



QUEMANDO LA BIOSFERA

Mapa mundial de amenazas para el desarrollo
de la energía de la biomasa

actualización de 2024

Nota terminológica

A efectos de este informe, definimos estos términos de la siguiente manera:

Bioenergía: Este término se refiere a la energía generada a partir de la combustión de biomasa sólida, biocombustibles líquidos y gases.

Biocombustibles: Este término incluye las fuentes de combustible: biomasa sólida y carbón vegetal, biocombustibles líquidos y gases.

Energía de la biomasa: Este término se refiere únicamente a la energía producida a partir de la combustión de biomasa sólida.

Biomasa leñosa: Subconjunto de la biomasa sólida, este término incluye la madera extraída tanto de bosques como de plantaciones, así como de ecosistemas no forestales como las sabanas. También incluye los subproductos de la transformación de la madera.

Biomasa forestal: Subconjunto de la biomasa leñosa, este término se refiere a la madera extraída directamente de los bosques.

Planta energética: Instalación industrial que genera electricidad (potencia), o calor, o calor y electricidad.

Central eléctrica: Instalación industrial que genera electricidad.

Nota sobre las unidades

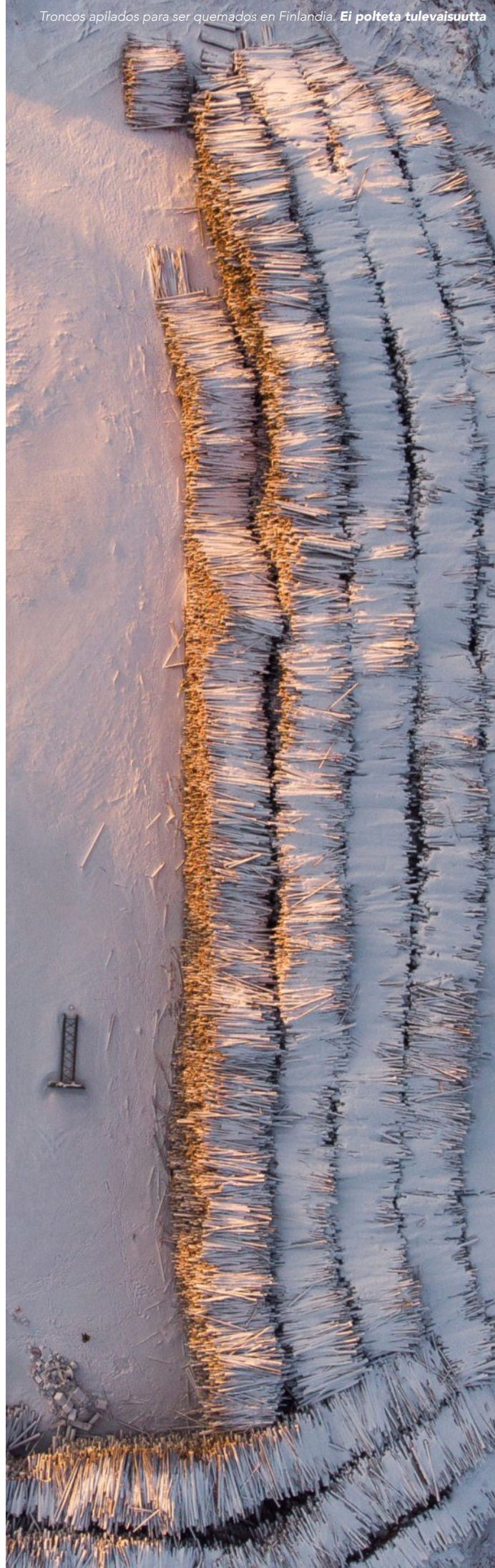
Exajulio (EJ) = unidad de energía igual a 10^{18} julios.

Megavatio (MW) = unidad de potencia igual a 1.000.000 de vatios.

Gigavatio (GW) = unidad de potencia igual a mil millones (10^9) de vatios.

Tonelada métrica (TM) = unidad de peso igual a 1.000 kilogramos.

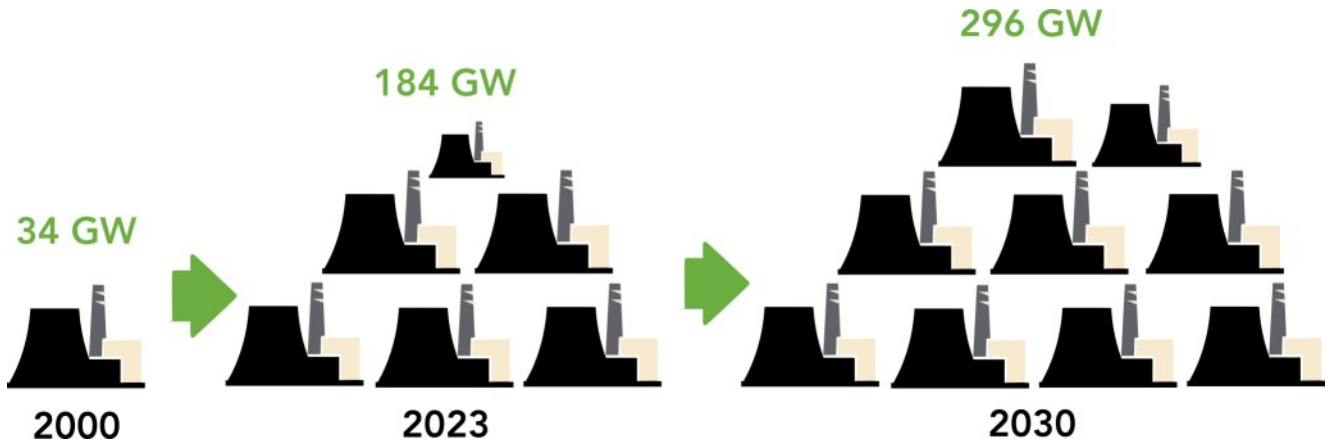
Megatonelada (Mt) = unidad de peso igual a 1 millón (10^6) de toneladas o 1.000 millones (10^9) de kilogramos



1. La amenaza mundial del desarrollo de la energía de biomasa

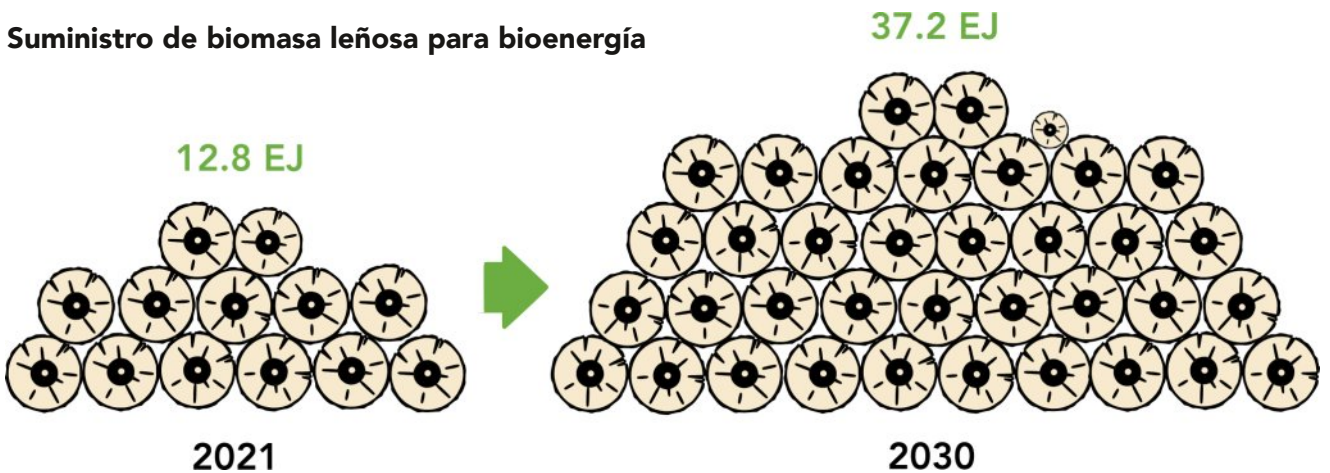
Desde el año 2000, la capacidad eléctrica de las instalaciones de bioenergía se ha multiplicado por más de cinco. El escenario Net Zero de la Agencia Internacional de la Energía (AIE) prevé un crecimiento adicional del 90 % para 2030.

Capacidad eléctrica global de las instalaciones de bioenergía en el escenario Net Zero de la AIE

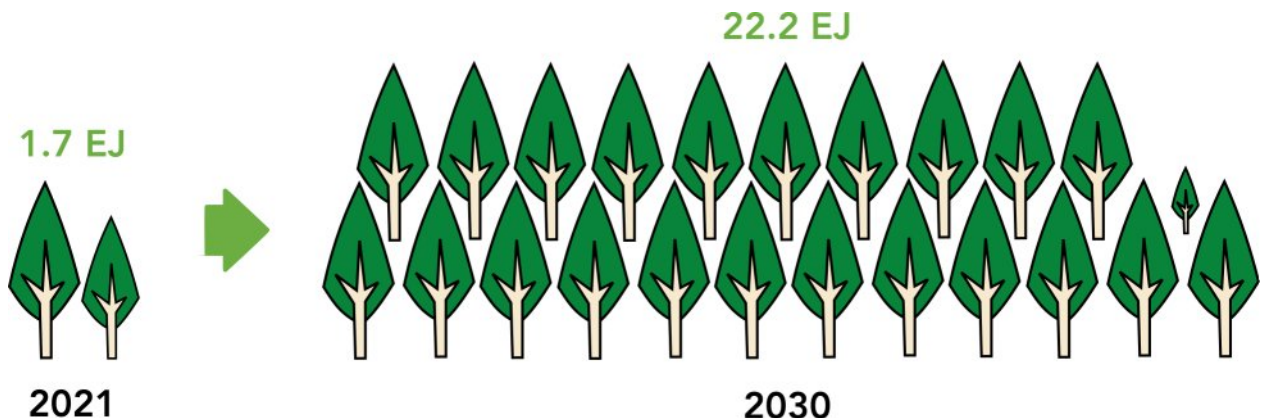


Para impulsar este crecimiento, la AIE, en su escenario de cero emisiones netas, prevé triplicar el suministro de biomasa leñosa para bioenergía entre 2021 y 2030, lo que incluye un aumento de hasta trece veces en el suministro de madera procedente de cultivos leñosos de rotación corta.

Suministro de biomasa leñosa para bioenergía



Suministro de cultivos leñosos de rotación corta* para bioenergía



* Esto incluye el suministro de biomasa leñosa procedente de plantaciones de monocultivo de árboles de rápido crecimiento, como eucaliptos, sauces y álamos, y otras especies leñosas, como el miscanthus.

2. Principales conclusiones y recomendaciones

Principales resultados

- **Según el escenario Cero Neto de la Agencia Internacional de la Energía, se supone que entre 2021 y 2030 se triplicará el suministro de biomasa leñosa para energía. Esto incluirá un increíble y peligroso aumento del suministro de madera procedente de plantaciones de monocultivos de hasta 13 veces los niveles actuales para satisfacer las cantidades necesarias.**
- Las normas de contabilidad del carbono de la biomasa del CMNUCC consideran nulas las emisiones en el sector energético de un país consumidor de biomasa, a pesar de que haya grandes emisiones en la chimenea. Como consecuencia, la adopción de esta fuente de energía por parte de países de todo el mundo ha provocado una rápida expansión de la generación de electricidad en instalaciones bioenergéticas a gran escala a nivel mundial. Entre 2000 y 2022, la cantidad de electricidad producida a partir de biomasa sólida se quintuplicó.
- Esto ha contribuido a un aumento masivo de la cantidad de biomasa leñosa quemada para producir energía: Un aumento del 50% en solo 11 años entre 2010 y 2021 y un aumento del 250% en la producción mundial de pellets de madera, que alcanzó los 47,5 millones de toneladas en 2022.
- La tala de biomasa leñosa con fines energéticos tiene numerosas repercusiones medioambientales y sociales negativas. Por ejemplo, contribuye a la disminución del sumidero de carbono forestal en la UE, a la deforestación y degradación de bosques valiosos en todo el mundo (incluidos los bosques primarios y antiguos de Norteamérica, Europa y Asia), y a violaciones de los derechos humanos, como los efectos duraderos sobre la salud humana y el acaparamiento de tierras de comunidades indígenas y locales en el Sur Global.
- A pesar de ello, los países de todo el mundo siguen apoyando la combustión de biomasa leñosa con fines energéticos, y los escenarios promovidos por los principales organismos prevén una rápida expansión de la industria en los próximos años. El Escenario Cero Neto para 2050 de la Agencia Internacional de la Energía supone una triplicación del suministro de biomasa leñosa entre 2021 y 2030, incluyendo un aumento de trece veces en el suministro de biomasa leñosa procedente de cultivos leñosos de rotación corta (SRWC, por sus siglas en inglés).
- Garantizar un suministro tan grande de biomasa de CSR requeriría la expansión de las plantaciones de monocultivos de árboles, que ya está impulsando la deforestación y la conversión de los bosques tropicales de Indonesia, entre otros. Sólo en Indonesia, la aplicación de los planes existentes para el desarrollo de la bioenergía a gran escala podría suponer la conversión de hasta 10 millones de hectáreas de bosque en estas plantaciones "energéticas".
- Predecimos que, si continúan las políticas actuales de apoyo a la bioenergía a gran escala, provocarán un nuevo aumento masivo de la demanda de suministro de madera, lo que contribuirá a la deforestación y la degradación de los bosques, especialmente en Norteamérica y el Sudeste Asiático.



