

INSTITUTO TECNOLÓGICO AUTÓNOMO DE MÉXICO



Alineando Incentivos para una Economía Sustentable

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LINCENCIADA EN ECONOMÍA

PRESENTA

María Fernanda Silva Avalos

ASESOR: Lic. José Alberto Jiménez Hernández

CDMX 2023

"Con fundamento en el artículo 21 y 27 de la Ley Federal del Derecho de Autor y como titular de los derechos moral y patrimonial de la obra titulada "ALINEANDO INCENTIVOS PARA UNA ECONOMÍA SUSTENTABLE" , otorgo de manera gratuita y permanente al Instituto Tecnológico Autónomo de México y a la Biblioteca Raúl Baillères Jr. autorización para que fijen la obra en cualquier medio, incluido el electrónico y la divulguen entre sus usuarios, profesores, estudiantes o terceras personas, sin que pueda percibir por la divulgación una contraprestación"

María Fernanda Silva Avalos

FECHA

FIRMA

Alineando Incentivos para una Economía Sustentable

*“An incentive is a bullet, a key:
an often tiny object with astonishing
power to change a situation.”*

Steven Levitt

CONTENIDO

Agradecimientos.....	3
Introducción	5
Capítulo 1. Cambio climático.....	9
1.1. El calentamiento global: panorama actual	9
1.2. Sustentabilidad y la ONU.....	11
1.3. Fuentes de Energía Renovables.....	12
Capítulo 2. Green Finance.....	16
2.1 Evolución del Mercado	16
2.2 Análisis de bonos verdes	19
2.3 El mercado de bonos verdes.....	20
2.3.1 El problema de agente-principal	22
2.3.2 Tendencias de mercado	23
Capítulo 3. Transición energética.....	27
3.1 Retos y oportunidades	27
3.2 Regulación.....	32
Conclusión.....	37

Agradecimientos

Desde la primera vez que me di cuenta de la gran desigualdad que existe en nuestro país, supe que mi pasión en la vida sería encontrar nuevas formas de reducir estas desigualdades e impulsar a la población en situación de marginación.

Siempre he tenido una pasión por las matemáticas y estaba convencida de que quería generar un impacto social a gran escala. Desde entonces, mi intuición me decía que, para cambiar las reglas del juego, primero tenía que entenderlas. ¿Y qué mejor camino para entender las reglas del capitalismo que estudiando Economía? Durante mi carrera, me encontré con el mundo del Desarrollo Económico y descubrí que las problemáticas socioambientales estaban casi completamente aisladas del sector privado. Por este motivo, entendí que mi misión sería generar un Impacto sistémico.

El 19 de septiembre de 2017, un sismo de magnitud 8.2 en la escala de Richter sacudió nuestro país. Junto con Andrea Hernández, también estudiante de economía en el ITAM, y su hermana Paola, creé una red de ayuda humanitaria a nivel nacional, que se convertiría en un emprendimiento social llamado PYMO. Pasé de la teoría a la práctica en el EPIC Lab del ITAM, construyendo una estructura de mercado entre el sector social y el sector privado que hoy ha logrado impactar la vida de más de 70,000 personas.

Emprender durante la universidad no es sencillo, pero dentro del ITAM me encontré con distintos perfiles que creyeron en mí y fueron pieza integral en la construcción de este gran proyecto. Felipe Juncal, Vicente García y Francisco Aristi fueron tres personas que decidieron apoyarme activamente, ofreciendo horas de su tiempo para asesorarme y estudiar conmigo. Nunca olvidaré el apoyo y aliento que sentí de los amigos que hice en el ITAM. Gracias a Alan, Mariana, Michell, Traub, Diego, Ro, Chede, Berni, Pablo, Álvaro y todas las personas con las que crucé camino durante mis años en el ITAM; fueron mi gasolina. También gracias a Enrique Trueba, Daniel Reyes y Federico Rebolledo por su tiempo y por ayudarme a descubrir mi pasión por enseñar.

En mi camino, me encontré con profesores que ampliaron mi perspectiva y siempre ofrecieron apoyo para mis proyectos. Ricardo Enríquez Frola, Arturo Ramírez, Augusto Arellano, Carlos Sales, Claudia Aburto y Emilio Gutiérrez fueron grandes mentores en este viaje. Además del Departamento de Economía, tuve la fortuna de formar parte del EPIC Lab y de contar con Daniela Ruiz Massieu como mentora, quien estoy segura desempeñará un papel fundamental en la transformación del ITAM en una de las instituciones más influyentes en el ecosistema de emprendimiento mexicano en los próximos años.

Pero nada de esto sería posible sin mi familia. Tengo la suerte de estar rodeada por sus mentes brillantes y su apoyo incondicional. A lo largo de mi carrera profesional, he encontrado en mi papá, José Carlos, a un colega, amigo y maestro. Gracias por apoyarme siempre y por respetar mi punto de vista como iguales. Mi mamá, Cristina, ha sido mi mayor apoyo en los momentos más difíciles y mi más grande porra. Agradezco profundamente tu confianza en mis decisiones de vida y por estar ahí cuando más lo necesito. Mi hermano Joch ha sido mi mentor principal y cómplice. Gracias por adoptar mis proyectos como propios y por ser mi voz de la razón en la vida. Mi hermano Santiago es una de las personas a las que más admiro intelectualmente. A ti, Santi, te agradezco por plantear las preguntas difíciles y por desafiar lo establecido. A mi abuela Maiz, agradezco por liderar con el ejemplo. Finalmente, quiero agradecer a mis hermanas Paola y Andrea Hernández, con quienes he construido mi carrera profesional y han sido mis socias y familia durante los últimos seis años.

Este trabajo fue motivado por una serie de conversaciones en 2019 con mi asesor de tesis, José Alberto Jiménez. Agradezco a Beto por cuestionar cada una de mis ideas y por desafiarme a demostrar que el futuro del sector privado está en la sostenibilidad.

Con este trabajo, aspiro a dejar mi marca en este momento crítico para el mundo y el planeta, convencida de que los incentivos están convergiendo hacia una economía más sustentable.

Introducción

En un mundo conectado por la tecnología, en el que actualmente se viven las consecuencias del cambio climático, la sustentabilidad se ha convertido en una tendencia. La consciencia social y ambiental ha crecido significativamente en la última década. Uno de los factores que ha logrado dirigir, no sólo la atención, sino la acción hacia la sustentabilidad ha sido el establecimiento por parte de la ONU de objetivos mundiales para combatir el cambio climático.

El establecimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en 2015 fueron impulsados por Ban Ki-Moon. Durante su mandato, el ex Secretario General de la ONU afirmó que el mundo finalmente tiene los recursos para lograr un cambio sistémico en cuanto a pobreza y enfatizó la urgencia de combatir el cambio climático. Estos objetivos, junto con las tendencias de mercado, han provocado un reposicionamiento de las prácticas *ESG*¹ en la lista de prioridades del sector privado, o al menos, así lo parece.

Históricamente, el sector privado se ha guiado con un único fin: maximizar beneficios. Es por eso que surge la duda, ¿será que este cambio en prioridades, tanto de la oferta como la demanda, está alineando los incentivos hacia una economía sustentable? En este trabajo se expone cómo las decisiones de inversión “consciente” tienen una motivación que va más allá de la consciencia ambiental. Se hará una descripción de oferta y demanda en el mercado de bonos verdes con el fin de determinar si la inversión sustentable tiene sentido desde el punto de vista económico. En particular, se analizará si los incentivos de mercado fomentan que esté sector esté en el óptimo o no. Se explorarán de manera descriptiva, alternativas para alinear los incentivos de los emisores y los inversionistas con el fin de llegar a una economía sustentable.

La motivación detrás de esta investigación radica en el hecho de que el mundo se encuentra en un momento decisivo en cuanto a su futuro. De acuerdo con el *Global Environment Facility* del Banco Mundial, revertir el cambio climático no solo evitaría catástrofes sino que es crucial para el desarrollo, la economía y la prosperidad a nivel mundial: “en la trayectoria actual, el empeoramiento del entorno global será una amenaza cada vez mayor para nuestras aspiraciones globales de crecimiento económico, empleo, seguridad y prosperidad.”² Se necesita una transformación radical del mercado (en particular del sector energético) y un incremento en inversión para poder lograrlo. En 2015, se estimó que sería necesaria una inversión de alrededor de 90 billones de dólares en los siguientes 15 años para lograr los ODS relacionados con sustentabilidad³ y de acuerdo con *Bloomberg*, el sector privado invirtió aproximadamente 3.3 billones de 2014 a 2017.⁴

¹ Social, Ambiental y de Gobernanza

² World Bank, 2017

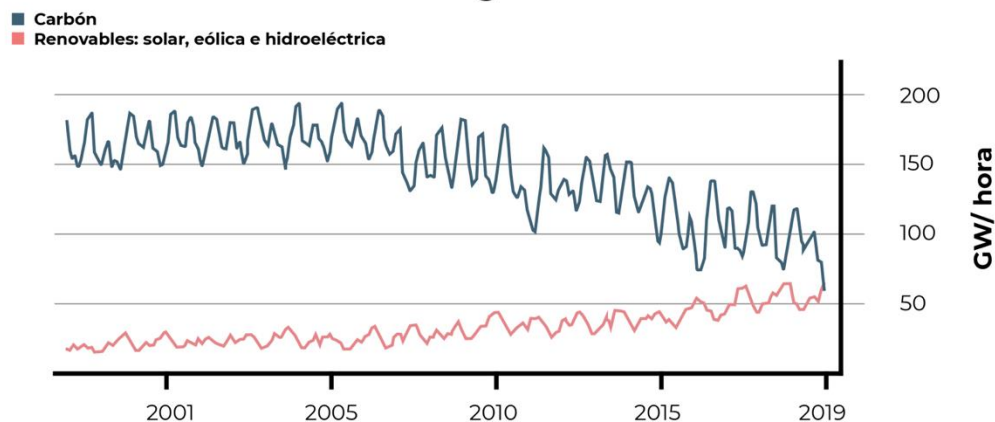
³ New Climate Economy, 2015

⁴ Bloomberg, 2017

Es importante mencionar que un estímulo al mercado de finanzas verdes generaría beneficios económicos y sería un avance en corregir externalidades negativas generadas por el sector privado. De acuerdo con la ONU, “no hacer nada nos costará mucho más que si tomamos medidas ahora. Hoy, existe la oportunidad de tomar medidas que conducirán a más empleos, una gran prosperidad y una vida mejor para todos al mismo tiempo que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y construyen resiliencia al clima.”⁵ La urgencia con la cual se debe revertir el cambio climático conlleva una serie de oportunidades de mercado.

