tipo de bono. En ella se observa que los bonos sustentables lideran el mercado, con un acumulado de 15,982.81 millones de USD, seguidos por los SLB (7,985.62 millones), bonos sociales (4,826.05 millones) y bonos verdes (4,577.72 millones).

También se identifica una tendencia de participación diferenciada entre emisores públicos y privados, presentado en la tabla 4, ya que mientras los bonos verdes y sustentables han sido emitidos por ambos sectores, los SLB se concentran exclusivamente en el sector privado. Además de resaltar que los bonos sociales han sido predominantemente emitidos por el sector público, con más del 89.00 % del total acumulado correspondiente a este tipo de emisores.

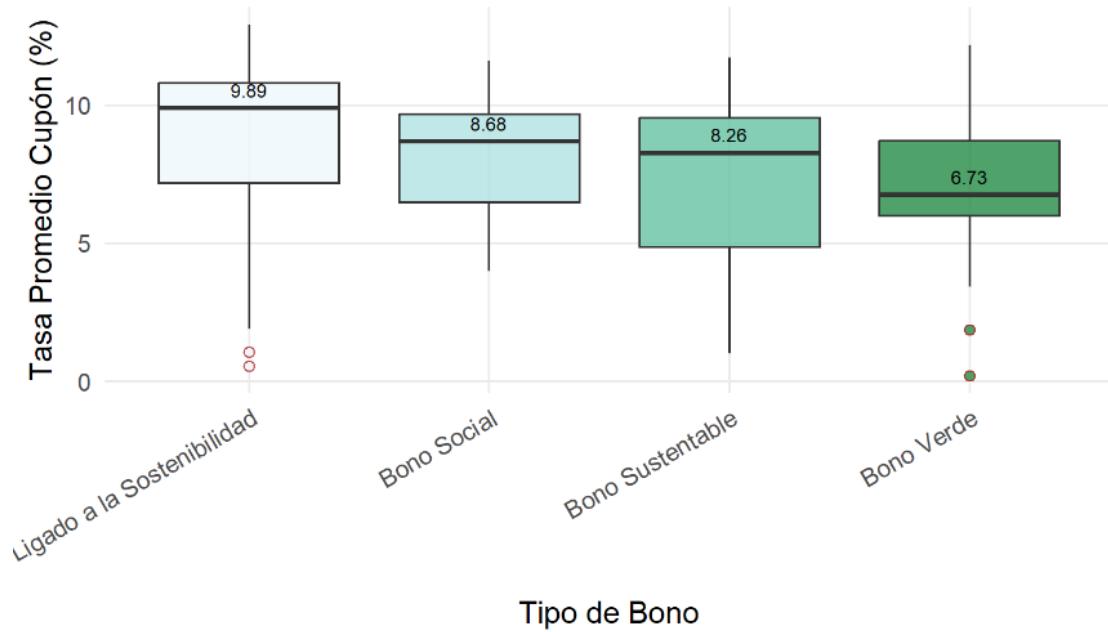
**Tabla 7.** Monto total acumulado por tipo de bono y tipo de emisor (en millones de USD)

Tipo de bono	Público (USD)	Privado (USD)	Total (USD)
Bono Verde	1,786.74	2,790.98	4,577.72
Bono Social	4,316.37	509.68	4,826.05
Sustentable	12,775.84	3,206.97	15,982.81
SLB	0.00	7,985.62	7,985.62

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la categoría de instrumentos sostenibles de la Bolsa Institucional de Valores (BIVA) y del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles, procesada en R.

Con el objetivo de conocer el comportamiento de los rendimientos anuales de los bonos verdes en el mercado primario mexicano durante el periodo de estudio, se realizó un análisis exploratorio y predictivo a través de estadísticas descriptivas, visualizaciones comparativas y un modelo de regresión mediante *Random Forest*.

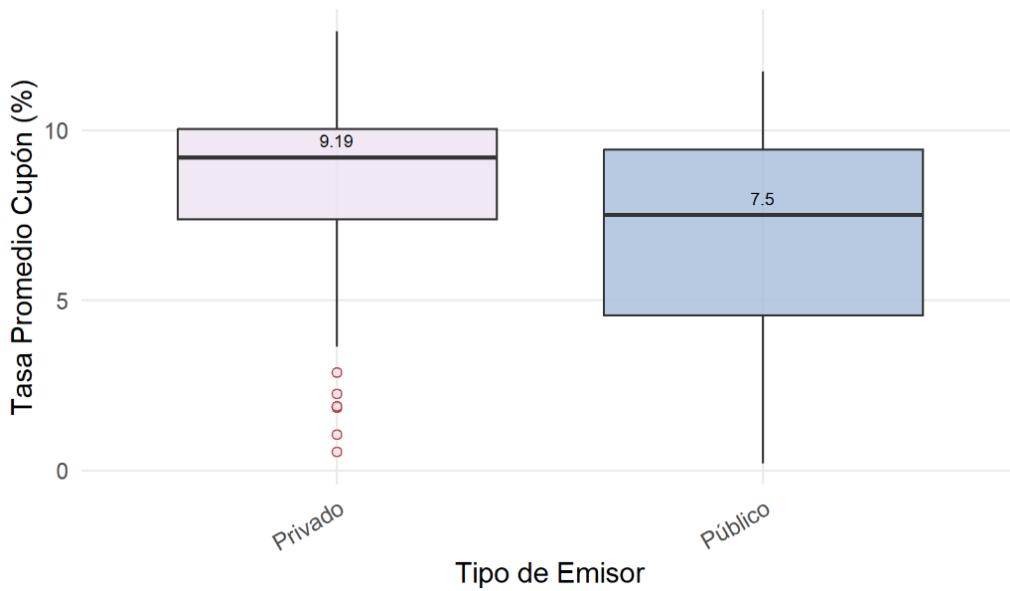
El análisis comparativo mostró que los bonos verdes presentan un rendimiento medio observado de 6.39 %, inferior al de otros bonos temáticos como los bonos sociales con 8.72 %, sustentables con 7.59 % y ligados a la sostenibilidad con 7.10 %.



**Figura 4. Distribución de la tasa cupón promedio por tipo de bono**

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la categoría de instrumentos sostenibles de la Bolsa Institucional de Valores (BIVA) y del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles, procesada en R.

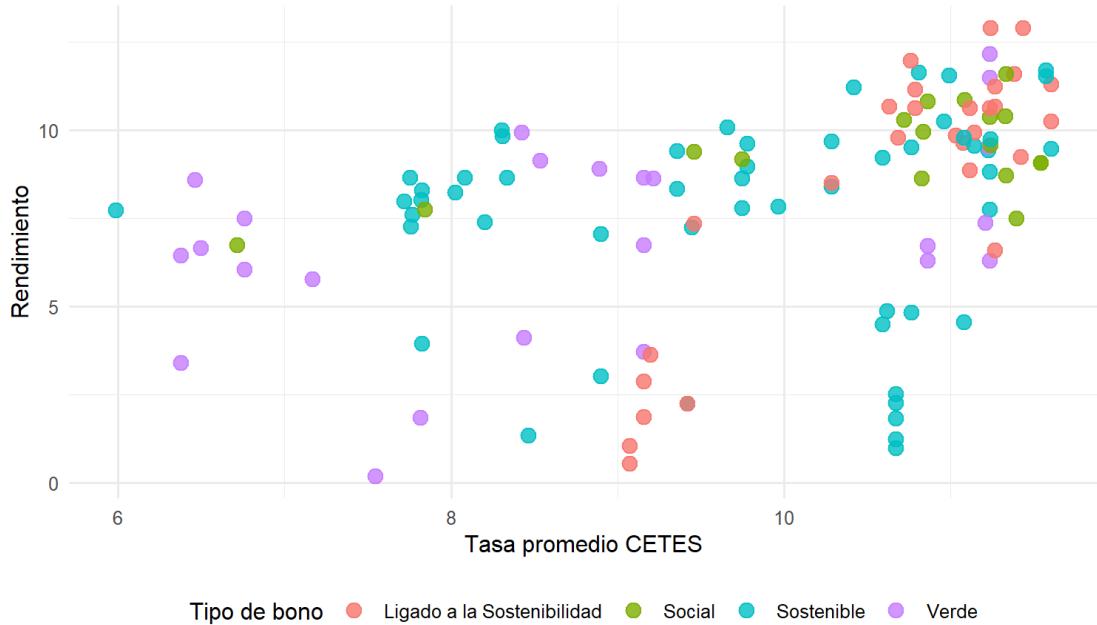
En los diagramas de caja de la figura 4 los bonos verdes presentan una mediana más baja y un rango intercuartílico más estrecho, lo que indica menor variabilidad en los rendimientos respecto a los otros bonos temáticos, cuyos rendimientos son más dispersos.



**Figura 5. Distribución de la tasa cupón promedio por tipo de emisor**

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la categoría de instrumentos sostenibles de la Bolsa Institucional de Valores (BIVA) y del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles, procesada en R.

Al distinguir entre emisores públicos y privados, se encontró que los bonos emitidos por entes privados presentan en general rendimientos más altos que aquellos emitidos por entes públicos. En el caso específico de los bonos verdes, los emisores privados alcanzaron un rendimiento medio de 6.63 %, en comparación con 6.21 % para los públicos.

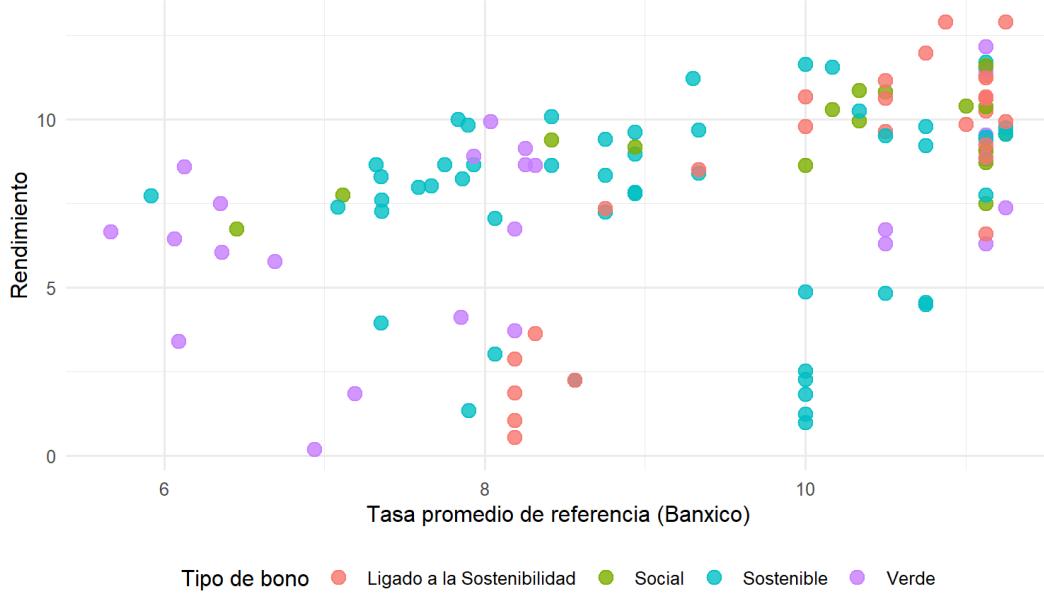


**Figura 6. Tasa CETES vs. Rendimiento por tipo de bono temático**  
Fuente: Elaboración propia a partir de información de la categoría de instrumentos sostenibles de la Bolsa Institucional de Valores (BIVA) y del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles, procesada en R.

Al comparar la tasa promedio CETES de cada año con el rendimiento, haciendo referencia a nuestra variable de tasa cupón como medida proxy, según el tipo de bono temático. Los bonos sostenibles muestran la mayor consistencia: prácticamente todos rinden entre 7.00 % y 10.00 % sin importar si los CETES estaban bajos o altos, por otra parte, los SLB, al aparecer en un contexto de tasas elevadas (2021–2024), alcanzaron rendimientos superiores al 10.00 %, pero presentaron emisiones aisladas con retornos muy bajos del 2.00 % al 3.00 %, lo que refleja variabilidad interna según sus condiciones específicas. Los bonos sociales, emitidos mayoritariamente en períodos con CETES altos, van desde rendimientos mínimos, cercanos a 2.00 %, hasta picos de casi 12.00 %, mostrando también dispersión.