Recomendaciones

- **Deben modificarse las actuales y erróneas normas de contabilización del carbono de la biomasa en el marco del CMNUCC y las metodologías de elaboración de informes del IPCC.** Las emisiones procedentes de la combustión de biomasa leñosa deben contabilizarse en el sector energético y atribuirse al país consumidor, como ocurre con los combustibles fósiles. Esto hará que las emisiones de carbono de ambas fuentes de energía sean visibles y puedan compararse, y ayudará a evitar la práctica actual por la que los países, con el fin de reducir sus emisiones declaradas de CO₂ en el sector energético, queman grandes cantidades de biomasa leñosa, creando una mayor demanda de madera al tiempo que transfieren la responsabilidad de las emisiones al productor de madera.
- **La energía de biomasa a gran escala debe excluirse de los objetivos climáticos nacionales e internacionales.** Esto incluye el Compromiso Mundial de Energías Renovables y Eficiencia Energética y las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional. Países como el Reino Unido, algunos Estados miembros de la UE, Corea del Sur, Japón e Indonesia, que ya apoyan la quema de biomasa leñosa para producir energía a gran escala, deberían cambiar su enfoque y pasar rápidamente a fuentes de energía genuinamente renovables y de bajas emisiones. Los recursos, especialmente las subvenciones, y la atención que actualmente se dedican al desarrollo de energía de la biomasa deberían reorientarse hacia soluciones reales al cambio climático. Entre ellas el aumento de la eficiencia energética, la protección y restauración de los ecosistemas naturales, la economía circular y las fuentes de energía realmente bajas en carbono, incluidas la eólica y la solar.
- **La combustión conjunta de biomasa leñosa y carbón no debe considerarse una forma de reducción de las emisiones de combustibles fósiles.** La Conferencia sobre el Clima de Glasgow se comprometió a "reducir progresivamente la energía de carbón sin reducciones". Este compromiso se repitió en el primer balance mundial de Dubái.¹ Algunos países, como Japón, Indonesia y los Estados miembros de la UE están ampliando la definición de "reducción" para incluir la combustión conjunta de otros combustibles con carbón, incluida la biomasa leñosa, en los generadores de carbón existentes. Esta interpretación aumentará las emisiones, destruirá los bosques y perjudicará a las comunidades al transferir sus tierras y recursos, al tiempo que afianza el uso del carbón. La combustión conjunta de biomasa leñosa y carbón no es reducción. La energía de la biomasa es energía no reducida, igual que el carbón.





Madera para uso en la generación de energía, Nidauberg Wald, Suiza. health-and-forest.org

Contenido

1.	La amenaza mundial del desarrollo de la energía de biomasa	3
2.	Principales conclusiones y recomendaciones	4
3.	Introducción	7
4.	Industria de la biomasa: expansión pasada, presente y perspectivas de futuro	8
5.	Producción, consumo y comercio de biomasa leñosa	10
5.1	Producción, consumo y comercio internacional de pellets de madera - pasado y presente	12
5.2	Producción, consumo y comercio internacional de pellets de madera: predicción de tendencias futuras.	15
5.3	Uso de virutas de madera para generar energía en grandes volúmenes	17
6.	Impulsores de la expansión de la quema de biomasa	21
6.1	Contabilidad del carbono: fallos y lagunas	22
6.2	Las políticas fomentan la energía de biomasa	23
6.3	Las subvenciones aceleran el consumo y los daños asociados	25
7.	Impactos de la expansión de la industria de la energía de biomasa	
7.1	Clima	28
7.1.1	Desacreditar la neutralidad en carbono de la combustión de biomasa	29
7.1.2	BECCS, una tecnología no probada	29
7.2	Impacto medioambiental	31
7.2.1	Biodiversidad y estado de los ecosistemas forestales	32
7.2.2	La expansión de los monocultivos de árboles en el Sur Global	32
7.3	Impactos humanos	34
7.3.1	Acaparamiento de tierras en el Sur Global	35
7.3.2	Efectos de la combustión y la producción de pellets en la salud	35
7.3.3	Justicia medioambiental: impacto desproporcionado en las comunidades desfavorecidas	37
8.	Conclusión	38
9.	Agradecimientos	39
10.	Referencias	40

3. Introducción

Este informe es el segundo de una serie que resume la escala y el alcance global de una amenaza cada vez mayor para los bosques, las personas y el clima del planeta, que supone la industria energética de la biomasa. Una red mundial de organizaciones de la sociedad civil, la Red de Acción sobre la Biomasa de EPN International, ha colaborado para trazar el mapa de la amenaza que supone esta industria.

Nuestro informe inicial de 2018, "*¿Son los bosques el nuevo carbón? Mapa mundial de amenazas del desarrollo de la energía de biomasa*" presentó la dinámica de la oferta y la demanda hasta la fecha y hizo predicciones sobre la amenaza inminente que suponía el crecimiento de la generación de energía a gran escala durante la década 2017-2027 suministrada por pellets de madera, una materia prima internacional en evolución. La oferta de energía de biomasa se había duplicado y la producción de pellets se había cuadruplicado en la década hasta 2017, y se preveía un crecimiento aún más rápido para la próxima década: un aumento del 270% en la demanda de biomasa leñosa.

Esta amplia actualización fue necesaria debido a la continua y alarmante expansión de la industria de la energía de biomasa, que prevé una expansión de la industria hasta 2030. Esto está ocurriendo en el contexto de las crisis mundiales del cambio climático y la pérdida de biodiversidad. Estas crisis existenciales son dos caras de la misma moneda. El cambio climático está provocando la pérdida de biodiversidad, y la pérdida de biodiversidad está alimentando el cambio climático. Ahora más que nunca es necesario proteger y restaurar los bosques naturales del mundo. Sin embargo, la bioenergía se ha convertido en una falsa solución que perjudica tanto al clima como a la biodiversidad ante la necesidad de una acción eficaz.

La aceleración de la quema a gran escala de biomasa leñosa en centrales eléctricas es el foco de nuestra preocupación. No nos referimos a la biomasa tradicional, tal

y como se utiliza para calentar y cocinar en muchas zonas rurales del Sur global, ni nos centramos aquí en la calefacción doméstica basada en el suministro de madera a nivel comunitario. Se trata del establecimiento y la expansión de otras formas perjudiciales de energía de biomasa: instalaciones de generación que queman astillas o pellets de madera solo para crear electricidad o la cogeneración de calor y electricidad, y centrales eléctricas convencionales (normalmente de carbón) convertidas para quemar una mezcla de combustibles de carbón y madera (lo que se conoce como co-combustión).



Acorte de troncos enteros de haya en Belpberg, Suiza.
health-and-forest.org

A lo largo de este informe utilizaremos el término "biomasa leñosa" para referirnos a la madera procedente tanto de bosques y plantaciones como de ecosistemas no forestales, como las sabanas, e incluidos los subproductos de la transformación de la madera.

Hemos incluido estudios de caso sobre temas y regiones específicas para ilustrar ciertos aspectos y mostrar las repercusiones globales.

Esperamos que este informe sirva como una señal de alerta a **las agencias internacionales** que promueven la expansión de la energía de biomasa y a **los gobiernos** que subvencionan la conversión de centrales eléctricas de carbón en biomasa. También buscamos avisar a **los inversores de que la financiación** de la energía de biomasa no es sostenible y ayudar a **los analistas energéticos, minoristas y consumidores** a distinguir entre la biomasa forestal, una tecnología de energía "renovable" con alto contenido de carbono, y tecnologías con menores emisiones como la energía eólica y solar.

4. Industria de la biomasa: expansión pasada, presente y perspectivas de futuro

Desde el año 2000, se ha producido una expansión masiva del sector energético de la biomasa a escala mundial, con una quintuplicación de la cantidad de electricidad y una triplicación de la cantidad de calor producida en instalaciones de biomasa.

Esto ha contribuido a un aumento del 50% en la cantidad de biomasa leñosa quemada en todo el mundo, una escalada significativa en la presión para aumentar la cantidad de madera talada para energía, y los impactos climáticos, ambientales y sociales negativos asociados como resultado. Los escenarios Cero Neto promovidos por la Agencia Internacional de la Energía e IRENA suponen una rápida expansión de la industria energética de la biomasa. En el escenario de la AIE, se espera que el suministro de biomasa leñosa para energía se triplique entre 2021 y 2030. Se espera que el suministro de biomasa procedente de cultivos leñosos de rotación corta se multiplique por trece. La aplicación de estos escenarios amenaza con aumentar la presión sobre los bosques y convertir millones de hectáreas de bosques naturales, otros ecosistemas naturales y tierras agrícolas en plantaciones de monocultivos de árboles.

Las fuentes de energía renovables no son sólo la energía fotovoltaica, eólica, hidráulica o geotérmica, como podría pensarse. A escala mundial, la mayor parte (60%) de la energía clasificada como renovable se genera quemando biocombustibles, principalmente biomasa sólida (85% de todos los biocombustibles).² La bioenergía representa hasta una décima parte del suministro mundial de energía primaria.³

En este informe nos centramos en la biomasa leñosa, el principal combustible quemado en las instalaciones bioenergéticas a gran escala de todo el mundo. En las dos últimas décadas se ha producido un auge mundial del desarrollo de la industria bioenergética. Guiados por los principios distorsionados de la contabilidad del carbono de la biomasa y las afirmaciones engañosas sobre la neutralidad del carbono (véanse las secciones 6.1 y 7.1), países de todo el mundo están invirtiendo en nuevas plantas de energía de biomasa y co-combustión de biomasa con carbón para reclamar una reducción de sus emisiones declaradas de gases de efecto invernadero procedentes del sector energético.

En consecuencia, entre 2000 y 2022, a escala mundial, la capacidad eléctrica de las instalaciones bioenergéticas⁴ y la cantidad de electricidad generada mediante la combustión de biomasa sólida primaria se multiplicó por más de cinco.⁵ La generación de energía de las centrales de cogeneración de calor y electricidad (CHP) y de las centrales de producción únicas de calor casi se triplicó durante el mismo periodo.⁶ Una proporción significativa del combustible utilizado en la energía de la biomasa es la biomasa leñosa. La expansión del sector de la bioenergía ha contribuido, por tanto, a un rápido aumento del 50% en la cantidad de madera quemada con fines energéticos sólo

Central eléctrica de Drax (Reino Unido), el mayor quemador de biomasa leñosa del mundo. Biofuelwatch



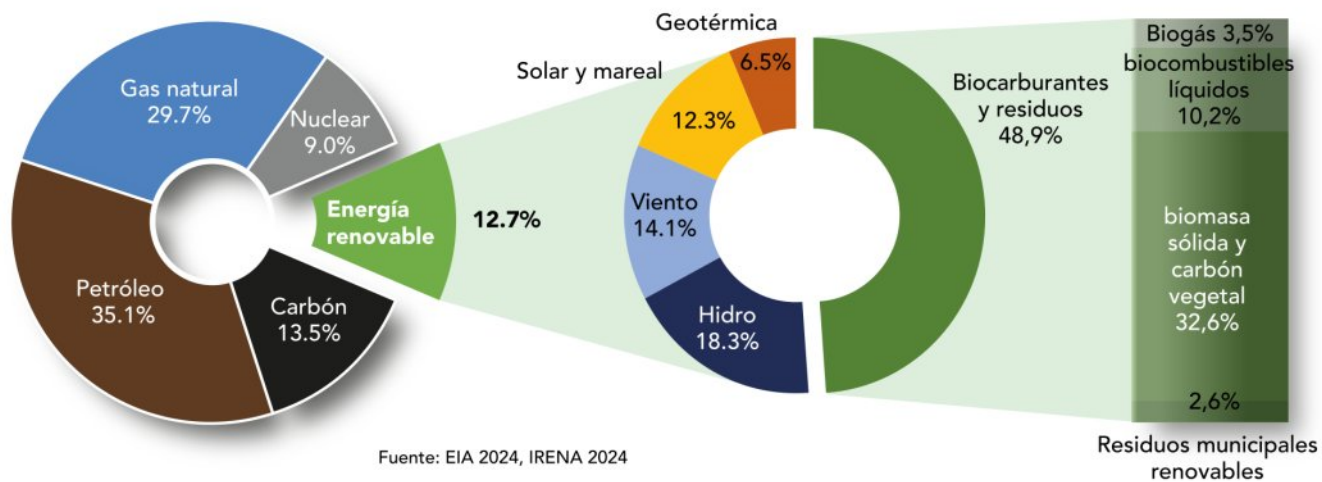


Figura 1: En los países industrializados (OCDE), casi la mitad de toda la energía renovable sigue procediendo de cultivos agrícolas y bosques.

entre 2010 y 2021.⁷ La creciente demanda de biomasa leñosa en el sector energético tiene varios impactos ambientales y sociales negativos bien descritos, como la disminución de la cantidad de carbono almacenado por los ecosistemas forestales (véase la sección 7.1), la deforestación y degradación de bosques preciosos (véase la sección 7.2) y la vulneración de los derechos de las comunidades indígenas y locales (véase la sección 7.3).