A cuatro años de haberse establecido los ODS, se puede empezar a ver un incremento en inversión en el mercado de la energía renovable. De acuerdo con un reporte de *Bloomberg*, en 2019, las fuentes de energía sustentables aportaron más a la electricidad de Estados Unidos que el carbón por primera vez en la historia. Esto se debe en gran medida a una disminución en costos de energías renovables. *Bloomberg* proyecta que alrededor del 50% de la energía vendrá de fuentes limpias para el 2050.⁶

Plantas de Generación de Energía



Elaboración propia con datos de *Bloomberg*

La mejor estimación de inversión sustentable es, como se mencionó anteriormente, el *green finance*. Los bonos verdes son instrumentos financieros que permiten levantar capital exclusivamente dirigido a proyectos con beneficios ambientales. Este tipo de bonos surgen (de manera relevante) alrededor del 2013 y la emisión de estos ha crecido en un 34% durante los últimos 2 años.⁷

El mercado de bonos verdes ha evolucionado rápidamente debido a que ha generado incentivos que fomentan la entrada de nuevos jugadores al mercado. A partir de la creación de estos

⁵ UN Sustainable Development, 2018

⁶ Bloomberg, 2019

⁷ Bloomberg, 2019

instrumentos, han surgido fondos con mandatos ecológicos e incluso algunos fondos ya existentes han incorporado en sus portafolios la inversión “temática”. Adicionalmente, han surgido nuevas tendencias de inversión relacionadas con mejores prácticas *ESG*. A continuación, se mostrarán las distintas estrategias de inversión que han fomentado a que los inversionistas dirijan más capital hacia este mercado:

Estrategias de Inversión	
Estrategia	Descripción
<i>Negative/ exclusionary screening</i>	Exclusión de un fondo o cartera de ciertos sectores, empresas o prácticas con base en criterios específicos de <i>ESG</i> .
<i>Positive best-in-class-screening</i>	Inversión en sectores, empresas o proyectos seleccionados por tener mejores resultados en rendimiento de <i>ESG</i> en relación con los competidores de la industria.
<i>Norms based screening</i>	Selección de inversiones según estándares mínimos de prácticas comerciales con base en normas internacionales, como las emitidas por la OCDE, la OIT, las Naciones Unidas y UNICEF.
<i>ESG integration</i>	Inclusión sistemática y explícita de factores sociales, ambientales y de gobernanza en el análisis financiero por parte de los inversionistas.
<i>Sustainability themed investing</i>	Inversión en temas o activos específicamente relacionados con la sostenibilidad (i.e., energía limpia, tecnología verde o agricultura sostenible).
<i>Impact/ community investment</i>	Inversiones dirigidas destinadas a resolver problemas sociales o ambientales, incluyendo la inversión comunitaria, donde el capital se dirige específicamente a los individuos o comunidades tradicionalmente desatendidos, así como el financiamiento que se proporciona a las empresas con un propósito social o ambiental claro.
<i>Corporate engagement and shareholder action</i>	El uso del poder de los accionistas para influir en el comportamiento corporativo con el objetivo de guiar la inversión con los lineamientos integrales de <i>ESG</i> . ⁸

GSI Alliance, 2016. Traducción propia.

⁸ GSI Alliance, 2016

En este trabajo se buscará identificar los factores que mueven la oferta y la demanda de bonos verdes a través de una descripción de los incentivos asociados a los dos jugadores que participan en el mercado: inversionistas (demandantes) y emisores (oferentes). Se describirán las ineficiencias en dicho mercado con el fin de proponer mecanismos para alinear los incentivos de ambos jugadores acelerando así la inversión en proyectos ambientales.

Por el lado de la oferta, están los emisores de bonos verdes. Para efectos de este análisis, se tomarán en cuenta únicamente los bonos corporativos y se supondrá (por simplicidad) que los agentes que toman las decisiones de financiamiento son los CFOs de las firmas. La propuesta de este trabajo es que las empresas enfrentan un problema de agente principal, ya que los resultados en el largo plazo no forman parte de su función de utilidad. Debido a que los bonos verdes tienen una madurez de 7.5 años en promedio⁹ y los paquetes de compensación de los CFOs tienen incentivos a un menor plazo, los emisores no tendrán los incentivos suficientes para emitir una mayor cantidad bonos verdes.

Finalmente, se hará un análisis del mercado de energía. Particularmente, se tomarán en cuenta pronósticos de la oferta y demanda de hidrocarburos con el fin de determinar la estrategia óptima para las compañías petroleras. Para estudiar la oferta, se revisarán los pronósticos de producción de petróleo y gas. Adicionalmente, se tomará en cuenta el panorama regulatorio ya que la regulación representa costos para las petroleras. Por el lado de la demanda, se considerarán los pronósticos realizados por *McKinsey* y *Bloomberg*. Se buscará determinar si existen los incentivos adecuados para el involucramiento del sector de hidrocarburos en la transición energética.

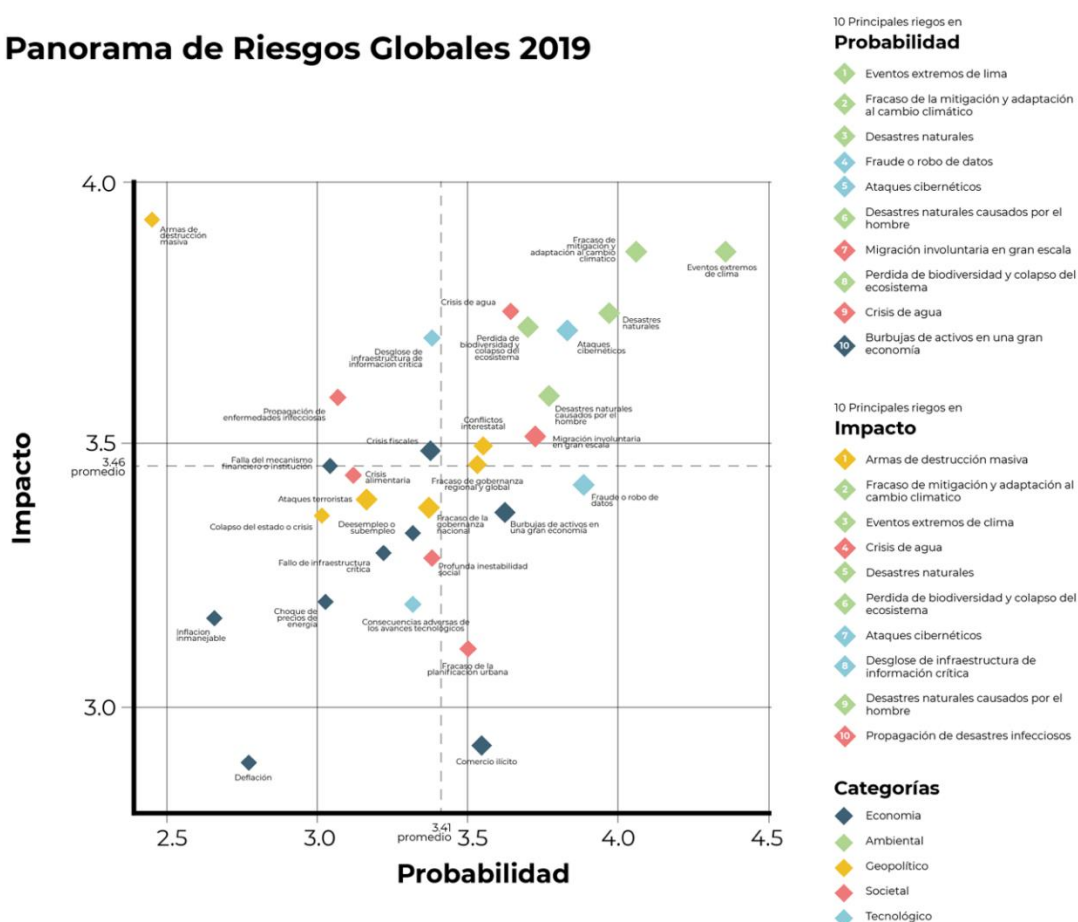
⁹ Bloomberg, 2019

Capítulo 1. Cambio climático

1.1. El calentamiento global: panorama actual

La actividad humana en el planeta ha tenido tanto impacto que algunas sociedades y grupos geológicos han propuesto declarar una nueva época geológica: el Antropoceno.¹⁰ Esta nueva época se caracteriza por una pérdida de biodiversidad a tasas nunca antes vistas, cambios en la composición química de la atmósfera y un aumento en la temperatura global, entre otras consecuencias drásticas. El medio ambiente impone nuevos riesgos al futuro del mundo, la economía y el desarrollo. Esto se ve reflejado en el *ranking* de riesgos mundiales del *World Economic Forum*, según el cual los riesgos asociados al cambio climático han ascendido tanto en probabilidad como en impacto a lo largo de la última década. La estimación actual de riesgo emitida por el WEF se ve representada en la siguiente gráfica:

Panorama de Riesgos Globales 2019



Elaboración propia con datos del *World Economic Forum*

¹⁰ World Economic Forum, 2019

El diálogo en torno al cambio climático tiende a ser muy ambiguo y usualmente deja la duda sobre las implicaciones de un aumento en la temperatura global. Es pertinente para los objetivos de este trabajo exponer brevemente el panorama actual respecto al cambio climático.

En 2017, se observó un nivel de calentamiento global de aproximadamente 1°C.¹¹ Esta alteración en la naturaleza ha afectado a la humanidad a través del clima, desastres naturales y pérdida de recursos económicos. El cambio climático tiene un impacto directo en la salud, así como el deterioro de la infraestructura, la riqueza y la productividad. El IPPC estima que los costos mundiales asociados a desastres naturales han excedido los USD 140 mil millones por año en 7 de los últimos 10 años (alrededor de USD 1 billones en la última década).¹² Adicionalmente, en el trabajo de investigación “Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century”, Dell, Jones, & Olken, 2012. muestran que el calentamiento global provoca:

- a) una reducción en el crecimiento económico de países pobres¹³
- b) una posible reducción en la tasa de crecimiento económico en el largo plazo¹⁴
- c) efectos económicos negativos como la reducción de la producción agrícola e industrial y un deterioro de la estabilidad política¹⁵

Por otra parte, se ha mostrado que el cambio climático genera riesgos en el sistema económico y financiero. Algunos riesgos establecidos por el Banco de Francia incluyen:

- a) el costo económico y las pérdidas financieras consecuentes de eventos relacionados con el cambio climático (incendios, inundaciones y desastres naturales) en el corto plazo, así como las implicaciones económicas de cambios progresivos en el clima (variabilidad climática, acidificación del océano, cambios en la precipitación y el aumento del nivel del mar)
- b) los costos de transición hacia una economía de bajo carbono: una transición abrupta podría impactar el sistema financiero de manera negativa debido a factores como la composición de los portafolios de inversión
- c) la incertidumbre sobre los efectos del cambio climático podría generar un incremento en el ahorro preventivo, lo que resultaría en una disminución de la inversión

¹¹ El IPCC define el calentamiento global como un aumento promedio de las temperaturas combinadas de la superficie del aire y el mar a nivel mundial. Se expresa en relación con el periodo preindustrial (1850 y 1990).

¹² Munich Reinsurance Company, 2018

¹³ En particular, un aumento de 1°C en la temperatura reduce el crecimiento económico en alrededor de 1.3 puntos porcentuales en países pobres.

¹⁴ Este resultado es menos robusto que el anterior.

¹⁵ Dell, Jones, & Olken, 2012

1.2. Sustentabilidad y la ONU

El concepto de sustentabilidad o sostenibilidad¹⁶ aparece en la academia alrededor de los 80s y se vuelve parte de la agenda política internacional¹⁷ con la publicación de “Our Common Future” por parte de la ONU en 1987. La sustentabilidad se define como “la actividad que cubre las necesidades del presente sin comprometer la posibilidad de que generaciones futuras puedan cubrir sus propias necesidades.”¹⁸ De acuerdo con esta definición, la sustentabilidad implícitamente incluye factores ambientales, sociales y económicos. Actualmente, se utiliza el término de sustentabilidad en referencia al medio ambiente debido a que se reconoce que es importante considerar los factores sociales y económicos en la toma de decisiones respecto al medio ambiente.

En las últimas décadas, la ONU se ha caracterizado por ser la organización líder en sustentabilidad. Para hacer frente al cambio climático, en 2015 se estableció la Agenda de Desarrollo Sostenible como un compromiso de 193 países por lograr 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para el año 2030. De acuerdo con la ONU, “con estos objetivos que aplican universalmente, los países movilizarán sus esfuerzos para (...) combatir el cambio climático, asegurándose que nadie se quede atrás.”¹⁹ Los objetivos relacionados de manera directa con este trabajo son los siguientes:

- a) Objetivo 6: Agua Limpia y Saneamiento
- b) Objetivo 7: Energía Limpia y Asequible
- c) Objetivo 9: Innovación e Infraestructura
- d) Objetivo 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles
- e) Objetivo 12: Producción y Consumo Responsables
- f) Objetivo 13: Acción Climática
- g) Objetivo 17: Alianzas para Lograr los Objetivos

El objetivo más relevante para esta investigación es el siete, ya que exige “asegurar el acceso a energía asequible, confiable, sustentable y moderna.”²⁰ Actualmente, el 13% de la población carece de acceso a electricidad moderna y tres mil millones de personas utilizan recursos como madera o desechos animales (biomasa) en su vida diaria. Adicionalmente, la contaminación por el uso de esta energía en el hogar causó 4.3 millones de muertes en 2012. Desde el punto de vista de bienestar social, la inversión en generación y distribución de energía limpia es indispensable.