Finalmente, los bonos verdes, concentrados en años de tasas más bajas, entregaron retornos moderados de entre 4.00 % y 8.00 % y, cuando los CETES subieron, varios cayeron a solo 1.00 % o 3.00 %, lo que indica que no siempre siguieron el ritmo de los demás. En

contraste con lo anterior, se confirma que las tasas de referencia influyen en los rendimientos, pero cada tipo de bono presenta su propio comportamiento y grado de homogeneidad.



**Figura 7. Tasa de referencia (Banxico) vs. Rendimiento por tipo de bono temático**

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la categoría de instrumentos sostenibles de la Bolsa Institucional de Valores (BIVA) y del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles, procesada en R.

En su conjunto, al igual que con los CETES, los rendimientos de los bonos tienden a subir cuando la tasa de referencia de Banxico es más alta, aunque no de forma perfectamente uniforme. Los bonos sustentables, representados por el color turquesa, siguen mostrando la mayor consistencia: sus puntos se agrupan entre rendimientos de 7.00 % a 10.00 %, sin importar si la tasa está en 6.00 % o en 10.00 %. Los SLB, que están representados por el color rojo, emitidos casi siempre con tasas arriba de 9.00 %, alcanzan rendimientos que a veces superan el 11.00 %, pero también incluyen emisiones con retornos apenas cercanos a 2.00 % o 3.00 %, lo que indica la existencia de cierta variabilidad interna según las condiciones específicas de cada emisión. Los bonos sociales, siendo los puntos de color verde, están concentrados mayormente cuando Banxico estaba en rangos altos, cerca de 10.00 %, y presentan dispersiones que van desde retornos bajos, alrededor de 2.00 % a 3.00 %, hasta valores de 10.00 % a 11.00 %.

Por último, los bonos verdes, representados por el color morado, emitidos en su mayoría cuando la tasa de Banxico estaba en el rango de 6.00 % al 8.00 %, ofrecen rendimientos más heterogéneos; es decir algunos superan el 8.00 % en tasas bajas, pero muchos caen al 1.00 % o 4.00 % cuando la tasa de referencia sube, lo que muestra que, a

diferencia de los bonos sustentables, no todos los verdes mantuvieron el ritmo de aumento de tasas. En definitiva, la gráfica deja claro que, aunque Banxico marca la pauta para rendimientos al alza, cada tipo de bono conserva su propia lógica: los sustentables son los más estables, los SLB y sociales aprovechan las tasas altas, pero con mayor dispersión, y los verdes, nacidos en épocas de tasas bajas, muestran rendimientos más erráticos cuando el entorno económico cambia.

Para explorar la relación entre variables y el rendimiento de los bonos, se entrenó un modelo de regresión *Random Forest* con 336 observaciones y nueve predictores, en este caso el modelo fue ajustado mediante validación cruzada de 10 pliegues, y obtuvo los siguientes parámetros óptimos:

**Tabla 8** Parámetros óptimos del modelo Random Forest

Parámetro	Valor asignado
Número de predictores por división (mtry)	71
Regla de división	Varianza
Tamaño mínimo del nodo	5
Número total de árboles	1,000

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la categoría de instrumentos sostenibles de la Bolsa Institucional de Valores (BIVA) y del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles, procesada en R.

**Tabla 9.** Desempeño del modelo Random Forest

Indicador	Valor obtenido
Error cuadrático medio (RMSE)	1.74
Error absoluto medio (MAE)	1.15
Coeficiente de determinación ( $R^2$ )	0.695

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la categoría de instrumentos sostenibles de la Bolsa Institucional de Valores (BIVA) y del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles, procesada en R.

Dentro de la tabla 9 se aprecia que el modelo explicó el 69.50 % de la varianza observada en los rendimientos anuales y con el fin de identificar las variables más relevantes en la predicción de los rendimientos anuales de los bonos temáticos en el mercado primario mexicano, se revisó la importancia relativa de cada predictor dentro del modelo *Random*

*Forest*, evaluando así el nivel de contribución de cada variable en la reducción de la impureza de los nodos, utilizando el criterio de varianza.

**Tabla 10. Importancia de las variables predictoras en el modelo**

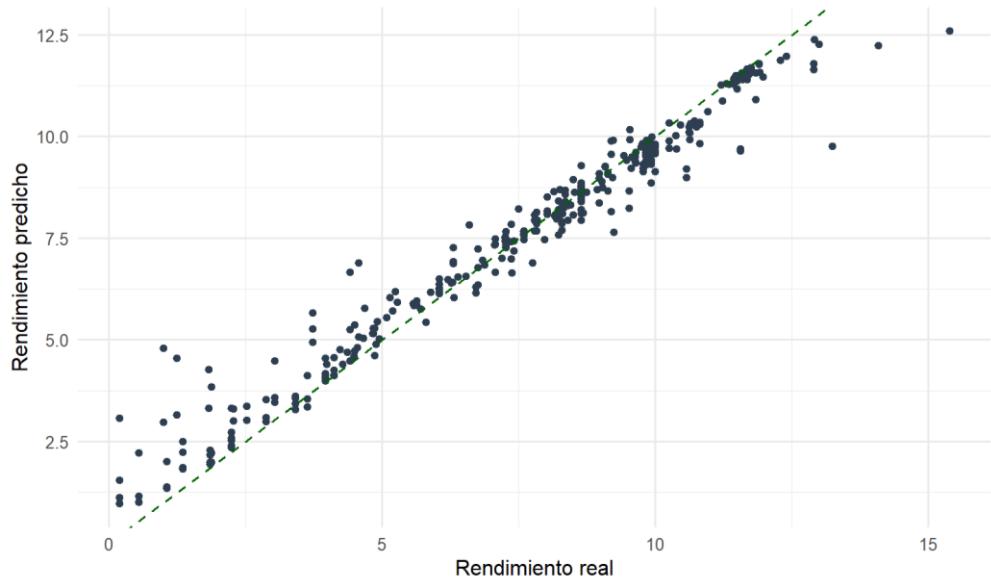
Variable	Importancia relativa (%)
Plazo (años)	100.00
Monto emitido (millones de USD)	94.73
Tasa CETES (%)	50.20
Tasa de referencia (%)	43.70
Inflación (%)	24.43

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la categoría de instrumentos sostenibles de la Bolsa Institucional de Valores (BIVA) y del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles, procesada en R.

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 10. La variable con mayor importancia relativa fue el plazo del bono, el cual está expresado en años, con una contribución máxima de 100.00 %. Le siguió el monto emitido en millones de dólares estadounidenses, con una importancia relativa de 94.73 %, lo cual indica que ambas variables estructurales del instrumento financiero fueron altamente determinantes en la predicción del rendimiento.

En tercer lugar, se ubicaron las variables de contexto macroeconómico; es decir la tasa de los CETES que tuvo una importancia de 50.20 %, y la tasa de referencia objetivo del Banco de México, que alcanzó un 43.70 %. Finalmente, la inflación presentó una importancia relativa menor con un 24.43 %.

La Figura 8 muestra la relación entre los rendimientos reales observados y los rendimientos predichos por el modelo, en el cual se aprecia una fuerte alineación entre ambas variables, concentrada a lo largo de la diagonal, lo que valida la capacidad del modelo para aproximarse a los rendimientos reales.

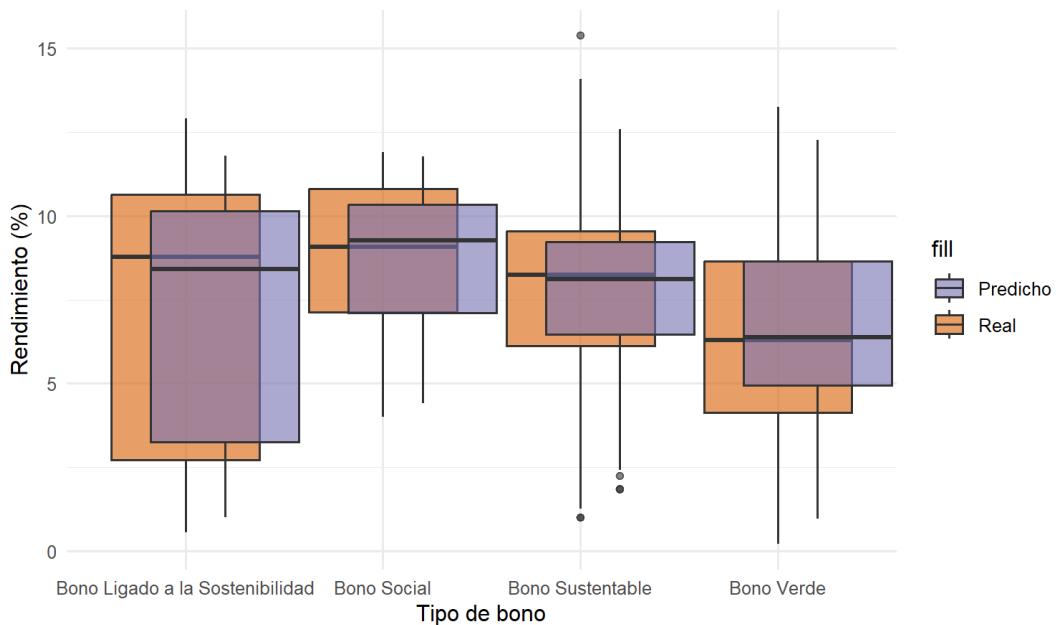


**Figura 8. Relación entre rendimientos reales y predichos.**

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la categoría de instrumentos sostenibles de la Bolsa Institucional de Valores (BIVA) y del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles, procesada en R.

La Figura 9 compara los rendimientos reales y predichos, diferenciados por tipo de bono, para cada tipo de bono. En este caso, los bonos sociales y los SLB muestran que el modelo captura con bastante precisión la mediana y la dispersión central: las cajas moradas que representan la predicción quedan muy cercanas a las naranjas que representan los valores reales, aunque aún existe algo de variabilidad residual en los bigotes. Por otra parte, en los bonos sustentables la mediana predicha aparece ligeramente por debajo de la real y el rango IQR estimado es más estrecho que el observado, lo que indica que el modelo subestima las emisiones con rendimientos muy bajos o altos.

Y caso similar, para los bonos verdes comprime la distribución; es decir, la caja predicha, aproximadamente 5.00 % o 7.00 %, es más pequeña que la real, de alrededor de 4.00 % a 8.00 %, y los extremos reales son cercanos a 1.00 % en el mínimo y superiores al 10.00 % en el máximo, por lo que no se reflejan completamente en las predicciones, ya que las colas del modelo rara vez caen por debajo del 3.00 % o superan el 9.00 %. Por lo que, aunque el *Random Forest* ajusta bien la tendencia central de todos los tipos de bono, tiende a igualar las colas de la distribución, especialmente en los bonos sustentables y, sobre todo, en los verdes.



**Figura 9. Rendimientos reales vs. predichos por tipo de bono.**

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la categoría de instrumentos sostenibles de la Bolsa Institucional de Valores (BIVA) y del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles, procesada en R.

De manera particular, con el propósito de conocer la sensibilidad de los rendimientos anuales a través de la tasa cupón de los bonos verdes emitidos en el mercado primario mexicano, se entrenó un modelo *Random Forest*, donde se filtraron únicamente aquellos bonos clasificados con esta etiqueta, resultando en una muestra total de 77 observaciones, así cada observación correspondió a un bono verde emitido en un año específico.

Para controlar la dependencia entre observaciones, se generó una variable llamada Base Bono, la cual identificó que observaciones pertenecían a un mismo bono en diferentes años, lo que permitió agrupar emisiones del mismo bono y controlar su efecto estructural dentro del modelo.

Habiendo hecho lo anterior, se entrenó el modelo con 500 árboles para predecir la tasa cupón usando como predictores: Inflación, Tasa de Referencia Objetivo, Plazo, Tipo de Tasa, Tipo de Emisor, Monto, Tasa CETES, Año de emisión y Base Bono.