Si no cambia la narrativa actual de que la bioenergía es una fuente de energía sostenible, podemos esperar que siga creciendo. Así lo demuestran los escenarios publicados, entre otros, por la Agencia Internacional de la Energía (AIE) y la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA). El escenario Cero Neto para 2050 de la AIE, supone un crecimiento del 60% de la energía suministrada a partir de biomasa sólida moderna para 2030 y, en total, más del doble hasta alcanzar los 73 EJ en 2050.⁸ En ese escenario, la industria y el sector energético representan la mayor parte del consumo final de energía procedente de la biomasa sólida moderna (66 y 80% en 2030 y 2050, respectivamente).

Según el escenario de la AIE, la oferta total de biomasa leñosa para bioenergía se triplica de aquí a 2030 (para lograr un aumento de 12,8 a 37,2 EJ) con el fin de satisfacer el aumento de la demanda. Se prevé que la biomasa leñosa adicional proceda principalmente de cultivos leñosos de rotación corta (incluidas las plantaciones de especies arbóreas de crecimiento rápido, como eucaliptos, sauces y álamos, así como otras especies leñosas, por ejemplo, miscanthus). Se supone que el suministro de este tipo de biomasa leñosa en este escenario crecerá más de trece veces (para aumentar la producción de energía de 1,7 a 22,2 EJ) entre 2021 y 2030. Un aumento tan enorme de la demanda de biomasa

leñosa procedente de cultivos leñosos de rotación corta daría lugar, con toda probabilidad, a la expansión de las plantaciones de monocultivos de árboles a escala mundial, con todas las consecuencias medioambientales y sociales negativas que ello conlleva (véase el apartado 7.2.2). Tal expansión estaría en clara contradicción con las recomendaciones resultantes del taller conjunto del IPCC y la IPBES sobre biodiversidad y cambio climático, según las cuales "la plantación de cultivos bioenergéticos (incluidos árboles, gramíneas perennes o cultivos anuales) en monocultivos sobre una parte muy grande de la superficie total de tierra es perjudicial para los ecosistemas, reduce el suministro de muchas otras contribuciones de la naturaleza a las personas e impide la consecución de numerosos Objetivos de Desarrollo Sostenible".⁹

Aparte de los cultivos leñosos de rotación corta, en el escenario de la AIE, el suministro de residuos forestales y leñosos aumenta en un tercio (para lograr un incremento de 8,3 a 11,9 EJ) y la biomasa procedente de plantaciones forestales en un 11% (de 2,8 a 3,1 EJ).¹⁰ Para 2050, se supone que el suministro de biomasa leñosa aumentará aún más, hasta alcanzar más de 50 EJ, lo que supone más de la mitad del suministro total de bioenergía ese año.¹¹ El escenario de 1,5 °C presentado por IRENA en su World Transitions Outlook 2024 también implica un crecimiento muy rápido del sector energético de la biomasa.¹² El consumo de biomasa con fines energéticos se duplicará en 2030 y se cuadruplicará en 2050. Un desarrollo tan rápido y a gran escala de la energía de la biomasa amenaza con intensificar los ya existentes impactos negativos sociales, medioambientales y climáticos, como reconoce IRENA:

"Será un gran reto aumentar la producción de biomasa hasta esos niveles evitando al mismo tiempo consecuencias medioambientales o sociales adversas".¹³

5. Producción, consumo y comercio de la biomasa leñosa

Como resultado de la expansión de la industria energética de la biomasa, la producción mundial de pellets de madera ha aumentado más de un 250% en sólo diez años, hasta alcanzar los 47,5 millones de toneladas en 2022.

Europa sigue siendo el mayor consumidor de este combustible, donde se consumen dos tercios de los pellets de madera producidos en todo el mundo. Sin embargo, el mayor crecimiento del consumo en los últimos años (entre 2017 y 2022) se ha producido en Corea del Sur (83% de aumento) y Japón (siete veces más). Para satisfacer la demanda de biomasa leñosa de la industria de la biomasa, los países europeos y del este asiático están importando cantidades cada vez mayores de pellets de madera, principalmente de Estados Unidos, Canadá y Vietnam, y contribuyendo a la degradación de sus bosques naturales, o a su pérdida por la deforestación y la conversión de ecosistemas naturales en plantaciones de monocultivos de árboles. Si se mantienen las tendencias observadas en los últimos años, prevemos que la creciente demanda de pellets de madera, principalmente en Asia Oriental, hará que se dupliquen los pellets de madera producidos en Canadá y Vietnam y que aumente a la mitad la producción de pellets en Estados Unidos.

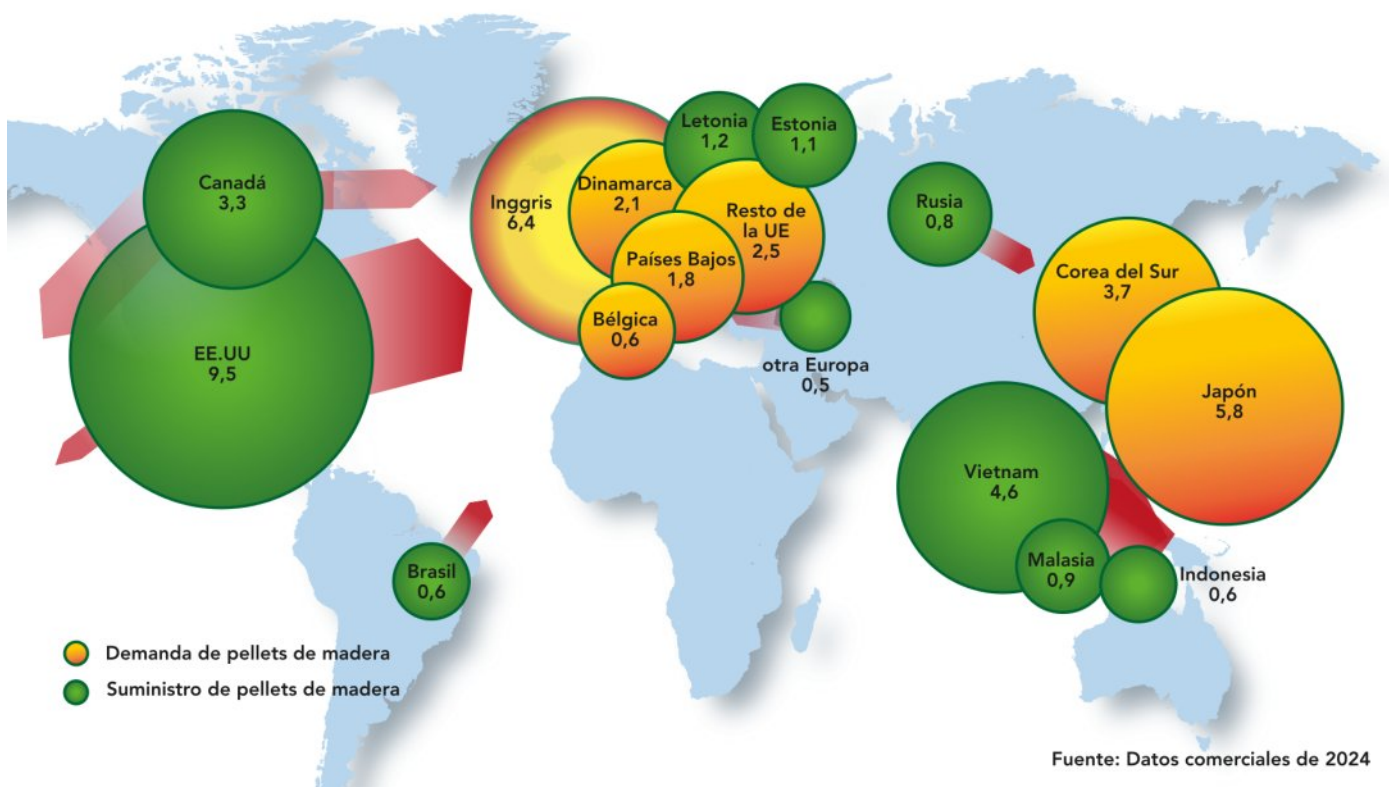
La biomasa leñosa es la forma de biomasa sólida quemada con fines energéticos más utilizada en el mundo. Las

principales formas de biomasa leñosa utilizadas para la producción de energía son la leña, el carbón vegetal, las briquetas, los pellets y las astillas de madera. Las plantas energéticas a gran escala, que son el objetivo principal de este estudio, queman principalmente pellets y astillas de madera. Aquí nos centramos en los pellets de madera y dedicamos mucha atención al comercio internacional. Se trata de una elección consciente, motivada por los datos disponibles y por el hecho de que la combustión con fines energéticos es prácticamente el único uso de los pellets de madera. Las grandes centrales energéticas también utilizan biomasa en otras formas, como las astillas de madera. Sin embargo, las astillas de madera también se utilizan para otros fines, como la producción de pasta de madera y aglomerado. Como resultado, es difícil determinar la proporción exacta de astillas de madera utilizadas con fines energéticos, aunque los datos disponibles sugieren que se trata de una cantidad significativa. Al final de esta sección, tratamos el problema de la combustión de las astillas de madera con fines energéticos.