El mismo año se firmó el Acuerdo de París en el que los países miembros de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) reconocen la urgencia de

¹⁶ Técnicamente, la palabra sostenible se refiere a lo soportable en lo ecológico, viable en lo económico y equitativo en lo social. El término sustentable no existe de acuerdo con la Real Academia Española. Se cree que el término surgió de una traducción de la palabra sustainable, en su uso cotidiano ambos términos son sinónimos. En este trabajo se hará uso del término: sustentabilidad.

¹⁷ Watson, 2018

¹⁸ United Nations, 1987

¹⁹ United Nations Development Program, 2018

²⁰ United Nations Development Program, 2019

responder a la amenaza del cambio climático. El objetivo principal del acuerdo es fortalecer la acción contra el cambio climático y mantener el calentamiento global debajo de los 2°C por encima del nivel preindustrial. El enfoque principal del acuerdo es financiero ya que es un compromiso de movilizar recursos financieros hacia tecnología e infraestructura sustentable. Adicionalmente, los países se comprometieron a ser transparentes en cuanto a sus acciones y resultados.²¹

Tanto los ODS como el acuerdo de París han movilizizado tanto al sector público como el privado hacia una mayor adopción de estrategias ambientales y han fomentado la cooperación de ambos sectores hacia una economía sustentable. Derivado de este acuerdo, 197 países consolidaron el Green Climate Fund²², un fondo global dirigido hacia proyectos que generen un beneficio ambiental, con el fin de acelerar la transición hacia una economía más resiliente y sustentable. Con USD 5.12 mil millones, el GCF busca estimular las finanzas verdes privadas a través de fondos públicos. El fondo ha financiado 111 proyectos aportando de manera significativa al mercado de green finance.

En diciembre del 2017, se creó el “Central Banks and Supervisors Network for Greening the Financial System”, un foro que reúne a más de 100 bancos centrales que representan a los 5 continentes.²³ El objetivo del NGFS es “entender y manejar los riesgos financieros y las oportunidades del cambio climático.”²⁴

La consolidación de nuevas alianzas y organismos en torno al medio ambiente denota una preocupación creciente del sector público por el medio ambiente. El involucramiento de agentes tan significativos en el mercado de green finance podría generar incentivos hacia el sector privado para formar parte del mismo mercado. Debido a su magnitud, estos actores económicos tienen el poder de estimular la inversión en proyectos sustentables y sus acciones indican que van en esa dirección.

1.3. Fuentes de Energía Renovables

El estímulo de la inversión en sustentabilidad ha generado flujos hacia la innovación e infraestructura de energías limpias ya que más del 46% de los fondos provenientes de bonos verdes están dirigidos hacia este sector. En esta sección se expondrá el concepto de energía renovable. En particular, se explicará qué hace que una fuente de energía sea renovable y qué tipo de energías renovables existen.

“La energía renovable es cualquier forma de energía de fuentes solares, geofísicas o biológicas que se repone mediante procesos naturales a una velocidad igual o mayor a su tasa de uso.”²⁵ Estas fuentes de energía pasan por un proceso donde la energía primaria se convierte en un portador de energía y posteriormente se transforma en un servicio energético. Las energías

²¹ United Nations Framework Convention on Climate Change , 2019

²² La decisión de establecer el GCF fue tomada en la conferencia anual de la UNFCCC en Cancún, México (2010).

²³ Miembros incluyen los bancos centrales de México, Francia, Inglaterra, Canadá, Alemania, Malasia y China.

²⁴ Network for Greening the Financial System, 2019

²⁵ IPCC, 2018

renovables pueden ofrecer electricidad, combustibles, energía termal y mecánica. Existen factores regionales que han influido en el desarrollo de la Energía Renovable (ER) alrededor del mundo. Un ejemplo es la escasez de energía en China que aceleró el desarrollo de ER por lo que ahora es el líder en producción, uso y exportación de paneles solares. Sin embargo, la distribución de ER es más pareja que la de los combustibles fósiles.²⁶

A continuación, se presentarán las fuentes de ER principales y sus características:

Fuentes de Energía Renovables				
Fuente	Descripción	Infraestructura/ Almacenamiento	Ventajas	Desventajas
Energía Hidroeléctrica (HE)	Se genera del flujo del agua. ²⁷ Las plantas de energía HE cuentan con turbinas que aprovechan la energía cinética del agua.	Existen dos tipos de plantas HE: unas cuentan con presas y reservas, mientras que las otras no. Las plantas que cuentan con una reserva grande pueden almacenar agua durante periodos largos. Las HE sin presas ni reservas (generalmente diseñadas para no alterar el flujo del agua) generan menos electricidad.	Tienen un EROI ²⁸ de 80%, mayor al del petróleo, por lo que son consideradas las fuentes más eficientes de energía. Las HE sin presas ni reservas no generan ningún tipo de impacto ambiental ya que no alteran los flujos de los ríos. No generan emisiones de carbono.	La precipitación influye en la generación de este tipo de energía, por lo que hay incertidumbre en la producción. Las reservas alteran la cantidad y calidad del agua afectando a organismos acuáticos. ²⁹
Geotérmica (GT)	Es calor generado debajo de la superficie de la tierra. El agua o vapor cargan la energía a la superficie terrestre. Puede ser usado para calefacción o producción de electricidad.	Para generar electricidad, la fuente de energía debe estar cerca de regiones tectónicamente activas. La tecnología utilizada desde 1913 para generar electricidad a través de esta energía es conocida como ciclo binario. Actualmente, se están desarrollando nuevas tecnologías conocidas como EGS.	No depende de las condiciones del clima y tiene factores de alta capacidad. Por este motivo tiene flexibilidad de corto y largo plazo.	La generación de electricidad requiere de recursos de temperatura alta que usualmente están ubicados cerca de regiones tectónicamente activas.

²⁶ IPCC, 2018

²⁷ La cantidad de energía disponible depende del volumen del flujo acuático y un cambio en elevación (o caída) de un punto al otro. Las Cataratas del Niágara, por ejemplo, tienen una gran cantidad de energía ya que el agua desciende de un punto relativamente alto.

²⁸ El EROI es el Retorno Energético de Inversión. Esta medida indica la producción neta de energía, es decir, cuánta energía se produce (*output*) descontando la energía necesaria para generarla (*input*). Fuente: King, L. Et.al.

²⁹ International Renewable Energy Agency, 2018

Solar (S)	Se convierte la energía solar directamente en electricidad o se concentran los rayos solares para generar electricidad.	Fotovoltaicas o celdas solares –aparatos electrónicos que transforman luz solar en electricidad. Se instalan sobre las estructuras. La energía solar concentrada utiliza espejos para concentrar rayos solares que se utilizan para calentar fluidos. Estos fluidos generan vapor que mueve una turbina y genera electricidad. Se usa para generar energía a grandes escalas.	Es la energía renovable con crecimiento más acelerado. Se puede utilizar para generar electricidad a escala comercial o a 480K escala individual, por lo que es una manera fácil de ofrecer acceso a electricidad. Ha disminuido el costo de manera dramática, por lo que se está transformando en la fuente de energía más barata.	La generación de energía depende del clima y únicamente se da en las horas de sol. Adicionalmente, el mantenimiento debe ser constante (con una periodicidad de 15 días) ya que una acumulación de suciedad en las celdas inhibe la captura de energía solar. Una vez que se desgastan las celdas solares, estas son desechadas y pueden llegar a generar contaminación.
Eólica (E)	El viento se usa para producir electricidad al usar la energía cinética creada por el aire en movimiento. Con turbinas de viento o sistemas de conversión de viento energético, se transforma en electricidad.	El viento golpea las aspas de las turbinas causando que este roten y hagan que la turbina gire. Esto transforma la energía cinética en rotacional. El movimiento del eje, conectado a un generador es lo que produce energía eléctrica a través de electromagnetismo.	Los costos han disminuido significativamente transformando a la energía E en una de las tecnologías con crecimiento más acelerado.	La cantidad de energía depende del tamaño de la turbina y las aspas por lo que hay una restricción espacial que limita la generación de esta fuente de energía.
Bioenergía	Existen dos categorías: Tradicional – combustión de biomasa como madera, desechos animales y carbón tradicional. Moderna – fuentes líquidas producidas de bagazo y otras	Puede ser quemada directamente para calefacción o convertida en un sustituto de petróleo o gas.	Actualmente, tres cuartas partes de la energía renovable viene de estas fuentes. Tiene el potencial de impulsar la oferta energética en países en vías de desarrollo con una demanda que crece constantemente.	El 50% de estas fuentes de energía son tradicionales y generan contaminación ambiental debido a su combustión.

	plantas, bio-refinerías, biogás producido a través de la digestión anaeróbica de residuos, <i>pellets</i> de madera y otras tecnologías.			
--	--	--	--	--

Actualmente, las distintas fuentes de energía limpia representan un 25% de la oferta energética. La energía hidroeléctrica es la fuente principal de ER, seguida de la solar y la eólica. A pesar de que representan una cuarta parte de la energía producida en el mundo, las fuentes de energía renovables están creciendo a una tasa acelerada. La energía renovable aún tiene retos significativos por resolver. Una de las principales complicaciones es la captura y el almacenamiento de la energía. Este proceso provoca ineficiencias en producción y altos costos, lo que hace que estas fuentes de energía tengan un retorno energético a la inversión menor al de combustibles tradicionales.³⁰ Es necesario incentivar la inversión dirigida hacia innovación de tecnologías renovables con el fin de resolver problemas como el almacenamiento, el retorno energético, entre otros.

³⁰ Excluyendo a la energía hidroeléctrica.

Capítulo 2. Green Finance

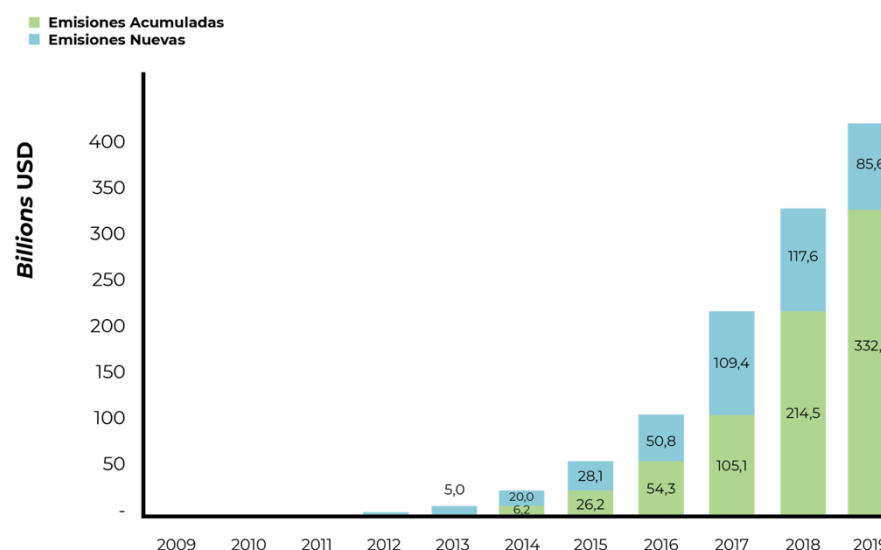
Un bono verde, es un instrumento de deuda cuyos fondos son utilizados para un proyecto que generará beneficios ambientales. Los primeros bonos verdes fueron emitidos por distintos bancos de desarrollo, incluyendo al Banco Mundial y el Banco de Inversión Europeo, alrededor del 2007.³¹ La adopción de estos instrumentos por bancos y corporativos en 2013 expandió el mercado de manera significativa. A continuación, se ilustrará el panorama actual del mercado de *green finance* con el objetivo de entender la composición del mercado para poder identificar los incentivos existentes y sugerir mecanismos para estimular su crecimiento.