**Tabla II. Métricas de desempeño del modelo 2 de Random Forest.**

Métrica	Valor
Varianza explicada (%)	63.51
Error cuadrático medio (MSE)	3.27

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la categoría de instrumentos sostenibles de la Bolsa Institucional de Valores (BIVA) y del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles, procesada en R.

**Tabla I2. Importancia de variables del modelo 2 de Random Forest.**

Variable	%IncMSE	IncNodePurity
Base Bono	25.97	296.18
Monto (millones USD)	19.11	152.61
Plazo (años)	10.64	50.31
Tasa CETES (%)	7.70	50.31
Tasa de Referencia Objetivo (%)	5.81	41.29
Tipo de Tasa	5.74	12.22
Tipo de Emisor	5.03	6.21
Inflación (%)	4.23	39.48
Año de emisión	2.02	14.25

Nota: %IncMSE aumento relativo en el MSE al permutar aleatoriamente los valores de la variable, manteniendo constantes las demás y IncNodePurity suma de las reducciones en impureza de Gini en todos los árboles

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la categoría de instrumentos sostenibles de la Bolsa Institucional de Valores (BIVA) y del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles, procesada en R.

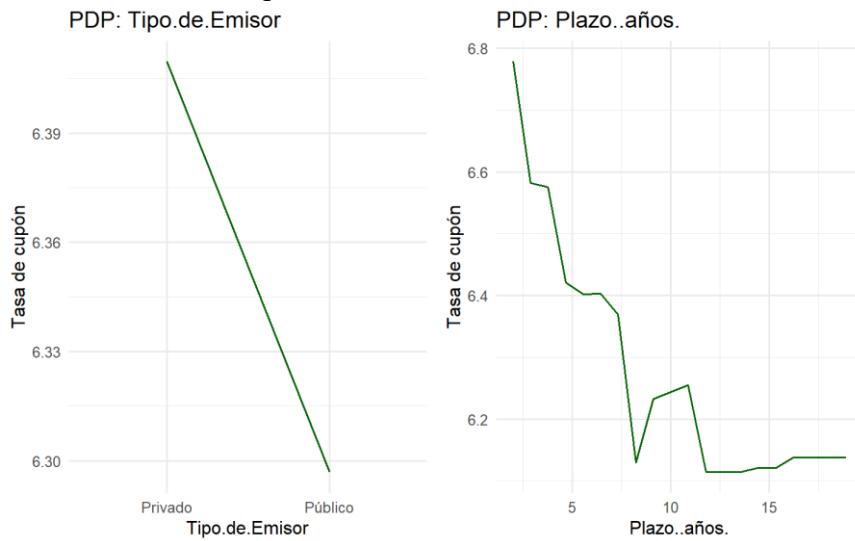
La variable Base Bono fue la que más aportó al ajuste del modelo: al permutar sus valores, el error cuadrático medio (MSE) aumentó alrededor de un 26.00 %, y además logró la mayor mejora en la uniformidad de los nodos (296.18 unidades), lo que subraya su papel central en la segmentación. En segundo lugar, el Monto también demostró gran relevancia, al alterar esta variable, el MSE creció en 19.11 %, y contribuyó con 152.61 unidades para hacer los nodos más homogéneos, reflejando claramente cómo el tamaño de la emisión incide en la variación de la tasa cupón.

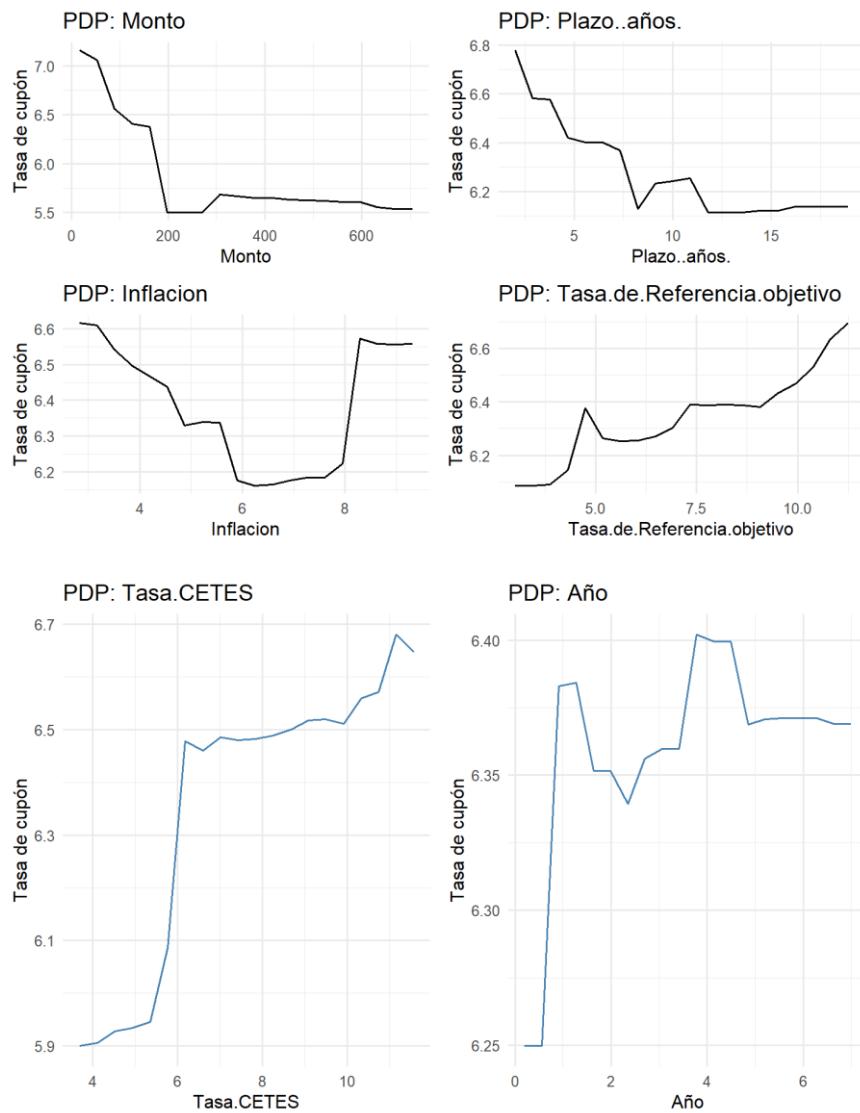
El Plazo mostró un efecto moderado: permutarlo ocasionó un aumento de 10.64 % en el MSE y aportó 50.31 unidades a la mejora de la pureza en los nodos, lo que indica una influencia intermedia tanto en la precisión como en la arquitectura de partición. La Tasa CETES tuvo un comportamiento similar al plazo: al intercambiar sus valores, el MSE se

elevó en 7.70 %, y la uniformidad de los nodos mejoró en 50.31 unidades, situándola en un nivel de importancia comparable al plazo.

Para la Tasa de Referencia Objetivo, alterar sus valores provocó un incremento de 5.81 % en el MSE y generó 41.29 unidades de mejora en la consistencia de los nodos, lo que señala una influencia más moderada, aunque todavía significativa, dentro de las variables de tasa. El tipo de tasa aportó de manera más limitada: permutarlo aumentó el MSE en 5.74 % y solo añadió 12.22 unidades a la uniformidad de los nodos, lo cual indica que su contribución a la estabilidad del árbol fue secundaria.

Por su parte, tanto el Tipo de Emisor como la Inflación mostraron impactos menores en el desempeño del modelo, ya que intercambiar sus valores incrementó el MSE en 5.03 y 4.23 %, respectivamente, y redujo la heterogeneidad de los nodos en 6.21 y 39.48 unidades, dejando claro que su influencia, aunque presente, fue relativamente baja. Por último, el Año de emisión tuvo el efecto más marginal, dado que, al permutarlo, el MSE aumentó en 2.02 % y la pureza de los nodos se mejoró en 14.25 unidades, lo que indica un impacto temporal secundario una vez que se consideran el resto de las variables.





**Figura 10. Relación marginal estimada con la tasa cupón, manteniendo constantes los demás predictores.**

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la categoría de instrumentos sostenibles de la Bolsa Institucional de Valores (BIVA) y del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles, procesada en R.

De acuerdo con los gráficos de la figura 10, para el Tipo de Emisor, la tasa cupón predicha es de aproximadamente 6.39 % para emisores privados y alrededor de 6.30 % para emisores públicos; para el Plazo, la tasa parte en torno a 6.80 % para vencimientos de 5 años y desciende hasta cerca de 6.30 % en plazos de 7 u 8 años y se mantiene estable en alrededor de 6.20 y 6.30 % para plazos mayores a 8 años. Respecto al monto, las emisiones menores a 50 millones presentan cupones predichos cercanos a 6.80 y 6.70 %, pero entre 50 y 200 millones la tasa cae hasta aproximadamente 6.10 % y para montos superiores a 200 la predicción se estabiliza en torno a 6.00 %.

Para la variable Inflación, la tasa predicha parte en alrededor de 6.50 % cuando esta se mantiene entre 3.50 y 4.00 %, y desciende hasta un mínimo cercano a 6.20 %, cuando la inflación se encuentra alrededor de 6.00 %, pero asciende hasta aproximadamente 6.35 % cuando la inflación alcanza un 9.00 %. Para la Tasa de Referencia Objetivo, la predicción es de alrededor de 6.20 % con tasa objetivo de 4.00 %, que asciende gradualmente hasta cerca de 6.35 % cuando la tasa de referencia es de 6.00 % y sube más rápido hasta aproximadamente 6.60 % cuando dicha tasa llega a 8.00 %. Para la variable de Tasa CETES, la curva es casi horizontal en torno a 6.10 % mientras los CETES se encuentren entre 3.50 % y 7.00 %, y la predicción sube hasta alrededor de 6.70 % cuando CETES está en 11.00 %. Finalmente, en Año de emisión, la tasa predicha en 2015 es aproximadamente 6.40 %, pero baja a cerca de 6.30 % en 2016, vuelve a subir a alrededor de 6.40 % en 2018 y luego desciende levemente a aproximadamente 6.35 % en los años posteriores.

Por otro lado, se estimaron dos modelos de regresión con errores estándar robustos por clúster en la variable *Ticker*, que hace referencia al agrupamiento por emisión de bono, para evaluar la asociación de la certificación CBI y otras características con la tasa cupón de los bonos verdes, de este modo, la muestra final consistió en ocho emisiones de bonos verdes, de las cuales cuatro contaban con certificación CBI y cuatro carecían de dicha certificación. Las emisiones sin CBI se seleccionaron mediante un método de emparejamiento (*matching*) con aquellas que sí tenían CBI, asegurando similitud en las siguientes características: monto, duración ajustada, tipo de tasa y tipo de emisor.

Para evaluar la asociación entre certificación CBI y tasa cupón, así como el efecto de otras variables de control, se estimaron dos modelos de regresión robusta mediante errores estándar por clúster en la variable *Ticker*.

**Tabla I3.** Variables principales incluidas

Variable	Descripción	Tipo	Codificación
Tasa cupón (% anual)	Tasa de interés nominal anual del bono	Numérica	-
Certificación CBI	Si el bono cuenta con certificación CBI	Dummy	0 = No, 1 = Sí
Monto (millones de USD)	Valor total emitido del bono en millones de USD	Numérica	-
Duración ajustada (años)	Duración ajustada del bono	Numérica	-
Tipo de tasa	Tipo de tasa aplicada al bono	Dummy	0 = Fija, 1 = Variable

Tipo de emisor	Naturaleza del emisor del bono	Dummy	0 = Público, 1 = Privado
----------------	--------------------------------	-------	-----------------------------

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la categoría de instrumentos sostenibles de la Bolsa Institucional de Valores (BIVA) y del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles, procesada en R.

Aplicandose la siguiente formula:

$$Tasa \widehat{cupón}_i = \beta_0 + \beta_1 CBI_i + \beta_2 Monto_i + u_i$$

**Tabla 14.** Resultados del Modelo 1 (errores estándar robustos por clúster)

Variable	Coeficiente	Error estándar (robusto)	Estadístico t	p-valor
Intercepo	8.38	1.064	7.88	< 0.001
Certificación CBI	0.37	1.78	0.21	0.84
Monto (millones USD)	-0.007	0.006	-1.13	0.27

Nota: Estadístico F = 3.699 (p = 0.0352).