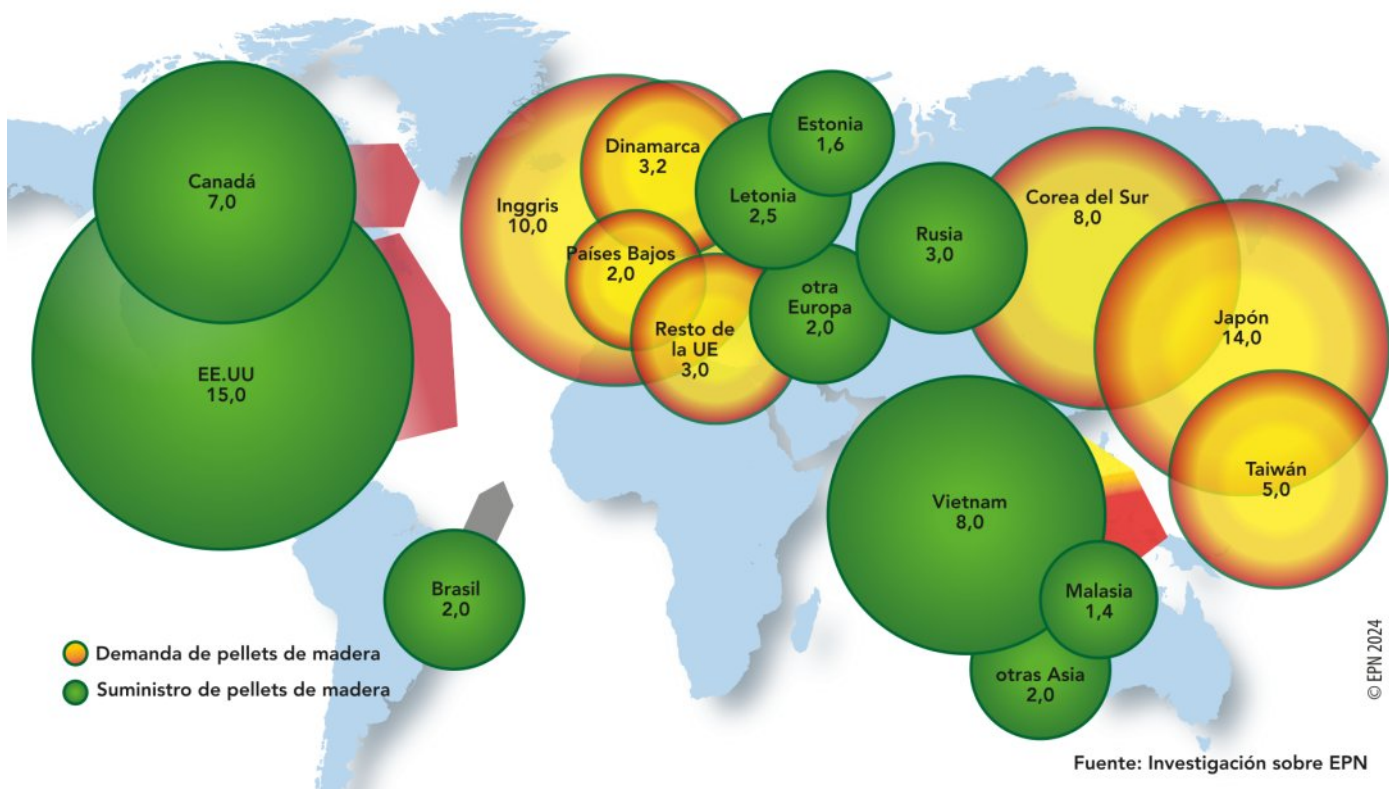
Fábrica de pellets de Enviva en Ashokie, Carolina del Norte, EE. UU., que fabrica y exporta pellets de madera. Dogwood Alliance



Importación y exportación de pellets de madera en 2023



Importación y exportación de pellets de madera en 2030



Figuras 2a y 2b: La importación y exportación de pellets de madera alcanzó casi 23 millones de toneladas en 2023, un aumento de más del 60% en comparación con 2017. Para finales de esta década, se espera que el comercio internacional de pellets de madera se duplique hasta superar los 45 millones de toneladas. Los aumentos más significativos se esperan en Asia Oriental, mientras que la demanda en Europa aumentará a un ritmo menor.

5.1 Producción, consumo y comercio internacional de pellets de madera - pasado y presente

La expansión de la industria de la biomasa está contribuyendo a un rápido crecimiento de la demanda y, en consecuencia, al aumento de la producción de pellets de madera a escala mundial. Entre 2012 y 2022, la producción mundial de pellets de madera se multiplicó por más de dos veces y media, hasta alcanzar los 47,5 millones de toneladas. En solo cinco años desde la publicación del primer Mapa de Amenazas de la Biomasa de la EPN, la producción de pellets ha aumentado más de un 40%.¹⁴ El rápido crecimiento de la demanda en Europa (excluyendo Rusia y Bielorrusia, pero incluyendo el Reino Unido) y en Asia Oriental, donde se consume el 85% de todos los pellets producidos en el mundo, representó casi todo el aumento del consumo de pellets entre 2017 y 2022.¹⁵

Asia Oriental

Un crecimiento notablemente rápido de la demanda durante el mismo periodo se produjo en Corea del Sur (un 83% más) y Japón (más de siete veces). La razón principal ha sido el crecimiento del sector bioenergético. Ambos países han fomentado mucho la generación de electricidad a gran escala mediante la combustión de biomasa sólida en los últimos años (véase la sección 6.3). En Japón, la generación de electricidad a partir de la quema de este combustible casi se duplicó entre 2017 y 2022,¹⁶ mientras que en Corea aumentó aproximadamente dos tercios.¹⁷ Dado que Corea y Japón dependen principalmente (90%) de las importaciones para satisfacer su demanda de pellets de madera, la mayor demanda se ha satisfecho principalmente mediante el aumento de las importaciones (70% en el caso de Corea y 99% en el de Japón).

El mayor proveedor de ambos países del este asiático es Vietnam, que les envía la mayor parte de los pellets de madera producidos en su territorio.¹⁸ La demanda en Corea y Japón ha provocado un aumento sin precedentes de la producción de pellets. Se ha multiplicado por más de noventa en sólo una década,¹⁹ alcanzando más de 4,6 millones de toneladas en 2022 y contribuyendo a la deforestación y degradación de valiosos bosques tropicales.²⁰ Además de Vietnam, Japón importa una cantidad significativa de pellets de Estados Unidos y Canadá, lo que contribuye a la degradación de los bosques, incluidos los bosques primarios de Norteamérica.

Pie de foto: Un activista de Gorontalo (Indonesia) protesta en la calle contra la exportación de biomasa leñosa, extraída de los frágiles bosques indonesios, para alimentar centrales eléctricas de Japón y Corea. Trend Asia



Vietnam, gran proveedor de pellets de madera

Vietnam se ha convertido en un importante proveedor mundial de pellets de madera. El 95% de su producto se destina a Corea del Sur y Japón, los dos principales lugares de consumo de Asia Oriental. La dinámica de exportación a estos dos mercados es diferente.

Desde 2010 hasta 2015, la industria de exportación de pellets de madera se ha expandido rápidamente, convirtiéndose en uno de los componentes más importantes del sector de procesamiento y exportación de madera de Vietnam. Las exportaciones se multiplicaron por 28, pasando de 175.000 toneladas en 2013 a casi 4,9 millones de toneladas en 2022.²¹ Las exportaciones siguen en expansión. Existe una fuerte competencia entre las exportaciones de astillas y pellets de madera en la región central de Vietnam.

Los insumos para la producción de pellets de madera varían según la región, al igual que la calidad de los pellets. Entre 400 y 500 empresas fabrican pellets, mientras que unas 100 se dedican directamente a la exportación. Uno de los mayores retos para Vietnam en la exportación de pellets es la insostenibilidad de las materias primas, incluida su cantidad, normas y calidad, según el analista del sector Forest Trends.

La Red de Acción sobre la Biomasa está seriamente preocupada por la conversión de bosques naturales en plantaciones que se está produciendo a medida que la industria se expande, y por el uso de residuos mixtos de madera importada para la fabricación de muebles cuya legalidad no puede verificarse.

El producto certificado va a Japón, que tiene normas interpretadas que exigen trazabilidad y cierto nivel de sostenibilidad. Un escándalo en torno al fraude en la certificación y la suspensión de An Viet Phat por parte del FSC en 2021 ha tenido repercusiones negativas en todo el sector de los pellets de madera en Vietnam y también ha tenido repercusiones negativas en la reputación en Japón. La madera no certificada se destina a Corea del Sur, que tiene normas menos estrictas sobre la calidad de los pellets y carece de criterios de sostenibilidad.

Vietnam tiene mucho potencial para ampliar las exportaciones de pellets de madera a Japón a medida que ese país expande su quema de biomasa, con fuertes ventajas competitivas en términos de distancia de transporte, precio y calidad en comparación con otros países productores de pellets.

La incertidumbre en el mercado surcoreano procedente de Vietnam se debe a las importaciones de pellets rusos, que ya no se aceptan en Europa y ahora se venden a Corea en su lugar, ya que este país no tiene sanciones. La gran inestabilidad, sobre todo en los precios, podría mejorar en los próximos años, pero se prevé que la tendencia general del mercado sea plana, ya que Corea también confía más en las fuentes nacionales.

A nivel interno, el uso doméstico de pellets de madera en la industria ligera y pesada de Vietnam se encuentra en niveles bajos, pero se está desarrollando como una de las denominadas medidas climáticas. Se están introduciendo algunas centrales eléctricas de biomasa.

Deforestación en el norte de Vietnam. *Alliance of Bioversity International/Flickr*



Europa

A pesar de un aumento porcentual menor (30% entre 2017 y 2022) del consumo en comparación con Asia Oriental, Europa sigue siendo el líder indiscutible en la quema de pellets de madera para obtener energía a partir de biomasa. En 2022, el consumo de este combustible en los Estados miembros de la UE y el Reino Unido alcanzó los 30,4 millones de toneladas, lo que equivale al 64% de la producción mundial de ese año. El país que consume el mayor volumen de pellets de madera para energía de

biomasa en Europa (7,8 millones de toneladas en 2022) sigue siendo el Reino Unido, que importa más del 95% de su combustible del extranjero, principalmente de Estados Unidos. Un aumento masivo del consumo (más de diez veces) se produjo en los Países Bajos, que quemaron alrededor de 2,6 millones de toneladas de pellets de madera en 2022, principalmente procedentes de Estados Unidos.

Cárpatos meridionales, Rumania. [xulescu_g/Flickr](#)

ESTUDIO DE CASO

Expansión de la industria de pellets de madera en los Balcanes

Los países del este de Europa y de la Península Balcánica albergan algunos de los bosques más vírgenes que quedan en el continente europeo. Valles relativamente vírgenes albergan una gran diversidad de vida salvaje, con ríos salvajes que atraviesan cuencas boscosas intactas que hasta ahora han sobrevivido a la feroz tala para obtener productos madereros básicos, que por desgracia se ha convertido en la norma en casi todo el resto de Europa. Sin embargo, las cosas están cambiando rápidamente y no para mejor. Los bosques más inaccesibles y remotos de Europa del Este y la Península Balcánica están ahora amenazados en nombre de las energías renovables. Con los países europeos no pertenecientes a la UE buscando vínculos más estrechos con la unión, tratados como el de la Comunidad de la Energía han transformado las políticas y trayectorias energéticas de estos países.

Hace unos años, había un pequeño puñado de fábricas de pellets con certificación EN-Plus en la península balcánica. Hoy en día hay cerca de 100 fabricantes de pellets activos con certificación EN-Plus entre Eslovenia y Grecia, con otras veinte instalaciones en Rumanía y Bulgaria.²² EN-Plus es una de las principales "certificadoras" de pellets, pero la certificación se refiere a la calidad del producto que se quema y no tiene nada

que ver con el abastecimiento o la gestión forestal. En Rumanía, los pellets que se comercializan en los países de Europa occidental proceden de bosques primarios situados en valles remotos de los Cárpatos.²³

Los pellets producidos con madera procedente de distintos lugares se mezclan y las etiquetas de certificación no permiten a los consumidores saber de dónde procede el producto que compran. En consecuencia, los comerciantes pueden vender pellets procedentes de bosques preciosos como productos verdes, renovables y ecológicos. Muchos de los bosques de los que proceden los pellets son supuestamente lugares protegidos de la red Natura 2000, pero en Rumanía se aplica muy poco la legislación medioambiental europea. Junto con las instalaciones de energía de biomasa que ahora se financian con dinero de empresas y gobiernos de la UE, los últimos bosques intactos del este de Europa y de la península balcánica se enfrentan a esta amenaza nunca antes experimentada. Una amenaza que tendrá consecuencias perjudiciales y duraderas para los ecosistemas forestales, las economías y las comunidades que dependen de bosques sanos y verdaderas fuentes de energía renovable para prosperar.

5.2 Producción y comercio internacional de pellets de madera: predicción de tendencias futuras

Prevedemos un mayor crecimiento de la producción de pellets de madera y del comercio internacional, si se mantienen las tendencias actuales. Europa y Asia oriental seguirán siendo los principales consumidores de pellets de madera importados principalmente de Canadá, EE. UU. y Vietnam. La demanda de pellets de madera en Europa se mantendrá en niveles similares, con un posible aumento de la demanda en el Reino Unido.

El principal motor del crecimiento de la producción será el rápido aumento de la demanda en los países del este asiático. Es probable que entre ellos se encuentre Japón, donde se aprobó una tarifa regulada (Feed-in tariff, o FIT) para 7,6 GW de capacidad de centrales eléctricas de biomasa hasta 2022, de los cuales sólo 3 GW entraron en funcionamiento. La absorción sigue siendo lenta pero constante y es posible que no toda la capacidad aprobada esté en línea a finales de la década. La puesta en marcha de la capacidad instalada aprobada podría dar lugar a una duplicación de las importaciones de pellets de madera, que pasarían de 5,8 millones de toneladas (Mt) en 2023 a 14 Mt en 2030. En Corea del Sur (que importó 3,7 Mt de pellets de madera en 2023), hay cinco centrales eléctricas de biomasa en desarrollo, y las centrales existentes aumentarán en más de la mitad de aquí a 2026. Esto podría dar lugar a que las importaciones de pellets de madera se duplicaran hasta alcanzar los 8 Mt en 2030. Taiwán puede convertirse en un nuevo actor del mercado. Actualmente, las importaciones de pellets son insignificantes, pero se espera que esto cambie en los próximos años. El país aspira a

aumentar su cuota de energías renovables hasta el 20% de su capacidad eléctrica total en 2025, dependiendo en gran medida de la biomasa.²⁴ Si Taiwán siguiera el camino trazado por Corea y Japón y convirtiera a la biomasa un número significativo de sus 55 centrales de carbón, sus importaciones de pellets industriales podrían subir a 5 Mt en 2030.