2.1 Evolución del Mercado

A pesar de ser un mercado relativamente nuevo, a partir del 2013, las nuevas emisiones de dichos bonos han crecido a una tasa exponencial ya que de alrededor de 69%, llegando a un acumulado de USD 417.7 mil millones.³²

Bonos Verdes

(Monto mayor a \$200 Millones USD)



Elaboración propia con datos de *Bloomberg*

³¹ OECD, 2017

³² Bloomberg, junio de 2019

De acuerdo con la OCDE, la distribución de proyectos financiados por bonos verdes en 2015 fue la siguiente:

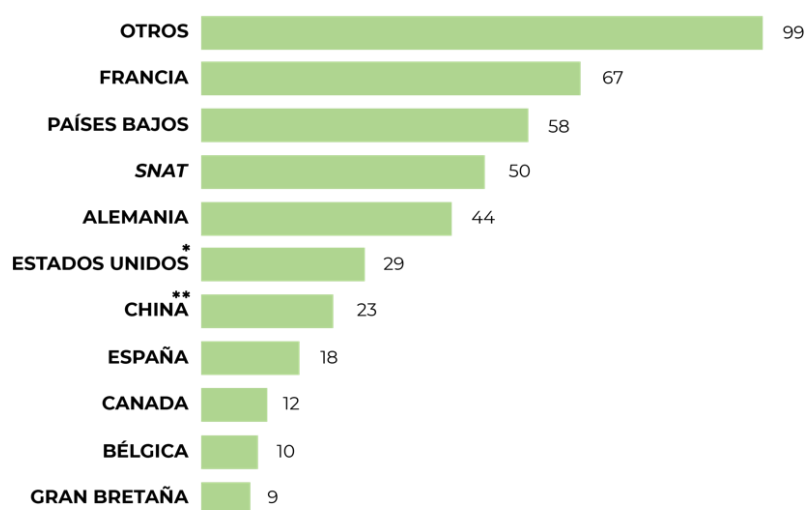
Proyectos Financiados con Bonos Verdes ³³	
Tipo de proyecto	Porcentaje de fondos recibidos
Energía renovable	46%
Eficiencia energética	20%
Transporte de bajo carbono	13%
Agua sustentable	9%
Deshechos y contaminación	6%
Adaptación climática	4%
Agricultura y bosques	2%

Europa domina el mercado de bonos verdes y lo ha liderado desde el inicio seguido por Estados Unidos y China. Algo interesante de este mercado es que una gran proporción de los emisores es de países que no pertenecen a la OCDE. Esto podría ser por dos motivos. El primero es que los inversionistas están interesados en invertir en estos países, cosa que no se observa en los mercados de bonos tradicionales. Otra razón podría ser que, debido a los compromisos realizados por los países mencionados anteriormente³⁴, efectivamente se observa una movilidad de recursos financieros hacia proyectos sustentables en países en vías de desarrollo.

³³ OCDE, 2018

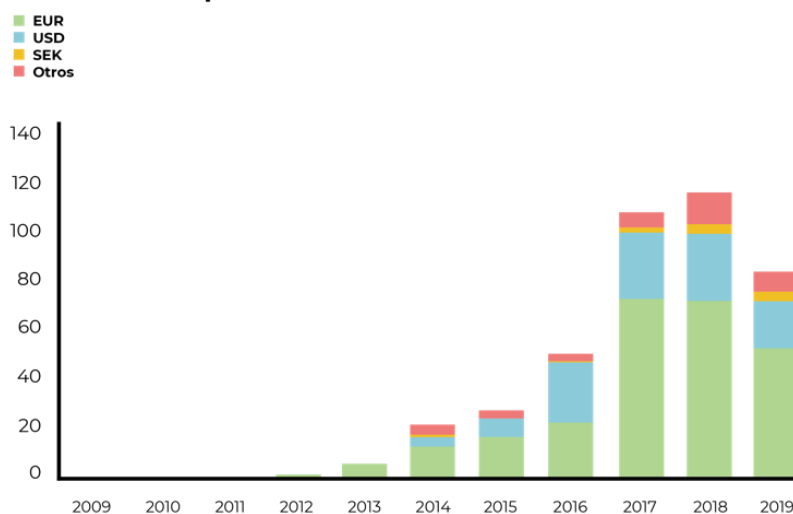
³⁴ ODS y Acuerdos de París.

Bonos Verdes por País del Emisor



Elaboración propia con datos de *Bloomberg*

Bonos Verdes por Moneda

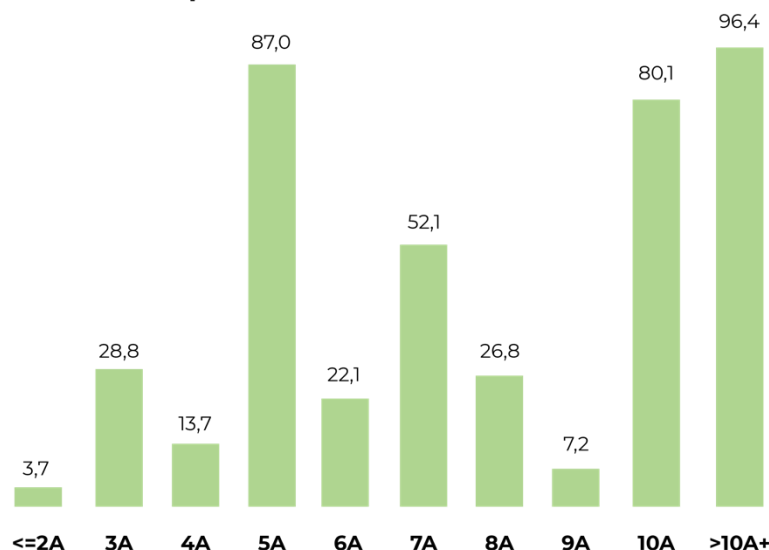


Elaboración propia con datos de *Bloomberg*

Los bonos verdes más comunes tienen una madurez mayor o igual a 10 años, seguidos de bonos con una madurez de 5 años. En un estudio de mercado de *Bloomberg*, se identificó que el 86% de los inversionistas interesados en bonos verdes prefieren una madurez mayor a 7 años³⁵. Esto es atractivo para los emisores ya que tener inversionistas con objetivos de largo plazo reduce el riesgo de volatilidad para las empresas.

³⁵ Bloomberg, 2019

Bonos Verdes por Madurez



Elaboración propia con datos de *Bloomberg*

Es un hecho que la inversión en estos instrumentos es crucial para una transición energética hacia una economía más sustentable. En este análisis del mercado de bonos verdes queda claro que, aunque el mercado ha tenido un crecimiento acelerado es probable que, de seguir creciendo al mismo ritmo, difícilmente se alcanzará el monto necesario de inversión para evitar los efectos catastróficos del cambio climático (USD 90 billones). Por este motivo, se propondrán una serie de posibles incentivos para estimular el crecimiento del *green finance*.

2.2 Análisis de bonos verdes

Para poder construir incentivos hacia una economía sustentable, es necesario entender qué características tienen los bonos verdes y cuál es el atractivo que ofrecen para oferentes y demandantes. En el documento de investigación “*Corporate Green Bonds*”³⁶, Flammer responde tres preguntas que son pertinentes para esta investigación. Lo primero que se pregunta, es si la emisión de bonos verdes beneficia a las empresas en términos financieros. La segunda es sobre cómo estos bonos afectan la riqueza de los accionistas.³⁷ Finalmente, quiere descubrir si estos instrumentos realmente mejoran la “huella ambiental” de las empresas o si se está utilizando el nombre de bonos verdes por un tema reputacional que comúnmente se conoce como *greenwashing*.

Usando datos de empresas públicas y privadas que han emitido bonos verdes corporativos a nivel mundial desde el 2013, demuestra que los bonos verdes:

³⁶ Flammer, 2018

³⁷ El término accionistas se utiliza en referencia a los propietarios de las acciones de la empresa que emite el bono verde ya que Flammer quiere demostrar que emitir bonos verdes es una decisión óptima en términos económicos para los dueños de las empresas.

- a) son percibidos positivamente por el mercado accionario ya que cuando una empresa anuncia la emisión de un bono verde, la empresa genera un retorno acumulativo anormal de .67%
- b) aumentan el valor de la empresa en el largo plazo (medido con la *Q de Tobin*) y generan una apreciación en *ROA*³⁸
- c) tienen un impacto positivo³⁹ en el desempeño ambiental de la empresa, medido con la calificación ambiental de la empresa⁴⁰ y las emisiones de CO2 de la misma
- d) incrementan la innovación en tecnología sustentable ya que dichas empresas aumentan el número de patentes verdes registradas
- e) atraen una nueva base de inversionistas: inversionistas verdes e inversionistas de largo plazo

Para analizar el efecto en los resultados de las empresas, Flammer emplea en sus estimaciones una especificación *diff in diff* utilizando observaciones para los emisores de estos bonos y empresas similares a cada una de ellas. Con muestras comparables, logra aislar el efecto de los bonos en los resultados de largo plazo.

Una crítica que podría hacerse al trabajo de Flammer y al mercado de bonos verdes en general es que puede. Los datos muestran que los emisores de este tipo de bonos suelen ser empresas grandes y establecidas. Esto podría poner en duda la dirección de la causalidad planteada por la autora. Pudiera ser que el tamaño de estas empresas les permita enfocarse en más proyectos. Esto las pondría en una situación ventajosa, lo que les da la posibilidad de solicitar este tipo de financiamiento. Podría ser que, al diversificarse y tener acceso a más capital, los resultados de estas firmas mejoren sin ser necesariamente consecuencia de los bonos verdes.

Dicho lo anterior, los resultados de Flammer resaltan características del mercado que generan incentivos hacia emisores e inversionistas. En particular, uno de los elementos más importantes es el de la percepción del mercado. Al mostrar que el mercado responde positivamente ante el anuncio de una emisión de bonos verdes, Flammer refuerza la noción de que la sustentabilidad está siendo incorporada en la percepción y la toma de decisiones de inversionistas.

2.3 El mercado de bonos verdes

Para efectos de esta investigación, el mercado de bonos verdes está compuesto por dos jugadores: los emisores, quienes constituyen la oferta y los inversionistas que conforman la demanda. Como se mencionó anteriormente, hay distintos tipos de emisores. Los emisores

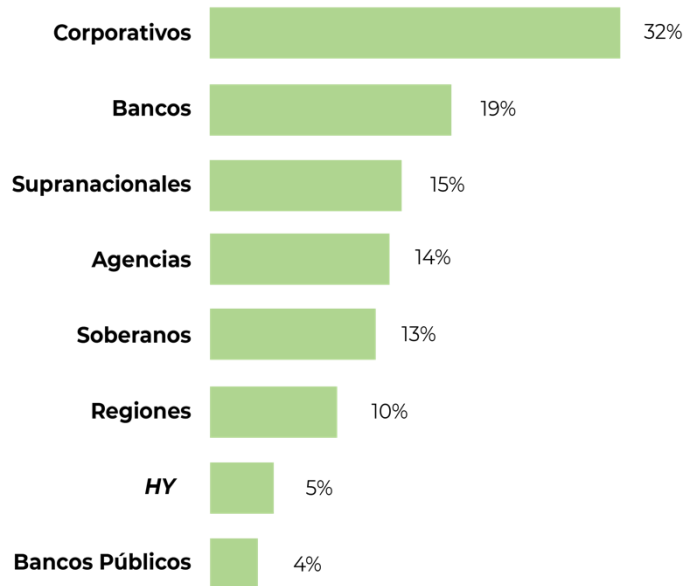
³⁸ Retorno de activos

³⁹ Con esto demuestra que no hay incentivos de “*greenwashing*” en la emisión de instrumentos financieros verdes

⁴⁰ Medido con el *rating* ambiental de *Thompson Reuters (Asset 4)*

principales son corporativos, soberanos, bancos y supranacionales. A continuación, se muestra la composición de este mercado por tipo de emisor.