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la categoría de instrumentos sostenibles de la Bolsa Institucional de Valores (BIVA) y del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles, procesada en R.

En los resultados del Modelo 1 con errores estándar robustos agrupados por clúster (Ticker), el intercepto fue significativo con un p valor menor a 0.001, indicando que, en ausencia de certificación CBI y con monto igual a cero, la tasa cupón estimada se ubicó en ese valor base. La variable Certificación CBI resultó en un estadístico t de 0.21 y un p-valor de 0.84, indicando que no fue estadísticamente significativa, por su parte, el Monto presentó un coeficiente negativo también sin significancia estadística. Asimismo, el coeficiente de determinación y el de determinación ajustado fue de 0.18 y 0.13, respectivamente, lo que sugiere una capacidad explicativa baja. Sin embargo, el modelo en su conjunto fue estadísticamente significativo según el estadístico F = 3.70 con un p igual a 0.04.

Para el segundo modelo de regresión robusta, se aplicó la siguiente formula:

$$\begin{aligned} Tasa \widehat{cupón}_i &= \beta_0 + \beta_1 CBI_i + \beta_2 Monto_i + \beta_3 Duración_i + \beta_4 1\{TipoTasa_i \\ &= Variable\} + \beta_5 1\{TipoEmisor_i = Privado\} + u_i \end{aligned}$$

**Tabla 15.** Resultados del Modelo 2 (errores estándar robustos por clúster)

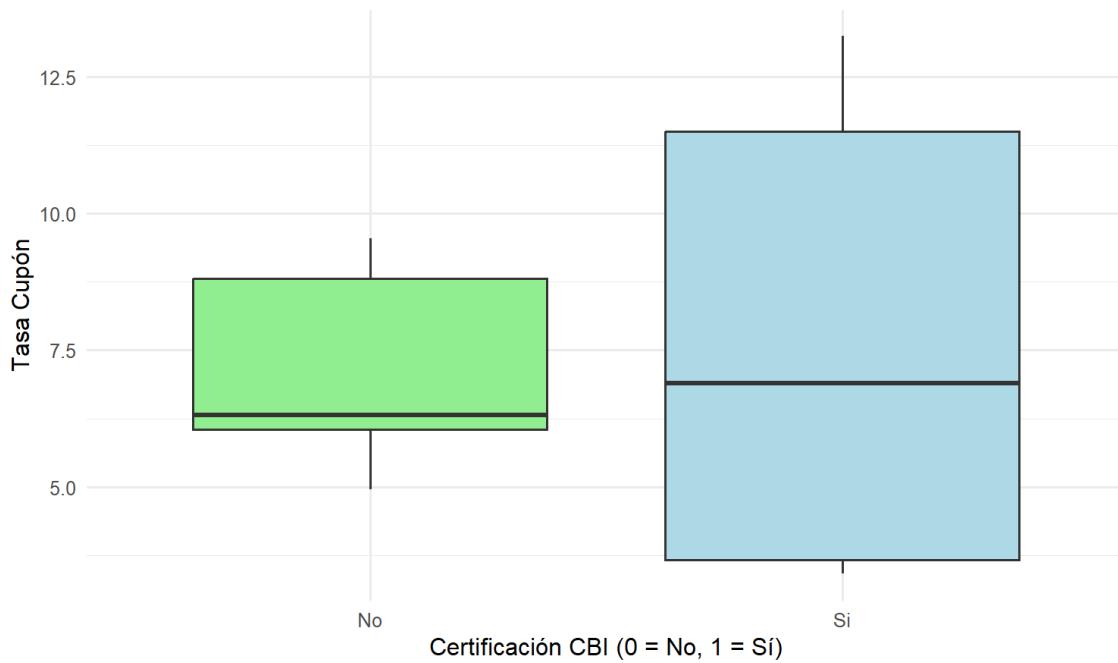
Variable	Coeficiente	Error estándar (robusto)	Estadístico t	p-valor
Intercepto	6.89	0.34	20.58	< 0.001
Certificación CBI	-0.07	0.51	-0.13	0.90
Monto (millones USD)	-0.006	0.00048	-12.60	< 0.001
Duración ajustada (años)	-0.07	0.10	-0.72	0.48
Tipo de tasa – Variable (dummy = 1)	1.16	0.49	2.35	0.025
Tipo de emisor – Privado (dummy = 1)	5.15	0.22	23.14	< 0.001

Fuente: Fuente: Elaboración propia a partir de información de la categoría de instrumentos sostenibles de la Bolsa Institucional de Valores (BIVA) y del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles, procesada en R.

En los resultados del Modelo 2, que incorpora más variables y utiliza errores estándar robustos agrupados por clúster, considerando la variable ticker, el intercepto fue altamente significativo con un coeficiente de 6.89 ( $p < 0.001$ ), representando el valor base estimado de la tasa cupón cuando todas las variables explicativas son cero. La Certificación CBI no resultó significativa y por su parte el Monto indicó una relación negativa altamente significativa entre el tamaño de emisión y la tasa cupón.

La Duración presentó un coeficiente de -0.07 con un p-valor de 0.48, lo que nos indica que no hay significancia estadística. En cambio, el Tipo de tasa variable fue positivo y significativo, sugiriendo que los bonos con tasa variable presentaron tasas cupón más altas, en promedio. Finalmente, el Tipo de emisor (Privado) fue la variable con mayor impacto positivo, lo que indica que los bonos emitidos por entidades privadas se asociaron con tasas cupón considerablemente más altas. El modelo tuvo un coeficiente de determinación de 0.71 y un coeficiente de determinación ajustado de 0.67, lo que indica la capacidad explicativa, más aún el estadístico  $F = 15.37$  ( $p = < 0.001$ ) confirma que el modelo fue globalmente significativo.

Se elaboró un diagrama de cajas para comparar la distribución de la “Tasa cupón” entre los grupos sin certificación con certificación.



**Figura 11. Tasa cupón (%) según Certificación CBI**

Fuente: Fuente: Elaboración propia a partir de información de la categoría de instrumentos sostenibles de la Bolsa Institucional de Valores (BIVA) y del Consejo Mexicano de Finanzas Sostenibles, procesada en R.

La caja correspondiente a los bonos sin certificación CBI muestra que su mediana de tasa cupón es alrededor de 6.50 %, con el primer cuartil cerca de 6.00 % y el tercer cuartil cerca de 9.00 %, extendiéndose desde aproximadamente 5.00 % como valor mínimo y hasta 10.00 % como valor máximo, lo que indica que la mayoría de los bonos sin certificación concentran sus tasas cupón en ese rango relativamente estrecho.

Por su parte, los bonos con certificación CBI presentan una mediana de alrededor de 7.00 %, ligeramente superior a la de los no certificados, pero su rango intercuartílico es más amplio, en otros términos, el primer cuartil está cerca de 4.00 % y el tercer cuartil en torno a 11.00 %, además, los “bigotes” de los bonos certificados abarcan desde aproximadamente 3.00 % hasta 13.00 %. En otras palabras, los bonos con certificación CBI muestran una mayor dispersión, hay algunos que tienen tasas cupón muy bajas, por debajo de 5.00 %, y otros que superan ampliamente el 10.00 %.

Y aunque la mediana de la tasa cupón para los bonos certificados es aproximadamente 7.00 %, es solo un poco más alta que la de los no certificados, aproximadamente de 6.50 %, el hecho de que sus cuartiles y extremos estén mucho más dispersos indica que, entre los pocos bonos verdes con certificación CBI, existen emisiones con rendimientos muy heterogéneos.

## 4.2 Análisis Cualitativo

Como parte del enfoque cualitativo complementario de esta investigación, se realizó una entrevista semiestructurada con el Mtro. Gabriel Yorio González, actual Vicepresidente de Finanzas y Administración del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y ex Subsecretario de Hacienda y Crédito Público de México. Durante su gestión pública, coadyuvó en importantes iniciativas en materia de finanzas sostenibles, incluyendo la emisión del primer bono soberano sostenible de México, la elaboración de la taxonomía sostenible mexicana y el diseño de estrategias de movilización de recursos para el desarrollo sustentable. Esta entrevista aportó información clave sobre la evolución del mercado de bonos verdes en el país, las decisiones institucionales que han definido su trayectoria y las perspectivas futuras sobre este instrumento.

De acuerdo con Yorio, los bonos verdes surgen como parte de una tendencia internacional impulsada inicialmente desde Europa, donde la necesidad de financiar proyectos de energía renovable y reducir la dependencia de combustibles fósiles motivó la creación de instrumentos específicos con enfoque ambiental, resaltando que este enfoque, aunque valioso, se percibe como “eurocentrista” y con un alcance limitado para la realidad mexicana:

"...la política verde en realidad es la relacionada con cambio climático y esto está relacionado con transición energética e inversiones en energía limpia..."  
(Yorio, 2025).

No obstante, el entrevistado señaló que México, debido a sus condiciones geoambientales, contaba con ventajas en energía solar y eólica a diferencia del mercado europeo, pero enfrentaba a su vez desafíos sociales que no estaban contemplados en la definición estricta dentro de los bonos verdes:

"...México no puede solo emitir bonos verdes porque tenemos brechas sociales  
[...] tenemos una infraestructura natural y también tenemos brechas sociales..."  
(Yorio, 2025).

Además, Yorio explicó que un reto adicional desde el punto de vista financiero en la emisión de bonos verdes para un país emergente es que resulta más costosa que para economías avanzadas debido a la existencia de una prima país:

"...si emitía bonos del lado mexicano, tenía que pagar una prima país por ser un país en crecimiento en desarrollo que no era moneda de reserva, tengo un riesgo país asociado y entonces tengo que pagar por pura definición financiera el bono de Estados Unidos más un spread..." (Yorio, 2025).

En este sentido, los proyectos sostenibles en un país en desarrollo enfrentan un sobrecosto que no depende de la calidad ambiental del proyecto sino del riesgo-país implícito, por ello, los bonos verdes emitidos por México suelen pagar tasas más altas a diferencia de que los emitiera un país avanzado.

Concretamente, al abordar la razón por la que en Hacienda no se emitían directamente bonos verdes antes de 2020, Yorio comentó lo siguiente:

"...llegué a Crédito Público y la primera pregunta fue: ¿por qué no emiten bonos verdes? La respuesta fue: 'No, no emitimos porque no lo consideramos necesario; que lo hagan los bancos de desarrollo.'" (Yorio, 2025).

Según él, esta postura inicial se basó en la convicción de que la banca de desarrollo (NAFIN, Banobras, Bancomext) tenía mandatos específicos para financiar infraestructura y proyectos ambientales, mientras que el gobierno federal se enfocaba en instrumentos soberanos convencionales.

A su vez, durante su gestión en la SHCP, se impulsó una reflexión institucional sobre la necesidad de evolucionar del concepto de "verde" hacia uno más amplio: la sostenibilidad. Esto implicó integrar los aspectos ambientales y sociales en un mismo instrumento, reconociendo que ambos están interconectados y que el financiamiento debe optimizar recursos escasos atendiendo ambos frentes:

"Parece un poco de semántica, pero fue una reflexión que hicimos [...] no podemos tener una política verde nada más [...] necesitamos una política de sostenibilidad." (Yorio, 2025).

En consecuencia, este cambio de enfoque tuvo un hito importante en lo que respecta a la emisión del primer bono soberano sostenible de México en septiembre de 2020, con un monto de 750 millones de euros, que, a diferencia de las emisiones anteriores realizadas por banca de desarrollo, esta colocación marcó la entrada del gobierno federal como actor activo en el mercado temático:

"...si queríamos realmente acelerar la movilización de financiamiento sostenible, el primero tenía que ser el gobierno [...] alguien que diera una señal muy fuerte de compromiso." (Yorio, 2025).

La emisión soberana sirvió como referencia para otras instituciones, en tanto que los bonos del gobierno son considerados los de menor riesgo en el sistema financiero nacional. Por ende, su cotización sirve como base para la valuación de otros instrumentos.