Es probable que el aumento de la demanda en Asia Oriental se satisfaga importando más pellets de destinos probados: Vietnam, EE. UU. y Canadá. En la actualidad, en EE.UU. se están construyendo o se han propuesto 2 fábricas de pellets de madera con una capacidad total de aproximadamente 5 Mt. Si incluso algunas de ellas se hicieran realidad en 2030, las exportaciones de pellets de madera del país podrían aumentar a la mitad, hasta 15 Mt. La demanda de los países del este asiático podría llevar a duplicar las exportaciones de pellets de madera de Canadá y Vietnam, que podrían exportar 7Mt y 8Mt respectivamente en 2030.

*Planta de pellets Drax Smithers en Columbia Británica, Canadá **Bulkley Valley Stewardship Coalition/Flickr***



Mapa mundial de pellets y flujos comerciales 2022 (en Mt)

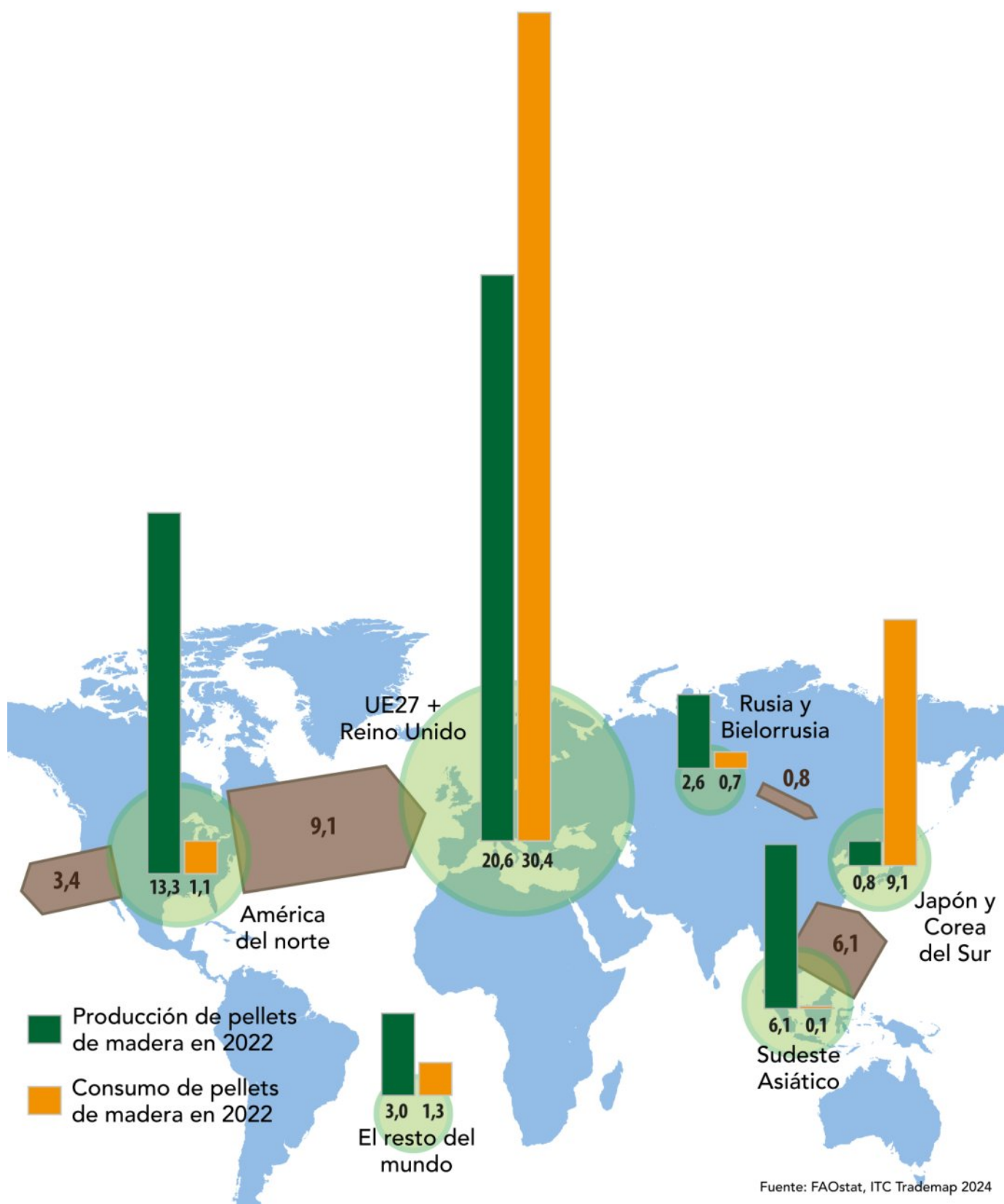


Figura 3: La producción y el consumo de pellets de madera es mayor en Europa, con grandes cantidades importadas de Norteamérica. Desde la segunda década del siglo XXI, Japón y Corea del Sur también se han convertido en grandes importadores de pellets de madera, lo que ha provocado una rápida proliferación de instalaciones de producción en el sudeste asiático, principalmente en Vietnam.



Astillado de troncos enteros, en su mayoría de roble, de un sitio Emerald Network (Natura2000), en Suiza, 2022. [health-and-forest.org](https://www.health-and-forest.org)

5.3 Uso de astillas de madera para generar energía en grandes volúmenes

Los pellets de madera no son el único tipo de biomasa leñosa que se quema en las grandes centrales energéticas. Otro combustible utilizado habitualmente en todo el mundo en este tipo de instalaciones son las astillas de madera. Al igual que los pellets de madera, las astillas se producen principalmente a partir de biomasa leñosa procedente de los bosques. Pueden incluir los subproductos de la industria de transformación de la madera, pero una proporción significativa de las astillas utilizadas con fines energéticos se producen astillando troncos de árboles.

En 2022, se produjeron aproximadamente 269 millones de m³ de astillas de madera en todo el mundo, un 15,5% más que en 2000. Sin embargo, en base a los datos disponibles, es difícil determinar qué proporción de las astillas de madera se utiliza para la producción de energía, ya que, aparte del uso energético, tienen otras aplicaciones, principalmente la producción de pasta de madera y tableros de partículas de madera. No obstante, en la mayoría de los países con sectores bioenergéticos desarrollados, se queman grandes cantidades de astillas de madera con fines energéticos.

Al igual que ocurre con los pellets de madera, Europa y Asia Oriental se encuentran entre las regiones donde más astillas de madera se queman con fines energéticos. Ya en 2013, en los Estados miembros de la Unión Europea, había más de 3.000 plantas energéticas con una capacidad

instalada de más de 1 MW que utilizaban alrededor de 51 millones de toneladas de astillas de madera con fines energéticos²⁶ (véase el estudio de caso sobre Finlandia más adelante). En Japón, el apoyo dado a la energía de biomasa mencionado anteriormente ha contribuido a un rápido aumento de la cantidad de astillas de madera quemadas en las centrales eléctricas de biomasa de ese país. En tan solo seis años, entre 2015 y 2021, la cantidad de astillas de madera quemadas aumentó un 55%, alcanzando más de 10,7 millones de toneladas. Más de la mitad de las astillas quemadas ese año procedían directamente de los bosques japoneses.²⁷ También se ha producido un rápido aumento de la demanda de astillas de madera en el sector energético de Corea del Sur en los últimos años. Entre 2014 y 2022, la cantidad de astillas de madera quemadas en centrales eléctricas se multiplicó por más de cinco hasta alcanzar las 338.000 toneladas.²⁸

Quemar astillas de madera para producir energía. Cómo la industria de la biomasa destruyó el sumidero de carbono forestal en Finlandia

Finlandia, uno de los países más dependientes de la bioenergía del mundo, es un excelente ejemplo de cómo la quema de grandes cantidades de astillas de madera de origen nacional puede destruir el sumidero de carbono forestal de un país. Casi un tercio de la energía total y más de dos tercios de la energía renovable consumida en este país procede de la quema de combustibles de madera. Al mismo tiempo, de los aproximadamente 30 millones de m³ de biomasa leñosa que se queman anualmente, sólo alrededor del 1,5% se hace en forma de pellets y briquetas de madera. La mayor parte de los combustibles sólidos de madera consumidos son madera de origen nacional, residuos de la tala y subproductos de la industria maderera quemados en forma de astillas (véase la figura 4).

Finlandia ilustra perfectamente cómo la expansión de la bioenergía a gran escala contribuye a reducir la cantidad de CO₂ secuestrado por los ecosistemas forestales. La producción energética de este país se basa principalmente en la combustión de madera. En las dos últimas décadas, el sector de la bioenergía ha experimentado una rápida expansión. Desde 2000, la cantidad de electricidad procedente de biomasa sólida primaria ha aumentado una cuarta parte, y la de calor casi dos veces y media. Esto ha aumentado considerablemente la demanda de biomasa leñosa en las centrales de cogeneración de calor y electricidad

(CHP) finlandesas. En 2023, quemaron 10,5 millones de m³ más de combustibles leñosos que en 2000, lo que supone un aumento del 87%. La mayor parte de este aumento se ha debido al mayor consumo de biomasa leñosa primaria talada directamente de los bosques finlandeses. La quema de árboles pequeños y madera de gran tamaño aumentó en 7,4 millones de m³ durante este periodo y la de residuos de tala y tocones en 2,8 millones de m³, lo que en conjunto supuso el 97% del total de biomasa leñosa adicional quemada en 2023 en las centrales térmicas finlandesas en comparación con 2000 (véase la figura 5).

El aumento del consumo de madera en el sector energético fue uno de los principales impulsores de la intensificación de la explotación maderera en el periodo analizado. El aumento de las extracciones de madera fue, a su vez, un factor significativo en la reducción de la cantidad de CO₂ absorbida por los bosques finlandeses. En conjunto, la tala de madera aumentó en Finlandia entre 2000 y 2023 en 13,3 millones de m³. El aumento de la combustión de madera en centrales térmicas y eléctricas representa más de la mitad de este incremento. Mientras tanto, entre 2000 y 2021, la absorción de CO₂ en los bosques de Finlandia disminuyó en dos tercios. Según el Instituto Finandés de Recursos Naturales, una de las principales razones de este descenso fue el aumento de la tala de madera.³¹