Bonos Verdes por Tipo de Emisor

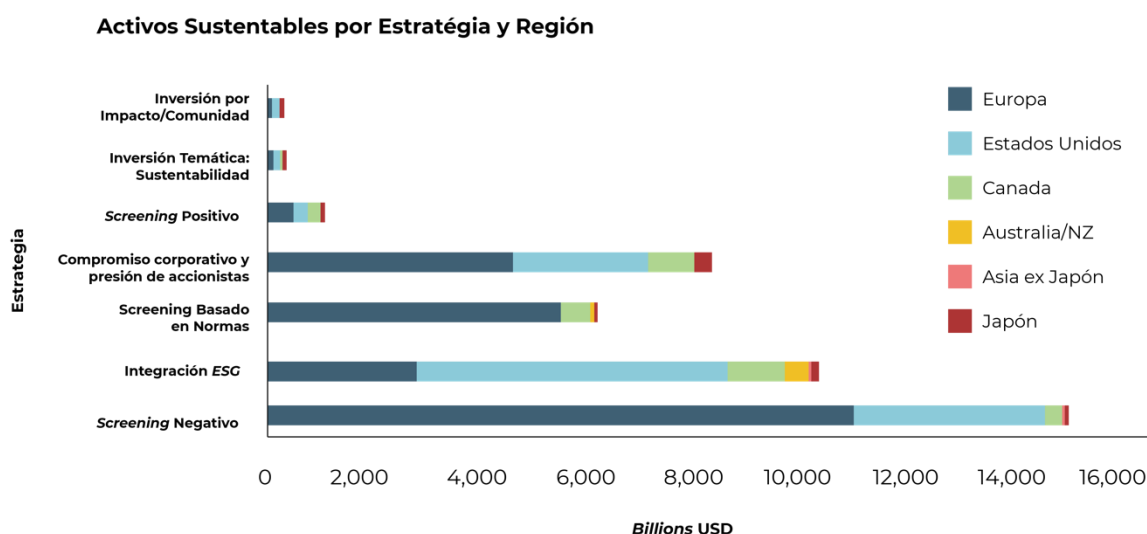


Elaboración propia con datos de *Bloomberg*

Los corporativos y bancos⁴¹ son de particular interés, ya que buscan maximizar beneficios propios por lo que formarán parte del mercado de bonos verdes sólo si los incentivos económicos son los adecuados. Los soberanos usualmente tienen objetivos distintos, por lo que no entran en el marco de este análisis.

Cuando se trata de *green finance*, los inversionistas usualmente se categorizan por estrategias de inversión, es decir, se clasifican de acuerdo con la motivación detrás de su interés en un mercado en particular. En cuanto a la demanda del mercado de los bonos verdes, conformada por los inversionistas, en 2016 la distribución de inversionistas por región de acuerdo con las estrategias mencionadas anteriormente es la siguiente:

⁴¹ Serán llamados empresas a partir de ahora



Elaboración propia con datos de Bloomberg

Es importante resaltar que la gráfica anterior no es exclusiva al mercado de finanzas verdes y hace referencia a aspectos sociales, ambientales y de gobernanza. Dicho esto, la relevancia de tomar en cuenta la distribución de inversionistas es respaldada por los resultados de Flammer. Las empresas que ejecutan proyectos ambientales suelen tener una mayor calificación *SRI* o *ESG*. Por este motivo, al utilizar este tipo de instrumentos las empresas podrían ampliar su base de inversionistas.

A continuación, se analizarán cuatro aspectos del mercado que podrían afectar su crecimiento a través de incentivos: el problema de agente-principal, el concepto de prima verde, las tendencias de inversión y los riesgos al sistema financiero.

2.3.1 El problema de agente-principal

El mercado de *green finance* se puede analizar bajo el modelo de agente-principal. Bajo este esquema, hay un “agente”, que es quien dirige la empresa y actúa en nombre del propietario. Por otro lado, el propietario de la firma es conocido como el “principal.” El agente es quien toma las decisiones y el principal es quien establece las reglas que determinan la compensación del primero. Desde un punto de vista de teoría económica, el problema de agente-principal surge cuando las acciones del agente afectan el bienestar de ambos individuos pero los incentivos de ambos están desalineados. Un ejemplo simple de un problema de agente-principal aparece comúnmente en el mercado de seguros. Cuando un individuo cuenta con un seguro de gastos médicos, puede ser más propenso a tomar riesgos innecesarios ya que la aseguradora será quien cubre esos costos. Debido a que los incentivos no están alineados, se pierde valor en la economía y se llega a un nivel sub-óptimo.⁴²

En lo que respecta a la emisión de bonos verdes, parece ser que las empresas enfrentan un problema de agente principal temporal o *time-based agency problem* ya que los incentivos de los

⁴² (Arrow, 1984)

tomadores de decisiones en las empresas están desalineados inter-temporalmente con aquellos de los accionistas de la empresa.⁴³ Esta falla de mercado fue explorada por Bansal et.al en su documento de investigación: “Does a Long-Term Orientation Create Value?”⁴⁴. Para mostrar que los directores de las empresas tienen una menor tasa de descuento, es decir, muestran una preferencia por resultados corto plazo⁴⁵, los autores estiman un modelo de regresión discontinua sobre un experimento cuasi-natural⁴⁶ y encuentran que la aprobación de incentivos de largo plazo genera un incremento en el valor accionario de la empresa. Esto sugiere que, en efecto, las empresas enfrentan un problema temporal de agente principal que puede ser corregido con los incentivos adecuados.

Suponiendo que el CFO de una empresa es un agente racional, tomará sus decisiones con el fin de maximizar su función de utilidad. A no ser que dicho agente tenga una preferencia por preservar el medio ambiente, se puede asumir que tomará sus decisiones en función a su paquete de compensación. Si la compensación del CFO se calcula en función de los resultados económicos de corto o mediano plazo, podría ser que no perciba los incentivos suficientes para emitir bonos verdes. En primera instancia, no tendría incentivos para considerar el impacto de sus decisiones en el medio ambiente ya que es poco probable que los efectos ambientales de sus decisiones se materialicen durante su periodo en ese puesto⁴⁷. Si este agente no percibe que la inversión en proyectos sustentables generará retornos durante su tiempo en la empresa, podría tener incentivos para continuar con *business as usual* con tal de tener un buen desempeño en su puesto.

Por este motivo, un mecanismo para incentivar la emisión de bonos verdes en el sector empresarial podría ser la incorporación de metas de largo plazo en los paquetes de compensación de los tomadores de decisiones (CFOs). Debido a que la evidencia indica que la emisión de bonos verdes tiene efectos positivos de largo plazo para los accionistas, la junta de consejo podría expandir el horizonte de tiempo que abarcan los paquetes de compensación de la empresa y ofrecer incentivos ligados a las acciones que tome el agente que tendrán un rendimiento en el largo plazo.

2.3.2 Tendencias de mercado

Los inversionistas constituyen la demanda del mercado de bonos verdes. Como se mencionó anteriormente, Flammer muestra que los bonos verdes corporativos generan valor para la empresa y atraen una base de inversionistas distinta. Adicionalmente, prueba que el mercado tiene una

⁴³ En este mercado, tomaremos al CFO como agente y los accionistas de la empresa como el principal

⁴⁴ Bansal et. al estudian los incentivos para el CEO Por un criterio de Gobierno Corporativo, quien toma las decisiones de financiamiento es el CFO respaldado por el CEO por lo que se toman en cuenta los resultados para el CFO.

⁴⁵ En teoría económica, cuando se habla de modelos intertemporales, la paciencia se representa comúnmente con una $\beta \in (0,1)$. Cuando la β del agente económico se aproxima a cero, el agente es más impaciente y tiene una preferencia por el corto plazo. Cuando la β del individuo tiende a 1, este tiene mayor paciencia. En el caso que plantean Bansal et.al. la β del agente es $<$ a la del principal por lo que los incentivos de ambos no están alineados.

⁴⁶ Analizan empresas que tuvieron propuestas exógenas (por parte de accionistas) de incorporar incentivos de largo plazo en los paquetes de compensación de los directivos. Toman una muestra de empresas cuyas propuestas pasaron o fallaron por un pequeño margen de votos para construir una muestra casi-aleatoria.

⁴⁷ De acuerdo con Forbes, en promedio, un a persona ocupa el puesto de CFO durante 5.5 años.

percepción positiva de los proyectos ambientales ya que el valor de las empresas aumenta al momento de anunciar la emisión de un bono verde. Una explicación de este fenómeno podría ser un creciente apetito por parte de los inversionistas de empresas con buenas prácticas *ESG*, por lo que la acción por el medio ambiente está empezando a cobrar importancia.

Un reporte de JP Morgan muestra que, “a pesar de ofrecer un valor similar al mercado en general, la beta (volatilidad) de estas acciones es más baja y el RoE⁴⁸ es más alto (18%).”⁴⁹ De acuerdo con el análisis del banco, las métricas *ESG* son una herramienta útil para identificar acciones que serán menos volátiles. En un estudio de Morgan Stanley, al evaluar más de 10,000 fondos y cuentas, encontraron que “la inversión en sustentabilidad alcanzaba, y en ocasiones excedía, el desempeño de inversiones tradicionales comparables.”⁵⁰

De acuerdo con el desempeño de las finanzas verdes, parece ser que los inversionistas tienen incentivos para dirigir sus fondos hacia empresas con un compromiso ambiental. Este podría ser uno de los mayores factores que impulsen a que las empresas desarrollen proyectos sustentables, ya que se anticipa un incremento en la inversión dirigida a empresas con un compromiso con el medio ambiente. Bank of America estima que “los flujos a empresas con estrategias *ESG* en las próximas décadas podría ser equivalente al tamaño actual del *S&P 500*.”⁵¹

Para este trabajo, se identificaron tres nuevos agentes que muestran un interés por empresas que poseen este tipo de instrumentos: inversionistas de largo plazo (fondos de pensiones), inversionistas verdes y *millennials*.⁵² La creación de proyectos que generan beneficios para el medio ambiente, podría ser una estrategia para atraer estos nuevos inversionistas y fortalecer la posición de mercado de la empresa.

Nueva base de inversionistas atraídos por <i>Green Finance</i>	
Inversionista	Incentivo
<i>Millennial</i>	Inversión responsable basada en valores y rentabilidad.
Fondos de pensión	Diversificación y minimización de riesgo
Inversionista verde	Objetivos tanto financieros como de sustentabilidad ⁵³

⁴⁸ La rentabilidad del negocio en relación con las acciones.

⁴⁹ JP Morgan, 2019

⁵⁰ Morgan Stanley, 2018

⁵¹ Bank of America, 2019

⁵² *Millennial* es un término que hace referencia a la generación Y nacida entre 1981 y 1996.

⁵³ Blackrock, 2010

Perfil de inversionista *millennial*

De acuerdo con Bank of America (BofA), a finales de los 2020s, los *millennials* heredarán alrededor de USD 35 billones en activos financieros y no financieros. En 2018, se reportó que el 70% de los *millennials* poseen o tienen un interés en poseer inversiones sustentables. Bajo el supuesto de que se invierten alrededor del 30% de los recursos en estos instrumentos, BofA estima una entrada de activos de aproximadamente USD 15 billones en los próximos 30 años.⁵⁴ Esto es consistente con el reporte de EY, titulado “*The Millennial Investor*”, donde se argumenta que las empresas deberían incorporar estrategias atractivas para el “inversionista responsable.”⁵⁵

Perfil de inversionista de Largo Plazo

Otros jugadores importantes en este mercado son los inversionistas de largo plazo. Particularmente, los fondos de pensiones. De acuerdo con el Banco Mundial, “muchos sistemas de pensiones han evolucionado a ser respaldados por acciones, ligando los ingresos de retiro al desempeño de estos activos.”⁵⁶ A diferencia de los fondos tradicionales, estos fondos buscan generar retornos asegurados para garantizar un ingreso de retiro, lo que hace que se manejen con una actitud de aversión al riesgo. Al ser proyectos de bajo riesgo, con distintas etapas de madurez y una tasa constante, los bonos verdes están empezando a ser considerados como un buen activo para los fondos de pensión.⁵⁷

Perfil de inversionista Verde

Finalmente, los inversionistas verdes invierten en estos instrumentos ya sea por un tema de convicción o de estrategia. Distintos tipos de fondos han incorporado proyectos sustentables a sus portafolios:

Fondos			
Estrategia	Tipo de fondo	Motivación	Ejemplo
Sustainability Themed Investing	Fondo Verde ⁵⁸	Preferencia por combatir el cambio climático Liderazgo en green finance Atracción de inversionistas institucionales	En 2018 se cerró el fondo verde privado más grande del mundo: Amundi EGO ⁵⁹ en USD 1.42 mil millones El Green Climate Fund ha fondeado 111 proyectos con USD 2.41 mil millones y destinará sus restantes USD 2.71 mil millones exclusivamente a proyectos verdes. ⁶⁰

⁵⁴ Bank of America, 2019

⁵⁵ Earnst and Young, 2018

⁵⁶ World Bank, 2017

⁵⁷ OECD, 2011

⁵⁸ Fondo creado específicamente con el fin de liderar la inversión en proyectos sustentables.