Con ello, la colocación de bonos sostenibles por parte del gobierno permitió generar referencias clave en el mercado, tanto en plazos como en monedas (euros, dólares y yenes), lo que facilitó la entrada de otros actores emisores, lo que incluyó el diseño de los instrumentos BONDES G y BONDES S, que constituyen las versiones sostenibles de los instrumentos de deuda previamente existentes:

"...el gobierno empieza a colocar bonos sostenibles [...] empieza a generar referencias [...] y en ese sentido enverdecemos las referencias." (Yorio, 2025).

Por decirlo de otra manera, a través de estas referencias, el ecosistema financiero mexicano pudo avanzar hacia la conformación de una “curva verde”, que permitió a emisores corporativos, banca de desarrollo e instituciones públicas encontrar condiciones más claras para fondearse de forma sostenible.

Es de resaltar que la necesidad de dotar de legitimidad y estándares claros a las emisiones fue una de las preocupaciones centrales de Yorio durante las emisiones soberanas, las dudas expresadas por los inversionistas internacionales durante los *roadshows* motivaron la creación de la taxonomía sostenible mexicana:

"...nos dimos cuenta de que teníamos que desarrollar un blindaje para nuestros instrumentos [...] y ahí es donde nació la taxonomía." (Yorio, 2025).

Yorio resalta que el objetivo de la taxonomía es delimitar qué actividades económicas pueden considerarse sostenibles bajo criterios objetivos y medibles, con el fin de evitar prácticas de *greenwashing* o *socialwashing*, se explica además que este marco se construyó a partir de la experiencia europea, pero incorporó las particularidades del contexto mexicano, como los proyectos de conservación de infraestructura natural y la cobertura de brechas sociales.

Asimismo, defendió que los proyectos sostenibles deben abordar simultáneamente lo ambiental y lo social, ya que separarlos conduce a decisiones ineficientes, por ende, desde su visión, la sostenibilidad debe entenderse como un enfoque de optimización del impacto:

"...las políticas verdes podían ser sociales y las políticas sociales podían ser verdes." (Yorio, 2025).

De manera que, proyectos como una canasta básica energética, viviendas accesibles y eficientes energéticamente o ciudades sostenibles fueron ejemplos mencionados como soluciones con impactos simultáneos en el bienestar y en el ambiente.

De igual modo, ante la pregunta sobre la posibilidad de que los bonos verdes desaparezcan frente al auge de los bonos sostenibles, Yorio consideró que hay espacio para los tres formatos; es decir verde, social y sostenible, que dependerá de la demanda del inversionista:

"...no creo que vaya a haber una preponderancia de uno sobre otro [...] tal vez en el sostenible, porque te pone una sombrilla sobre los otros dos." (Yorio, 2025).

En relación con la idea anterior, destacó que el mercado está evolucionando hacia una mayor sofisticación, con nuevos instrumentos como bonos con *triggers*, penalizaciones por no cumplir metas, y derivados financieros asociados a objetivos ESG. Y finalmente, se abordó el papel de la certificación externa, la famosa *Second Party Opinion*, en la colocación de bonos verdes, donde Yorio afirmó que estas certificaciones son fundamentales para blindar la calidad del instrumento ante los inversionistas:

"...en un bono sostenible es importante que alguien certifique que efectivamente es un bono verde [...] porque podrías tener *greenwashing*." (Yorio, 2025).

Por último, en cuanto a la existencia del *greenium*, señaló que su existencia es difícil de determinar de forma consistente, ya que depende de la relación entre la oferta limitada y la demanda creciente, más que de la certificación en sí misma:

"...yo creo que a veces existe, a veces no [...] todavía depende más por la interacción de oferta y demanda que del simple hecho de tener un *Second Party Opinion*." (Yorio, 2025).

## 5. Discusiones

A lo largo de la investigación se abordaron aspectos estructurales, comparativos y contextuales dentro del mercado primario de bonos verdes, que permiten interpretar los hallazgos más allá de la estadística y aportar reflexiones sustantivas al campo de las finanzas sostenibles.

En cuanto al primer objetivo particular de conocer las tendencias en el número y monto de emisiones, los resultados muestran que, si bien los bonos verdes fueron los primeros en emergir como instrumentos temáticos en México, su ritmo de colocación ha disminuido en los años recientes, representando el 17.60 % de las emisiones temáticas totales en el periodo estudiado, en este sentido este descenso llama la atención, sobre todo si lo comparamos con el crecimiento y auge de otros bonos como los sociales y sustentables, lo cual puede explicarse tanto por un cambio en las prioridades de los emisores, como por la transición hacia marcos más integradores, como lo sugirió el Mtro. Gabriel Yorio en la entrevista incluida:

“...no podemos tener una política verde nada más [...] necesitamos una política de sostenibilidad.” (Yorio, 2025).

Como consecuencia, menciona como el propio gobierno federal ha ido adaptando su diseño institucional hacia un enfoque más amplio, logrando así incorporar tanto objetivos ambientales como sociales en sus emisiones temáticas. Ejemplo de esto fue, la apareciendo del bono soberano sostenible para 2020 y de otros instrumentos con fines sustentables como lo son los BONDES G y S del gobierno federal.

Desde la parte del comportamiento y rendimiento de los bonos verdes, la comparativa nos reveló que los bonos verdes suelen tener menores tasas cupón si las comparamos con otros bonos temáticos, siendo un hallazgo consistente con la existencia de una *greenium* positiva, fenómeno documentado por previamente por autores como Zerbib (2019), Agliardi y Agliardi (2019) o Fatica et al. (2021).

Ahora bien, enfocándonos en el análisis desagregado por tipo de emisor, los bonos verdes emitidos por el sector privado ofrecen tasas ligeramente superiores que los emitidos por el sector público, 6.63 % y 6.21 % respectivamente, resultados que refuerzan la importancia del perfil del emisor al momento de determinar el rendimiento, ya que si lo vemos desde la parte teórica, esta diferencia se explica a partir del riesgo percibido el sector

público suele considerarse dentro de las inversiones más seguras, concepto que se aborda en la teoría de preferencia de liquidez y la de segmentación de mercado, pero si lo vemos desde la parte práctica con la información obtenida de la entrevista con el Mtro. Yorio, México como emisor soberano enfrenta un sobrecosto por riesgo país, lo que termina impactando en sus tasas sin importar que el proyecto tenga la etiqueta verde:

“...si emitía bonos del lado mexicano [...] tengo que pagar por pura definición financiera el bono de Estados Unidos más un spread...” (Yorio, 2025).

En lo referente a la sensibilidad del rendimiento de los bonos verdes frente a variables macroeconómicas, tales como la inflación, los resultados muestran que si bien influyen, lo hacen de una manera menos determinante que las características intrínsecas del bono, con todo y que las tasas de referencia o de CETES mostraron una correlación positiva en el rendimiento, la variabilidad interna de los bonos reveló que cada uno responder al entorno de manera particular, resultado consistente desde los análisis gráficos, donde los bonos verdes no siempre siguen el mismo comportamiento que las tasas de otros instrumentos, mostrando menos elasticidad.

Los resultados de la certificación CBI en los rendimientos de los bonos verdes no fueron los esperados, las regresiones robustas no encontraron evidencia estadísticamente significativa que nos permita concluir que su presencia tenga influencia en la tasa cupón, y si bien esto a primera vista podría indicarnos que la certificación no impacta en el rendimiento, debemos recordar que el tamaño de nuestra muestra limita generalizaciones y tal como aclara Gabriel Yorio:

“...yo creo que a veces [el greenium] existe, a veces no [...] depende más de la interacción oferta-demanda que del simple hecho de tener un *Second Party Opinion.*” (Yorio, 2025).

Por lo que, además de sugerir tomar con cautela estos resultados, es importante destacar que si bien la certificación puede no garantizar menor tasa o una prima, en definitiva, si cumple una función estratégica crucial en términos de legitimidad, trazabilidad y protección contra *greenwashing*, lo cual termina impactando positiva, aunque indirectamente en la demanda y percepción del instrumento.

## **6. Conclusiones**

La presente investigación analizó la evolución del mercado primario de bonos verdes en México dentro del periodo comprendido del 2015, año en el que surge el primer bono verde mexicano, al 2024, buscando identificar aquellos factores incidentes en su rendimiento frente a otros instrumentos de deuda comparables, por lo que, tras aplicar una metodología mixta, se lograron cumplir los objetivos planteados.

La interpretación de los resultados obtenidos nos permite concluir que la evolución dentro de este mercado tuvo un fuerte impulso en sus inicios, seguido de una etapa de desaceleración, comportamiento que no resulta inusual, contrariamente es un comportamiento relativamente común en mercados emergentes, donde el entusiasmo inicial impulsa las emisiones y con el tiempo se estabiliza, en este caso particular se visualiza que este periodo de contención se debió a que se cedió terreno frente a otros instrumentos temáticos como los sociales y principalmente los sustentables, reflejando así una reconfiguración en las prioridades y un cambio en la lógica institucional de financiamiento sostenible.

Es importante señalar que, si bien la frecuencia de emisión de los bonos verdes frente a otros bonos temáticos ha disminuido, no implica que los bonos verdes, pioneros en la financiación sustentable, estén perdiendo relevancia y vayan a desaparecer, sino que se están integrando a esquemas más holísticos que consideren de manera simultánea lo ambiental y lo social, tal como lo evidencio la entrevista al Vicepresidente de Finanzas del BID, quien señala que el gobierno adoptó una lógica de sustentabilidad más amplia con el fin de tener mayor alcance de bienestar y a su vez eficientar el uso de los recursos.

De la misma manera, se identificó que los bonos verdes presentan en promedio una menor tasa cupón en comparación con el resto de los instrumentos comparados, sin embargo, conviene matizar esta afirmación, dado que se encontraron emisiones con tasas significativamente superiores, lo que indica heterogeneidad entre los instrumentos, lo que responder a que este comportamiento podría estar influenciado por factores no controlados en el modelo.

Por otro lado, el análisis de sensibilidad de rendimiento frente a las variables macroeconómicas nos dice que si bien influyen en el mismo, su impacto es menor a las variables propias del bono, lo que sugiere que el comportamiento no depende únicamente del

entorno macro, sino que esta medido principalmente por decisiones estructurales y por la percepción del riesgo según las características del bono por parte de los inversionistas, llevándonos a un hallazgo capaz de aportar a una comprensión más detallada de los bonos con etiqueta verde dentro de economías emergentes, subrayando la necesidad de considerar enfoques donde se consideren factores y variables internas y externas.

La relación de la certificación CBI y el rendimiento, concluye que no existe evidencia estadísticamente significativa sobre su influencia directa, sin embargo, como se ha reiterado anteriormente el resultado debe interpretarse con cautela, ya que el tamaño reducido de la muestra limita la posibilidad generalizar las conclusiones, aun así, desde la parte cualitativa, la entrevista reveló que la certificación cumple una función simbólica y de garantía para los inversores, la cual más allá de un impacto de la tasa, su utilidad podría estar más relacionada con la legitimidad y transparencia del bono que con la reducción efectiva del costo de financiamiento.

Con los resultados anteriores se lograron cumplir con los objetivos particulares y con ello se dio respuesta a la pregunta de investigación general ¿cómo ha evolucionado el mercado primario de bonos verdes en México durante el periodo de 2015 a 2024, y qué factores influyen en su rendimiento en comparación con otros bonos temáticos?, además, es de relevancia subrayar que la hipótesis planteada al inicio del estudio se cumple de manera parcial, si bien los bonos verdes han mostrado una evolución positiva en términos de volumen y presencia institucional, y pese a que su rendimiento es comparable al de ciertos instrumentos, no se puede afirmar que superen sistemáticamente a otras formas de deuda, y en particular, la certificación fue más limitada de lo esperado, no obstante dicho brevemente, estos hallazgos enriquecen la comprensión del fenómeno y abren la puerta a una reevaluación de los criterios que hacen atractivo a un bono en el contexto mexicano.

Esta investigación aporta desde el plano teórico y práctico. En primero lugar, aporta elementos relevantes que integran la evaluación de la teórica financiera con enfoques como la segmentación del mercado y principalmente el hábitat preferido, adaptados a un contextos emergente, al mismo tiempo que contribuye al debate sobre la prima verde, cuestionando su carácter universal y proponiendo una visión territorializada; en segundo lugar, abren el espacio a recomendaciones útiles tanto para emisores como para formuladores de políticas públicas, considerando que variables como el plazo y el monto son determinantes, resulta

clave que las emisiones las tomen en cuenta para lograr estructuras financieras viables, además es indiscutible la necesidad de fortalecer la calidad de los datos, estandarizar los marcos de evaluación del impacto socioambiental, y avanzar en mecanismos que fomenten la transparencia.