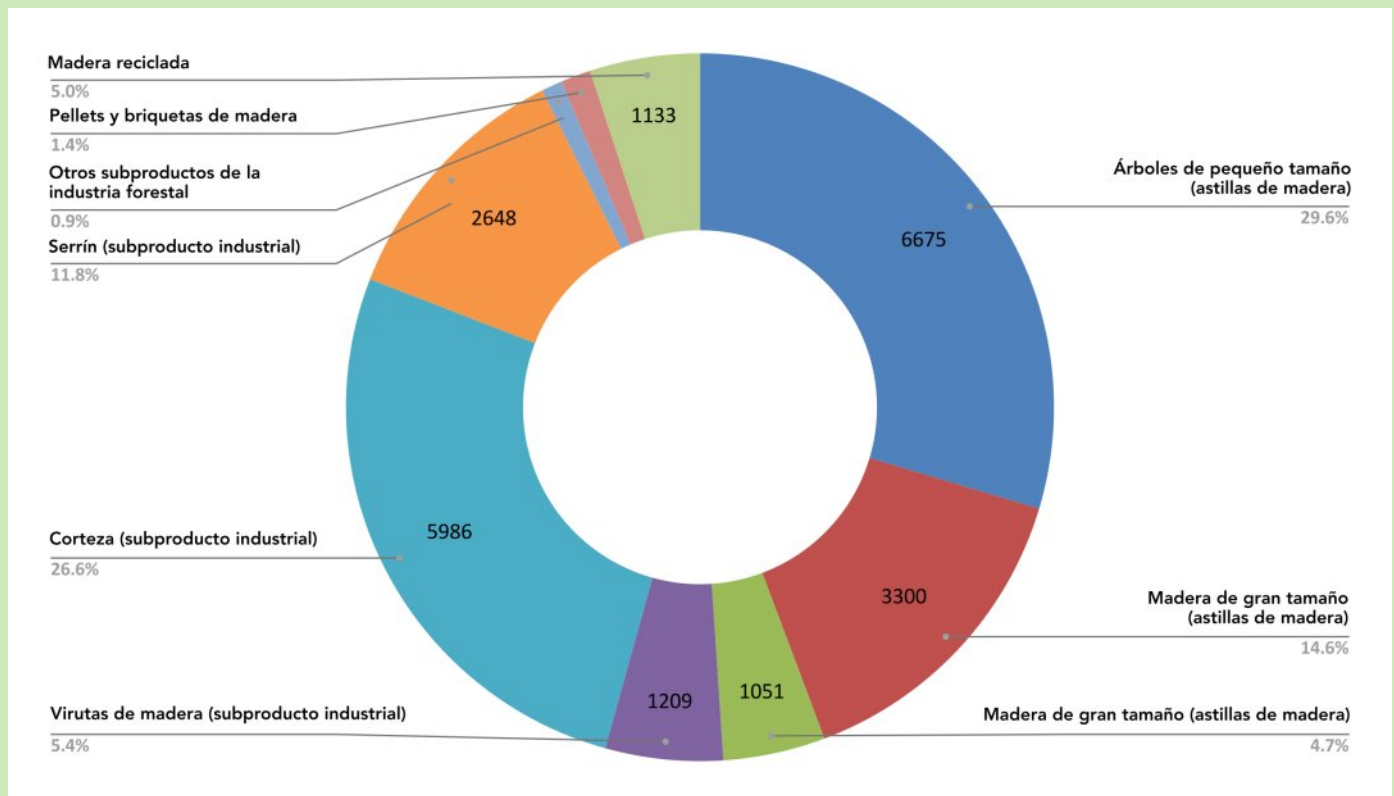


Figura 4: Consumo de biomasa leñosa en las centrales térmicas de Finlandia en 2023. Consumo de biomasa leñosa en las centrales térmicas de Finlandia en 2023. Los valores se expresan en miles de metros cúbicos.²⁹

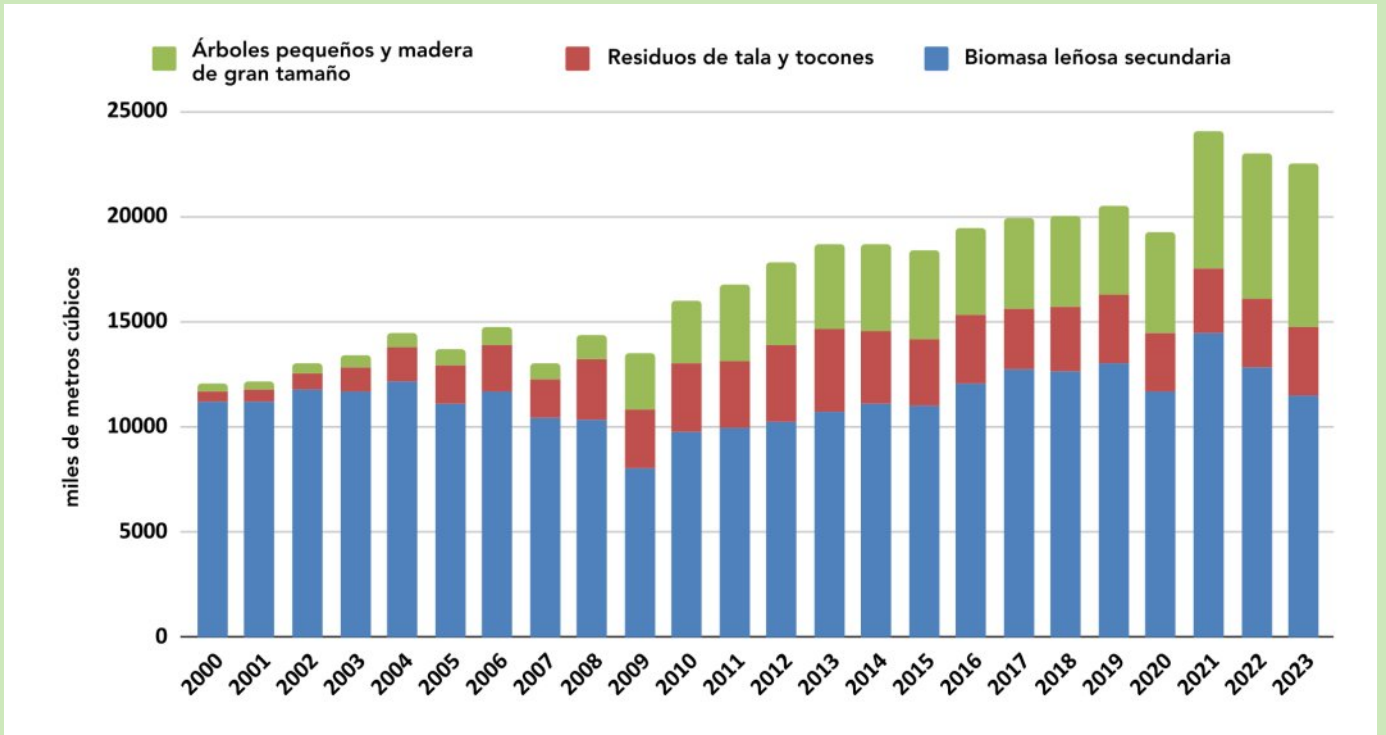


Figura 5: Consumo de combustible de madera en las centrales térmicas finlandesas 2000 - 2023.³⁰

Troncos de árboles esperando a ser quemados en una central bioenergética en Finlandia.. **Ei polteta tulevaisuutta**





Planta de bioenergía Egger Holzwerkstoffe Brilon GmbH & Co. en Alemania. **Bomenstichting Achterhoek**

Alemania quema sus bosques para producir energía

Gracias a generosas subvenciones, Alemania es uno de los países que más madera quema en Europa.³² Más de la mitad de los árboles talados se queman para producir energía.³³ Las tasas de tala han aumentado significativamente desde 2016 (un 20%).³⁴ Con diferencia, la mayor parte de la madera se quema en estufas domésticas de pellets; sin embargo, han proliferado las plantas de biomasa de tamaño medio, y se han propuesto varias plantas nuevas de gran tamaño y conversiones de carbón a biomasa.³⁵ Además, se espera que aumente la combustión de madera para calefacción urbana, ya que las autoridades locales la consideran una opción fácil en las "estrategias de transición térmica", que todas las autoridades locales tienen que desarrollar. Hasta ahora, las importaciones de madera han sido insignificantes, aunque la Agencia Alemana de Medio Ambiente advierte de que esto podría cambiar drásticamente sin un cambio en la dirección política.³⁶

Las repercusiones de la tala intensiva en los bosques alemanes son dramáticas. La tala insostenible y las políticas forestales están empeorando drásticamente los impactos de fenómenos meteorológicos extremos, como los tres últimos años de sequía consecutivos. Desde 2017, los bosques alemanes han sido una fuente neta de emisiones de CO₂.³⁷ Han muerto 600.000 hectáreas de monocultivos de coníferas y hay más bosques gravemente dañados. Para evitar una mayor pérdida de bosques, incluida la muerte por sequía y escarabajos, es necesario un cambio hacia una silvicultura próxima a la naturaleza, que permita que los bosques se regeneren de forma natural y proteja más bosques de la tala. La creciente demanda de biomasa y, por tanto, de madera en general, se opone a este cambio y, por tanto, a la conservación de los bosques a largo plazo.

6. Impulsores de la expansión de la quema de biomasa

La causa fundamental de la expansión de la industria de la biomasa son las erróneas normas de contabilidad de emisiones del CMNUCC, que consideran nulas las grandes emisiones procedentes de la quema de biomasa en el sector energético.

En ellas se basó la introducción de políticas de fomento de la energía de biomasa en el Reino Unido, los Estados miembros de la UE, Corea del Sur, Japón e Indonesia, entre otros. Las generosas subvenciones disponibles para la quema de biomasa leñosa en estos países han provocado un aumento de la intensidad y la rentabilidad de la tala y un enorme incremento de la demanda de madera. Ahora nos enfrentamos a la amenaza de una proliferación de

políticas que promueven la energía de la biomasa a escala mundial a través del Compromiso Mundial por las Energías Renovables y la Eficiencia Energética. En sí mismo, el aumento de la cuota de renovables en la producción de energía es deseable, pero si se basa en el apoyo a la energía de biomasa conducirá a una exacerbación de los impactos negativos ya existentes causados por esta industria.

UNFCCC COP15 en Paris. [UNFCCC/Flickr](#)





Central eléctrica de biomasa Drax en el Reino Unido. UNFCCC/Flickr

6.1 Contabilidad del carbono: fallos y lagunas

La combustión de biomasa leñosa para producir energía libera gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera, entre ellos al menos tanto CO₂ como la combustión de carbón por unidad de energía producida, y normalmente más.³⁸ Sin embargo, muchos países consideran que la energía de la biomasa tiene cero emisiones de carbono o es neutra en carbono y, por lo tanto, la apoyan financiera y reglamentariamente como energía "renovable".

Por qué las normas de contabilidad del carbono de la biomasa son erróneas³⁹

Las emisiones de carbono liberadas cuando se quema biomasa para producir energía no se declaran ni se contabilizan en las cuentas del sector energético del país donde se consume la biomasa. Esto contrasta claramente con el modo en que se registran las emisiones de todos los combustibles fósiles, que se contabilizan en el sector energético del país en el que se consumen.⁴⁰ Tratar la biomasa de forma diferente crea una falsa impresión de cero emisiones de la energía de la biomasa, en comparación con las emisiones de la quema de combustibles fósiles.

En lugar de contabilizar las emisiones de biomasa en la chimenea, las emisiones de GEI procedentes de la energía de la biomasa se contabilizan supuestamente en el sector del uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (LULUCF, por sus siglas en inglés), donde se tala la biomasa.⁴¹ Sin embargo, en el sector de la tierra, las fuentes de emisiones

nunca se desglosan para mostrar las emisiones resultantes de la quema de biomasa con fines energéticos, sino que sólo muestran el cambio global en las reservas forestales de carbono por todas las causas. Si un país importa biomasa para la producción de energía, la información sobre el cambio en las reservas de carbono y la rendición de cuentas al respecto se encuentran en las cuentas del sector LULUCF de otro país.

Hay muchos casos en los que las emisiones de biomasa no se contabilizan en absoluto. El impacto de las emisiones en el sector de la tierra suele estar muy subestimado. Además, cuando la madera en bruto se transforma en pellets, las emisiones asociadas no suelen asignarse a la biomasa. Cuando la biomasa leñosa se importa de un país que no contabiliza las emisiones del sector terrestre según el Acuerdo de París, también se crea una laguna contable.

Emisiones de chimeneas procedentes de la combustión de biomasa en la UE

La Unión Europea presenta informes agregados, que tienen en cuenta las emisiones de todos sus Estados miembros, y en ellos ofrece información sobre las emisiones procedentes de la combustión de biomasa. Estas emisiones se han triplicado desde 1990, alcanzando casi 600 Mt de CO₂ en 2021 (véase la figura 6). A modo de comparación, en el mismo año, las emisiones del transporte en la UE totalizaron 782 Mt de CO₂.

Las grandes emisiones procedentes de la energía de la biomasa en Europa quedaron al descubierto, después de que un perfeccionamiento de las metodologías de elaboración de

informes del IPCC recomendará que los países que presentaran Informes de Inventarios Nacionales de Emisiones de GEI a la Secretaría del CMNUCC, incluyeran las emisiones de chimeneas procedentes de la quema de biomasa en su sector energético como puntos de memorándum. Esto significa que no se contabilizan en el balance global de emisiones, es decir, que no aumentan las emisiones del sector energético del país declarante. No obstante, estos datos son una valiosa fuente de información sobre el impacto climático real de la industria energética de la biomasa de un país.