⁵⁹ En conjunto con IFC del Banco Mundial

⁶⁰ Green Climate Fund, 2018

<i>ESG</i> integration	Fondo de Inversión	Desempeño financiero Percepción externa Diversificación Ahorro en costos ⁶¹ Mitigación de riesgo: perciben que no tomar en cuenta factores <i>ESG</i> tiene un riesgo asociado ⁶²	Los ocho mayores fondos de inversión a nivel mundial han adoptado una estrategia de inversión que incluye factores <i>ESG</i> ⁶³ <i>Blackrock</i> ve una oportunidad para que los inversionistas “puedan perseguir objetivos financieros y de sustentabilidad al financiar la segunda etapa de la revolución de energías renovables” ⁶⁴
Corporate engagement and shareholder action	Wealth management en Banca de Inversión	Inversionistas: Valores Rendimiento	UBS, el banco que gestiona USD 2.4 billones en patrimonios, reportó que efectivamente hay un interés en la inversión ambiental: “nuestros clientes con mayor patrimonio quieren que sus inversiones estén haciendo la diferencia...” 39% de sus inversionistas tienen inversiones sustentables

⁶¹ Blackstone, 2019

⁶² UBS Asset Management, 2018

⁶³ Blackstone, The Carlyle Group, Kohlberg Kravis Roberts

⁶⁴ Blackrock, 2019

Capítulo 3. Transición energética

En línea con lo planteado anteriormente, es importante analizar el sector energético debido a que muchas de las actividades directas e indirectas de este sector han sido causantes de las externalidades negativas que han promovido el deterioro del medio ambiente. Los primeros dos capítulos, abordan una parte importante de la demanda de energía mundial ya que describen la transición de consumo energético de actores del sector privado y público a través de los bonos verdes. Sin embargo, a pesar de que estos instrumentos financieros dan un buen panorama de cómo se está comportando el mercado, no abarcan la oferta y demanda de energía en su totalidad.

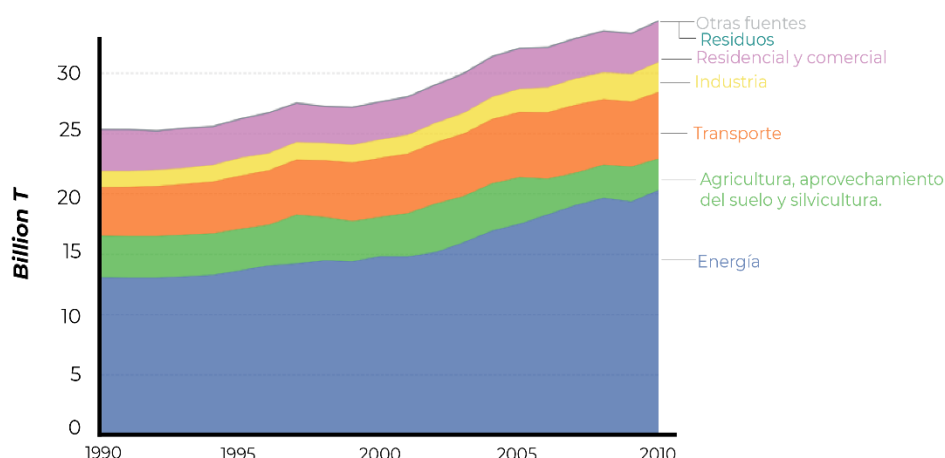
En el contexto actual, es importante analizar el comportamiento del sector energético ya que se necesita el involucramiento y cooperación del mismo para poder transicionar hacia una economía sustentable. A continuación, se hablará sobre la transición energética. En particular, se describirán los factores que afectan la oferta y la demanda de distintas fuentes de energía con el fin de identificar áreas de oportunidad para generar incentivos que aceleren la transición energética.

3.1 Retos y oportunidades

Históricamente, la demanda energética ha crecido de manera acelerada. Sin embargo, de acuerdo con los pronósticos de *McKinsey*, la demanda mundial por energía se despegará del crecimiento del PIB por primera vez en la historia y llegará a un máximo en 2030. Según el reporte de *McKinsey*, uno de los factores principales de este fenómeno es la aceleración de adopción de energías renovables que sustituyen a los hidrocarburos más ineficientes. Otros factores que pudieran estar contribuyendo a este cambio son las tendencias de mercado discutidas en el capítulo anterior.

Esto es relevante ya que más del 65% de las emisiones de gases de efecto invernadero, que causan el cambio climático, provienen de la combustión de hidrocarburos. La externalidad generada por los combustibles fósiles y el carbón debe ser disminuida de manera significativa si se quiere evitar alcanzar un calentamiento global de 2°C. La gráfica mostrada a continuación desglosa las emisiones históricas de CO₂ por sector, ilustrando el impacto de los hidrocarburos en la generación de energía y en sus otros usos, sobre el medio ambiente.

Emisiones de CO² por Sector



Elaboración propia con datos de *Our World in Data*

Algunos actores relevantes del sector han realizado pronósticos sobre la evolución de la demanda de energéticos por fuente con distintos enfoques sobre la transición energética. Todos estos reportes llegan a una misma conclusión: la demanda por hidrocarburos decrecerá hacia 2050 mientras que la demanda por renovables seguirá creciendo. Los pronósticos considerados toman en cuenta escenarios de transición actuales, es decir, no consideran un aumento significativo en políticas orientadas hacia la transición energética. A continuación, se muestran cifras aproximadas de la mezcla de energéticos por fuente de acuerdo a pronósticos de *McKinsey* y *Bloomberg*.

Energía primaria 2020				
Pronóstico	Petróleo y Gas	Carbón	Renovables	Nuclear
<i>Bloomberg</i> ⁶⁵	19%	12%	62%	7%
<i>McKinsey</i> ⁶⁶	47%	14%	34%	Considerado en renovables

Los pronósticos previamente expuestos toman en consideración escenarios consistentes con las políticas actuales y muestran una clara disminución de la demanda por energía proveniente de hidrocarburo y un incremento en la demanda de renovables.

Existen ciertas tendencias que podrían acelerar la transición energética por parte de la demanda y explicar la trayectoria de los pronósticos previamente mencionados. De acuerdo con *Baker McKenzie*, más del 40% de las empresas *Fortune 500* han incorporado objetivos relacionados con la disminución de emisión de gases de efecto invernadero.⁶⁷ Un ejemplo concreto es la aparición del *corporate renewable energy power purchase agreement (PPA)*. Los PPAs son

⁶⁵ Bloomberg, 2019

⁶⁶ McKinsey, 2019

⁶⁷ Baker McKenzie, 2019

acuerdos de largo plazo entre empresas y proveedores independientes de energía limpia. Este tipo de acuerdos surgen en 2012 y han cobrado importancia en los últimos años. A partir de 2014 surge la iniciativa *Re100* creada por *The Climate Group*, que ha sido adoptado por empresas en EUA, Europa, China e India. Las empresas involucradas en este movimiento se han comprometido a adoptar el uso de energía renovable en un 100% para antes del 2050.⁶⁸ Dentro de las empresas se encuentran: *Ikea*, *3M*, *Bank of America*, *Barclays*, *BBVA*, *BMW*, *Coca Cola* Europa, *Danone*, *facebook*, *Bimbo*, *Johnson & Johnson*, *P&G*, *PWH*, *Starbucks*, *Walmart*, entre otras.⁶⁹

De acuerdo con *Baker McKenzie*, este tipo de acuerdos ofrecen incentivos para las empresas como la capacidad de predecir los precios de largo plazo, factor que reduce los riesgos de la incertidumbre asociada al precio del petróleo, y promueven una mejor calificación para la empresa en cuanto a *ESG*. Actualmente, la mayor parte de los *PPAs* consideran tarifas fijas durante un periodo de entre 20 y 25 años. Sin embargo, el mercado se está dirigiendo hacia contratos de un plazo más corto (alrededor de 10 años) bajo tarifas flotantes.⁷⁰ En ambos casos, este tipo de contratos también disminuyen los riesgos para los productores de energías renovables ya que cuentan con flujos asegurados durante un periodo extendido. En línea con las tendencias de este mercado, el firmar *PPAs* de largo plazo con tarifas fijas podría implicar un crecimiento en los márgenes de estas empresas, ya que los costos han una trayectoria decreciente debido a los avances tecnológicos.

Una perspectiva distinta es la de las petroleras líderes también conocidas como las *majors*. Los pronósticos de demanda por hidrocarburos de *Wood Mackenzie*⁷¹, indican que esta seguirá aumentando hasta 2040. Sin embargo, la consultora especializada en la industria de hidrocarburos, reconoce que, aunque pueda ser que este sea el caso desde un punto de vista económico, no es viable científicamente. La demanda proyectada generaría un aumento en la temperatura global catastrófico ya que rebasaría los 2°C, ascendiendo entre los 3.6 a 5.5°. ⁷²

La siguiente gráfica muestra los pronósticos de algunos actores relevantes en el sector bajo distintos escenarios de evolución de este mercado:

⁶⁸ Una gran proporción de las empresas tienen sus metas establecidas para 2020.

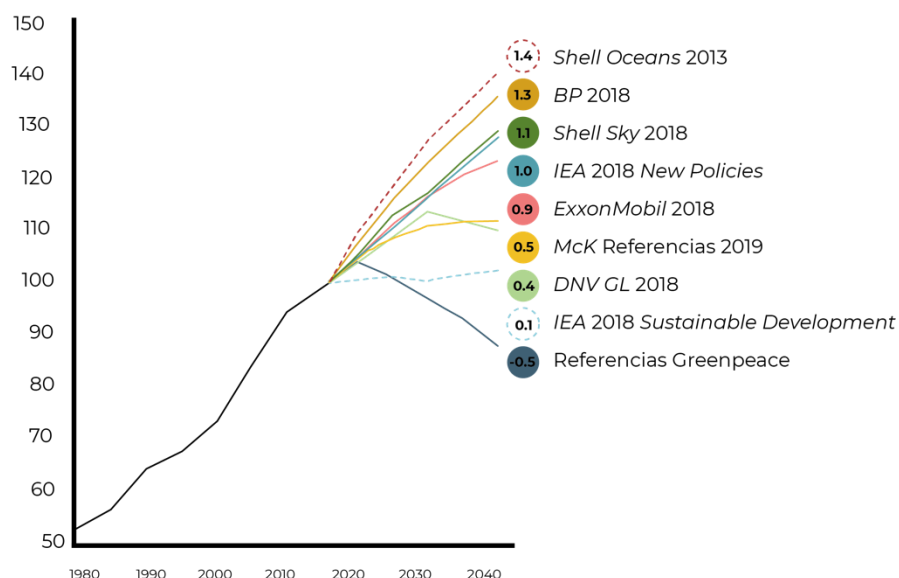
⁶⁹ *Re100*, 2018

⁷⁰ *Baker McKenzie*, 2019

⁷¹ Se refiere a sus propios pronósticos y los de las *majors*.