Dentro de este orden de ideas, las limitaciones que se identifican dentro de este estudio es la imposibilidad de analizar el comportamiento desde el mercado secundario, ya que en México suelen mantenerse hasta el vencimiento, de ahí que la restricción impida evaluar aspectos como la liquidez y la sensibilidad ante impactos externos, aunado a ello, la baja cantidad de bonos con certificación CBI restringió el alcance de los análisis estadísticos sobre este componente. Por lo que, en contraste a lo anterior, se proponen futuras líneas de investigación, ya que puede resultar valioso estudiar el efecto de la taxonomía sostenible mexicana, así como explorar los impactos reales de los proyectos financiados por bonos verdes o temáticos.

En definitiva, para México los bonos verdes constituyen aun un instrumento en proceso de consolidación, pero con un potencial transformador importante, no solo debido a su rendimiento financiero inmediato, sino también representan una herramienta estratégica para movilizar capital hacia proyectos con beneficios socioambientales tangibles, permitiendo canalizar recursos hacia sectores tradicionalmente desatendidos desde la lógica financiera convencional, es que en contextos como el mexicano, donde se entrelazan las desigualdades estructurales, la vulnerabilidad ambiental y la urgente necesidad hacia un transición energética justa, estos instrumentos ofrecen una vía innovadora para financiar el cambio, ahora bien, su éxito no puede depender únicamente de las fuerzas de mercado; requiere de un andamiaje institucional robusto que garantice transparencia, coherencia con la normativa y trazabilidad en el uso de recursos y mecanismos eficaces para evitar el *greenwashing*. Dicho de otra manera, el desarrollo de los bonos verdes demanda más que voluntad financiera, importante ya por sí misma, sino que exige también una visión de política pública que alinee a actores con el compromiso serio con la sostenibilidad en su sentido más integral.

Finalmente, esta tesis al ofrecer una mirada crítica, contextual y empírica sobre la evolución, comportamiento y límites de estos instrumentos no solo busca aportar al conocimiento académico, sino también a la reflexión profesional y política en torno al papel

que las finanzas deben asumir en la configuración de un futuro más sostenible. No debemos olvidar que estamos situados en un momento histórico en el que las crisis climáticas y sociales convergen, por lo que repensar las finanzas no es solo una opción, sino una necesidad urgente, por lo que este trabajo se suma al esfuerzo colectivo por construir un espacio financiero más justo, transparente y orientado al bienestar común y a largo plazo

## Referencias

- Abreu Goodger, G. B., Acosta Arellano, M. R., Álvarez Toca, C., Cortina Morfín, J. J., Gallardo García, M. D., García Padilla, J. R., Jiménez Vázquez, L., Santaella Castell, J. A., Tapia Rangel, C., & Tegho Villareal, M. S. (2014). *El mercado de valores gubernamentales en México* (1<sup>a</sup> ed.). Banco de México. <https://www.banxico.org.mx/elib/mercado-valores-gub/OEBPS/Rsc/EI%20mercado%20de%20valores%20gubernamentales%20en%20Mexico.pdf>
- Actinver. (2022). ¿Qué es el mercado primario y secundario? <https://actinver.com/que-es-mercado-primario-secundario>
- Agliardi, E., & Agliardi, R. (2019). Financing environmentally-sustainable projects with green bonds. *Environment and Development Economics*, 24(6), 608–623. <https://doi.org/10.1017/S1355770X1900018X>
- Alestig, M., Dabi, N., Jeurkar, A., Y Maitland, A. (2024). *La desigualdad de las emisiones de carbono mata: Limitar el exceso de emisiones de una reducida élite para lograr un mundo más sostenible para todas las personas.* Oxfam Internacional. Recuperado de <https://oxfamlibrary.openrepository.com/bitstream/handle/10546/621656/bp-carbon-inequality-kills-281024-es.pdf>
- Arellano Cadena, R., & Pérez Delgado, L. (2019). Bonos verdes versus bonos convencionales: ¿existe una demanda diferenciada en México? *The Anáhuac Journal*, 19(1), Pág. 59. <https://doi.org/10.36105/theanahuacjour.2019v19n1.03>
- Arosemena, A. M., & Arango, L. E. (2002). *Lecturas alternativas de la estructura a plazo: Una breve revisión de literatura* (Borradores de Economía No. 223). Banco de la República de Colombia. <https://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra223.pdf?q=ser-libres-4#:~:text=La%20teor%C3%ADa%20del%20h%C3%A1bitat%20preferido,con%20la%20de%20sus%20pasivos>
- Bachelet, M. J., Becchetti, L., & Manfredonia, S. (2019). The green bonds premium puzzle: The role of issuer characteristics and third-party verification. *Sustainability*, 11(4), 1098. <https://doi.org/10.3390/su11041098>
- Bachelet, M.J., Becchetti, L. and Manfredonia, S. (2019). The green bonds premium puzzle: the role of issuer characteristics and third-party verification, *Sustainability*, Vol. 11, p. 1098. <https://doi.org/10.3390/su11041098>
- Baker, M.P., Bergstresser, D.B., Serafeim, G. and Wurgler, J.A. (2018), “Financing the response to climate change: the pricing and ownership of U.S. green bonds”, Working Paper.
- Barcelona Supercomputing Center. (2024, 16 de enero). *El BSC prevé que la temperatura media mundial podría superar el umbral de calentamiento de 1,5 °C en 2024.* <https://www.bsc.es/es/noticias/noticias-del-bsc/el-bsc-prev%C3%A9-que-la-temperatura-media-mundial-podr%C3%A1-superar-el-umbral-de-calentamiento-de-15-%C2%BA-en>
- Barrenechea Romay, A., Borges, S., Costa, D., Coloma de Araujo, B., & Dagnino Contreras, V. (2023). *Estado del mercado de deuda sostenible de México 2023.* Climate Bonds Initiative. [https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi\\_mex\\_sotm23\\_esp\\_vf.pdf](https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi_mex_sotm23_esp_vf.pdf)
- Benavente, J. M., y Grazzi, M. (2017). *Políticas públicas para la creatividad y la innovación: Impulsando la economía naranja en América Latina y el Caribe.* Banco Interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/en/publications/spanish/viewer/Pol%C3%ADticas-p%C3%BAblicas-para-la-creatividad-y-la-innovaci%C3%B3n-Impulsando-la-econom%C3%ADa-naranja-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf>
- Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. (2013). *Essentials of investments: Global edition* (Ebook). McGraw Hill.Bolívar Burbano-Pérez, A., Ramírez-Casco, A. del P., y Tapia-Bonifaz, A. G. (2021). Fondos de inversión: un análisis cuantitativo del mercado ecuatoriano. *Polo del conocimiento*, 6(4), 879-896. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7926985>
- Busso, M., y Messina, J. (2020). *La crisis de la desigualdad: América Latina y el Caribe en la encrucijada.* <https://doi.org/10.18235/0002629>

- Castro, V. S. (2006). Estructura temporal de los tipos de interés. *Cuadernos de Información Económica*, 195, noviembre/diciembre. [https://www.funcas.es/wp-content/uploads/Migracion/Articulos/FUNCAS\\_CIE/195art12.pdf](https://www.funcas.es/wp-content/uploads/Migracion/Articulos/FUNCAS_CIE/195art12.pdf)
- Chouhan, N., Harrison, C., & Sharma, D. (2023). Sustainable debt: Global state of the market 2023. Climate Bonds Initiative. [https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi\\_sotm23\\_02h.pdf](https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi_sotm23_02h.pdf)
- Climate Action Tracker. (2022). Mexico. Recuperado el 12 de septiembre de 2024 de <https://climateactiontracker.org/countries/mexico/>
- Climate Bonds Initiative (2019). América Latina y el Caribe: Estado del mercado de bonos verdes en América Latina 2019. [https://www.climatebonds.net/files/files/LatAm\\_SotM\\_19\\_ESP\\_Final\\_03\\_web\(1\).pdf](https://www.climatebonds.net/files/files/LatAm_SotM_19_ESP_Final_03_web(1).pdf)
- Climate Bonds Initiative. (2014). Green Bond Principles & Climate Bonds Standard. <https://www.climatebonds.net/market/best-practice-guidelines>
- Climate Bonds Initiative. (2015). Climate Bonds Taxonomy. Climate Bonds Initiative. <https://www.climatebonds.net/standard/taxonomy>
- Climate Bonds Initiative. (2015). Introduction to the Climate Bonds Standards & Certification Scheme. [https://unfccc.int/files/adaptation/groups\\_committees/loss\\_and\\_damage\\_executive\\_committee/application/pdf/03-10-intro\\_to\\_climate\\_bonds\\_standard\\_v2 - dec2015.pdf](https://unfccc.int/files/adaptation/groups_committees/loss_and_damage_executive_committee/application/pdf/03-10-intro_to_climate_bonds_standard_v2 - dec2015.pdf)
- Climate Bonds Initiative. (2018). Bonos y cambio climático: Estado del mercado 2018. [https://www.climatebonds.net/files/files/cbi\\_sotm\\_2018\\_spanish.pdf](https://www.climatebonds.net/files/files/cbi_sotm_2018_spanish.pdf)
- Climate Bonds Initiative. (2018). Bonos y cambio climático: Estado del mercado 2018. [https://www.climatebonds.net/files/files/cbi\\_sotm\\_2018\\_spanish.pdf](https://www.climatebonds.net/files/files/cbi_sotm_2018_spanish.pdf)
- Climate Bonds Initiative. (2019). Climate Bonds Standard Version 3.0. <https://www.climatebonds.net/files/files/climate-bonds-standard-v3-20191210.pdf>
- Climate Bonds Initiative. (2021). Taxonomía de Climate Bonds. [https://www.climatebonds.net/files/page/files/cbi\\_taxonomy\\_tables-01\\_sp\\_1c.pdf](https://www.climatebonds.net/files/page/files/cbi_taxonomy_tables-01_sp_1c.pdf)
- Climate Bonds Initiative. (2022). El mercado de bonos verdes alcanza un hito de US\$2 billones al final del tercer trimestre de 2022. <https://www.climatebonds.net/2022/11/el-mercado-de-bonos-verdes-alcanza-un-hito-de-us2-billones-al-final-del-tercer-trimestre-de#:~:text=GDPR%20%C2%BB%E1%20mercado%20de%20Bonos%20Verdes%20alcanza%20un%20hito%20de%20US.del%20tercer%20trimestre%20de%202022&text=La%20Inteligencia%20de%20Mercado%20de,%242%20billones%20en%20bonos%20verdes.>
- Climate Promise. (2024). ¿Qué es la financiación climática y por qué es necesario incrementarla? United Nations Development Programme <https://climatesummit.undp.org/es/news-and-stories/que-es-la-financiacion-climatica-y-por-que-es-necesario-incrementarla>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2022). Evento de lanzamiento del grupo de taxonomías de finanzas sostenibles en LAC. Recuperado el 11 de noviembre de 2024, de <https://www.cepal.org/es/eventos/evento-lanzamiento-grupo-taxonomias-finanzas-sostenibles-lac>
- Comisión Mexicana de Finanzas Sostenibles (CMFS). (2023). Infraestructura de mercado para el desarrollo sostenible <https://cmfs.org.mx/taxonomias/>
- Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. (1987). Nuestro futuro común (Informe Brundtland). Naciones Unidas. [https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE\\_LECTURE\\_I/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf](https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_I/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf)
- Comisión Nacional del Mercado de Valores. (2020). Finanzas sostenibles: Fichas de la CNMV sobre instrumentos sostenibles. [https://www.cnmv.es/DocPortal/Publicaciones/Fichas/GR02\\_Fin\\_sostenibles.pdf](https://www.cnmv.es/DocPortal/Publicaciones/Fichas/GR02_Fin_sostenibles.pdf)
- Comisión Nacional del Mercado de Valores. (2020). Glosario: Valor nominal. <https://www.cnmv.es/portal/inversor/glosario?id=0&term=Valor%20nominal&idlang=1&lang=es>
- Comisión Nacional del Mercado de Valores. (2022). Manual de finanzas sostenibles para universitarios. <https://www.cnmv.es/DocPortal/Publicaciones/Guias/ManualUniversitarios.pdf>
- Comisión Nacional del Mercado de Valores. (s.f.). El mercado de valores y los productos de inversión: Manual para universitarios. <https://www.cnmv.es/DocPortal/Publicaciones/Guias/ManualUniversitarios.pdf>
- Cortés Mura, H. G., & Peña Reyes, J. I. (2015). De la sostenibilidad a la sustentabilidad. Modelo de desarrollo sustentable para su implementación en políticas y proyectos. Revista Escuela de Administración de Negocios, (78), 40-54.