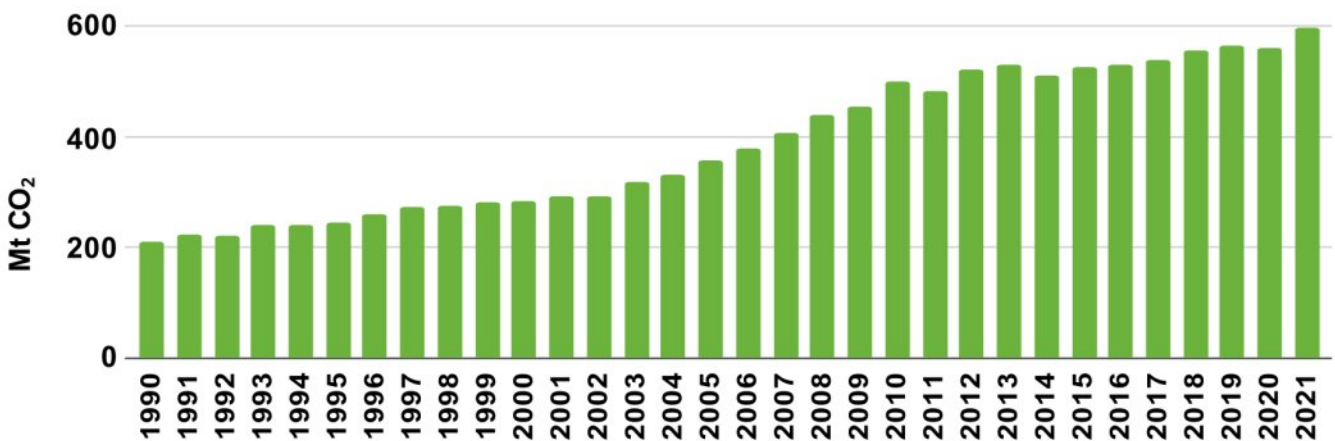


Figura 6: Emisiones de CO₂ procedentes de la combustión de biomasa en los Estados miembros de la UE entre 1990 y 2021 según el Informe del Inventario Nacional de la UE 2023.⁴²

6.2 Las políticas fomentan la energía de biomasa

Países de todo el mundo han invertido en nuevas instalaciones de energía de biomasa con el objetivo de reducir sus emisiones de GEI. La dirección la marcó la Unión Europea ya en 2001, con la primera directiva de fomento del desarrollo de fuentes de energía renovables, que definía la biomasa como tal fuente.⁴³

La política de promoción de la biomasa como fuente de energía renovable, que continuó durante las dos décadas siguientes, condujo a la expansión del sector de la bioenergía y a la duplicación de la cantidad de madera quemada en los Estados miembros de la UE.⁴⁴ Otros países han seguido el ejemplo de la Unión. La Norma de Cartera de Energías Renovables introducida en Corea del Sur en 2012 ha multiplicado por 9 la generación de electricidad a partir de biomasa, y el uso de pellets de madera importados y de origen nacional ha aumentado en 10 años por factores de 28 y 15, respectivamente.⁴⁵ Tarifas reguladas (FIT) introducidas en Japón ese mismo año triplicaron la electricidad generada a partir de la combustión de biomasa y contribuyeron a un aumento de la cantidad de pellets importados al país.

Una vez fijados sus objetivos, la Unión Europea aspira a liderar el mundo en la consecución del Objetivo Mundial de Energías

Renovables. En la COP 28 de Dubái, a iniciativa del presidente de la Comisión Europea, se lanzó un Compromiso Mundial de Energías Renovables y Eficiencia Energética. Los 118 países que apoyaron el compromiso se comprometieron a trabajar juntos para triplicar la capacidad mundial instalada de generación de energía renovable hasta alcanzar al menos 11.000 GW en 2030.⁴⁶ En sí mismo, el establecimiento de este objetivo es deseable. Sin embargo, hay que hacer todo lo posible para garantizar que su cumplimiento no se logre aumentando drásticamente la producción de energía a partir de biomasa leñosa. Mientras tanto, los escenarios para alcanzar el cero neto en 2050, esbozados recientemente por la Agencia Internacional de la Energía y la FAO, asumen una triplicación de la producción de electricidad y calor a partir de biomasa sólida en instalaciones bioenergéticas modernas durante las próximas tres décadas (véase la sección 4).⁴⁷

La reducción y el problema de la combustión conjunta de biomasa en Indonesia

La combustión conjunta de biomasa consiste en quemar carbón y biomasa para producir electricidad. Este concepto ha ido ganando popularidad entre los responsables políticos, ya que se considera una forma de reducir las emisiones de carbono (debido a una laguna en la contabilidad del carbono - véase la sección 6.1) y de ayudar a la transición mundial para abandonar los combustibles fósiles.⁴⁹ Esto resulta atractivo para los países dependientes del carbón que intentan cumplir sus objetivos prometidos de reducción de las emisiones de carbono. Sin embargo, aunque pueda parecer buena sobre el papel, esta política de reducción del carbón sirve simplemente para actuar como un salvavidas para el carbón, garantizando su uso continuado y prolongando la vida de las centrales eléctricas de carbón sucias por años. De hecho, un posible paso adelante para acabar por completo con la energía de carbón se frenó en seco en 2021 en la COP26, cuando se asumió el compromiso de "reducir gradualmente la energía de carbón no reducida". Algo que se repitió en el primer balance mundial en Dubái en

2023. Esto, en efecto, ha incentivado aún más la combustión conjunta con biomasa, ya que el concepto de reducción ha sido oportunistamente secuestrado para incluirla.

Un ejemplo de ello es Indonesia, donde el Gobierno planea implantar la co-combustión en 52 centrales de carbón (107 generadores) en todo el país para 2025, con el fin de cumplir sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional en el Acuerdo de París.⁵⁰ Se calcula que para ello se necesitará un suministro de unos 10 millones de toneladas de pellets de madera al año, lo que equivale a una superficie del tamaño de 3,27 millones de campos de fútbol.⁵¹ Esta demanda de biomasa podría provocar tasas de deforestación de hasta 2,1 millones de hectáreas al año, con un potencial de pérdida total de hasta 10 millones de hectáreas de bosque, y llevar a los bosques de Indonesia a un "punto irreversible" en 2040.4 Se calcula que las emisiones derivadas de la deforestación ascenderán a 108,2 Mt de CO₂.⁵²

Imagen del bosque de Gorontalo talado para biomasa en Indonesia. **Forest Watch Indonesia**



6.3 Las subvenciones aceleran el consumo y los daños asociados

A medida que los gobiernos subvencionan las energías renovables para acelerar su adopción y la transición hacia el abandono de los combustibles fósiles, la defectuosa solución de la energía de biomasa a escala industrial se ha beneficiado porque se identifica como renovable, a pesar de sus demostradas consecuencias negativas para el clima y la biodiversidad. Los países desarrollados, en particular, incentivan en gran medida el uso de la biomasa, a veces en mayor medida que las auténticas energías renovables, como la eólica y la solar.

Se calcula que los incentivos políticos a la biomasa ascienden a 15.000 millones de euros en la UE-27, 1.000 millones de libras en el Reino Unido y el equivalente a 400 millones de dólares en Corea del Sur cada año.⁵³ El proyecto de bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (BECCS) propuesto en el Reino Unido busca subvenciones aún mayores, de 1.700 millones de libras anuales.⁵⁴ El auge de la construcción de centrales eléctricas de biomasa en Japón ha sido impulsado principalmente por tarifas reguladas (FIT), que en su punto máximo en el período 2016-2019, fue el mayor incentivo para la biomasa de madera en el mundo, a ¥24 (aproximadamente 0,20 USD) por kilovatio-hora.

El Marco Mundial para la Biodiversidad adoptado por el Convenio sobre Desarrollo Biológico y los avances del

Acuerdo de París exigen una mayor coherencia para alcanzar los objetivos climáticos y de biodiversidad. Un aspecto importante es el imperativo de eliminar progresivamente las subvenciones perjudiciales. El apoyo a la biomasa es un caso paradigmático de subvención perjudicial para la biodiversidad, que sólo se justifica abusando de la laguna contable del carbono, y que debería ser objeto de una eliminación progresiva sustancial a partir de 2025, de acuerdo con el objetivo 18 del Marco de Biodiversidad. El Acuerdo de París también contiene una disposición (2.1(c)) para que los flujos financieros sean coherentes con un camino hacia bajas emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que las subvenciones a la energía de biomasa también deberían eliminarse sobre esta base.

Manifestación contra las subvenciones del gobierno británico a la energía de biomasa. Biofuelwatch



El desmesurado apoyo de Corea del Sur a la energía de biomasa⁵⁵

La expansión de la energía de biomasa en Corea del Sur está impulsada principalmente por el Portafolio Estándar de Energías Renovables (RPS). En virtud de este régimen, las subvenciones indirectas, conocidas como ponderaciones (es decir, multiplicadores) de los Certificados de Energías Renovables (CER), apoyan la adopción de fuentes de energía renovables, incluida la biomasa. Los productores de electricidad pueden comerciar con estos certificados en el mercado, a los precios determinados por la dinámica de la oferta y la demanda. Sin embargo, los ingresos por REC pueden variar significativamente, ya que las ponderaciones dependen de la fuente de energía y del tipo de instalación. Esta variabilidad hace que la ponderación de los CER sea el medio más directo y crítico a través del cual el gobierno gestiona la rentabilidad de las energías renovables.

La energía renovable de referencia en la que se centran las ponderaciones REC es la solar fotovoltaica de mediana escala, a la que se asigna una ponderación estándar de 1,0. Los coeficientes de ponderación son multiplicadores, por lo que, a mayor ponderación, mayor subvención. Actualmente, la biomasa leñosa recibe ponderaciones de hasta 2,0. Específicamente, las más altas se conceden a la quema de "residuos forestales" en centrales de biomasa exclusivas (2,0) y a la combustión conjunta con carbón en centrales de carbón (1,5). La biomasa normal (troncos de madera) también puede recibir una ponderación de hasta 1,5 cuando se quema en centrales de biomasa exclusivas, y de hasta 1,0 cuando se quema con carbón. Todas estas subvenciones son iguales o superiores a las de la energía solar (0,5-1,6) y la eólica (1,2-2,5) (Fig. 4).⁵⁶

Estas ponderaciones tan elevadas fueron posibles, irónicamente, porque la biomasa leñosa es una de las fuentes de electricidad más caras, y los CER están diseñados para compensar los elevados costes. Mientras que el coste medio mundial de generación de la energía solar se ha desplomado hasta el 11% de lo que era hace una década, el coste de la biomasa se mantuvo en el 75%.⁵⁷ Los análisis del Instituto Económico de la Energía de Corea para anteriores revisiones de la ponderación REC muestran que la biomasa es, de hecho, más costosa que la solar y la eólica terrestre también en el contexto coreano.⁵⁸ Este elevado coste se debe

principalmente al coste de la madera como combustible, un recurso valioso y limitado cuyo precio sólo se espera que aumente.

Al mismo tiempo, las autoridades surcoreanas determinaron las ponderaciones basándose en la suposición ciega de que la combustión de biomasa genera cero emisiones, anulando de hecho la sección de impacto ambiental de los criterios de decisión, que ya sólo recibía el 11% de la consideración global. Apoyándose en la afirmación de la industria de que la tala para biomasa forma parte de la "gestión forestal sostenible", el gobierno también pasó por alto el hecho de que el 83% de los pellets de madera proceden de todo el mundo, incluidos los bosques naturales y biodiversos del sudeste asiático y Canadá. En particular, las importaciones de pellets de madera rusos, sancionadas internacionalmente, se han multiplicado por ocho desde la invasión de Ucrania. Incluso los "residuos forestales" producidos en Corea del Sur se talan el 87% de las veces, y los troncos de madera de calidad industrial ocupan el 46% de toda la biomasa forestal nacional.⁵⁹



Una planta de cogeneración en Corea del Sur.
Wikimedia Commons

No obstante, la elevada ponderación de las CER para la biomasa ha multiplicado por 42 la energía de biomasa desde la introducción del RPS en 2012. Esto convierte a la biomasa en la segunda mayor fuente de electricidad renovable de Corea del Sur, superando tres veces a la eólica. Se calcula que, desde 2015, la energía de biomasa del país ha recibido 3.700 millones de USD en REC. En otras palabras, quemar una tonelada de madera recibió 79 USD en subvenciones, y emitir una tonelada de CO₂ se subvencionó con 59 USD. Esta paradoja dio lugar a la quema de 50 millones de toneladas de madera y a la emisión acumulada de más de 70 MtCO₂.⁶⁰

Esta toma de decisiones en Corea del Sur reafirma que es imperativo que el IPCC y el CMNUCC cierren la laguna contable y aborden cómo el período de recuperación del carbono queda fuera del calendario del objetivo de temperatura de 1,5°C del Acuerdo de París. Mientras tanto, las subvenciones gubernamentales a la biomasa siguen posibilitando la crisis climática, de biodiversidad y humanitaria.