⁷² *Wood Mackenzie*, 2019

Demanda Global de Energía



Elaboración propia con datos de McKinsey

La figura anterior muestra pronósticos congruentes con el crecimiento esperado mencionado por *Wood Mackenzie*. Las proyecciones que reflejan una disminución en la demanda corresponden a escenarios de Desarrollo Sostenible donde los agentes económicos activamente desarrollan y ejecutan estrategias sustentables. Estos escenarios fueron creados con base en inducción hacia atrás desde un límite de 2°C y estiman que la demanda llegará a su máximo en 2020 y disminuirá de manera sostenida para el 2040.⁷³

A partir de los datos presentados anteriormente, queda claro que aún hay un largo camino por recorrer. Los incentivos generados por las tendencias de mercado aparentan tener buenos resultados. Sin embargo, al analizar las proyecciones de la demanda, queda claro que estos incentivos no están generando las presiones de mercado necesarias para impedir que el calentamiento global ascienda a niveles sobre los 2°C. De acuerdo con este análisis, podría inferirse que hace falta introducir mayores incentivos en el mercado para poder lograr un escenario cercano al de desarrollo sostenible.

Uno de los elementos que podrían influenciar las decisiones de los agentes económicos pertenecientes al sector energético es el precio. Históricamente, el mercado de hidrocarburos se caracteriza por tener un alto nivel de incertidumbre. Esta incertidumbre genera asimetrías de información, riesgos en la inversión y, sobre todo, volatilidad en los precios. De acuerdo con el reporte de *Wood Mackenzie*, es casi imposible determinar cual será el precio del petróleo en el futuro. Sin embargo, se estima que será un precio extremadamente bajo. Este aumento en la

⁷³ Wood Mackenzie, 2019

incertidumbre está generando que los *majors* se replanteen sus estrategias de largo plazo.⁷⁴ A continuación, se hará una descripción de la oferta de hidrocarburos y se discutirá sobre cómo esta podría evolucionar en el tiempo.

La difusión y urgencia por resolver las problemáticas ambientales representa un riesgo para los productores de hidrocarburos. El clima de incertidumbre y las tendencias de mercado han logrado que las grandes petroleras cuestionen y reestructuren sus estrategias de largo plazo ya que perciben un mayor riesgo asociado a únicamente producir energía “sucía”. Los *majors* europeos han incorporado tecnologías de energía con bajas emisiones de carbono y *Wood Mackenzie* identifica distintos incentivos por los cuales está sucediendo esta transición. Entre ellos está: la diversificación, el atractivo de un mercado con crecimiento acelerado, búsqueda de una disminución en la huella de carbono, disminución de riesgos y mitigación de daños reputacionales.⁷⁵ Sin embargo, no parece ser que el mercado en su totalidad esté tomando decisiones hacia una economía más sustentable por este motivo. El reporte de *Wood* plantea tres estrategias para petroleras en cuanto a cambio climático representadas en la siguiente tabla.

Estrategias para petroleras			
Majors	Big Oil	Middle ground	Big energy
Estrategia	Eje del Mal: sin preocupación de riesgos relacionados al clima.	<i>Fifty Shades of Green</i> : atendiendo los riesgos relacionados al clima, “haciendo su parte” hacia el Acuerdo de París.	<i>Paragon of Virtue</i> : abandono del sector energético por principios éticos y ambientales.
Acciones	Sin planes de mover a energía limpia. Dispuestos a pagar impuestos de carbón pero lucharán contra regulación pro medio ambiente.	Intentando adentrarse en energía limpia, gobernanza y objetivos sin dejar el crecimiento de <i>oil & gas</i> .	Comprometidos a disminuir las emisiones para contribuir al Acuerdo de París. Invierten activamente en energías renovables.
Inversionistas	Agnósticos: no tienen estrategias claras sobre el medio ambiente. Creen en la habilidad de ofrecer rendimientos de las empresas grandes.	Manejando el riesgo: enfocados en retornos y conscientes de los retos a las petroleras. Buscan cuantificar el riesgo y aumentar los criterios <i>ESG</i> .	Activistas: impulsando a la desaparición de emisiones de la empresa y liderar al mundo hacia una economía sin carbón.
Esfuerzos	Pocos	Mayoría	Más ⁷⁶

⁷⁴ Wood Mackenzie, 2019

⁷⁵ Wood Mackenzie, 2019

⁷⁶ Wood Mackenzie, 2019

De acuerdo con las categorías de la tabla anterior, la evidencia indica que tanto los *majors* como los inversionistas se están moviendo hacia la derecha a través de distintos mecanismos y caminos. Aunque la oferta de hidrocarburos seguirá siendo necesaria en el largo plazo, parece ser que la mayor parte de las empresas están optando por estrategias balanceadas (*fifty shades of green*) ya que el riesgo de no diversificar parece ser alto. El surgimiento de organizaciones como *el Oil and Gas Climate Initiative*, que cuenta con miembros como PEMEX, BP, Petrobras, Saudi Aramco y Shell, es un claro ejemplo de que las empresas líderes en extracción de petróleo están tomando medidas para proteger su reputación y el futuro de la empresa.⁷⁷

3.2 Regulación

El teorema de Coase establece que, en mercados completos, competitivos y sin costos de transacción, se llegará a un equilibrio óptimo sin importar quien tenga derechos de propiedad.⁷⁸ El sector energético es un mercado muy lejano al mundo ideal de Coase. En primer lugar, existen barreras a la entrada que inhiben la competencia y la investigación ya que se requiere un nivel de inversión alto. Adicionalmente, en el Capítulo dos se demuestra que los mercados no son completos ya que la oferta de bonos verdes es sub-óptima debido a un problema de incentivos. Finalmente, existe un problema de derechos de propiedad por dos motivos; el primero se debe a que las empresas que contaminan generan externalidades negativas al medio ambiente, por lo que se podría argumentar que se están violando los derechos de los terceros afectados, el segundo radica en el hecho de que la inversión en tecnología de energía renovable podría ser considerada un bien público, por lo que surge un problema de “tragedia de los comunes.” Los agentes económicos asumen que alguien más se hará responsable o debería de hacerse responsable de invertir en energía limpia. De acuerdo con los problemas que alejan este mercado del teorema de Coase, a continuación, se analizará la regulación actual y los posibles escenarios del futuro del sector energético.

Como se mencionó previamente, las fallas de mercado han generado un aumento en regulación de esta industria. El reto de los países es lograr un acceso global a la energía de una manera sustentable y disminuir las emisiones de carbono. En términos económicos, la regulación puede representar un costo o beneficio para las empresas. En el caso del sector energético, la regulación podría evolucionar de distintas maneras generando trayectorias de transición energética distintos. A continuación, se presentarán los escenarios planteados por el World Energy Council.

De acuerdo con el WEC, hay dos posibles escenarios de la evolución del sector energético hacia 2050: el escenario “Jazz” y el “Symphony.” “Jazz” se refiere a un escenario de flexibilidad e improvisación, el enfoque principal es obtener la equidad energética a través del crecimiento económico. “Symphony” tiene un elemento más estructurado en donde cada agente tiene un papel definido, el escenario de sinfonía responde a un mundo donde los esfuerzos por la seguridad

⁷⁷ Oil and Gas Climate Initiative, 2017

⁷⁸ Coase, 1960

energética vienen de una coordinación de políticas coordinadas a nivel internacional. Estos dos escenarios son posibles caminos que podría tomar el mundo de acuerdo con las acciones que se están tomando actualmente. La siguiente tabla presenta los supuestos y resultados que caracterizan cada escenario.

Escenarios de transición energética		
Características	Jazz	Symphony
Enfoque	Centrado en ofrecer energía accesible, asequible y de calidad al consumidor utilizando las mejores fuentes de energía disponibles.	Consenso democrático por impulsar la sustentabilidad ambiental y la seguridad energética a través de políticas y prácticas.
Jugadores principales	Empresas multinacionales, bancos, fondos y consumidores conscientes.	Gobiernos, el sector público, las empresas privadas, ONGs y votantes conscientes.
Tecnologías	Selección en mercados competitivos.	Seleccionadas por el gobierno.
Competencia	Con base en precio y disponibilidad.	Seleccionadas, incentivadas y subsidiadas por el gobierno.
Impacto en el PIB	Mayor crecimiento del PIB atribuible al sector debido a una convergencia acelerada entre empresas, mayor competencia y restricciones ambientales bajas.	Menor crecimiento del PIB por una menor convergencia, más restricciones ambientales y un crecimiento intensivo en capital.
Estrategias	Libre comercio que genera un incremento en las exportaciones.	Estrategias nacionalistas que reducen el comercio internacional.
Crecimiento	La energía limpia crece en línea con la selección de mercado.	Ciertos tipos de energías limpias son promovidos por el gobierno.
Política climática	Limitada	Fuerte
Apoyo	Limitado	Gubernamental
Eficiencia	Creciente	Creciente de manera significativa ⁷⁹

Los escenarios planteados en la tabla anterior representan dos estrategias de transición energética que se podrían adoptar. El gobierno podría tomar una actitud regulatoria ligera y permitir que las fuerzas del mercado sean el motor principal de la transición energética (escenario jazz) o bien, tener una regulación activa y dirigir la transición energética desde una perspectiva de planificación central. A continuación, se presenta una serie de políticas que podrían surgir a partir de la decisión estratégica que tomen los gobiernos:

⁷⁹ World Economic Council, 2013

Políticas gubernamentales de acuerdo a la estrategia de transición		
Política	Jazz	Symphony
Liberalización y acuerdos de política	Mercados energéticos liberalizados y alta competencia. Acuerdos internacionales accesibles sin barreras comerciales.	Límites a la competencia y participación del sector privado. Los intereses domésticos tendrán prioridad generando una tendencia por el proteccionismo. Alineación de los países a estándares internacionales.
Iniciativas de política	Posibilitar que aparezcan soluciones de mercado.	Políticas energéticas establecidas por gobiernos centralizados generando un incremento en la regulación.
Régimen Fiscal	Disminución en tasas impositivas con el fin de aumentar el poder adquisitivo del consumidor, implicando una reducción en el tamaño del gobierno.	Nuevos impuestos para financiar mayor deuda gubernamental y fondar iniciativas energéticas.
Cooperación Internacional	Ninguna coordinación internacional en política fiscal generando distintos regímenes fiscales, provocando desigualdad de crecimiento económico entre países.	Coordinación internacional en impuestos energéticos. Implementación de un precio por emisiones de CO2 basado en acuerdos internacionales.
Subsidios	Eliminación de subsidios.	Incremento en subsidios a bienes y servicios verdes.
Regulación	Disminución de regulación enfocada en el crecimiento del sector privado y la inversión. Hay transparencia en el diseño y monitoreo de proyectos.	Ambiente altamente regulado.
Privatización y liberalización	Mayor privatización y liberalización que fomentaría el crecimiento económico debido a la inversión extranjera directa.	Mismo nivel de privatización. La energía se considera un área estratégica para los gobiernos y el papel del estado se vuelve más relevante. Menos eficiencia en generación de energía.
Gasto	Poco gasto en financiamiento de infraestructura y proyectos energéticos, generando retornos mayores a la inversión.	Carga financiera al gobierno por el fondeo de proyectos energéticos y de infraestructura. Incremento en el gasto de investigación. Hay un aumento de la deuda pública.
R&D	Avances tecnológicos significativos para eficientar y descentralizar la generación de energía.	Mayor número de programas de investigación financiados por el sector privado.
Salud	Aumento en la calidad del sector salud debido al fondeo del sector privado y una disminución en costos de medicamentos por el incremento en R&D y competencia.	Crecimiento en iniciativas privadas de salud.
Infraestructura	Mejora de la infraestructura en un menor nivel que en el escenario alternativo.	Nuevos proyectos en energía renovable y transporte público. Mejora en la infraestructura pública y el acceso a energía.

Cada una de las estrategias representa los extremos en los que podrían caer los distintos gobiernos en el futuro y tienen costos y beneficios asociados. De acuerdo con el análisis realizado en este trabajo, se podría decir que el mundo está tendiendo a una situación que se encuentra en el espectro entre estos dos extremos. La colaboración o coexistencia de órganos gubernamentales, no gubernamentales y privados en el desarrollo y fondeo de proyectos alineados hacia la transición energética, indican que se está tendiendo hacia un punto medio. Existen países más cargados hacia la derecha o la izquierda tanto en sus políticas públicas, leyes y actitud del sector privado.