- [https://www.researchgate.net/publication/315480837 De la sostenibilidad a la sustentabilidad Modelo de desarrollo sustentable para su implementación en políticas y proyectos](https://www.researchgate.net/publication/315480837_De_la_sostenibilidad_a_la_sustentabilidad_Modelo_de_desarrollo_sustentable_para_su_implementacion_en_politicas_y_proyectos)
- Cultberson J., (1957) The term structure of interest rates, *Quarterly Journal of Economics* Vol. 71, p. 485–517
- Cunha, D., Craveiro, G., & Rossi, M. (2024). The impact of the creation of a sovereign ESG reference yield curve on corporate ESG bonds issuances from Latin America and the Caribbean. *IDB Working Paper Series*, No. IDB-WP-1577. Inter-American Development Bank (IDB). <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/299411/1/188959215.pdf>
- Dagnino Contreras, V., Lerner, A., Ambrosano, J., Costa, D., Borges, S., Isaza, D., (2023) *Estado del mercado de deuda sostenible en América Latina y el Caribe 2022*, Climate Bonds Initiative [https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi\\_lac\\_sotm\\_2022\\_sp.pdf](https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi_lac_sotm_2022_sp.pdf)
- Deloitte Spanish Latin America. (2021). *Enfoque ASG: Estrategias para la sostenibilidad corporativa.* <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/py/Documents/strategy/Enfoque-ASG-Oct21.pdf>
- Díaz Contreras, C., e Higuera Cartes, F. (2001). Teoría de segmentación de mercados: ¿Explica la actual estructura de términos de tasas de interés? Una aplicación en Chile. *Fórum Empresarial*, 6(I Verano), 2–18. <https://doi.org/10.33801/fe.v6i1.3361>
- Dorfleitner, G., Utz, S. & Zhang, R. (2022). The pricing of green bonds: external reviews and the shades of green. *Review of Managerial Science* 16, 797–834 <https://doi.org/10.1007/s11846-021-00458-9>
- Ehlers, T. and Packer, F. (2017), “Green bond finance and certification”, BIS Quarterly Review September 2017.
- Estrada Porrúa, F., Zavala Hidalgo, J., Martínez Arroyo, A., Raga, G., y Gay García, C. (2023). *Estado y perspectivas del cambio climático en México: un punto de partida* (1. ed.). Reporte técnico, Programa de Investigación en Cambio Climático, UNAM. <https://www.caacs.unam.mx/wp-content/files/estado-y-perspectivas-del-cambio-climatico-en-mexico-un-punto-de-partida-unam.pdf>
- Estrada, F., Calderón-Bustamante, O., 2023. *Impactos económicos del cambio climático en México. En: Estado y perspectivas del cambio climático en México. Un punto de partida.* Reporte técnico, Programa de Investigación en Cambio Climático, UNAM. <https://cambioclimatico.unam.mx/wp-content/uploads/2023/10/cambio-climatico-en-mexico-impactos-economicos.pdf>
- European Commission. (2023). *EU taxonomy for sustainable activities*. Finance. Recuperado el 11 de noviembre de 2024, de [https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities\\_en](https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_en)
- European Commission. (2023). Overview of sustainable finance. Recuperado el 11 de noviembre de 2024, de [https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/overview-sustainable-finance\\_en#what](https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/overview-sustainable-finance_en#what)
- Fabozzi, F. J., & Markowitz, H. M. (Eds.). (2011). *The theory and practice of investment management: Asset allocation, valuation, portfolio construction, and strategies* (Vol. 198). John Wiley & Sons.
- Fama, E. F., & Miller, M. H. (1972). *The theory of finance*. Dryden Press, Hinsdale Illinois. [http://www.library.fa.ru/files/Fama\\_theory.pdf](http://www.library.fa.ru/files/Fama_theory.pdf)
- Fatica, S., Panzica, R., & Rancan, M. (2021). The pricing of green bonds: Are financial institutions special? *Journal of Financial Stability*, 54, 100875. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2021.100875>
- Ferreira, C., & Suntheim, F. (2021). Strengthening the climate information architecture (Staff Climate Note No. 2021/003). International Monetary Fund. <https://www.imf.org/en/Publications/staff-climate-notes/Issues/2021/09/01/Strengthening-the-Climate-Information-Architecture-462887>
- Forest, N. (2023). Bonos verdes: un análisis integral. *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*, (especial), 99–130. <https://doi.org/10.35319/lajed.2023esp308>
- Forest, Nathalie. (2023). Bonos verdes: un análisis integral. *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*, (especial), 99-130 <https://doi.org/10.35319/lajed.2023esp308>
- Gitman, L. J., & Joehnk, M. D. (2009). *Fundamentos de inversiones* (9<sup>a</sup> ed.). Pearson Educación, México. <https://www.uv.mx/personal/clelanda/files/2016/03/Gitman-y-Joehnk-2009-Fundamentos-de-inversiones.pdf>
- Goel, R., Natalucci, F. M., & Gautam, D. (2022). *Sustainable finance in emerging markets: Evolution, challenges, and policy priorities* (Working Paper No. 2022/182). International Monetary Fund. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2022/09/09/Sustainable-Finance-in-Emerging-Markets-Evolution-Challenges-and-Policy-Priorities-521689>

- Gómez-Bezares, F. (1995). Panorama de la economía global. *Boletín de Estudios Económicos*, (156), 411-448. [https://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1290/01-Panorama%20\(R\).pdf](https://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1290/01-Panorama%20(R).pdf)
- Gonzalo Aguado, D. (2015). *Análisis de los fondos de inversión en España: Evolución y rentabilidad* [Trabajo de fin de grado, Universidad de Valladolid]. Universidad de Valladolid. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/17986/TFG-E-182.pdf?sequence=1>
- Gronwald, M., & Wadud, S. (2024). *My name is bond. Green bond: Informational efficiency of climate finance markets* (CESifo Working Paper No. 11029). <https://ssrn.com/abstract=4783709>
- Gronwald, M., & Wadud, S. (2024). My name is bond. Green bond: Informational efficiency of climate finance markets (CESifo Working Paper No. 11029). SSRN. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4783709>
- Hicks, J. (1939). *Value and capital* (2<sup>a</sup> ed.). Oxford University Press.
- HR Ratings de México. (2017, enero 31). *Metodología de calificación de bonos verdes: Instrumentos de deuda*. [https://www.emergingmarketsdialogue.org/wp-content/uploads/2018/02/3b-Metodolog\\_de\\_Calificaci\\_de\\_Bonos\\_Verdes.pdf](https://www.emergingmarketsdialogue.org/wp-content/uploads/2018/02/3b-Metodolog_de_Calificaci_de_Bonos_Verdes.pdf)
- Hussain, F. (2022). *Sovereign green, social, and sustainability bonds: Unlocking the potential for emerging markets and developing economies*. The World Bank. <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/4de3839b85c57eb958dd207fad132f8e-0340012022/original/VVB-GSS-Bonds-Survey-Report.pdf>
- Hussain, F. I. (2022). Thematic bonds to diversify fiscal sources. En B. Ferrarini, M. M. Giugale, & J. J. Pradelli (Eds.), *The sustainability of Asia's debt* (capítulo 16, pp. 409-425). Edward Elgar Publishing.
- Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (2024, Mayo 23). Se rompen registros históricos de temperatura en México. Boletín ICAYCC <https://www.atmosfera.unam.mx/se-rompen-registros-historicos-de-temperatura-en-mexico/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2019). Reports. Recuperado el 10 de noviembre de 2024, de <https://www.ipcc.ch/reports/?rp=arl>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2016). Actividades [https://archive.ipcc.ch/home\\_languages\\_main\\_spanish.shtml](https://archive.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml)
- International Capital Market Association. (2022). *Green Bond Principles: Voluntary process guidelines for issuing green bonds*. <https://www.icmagroup.org/assets/documents/Sustainable-finance/2022-updates/Green-Bond-Principles-June-2022-060623.pdf>
- International Finance Corporation. (2023). Guía de bonos verdes para México. <https://www.ifc.org/content/dam/ifc/doc/2023/ifc-green-bond-guide-for-mexico-2023-es.pdf>
- Intonti, M., Serlenga, L., Ferri, G., De Leonardis, M., & Starace, G. (2023). The “greenium” in green bonds: How did it change with COVID-19? *Sustainability*, 15(7), 5631. <https://doi.org/10.3390/su15075631>
- Jensen, L. (2024). *Thematic bonds and how to deliver more sustainable finance in developing economies*. United Nations Development Programme. <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2024-06/undp-dfs-thematic-bonds-and-how-to-deliver-more-sustainable-finance-in-developing-economies.pdf>
- Kapraun, J., Latino, C., Scheins, C., & Schlag, C. (2021, April 29). (In)-credibly green: Which bonds trade at a green bond premium? Proceedings of Paris December 2019 Finance Meeting EUROFIDAI - ESSEC. SSRN <https://doi.org/10.2139/ssrn.3347337>
- Karpf, A., & Mandel, A. (2017, February 24). Does it pay to be green? SSRN. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2923484>
- Keller, C., & O’Neal, M., (2023) *The green transition: Driving force behind a radical economic rethink*. Barclays Investment Bank <https://www.ib.barclays/our-insights/green-transition-driving-force-behind-a-radical-economic-rethink.html>
- Lau, P., Sze, A., Wan, W., & Wong, A. (2022). The economics of the greenium: How much is the world willing to pay to save the Earth? *Environmental & Resource Economics*, 81(2), 379–408. <http://link.springer.com/10.1007/s10640-021-00630-5>
- Levinson, Marc (2008). *Guía de Mercados Financieros*. Barcelona: Editorial Gestión 2000.
- López-Arceiz, F., & Bellostas-Pérezgrueso, A., (2014). Situación actual de los fondos éticos y solidarios. Una perspectiva comparada. *Boletín Económico*. 3057. 57-69. <https://www.revistasice.com/index.php/BICE/article/view/5432/5432>
- Méndez Chiriboga, M. A. (2012). *La sostenibilidad y sustentabilidad en los museos, dos enfoques principales: La museología tradicional y la nueva museología. Estudio de caso en dos museos de la provincia de pichincha*.