Suponiendo que se continúa por una trayectoria similar a la actual y el mercado está regulado hasta cierta medida, las empresas productoras de petróleo tendrán que incorporar un incremento en costos regulatorios dentro de sus análisis de riesgos. Bajo el supuesto de que el bienestar social será mayor en un escenario en el que se evita sobrepasar los 2°C, una estrategia para incentivar a las empresas que generan estas externalidades podría ser incrementar la regulación. Esto generaría una reevaluación de las estrategias de dichas empresas y podría impulsarlas a diversificar sus portafolios de inversión para abarcar una gama mayor de fuentes de energía. Es importante mencionar que no resulta óptimo llegar a un extremo de regulación ya que esto tendría un efecto negativo en el crecimiento económico y posiblemente en el desarrollo de nuevas tecnologías.

A partir de este análisis surge una pregunta: ¿cuál es el nivel de regulación óptimo? En su trabajo de investigación titulado “*The Environment and Directed Technical Change*”, Acemoglu trata de responder esta pregunta analizando el impacto de la política fiscal en un modelo de crecimiento con restricciones ambientales. En su modelo, el bien final puede ser producido por energía limpia o sucia y busca encontrar la política óptima para alcanzar un desarrollo sustentable. Acemoglu encuentra que:

- a) cuando los dos tipos de energía son lo suficientemente sustituibles, el desarrollo sostenible se puede alcanzar con impuestos y subsidios temporales ya que estos redirigen la inversión en innovación hacia la energía limpia
- b) la política óptima involucra tanto impuestos a las fuentes de energía contaminantes como subsidios a la innovación
- c) hay un costo alto asociado a una demora en la implementación de estas políticas, es decir, la estrategia óptima es aumentar la regulación en el corto plazo ya que disminuye el periodo de transición
- d) la transición energética bajo un marco de *laissez-faire* necesariamente depende del uso intensivo de energía sucia⁸⁰

De acuerdo con el análisis realizado en este capítulo, se puede concluir que hay un nivel subóptimo de incentivos para la transición energética. Uno de los motivos principales podría ser que la toma de decisiones a nivel microeconómico únicamente considera los costos y beneficios financieros y no los económicos. Al no tomar en cuenta el costo social, los agentes económicos maximizan bajo

⁸⁰ Acemoglu, 2018

una perspectiva privada y generan externalidades negativas. La suma de estas externalidades resulta en un enorme costo social, ya que el mundo se encuentra a menos de 30 años de llegar a niveles de temperatura catastróficos. Ante la urgencia derivada de esta restricción temporal, será importante reevaluar los planes regulatorios a nivel mundial ya que, mientras no se implementen medidas que aceleren la transición energética, esta se volverá más costosa y la probabilidad de llegar a una situación catastrófica será más alta.

Conclusión

El calentamiento global está siendo incorporado en la agenda del sector público y privado ya que los efectos del mismo se vuelven cada vez más evidentes. La evidencia sugiere que hay una inversión subóptima en innovación e infraestructura para construir una economía resiliente y reducir las emisiones de carbono en el mediano plazo. Debido a la creciente concientización sobre la problemática ambiental, han surgido instrumentos financieros e iniciativas que fomentan el desarrollo de estas tecnologías. Sin embargo, se identificó que hay un problema de incentivos que ha inhibido el crecimiento de este mercado.

De acuerdo con distintos estudios, la inversión en tecnologías alineadas con una transición energética puede ser una decisión óptima. Se encontró potencial en el mercado de bonos verdes ya que estos instrumentos ofrecen beneficios tanto para los emisores como para los inversionistas. Por el lado de la oferta, se encontró que la emisión de bonos verdes es una decisión óptima en ya que las tendencias de mercado y la evidencia del mercado financiero indican que la inversión en proyectos relacionados con energía limpia y otros temas ambientales, genera retornos financieros para la empresa.

Sin embargo, se identificó una falla de mercado ya que hay un problema de agente principal en este mercado. Debido a que los bonos verdes son de maduración larga, los tomadores de decisiones en las empresas o “agentes” no tienen incentivos económicos para emitir la cantidad óptima. Esto inhibe la transición energética de las firmas que es indispensable para alcanzar una economía sustentable. Por ese motivo, se sugirió incorporar incentivos de largo plazo e incentivos de conservación ambiental en los paquetes de compensación de dichos agentes energéticos para solucionar este problema.

Por parte de la demanda, se encontró que los bonos verdes atraen una base nueva de inversionistas hacia las empresas. El surgimiento de estos nuevos perfiles de inversionistas interesados en la sustentabilidad es otro factor que podría explicar el mejor desempeño de las empresas emisoras de bonos verdes. Una gran cantidad de fondos han incorporado criterios de *ESG* y realizan *screenings* de las empresas prospectadas para sus portafolios con base en estos criterios. Futuros trabajos de investigación podrían estudiar la relación entre estos instrumentos financieros (bonos verdes) y la atracción de nuevos accionistas por estrategias de inversión como la integración de *ESG* y los distintos tipos de *Screenings*. Adicionalmente, se propone hacer un análisis de riesgos financieros asociados al sector energético con el fin de identificar áreas de oportunidad que pudieran ser cubiertas por el sector de fianzas verdes.

En el análisis del sector energético se abarcó un mercado más amplio con el fin de encontrar hacia qué dirección se están moviendo tanto los consumidores como los productores de energía. Se encontró que la tasa de crecimiento de la demanda por hidrocarburos, que se ha incrementado exponencialmente en los últimos cien años, está disminuyendo y llegará a su máximo en la siguiente década. En ese mismo periodo, se estima que el uso de fuentes de energía renovables, superarán el 50% del uso total de energéticos a nivel mundial.

A pesar de que el mercado aparenta estar encaminado hacia una economía sustentable, no hay evidencia clara de que se esté dando una transición energética lo suficientemente fuerte y acelerada como para revertir los daños al medio ambiente que apuntan hacia un calentamiento global mayor a los 2°C sobre niveles industriales en la próxima década. economía sigue siendo extremadamente dependiente de los hidrocarburos y hacen falta incentivos en la estructura de mercado actual. De acuerdo con la evidencia planteada en esta investigación se podría concluir que, si la economía sigue operando de la misma manera, la economía no llegaría a un nivel de sustentabilidad cercano al óptimo.

Se encontró que el sector energético se ve afectado por un número de fallas de mercado incluyendo:

- a) barreras de entrada
- b) mercados incompletos
- c) derechos de propiedad
- d) externalidades negativas
- e) bienes públicos

Por este motivo, se cree que hay necesidad de fortalecer el marco regulatorio, con el objetivo de que las empresas que continúan generando externalidades negativas incorporen los costos sociales dentro de su función de utilidad y análisis de riesgos. Esto podría fomentar la inversión de estas mismas empresas en proyectos de sustentabilidad, energías renovables y eficiencia energética como una estrategia de diversificación con el fin de maximizar beneficios para sus accionistas en el largo plazo.

Finalmente, se propone que la colaboración internacional es clave para poder alinear incentivos hacia una economía sustentable. Cuando se trata del medio ambiente, la actividad económica de los países más desarrollados contribuye de manera desproporcional al cambio climático que, a su vez, provoca desastres naturales. Debido a que los países en vías de desarrollo cuentan con menos infraestructura y recursos, las consecuencias de estas externalidades negativas, los afectan en mayor medida. Futuros trabajos de investigación podrían explorar las implicaciones de estas externalidades y fallas de mercado para diseñar un marco regulatorio internacional que tome en consideración que la contaminación y su efecto sobre el medio ambiente tiene implicaciones alrededor del mundo y no únicamente en el lugar donde se genera.

Bibliografía

- i. Acemoglu, D., Aghion, P., Bursztyn, L., & Hémous, D. (2012). The Environment and Directed Technical Change. *American Economic Review*.
- ii. Arrow, K. J. (1984). The Economics of Agency. A Report of the Center for Research on Organizational Efficiency, Stanford University.
- iii. Bank of America. (2019). <https://business.bofa.com/>
- iv. Bloomberg. (2017). Green Finance.
- v. Bloomberg. (2019). New Energy Finance.
- vi. Blackrock. (2010). <https://www.blackrock.com/corporate/insights/blackrock-investment-institute>
- vii. Blackstone. (2019). <https://www.blackstone.com/insights/>
- viii. British Petroleum. (2019). Energy Outlook. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2019.pdf>
- ix. Coase, R. H. (1960). The Problem of Social Cost. *Journal of Law and Economics*.
- x. Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (2012). Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century. *American Economic Journal: Macroeconomics*.
- xi. Ernst & Young. (2017). How can private equity transform into positive equity? Perspectives on the future of private equity from industry pioneers. https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_gl/topics/growth/ey-how-can-private-equity-transform-into-positive-equity.pdf
- xii. EY. (2018). Sustainable Investing: The Millennial Investor. https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_gl/topics/financial-services/ey-sustainable-investing-the-millennial-investor.pdf
- xiii. Fatica, S., Panzica, R., & Rancan, M. (2019). The Pricing of Green Bonds: are Financial Institutions Special? European Commission Joint Research Centre.
- xiv. Flammer, C. (2018). Corporate Green Bonds. Boston, Massachusetts, United States.
- xv. Flammer, C., & Bansal, P. (2017). Does a Long-Term Orientation Create Value? Evidence from a Regression Discontinuity. *Strategic Management Journal*, 38(7), 1827–1847. doi:10.1002/smj.2629
- xvi. Global Environment Facility. (2017). World Bank. Global Environment Facility of the World Bank. <https://www.worldbank.org/>
- xvii. GSI Alliance. (2016). Global Sustainable Investment Review. https://www.gsi-alliance.org/wp-content/uploads/2017/03/GSIR_Review2016.F.pdf
- xviii. Green Climate Fund. (2019). <https://www.greenclimate.fund>
- xix. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2018). Special Report: Global Warming of 1.5 °C. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- xx. International Energy Agency. (2018). World Energy Outlook. IEA.
- xxi. International Renewable Energy Agency. (2018). Hydropower.
- xxii. JP Morgan. (2019).
- xxiii. Last Half Century†. Estados Unidos de América: *American Economic Journal: Macroeconomics*.

- xxiv. McKinsey. (2019). The Decoupling of GDP and Energy Growth: A CEO Guide. <https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/the-decoupling-of-gdp-and-energy-growth-a-ceo-guide>
- xxv. Morgan Stanley. (2018). <https://www.morganstanley.com/what-we-do/research>
- xxvi. Munich Reinsurance Company. (2018). Natural Catastrophe Review. Munich.
- xxvii. Network for Greening the Financial System. (2019). A call for action: Climate change as a source of financial risk. France.
- xxviii. New Climate Economy. (2015). Seizing the Global Opportunity. Retrieved from <http://newclimateeconomy.report/2015/>
- xxix. OECD. (2017). Mobilising Bond Markets for a Low Carbon Transition.
- xxx. Oil and Gas Climate Initiative. (2017). <https://www.ogci.com/>
- xxxi. Re100. (2018). RE100 Progress and Insights Annual Report.
- xxxii. Spencer Stuart. (2017, January). FORTUNE 500 CFO INDEX.
- xxxiii. United Nations. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future.
- xxxiv. United Nations Development Agency. (2018). SDG Report. Geneva.
- xxxv. United Nations Development Program. (2019). Industries, Innovation and Infrastructure. Geneva.
- xxxvi. United Nations Framework Convention on Climate Change. (2019). The Paris Agreement.
- xxxvii. Watson, A. (2018). The Core Concept of Sustainability. Medium.
- xxxviii. WEF. (2019). Humans have caused this environmental crisis. It's time to change how we think about risk. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2019/09/humans-have-caused-this-environmental-crisis-it-s-time-to-change-how-we-think-about-risk/>
- xxxix. World Energy Council. (2013). Recursos energéticos globales. <https://www.worldenergy.org/assets/images/imported/2014/04/Traduccion-Estudio-Recursos-Energeticos1.pdf>
- xl. UBS Asset Management. (2018). <https://www.ubs.com/global/en/assetmanagement.html>
- xli. Wood Mackenzie. (2019). Big Oil and Climate Change: The Long Road. <https://www.woodmac.com/>