- [Tesis de licenciatura en restauración y museología, Universidad Tecnológica Equinoccial]. <https://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/4557?mode=simple>
- MexICO2. (2017). Opciones para fortalecer el mercado de bonos verdes. <https://www.mexico2.com.mx/uploadsmexico/file/BonosVerdes.pdf>
- Ministerio Para Europa y de Asuntos Exteriores. (2023). *El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático en 6 preguntas. Francia Diplomacia* <https://www.diplomatie.gouv.fr/es/politica-exterior/clima-y-medio-ambiente/la-lucha-contra-el-cambio-climatico/el-grupo-intergubernamental-de-expertos-sobre-el-cambio-climatico-en-6/>
- Ministerio Para La Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2015) *La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)* <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas.html>
- Modigliani F. y R. Sutch (1966) Innovations in interest rate policy, *American Economic Review, Papers, and Proceedings Supplement*. Vol. 56 p. 178-97.
- Moreno Brieva, F. J., (2014). Bonos Financieros focalizados en los Bullet y en América. Revista Ciencia Unemi, 7(11), 72-80. <https://www.redalyc.org/pdf/5826/582663858007.pdf>
- Morris, N., Lalla, P., Ganasagaran, G., Khan, N., & Cawood, A. (2019). *Green bonding with the SDGs*. KPMG International. <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/za/pdf/green-bonding-with-the-sdgs.pdf>
- Nacional Financiera. (2020). Primer bono verde mexicano. [Boletín] [https://www.nafin.com/portalnf/content/sobre-nafin/sala-de-prensa/boletin\\_bono\\_verde.html](https://www.nafin.com/portalnf/content/sobre-nafin/sala-de-prensa/boletin_bono_verde.html)
- Nanayakkara, M., & Colombe, S. (2019). Do investors in the green bond market pay a premium? Global evidence. *Applied Economics*, 51(40), 4425–4437. <https://doi.org/10.1080/00036846.2019.1597251>
- Nederkoorn, A., & Scholten, R. (2024). *The greenium is high-rated euro bonds* (White paper). Robeco. <https://www.robeco.com/files/docm/docu-20240321-the-greenium-in-high-rated-euro-bonds.pdf>
- Organización de la Naciones Unidas. (2024) *Cambio climático*. <https://www.un.org/es/global-issues/climate-change>
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). Objetivos de desarrollo sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Organización de las Naciones Unidas. (2024). *Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos*. Recuperado el 4 de marzo de 2025, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2023). *Market developments for green, social and sustainability (GSS) bonds: Opportunities and challenges* (DAF/CMF/AS (2023)3/REV2). [https://one.oecd.org/document/DAF/CMF/AS\(2023\)3/REV2/en/pdf](https://one.oecd.org/document/DAF/CMF/AS(2023)3/REV2/en/pdf)
- Ortega, S., (2022). Los fondos de inversión ASG más destacados. Funds Society. <https://www.fundssociety.com/es/opinion/los-fondos-de-inversion-asg-mas-destacados/>
- Otek Ntsama, U. Y., Yan, C., Nasiri, A., & Mboungam, A. H. M. (2021). Green bonds issuance: Insights into low- and middle-income countries. *International Journal of Corporate Social Responsibility*, 6(2). <https://doi.org/10.1186/s40991-020-00056-0>
- Pachauri, R. K., y Reisinger, A. (Dirs.). (2007). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Intergovernmental Panel on Climate Change*. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4\\_syr\\_sp.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_sp.pdf)
- Pascale, R., & Pascale, G. (2011). Teoría de las finanzas: Sus supuestos, neoclasicismo y psicología cognitiva. XXXI Jornadas Nacionales de Administración Financiera. [https://economicas.unsa.edu.ar/afinan/informacion\\_general/sadaf/xxxii\\_jornadas/xxxii-j-pascale.pdf](https://economicas.unsa.edu.ar/afinan/informacion_general/sadaf/xxxii_jornadas/xxxii-j-pascale.pdf)
- Pietsch, A., & Salakhova, D. (2022). *The effects of green bonds on financial markets* (Working Paper No. 2728). European Central Bank. <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecb.wp2728~7bab8097e.en.pdf>
- Piseddu, T., & Vanhuyse, F. (2024). Cost efficiency of municipal green bonds' measures: A marginal abatement cost curves approach. *Studies in Economics and Finance*, 41(3), 522-544. <https://doi.org/10.1108/SEF-06-2023-0294>

- Prasad, A., Loukoianova, E., Feng, A. X., & Oman, W. (2022). *Mobilizing private climate financing in emerging market and developing economies* (Staff Climate Note No. 2022/007). International Monetary Fund. <https://www.imf.org/en/Publications/staff-climate-notes/Issues/2022/07/26/Mobilizing-Private-Climate-Financing-in-Emerging-Market-and-Developing-Economies-520585>
- Quintanilla, S., & Latapi, C. (2019). *Caso de estudio: Bono Verde GCDMX 16V* [Caso de Estudio]. Consejo Consultivo de Finanzas Verdes. <https://www.mexico2.com.mx/uploadsmexico/file/Caso%20de%20Estudio%20-%20GCDMX%2016V.pdf>
- Ramírez Carmona, N., & García Salgado, O. (2016). Estado del arte en teoría de portafolios: del análisis individual de acciones a la optimización multiobjetivo. *Economía Coyuntural*, 1(4), 101-144. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2415-06222016000400005](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2415-06222016000400005)
- RBC Global Asset Management. (2023). *What do rising bond yields mean to long-term investors?* <https://www.rbcgam.com/en/ca/learn-plan/investment-strategies/what-do-rising-bond-yields-mean-to-long-term-investors/detail>
- Reserve Bank of Australia. (s.f.). Bonds and the yield curve. <https://www.rba.gov.au/education/resources/explainers/pdf/bonds-and-the-yield-curve.pdf?v=2024-10-29-07-23-55>
- Romero, C. (2010). La teoría moderna de portafolio: Un ensayo sobre sus formulaciones originales y sus repercusiones contemporáneas. *Odeon*, 5, 103-118. <https://www.redalyc.org/pdf/532/53220677003.pdf>
- Saito, A. T., & Savoia, J. R. (2013). Financial theory evolution. *International Journal of Education and Research*, 1(4), 1-17. [https://www.researchgate.net/publication/256062706\\_Financial\\_Theory\\_Evolution](https://www.researchgate.net/publication/256062706_Financial_Theory_Evolution)
- Schroder Investment Management Australia Limited. (2021). *Guide to bonds and fixed income*. [https://mybrand.schroders.com/m/351e406e443461cb/original/guide\\_to\\_bonds\\_and\\_fixed\\_income\\_schroders\\_australia.pdf](https://mybrand.schroders.com/m/351e406e443461cb/original/guide_to_bonds_and_fixed_income_schroders_australia.pdf)
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP). (2022). *Taxonomía sostenible de México* (1<sup>a</sup> ed.). Gobierno de México. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/809773/Taxonom\\_a\\_Sostenible\\_de\\_M\\_xico\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/809773/Taxonom_a_Sostenible_de_M_xico_.pdf)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2024). *Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)*. Gobierno de México. [https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-naciones-unidas-para-el-medio-ambiente-pnuma#:~:text=Programa%20de%20Naciones%20Unidas%20para%20el%20Medio%20Ambiente%20\(PNUMA\).El%20PNUMA%20tiene&text=Creado%20en%201972%20como%20respuesta,la%20de%20las%20generaciones%20futuras.](https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-naciones-unidas-para-el-medio-ambiente-pnuma#:~:text=Programa%20de%20Naciones%20Unidas%20para%20el%20Medio%20Ambiente%20(PNUMA).El%20PNUMA%20tiene&text=Creado%20en%201972%20como%20respuesta,la%20de%20las%20generaciones%20futuras.)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2022). *Contribución determinada a nivel nacional: Actualización 2022*. [https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-11/Mexico\\_NDC\\_UNFCCC\\_update2022\\_FINAL.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-11/Mexico_NDC_UNFCCC_update2022_FINAL.pdf)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022, 17 de febrero). *Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono (Protocolo de Montreal)*. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/protocolo-de-montreal-relativo-a-las-sustancias-que-agotan-la-capas-de-ozono-protocolo-de-montreal>
- Sharpe, N. F. (1964). Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance*, 196 (3), 425-442
- Soe, A. M., Xie, H., Luke, B., & Horan, K. (2019). *Una mirada a los bonos verdes: Combinando sustentabilidad con renta fija*. S&P Dow Jones Indices. <https://www.spglobal.com/spdji/es/documents/research/research-a-look-inside-green-bonds-es.pdf>
- Standard & Poor's Financial Services. (2024). *Definiciones de calificaciones de S&P Global Ratings*. <https://disclosure.spglobal.com/ratings/es/regulatory/delegate/getPDF?articleId=3293477&type=COMMENTS&subType=RATING%20DEFINITION&defaultFormat=PDF>
- Tobin, J. (1958). Liquidity preference as behavior towards risk. *The Review of Economic Studies*, 7, 65-86

- Triaca, H. (2019). Bonos verdes en perspectiva. Clifford Chance. <https://www.cliffordchance.com/content/dam/cliffordchance/PDFDocuments/bonos-verdes-en-perspectiva-de.pdf>
- United Nations Environment Programme (2023). *Common Framework of Sustainable Finance Taxonomies for Latin America and the Caribbean*. <https://www.unep.org/resources/report/common-framework-sustainable-finance-taxonomies-latin-america-and-caribbean>
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (1997, December 10). Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change (Symbol FCCC/CP/1997/L.7/Add.1). <https://unfccc.int/documents/2409>
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2024). What is the United Nations Framework Convention on Climate Change? United Nations. <https://unfccc.int/process-and-meetings/what-is-the-united-nations-framework-convention-on-climate-change>
- Uribe, S. (2019). *Análisis de la rentabilidad financiera de los bonos verdes en comparación con bonos ordinarios en Latinoamérica durante el período 2015-2025* [Tesis de maestría, Universidad de los Andes]. Universidad de los Andes Repositorio. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/45391>
- Villamizar, F. (s.f.) ¿desarrollo sostenible? o ¿sustentable?
- Xanthopoulos, N., Giangarelli, M., Fattorini, V., Bello, C., Bombicino, L., & Schapiro, A. (2023). *Manual de finanzas sostenibles*. Centro de Estudios en Economía y Finanzas. <https://centrogeo.economicas.uba.ar/wp-content/uploads/Manual-finanzas-sostenibles.pdf>
- Xu, D., Hu, Y., Corbet, S., Hou, Y. G., & Oxley, L. (2024). Green bonds and traditional and emerging investments: Understanding connectedness during crises. *The North American Journal of Economics and Finance*, 72 <https://doi.org/10.1016/j.najef.2024.102142>
- Xu, D., Hu, Y., Corbet, S., Hou, Y. G., & Oxley, L. (2024). Green bonds and traditional and emerging investments: Understanding connectedness during crises. *The North American Journal of Economics and Finance*, 72 <https://doi.org/10.1016/j.najef.2023.102142>
- Yuan, F. & Gallagher, K.P (2018). Greening Development Lending in the Americas: Trends and Determinants. *Ecological Economics*, 154, 189-200. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.07.009>
- Zerbib, O.D. (2019), “The effect of pro-environmental preferences on bond prices: evidence from green bonds”, *Journal of Banking and Finance*, Vol. 98, pp. 39-60.
- Zhang, Z. (2024). The Development of Green Bonds: Current Issues and Solutions. *Highlights in Business, Economics and Management*, 24, 722-730. <https://doi.org/10.54097/3mfb8p84>

## **Anexos**

### Preguntas entrevista semiestructurada

1. ¿Cómo se describe la evolución general del mercado de bonos verdes en México desde 2015 hasta 2024, y cuáles fueron los hitos más destacados durante este periodo?
2. ¿Por qué considera que el gobierno federal tardó en emitir bonos verdes respecto a otros actores emisores?
3. ¿Qué factores podrían explicar por qué al gobierno federal le tomó un tiempo considerable emitir bonos verdes?
4. ¿Qué diferencias se han observado en la proporción de emisiones entre bonos verdes, bonos sustentables y bonos ligados a la sostenibilidad en el mercado mexicano a lo largo del tiempo?
5. ¿Cómo contrasta la tendencia de los bonos temáticos en México (reducción de bonos verdes, aumento de sustentables/ligados a la sostenibilidad) con la situación en el mercado europeo?
6. ¿A qué se atribuye la posible "territorialización" en México, que podría haber generado un mayor enfoque en el tema social en comparación con el clima, influenciando la preferencia por ciertos bonos temáticos?
7. ¿Cómo se visualiza el futuro de los bonos verdes en México? ¿Existe la posibilidad de que se dejen de emitir como una etiqueta única para integrarse en bonos sustentables o ligados a la sostenibilidad, o cree que mantendrán su enfoque particular?
8. ¿Qué papel juega la interconexión entre lo social y lo climático en la discusión sobre si los bonos verdes deberían evolucionar hacia etiquetas más amplias de sostenibilidad?
9. Según la literatura y la teoría, ¿de qué manera la "segunda opinión" en la colocación de un bono puede generar una "prima verde" para asegurar el propósito del bono?
10. Desde la perspectiva mencionada, ¿qué valor agregado real considera que genera una certificación como la de CBI (*Climate Bonds Initiative*) para un bono?

**“Lis de Veracruz: Arte, Ciencia, Luz”**

**[www.uv.mx](http://www.uv.mx)**