Troncos llegando a una fábrica de pellets de Enviva, en el sureste de EE. UU. **Dogwood Alliance**

Bancarrota de Enviva: dudas sobre la viabilidad del sector

A pesar de que la industria de la biomasa está fuertemente subvencionada, la viabilidad económica de la energía de biomasa ha demostrado ser impredecible, como demuestra el caso de Enviva, el mayor productor mundial de pellets de madera. En 2023, incumplió los plazos de entrega de pellets de madera a Europa y Japón, canceló los dividendos a los accionistas y sufrió una fuerte caída del precio de sus acciones. En marzo de 2024 se acogió a la protección de los tribunales de bancarrota estadounidenses y comenzó su reestructuración.⁶²

Aunque la prensa económica se centró en un par de malas apuestas sobre la evolución de los precios de las materias primas y los pellets acabados, hay una serie de deficiencias estructurales que están surgiendo tanto en el sector de la producción de pellets como en el de la energía de biomasa y que contribuyeron a la repentina y precipitada desaparición de Enviva.

En primer lugar, una capacidad cada vez menor para competir con la eólica y la solar y una incapacidad para innovar. El coste unitario de la energía eólica ha disminuido constantemente durante más de una década, mientras que el de la energía solar es aún más espectacular. La biomasa no tiene esa tendencia a la baja y, además, no muestra potencial de innovación en los procesos básicos de producción. Los intentos de desarrollar el pirólisis, los "pellets negros" y el "bio-carbón" han sido en vano. Además, la ventaja de la biomasa como fuente de energía de base se está reduciendo a medida que se abarata el almacenamiento. Es probable que la tendencia hacia un almacenamiento más barato se acelere aún más en esta década.

Luego están los problemas de la materia prima. Enviva afirmaba estar quemando principalmente materiales que, de otro modo, se dejarían pudrir en el bosque, se quemarían en pilas en los rellanos (donde se recogen los troncos para transportarlos desde una zona de tala) o residuos de las serrerías; sin embargo, también seguía dependiendo de los árboles enteros. Competir en el mercado de los árboles enteros contra otros compradores de madera maciza formaba parte de la "mala apuesta" de Enviva (lo que constituía en sí mismo un dilema, ya que sus materiales de marketing afirmaban que no dependía de los árboles enteros). Mientras tanto, los pellets fabricados con materiales menos densos no son muy buenos. Los pellets se evalúan principalmente por su poder calorífico, que depende de la densidad, y no es rentable fabricar

pellets de alta densidad con materias primas de baja densidad. La utilización de estos diferentes flujos de madera (serrín, virutas, recortes, árboles enteros) también plantea importantes retos operativos para las trituradoras, clasificadoras, secadoras, etc.

El problema de la contaminación atmosférica y los costes de cumplimiento están afectando a toda la industria de los pellets de madera, y la notable empresa de biomasa Drax ha pagado multas multimillonarias en dos estados del sur de Estados Unidos. El Centro de Derecho Ambiental del Sur ha recopilado una lista de más de 50 acciones de cumplimiento de la normativa por parte de agencias estatales de las fábricas de pellets industriales a gran escala allí. Las emisiones de contaminantes peligrosos no han sido pequeñas desviaciones de los niveles permitidos, sino en algunos casos órdenes de magnitud de diferencia entre lo modelizado y lo medido. Posiblemente, todas las grandes fábricas de pellets de madera de Estados Unidos tendrán que adaptarse para cumplir las normas de calidad del aire asociadas a la emisión de contaminantes peligrosos, un emprendimiento costoso. La viabilidad de estas fábricas se ve amenazada por su pobre historial de emisiones de toxinas (acroleína y metanol) y partículas (PM2,5).

Cada vez es mayor la concienciación sobre los procesos de alto consumo energético de la cadena de suministro de pellets de biomasa leñosa, las emisiones que conllevan y su contradicción con las afirmaciones de "bajas emisiones de carbono" de esta industria. La investigación sobre el perfil de emisiones de la cadena de suministro ha creado una imagen detallada del perfil de emisiones de GEI de la energía de biomasa (aparte de las emisiones de la combustión de biomasa en la chimenea).⁶² Los resultados mostraron la existencia de "emisiones integradas" significativas en la cadena de suministro de la producción de pellets, desde la tala, el transporte hasta la fábrica, el procesamiento y el transporte desde la fábrica hasta el lugar de combustión. El mayor componente de emisiones asociado a la producción es el secado de la materia prima. El transporte y la tala también son importantes, por lo que en total estas "emisiones incorporadas" (una característica permanente e inextirpable del proceso de producción de pellets de madera) son de aproximadamente 400 kg/MWh. Esto supone una desventaja competitiva permanente frente a la energía eólica, solar y geotérmica desde el punto de vista de las "energías limpias".

7. Impactos negativos de la expansión de la industria de la energía de biomasa

La quema de biomasa leñosa para las centrales energéticas a gran escala está asociada a una serie de impactos climáticos, medioambientales y sociales negativos. En teoría, el desarrollo de la energía de la biomasa está motivado por la necesidad de proteger el clima. Sin embargo, la producción de energía mediante la combustión de biomasa leñosa produce emisiones de gases de efecto invernadero comparables a las de los combustibles fósiles, por unidad de energía generada.

Los árboles crecen demasiado despacio para que el dióxido de carbono emitido pueda ser secuestrado de nuevo en el plazo necesario para hacer frente al cambio climático. El aumento de la demanda de madera debido a la expansión del sector de la bioenergía está contribuyendo a un incremento de la tala de madera y a la intensificación de la gestión forestal, lo que se traduce en impactos negativos sobre la biodiversidad y la salud de los bosques. La intensificación de la gestión forestal puede provocar, entre otras cosas, una reducción de las existencias de madera muerta y la consiguiente amenaza para las especies saproxílicas, un agotamiento de los nutrientes del suelo, una

reducción de las reservas de carbono orgánico del suelo y una disminución de la productividad de los ecosistemas. Además, la presión para la extracción de madera contribuye a la conversión de ecosistemas naturales, incluidos los bosques, en plantaciones de monocultivos de árboles y al consiguiente acaparamiento de tierras de los pueblos indígenas y las comunidades locales. La quema de biomasa también tiene un impacto negativo en la calidad del aire, contribuyendo a las emisiones de muchos contaminantes nocivos con consecuencias para la salud humana.

Acorte de árboles enteros en un sitio Natura 2000, Suiza. [health-and-forest.org](https://www.health-and-forest.org)



7.1 Clima

7.1.1 Desmentir la neutralidad en carbono de la quema de biomasa

La expansión mundial de la industria energética de la biomasa está en auge bajo la presunción de que ayudará a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Cuando Europa declaró que la energía de la biomasa era neutra en carbono, se disparó el uso de la madera. Pero ¿es realmente neutra en carbono la biomasa?

Una molécula de CO₂ emitida hoy tiene el mismo impacto en la atmósfera tanto si procede del carbón como de la biomasa. La productividad primaria neta de la tierra de la que procede la biomasa, es decir, su posterior crecimiento y secuestro de carbono tras la tala, es lo único que podría lograr el supuesto beneficio en la lucha contra el cambio climático.

Sterman *et al.*⁶³ han desarrollado un importante modelo para el análisis dinámico del ciclo de vida que rastrea las reservas y los flujos de carbono entre la atmósfera, la biomasa y los suelos, y que es extensible a múltiples tipos de tierras y regiones, y que se ha utilizado para simular la sustitución de la madera por el carbón para la generación de energía, arrojando importantes resultados que se citan a continuación y que desmienten el mito de la neutralidad del carbono.

1. La biomasa quemada para sustituir a los combustibles fósiles inyecta CO₂ en la atmósfera en el punto de combustión y durante la tala, la transformación y el transporte. Las reducciones de CO₂ atmosférico sólo pueden venir después, y sólo si se permite que la tierra talada vuelva a crecer.

2. Las eficiencias de combustión y procesamiento de la madera en la generación de electricidad son inferiores a las del carbón, por lo que el impacto inmediato de desplazar el carbón por la madera es un aumento del CO₂ atmosférico en relación con el uso continuado del carbón. Se ha creado una deuda de carbono.

3. Mientras el bosque vuelve a crecer y avanza hacia la recuperación de la deuda de carbono, el carbono en la atmósfera es mayor de lo que habría sido sin el uso de la energía de la biomasa, lo que se suma al cambio climático. Pueden producirse impactos potencialmente irreversibles antes de que se obtengan beneficios a largo plazo.

4. La quema de biomasa sólo puede ser beneficiosa a largo plazo si se permite que la zona talada vuelva a crecer hasta alcanzar toda la biomasa que tenía antes de la tala y se mantiene en ese estado. Es importante comprender que los bosques naturales tienen una alta densidad de carbono en comparación con los pastos, las tierras de cultivo, las

tierras urbanizadas y las plantaciones de árboles gestionadas. Es posible que la deuda de carbono nunca se amortice si el desarrollo, la tala no planificada, la erosión o el aumento de las temperaturas extremas, los incendios o las enfermedades (todo ello agravado por el calentamiento global) limitan el rebrote o aceleran el flujo de carbono de los suelos a la atmósfera.

5. Talar los bosques existentes y sustituirlos por especies de crecimiento rápido en plantaciones gestionadas puede empeorar el impacto climático. En Estados Unidos, por ejemplo, aunque el pino taeda crece más rápido que las frondosas y acelera la recuperación inicial de la biomasa forestal, la densidad de carbono en equilibrio de las plantaciones gestionadas resultantes es inferior a la del bosque de frondosas no gestionado. Por tanto, el carbono secuestrado en las plantaciones nunca compensa el carbono extraído del bosque original. Esto es cierto incluso si la plantación nunca se tala, y peor aún si la plantación se tala periódicamente.

6. El crecimiento de la cantidad de madera recolectada para producir energía a partir de la biomasa provoca un aumento constante de las emisiones atmosféricas de CO₂ porque la deuda inicial de carbono contraída cada año



Chimenea de una central eléctrica.
Alex Hamilton/Flickr



Astillas de madera en una central eléctrica de biomasa en EE. UU. **CANFR/Flickr**

supera lo que se reembolsa. En el ejemplo de EE. UU., el crecimiento de la industria de los pellets de madera para desplazar al carbón agrava el calentamiento global al menos hasta finales de este siglo, incluso si la industria deja de crecer en 2050.

7. El uso de biomasa leñosa en la generación de electricidad empeora el cambio climático durante décadas o incluso más, incluso cuando se utiliza un conjunto de suposiciones favorables a la madera. Relajar cualquiera de esas suposiciones empeora el impacto climático.

En conclusión, el primer impacto de la quema de biomasa para obtener energía es un aumento de CO₂, lo que agravará el calentamiento global en el período crítico hasta 2100, incluso si la madera compensa el carbón, el combustible fósil con mayor intensidad de carbono. Esto va mucho más allá de los plazos establecidos por el Acuerdo de París para la acción para 2030 y 2050.

Declarar que la energía de biomasa es neutra en carbono supone erróneamente que los bosques volverán a crecer rápidamente y compensarán por completo las emisiones de la producción y el consumo de biomasa. La suposición de neutralidad no es válida porque ignora el aumento de CO₂ de décadas a siglos causado por la quema de biomasa, y el hecho de que la quema continúa año tras año.

Otra afirmación falsa que suelen hacer los defensores de la biomasa es que los bosques que crecen en otras partes del planeta compensarán las emisiones de la quema de biomasa. Esto no es ciencia. Esos bosques estaban creciendo de todos modos, se talara o no madera y se quemara en otros lugares. El IPCC fue muy claro al respecto cuando declaró:

"La combustión de biomasa genera emisiones brutas de gases de efecto invernadero aproximadamente equivalentes a la combustión de combustibles fósiles. Para que la producción de bioenergía genere una reducción neta de las emisiones, debe compensar esas emisiones mediante una mayor absorción neta de carbono de la biota y los suelos."⁶⁴

La industria no reclama ni intenta cuantificar esa absorción adicional de carbono. Simplemente se basan en la aportación gratuita de un bosque indefinido, ignorando que cada parte del secuestro de carbono que ofrecen esos bosques ya es valiosa para eliminar carbono de la atmósfera y aumentar las reservas de carbono terrestre. No es una política sensata intercambiar el valioso almacenamiento y secuestro de carbono de los bosques por la energía procedente de la combustión de madera. Además, nadie comprueba oficialmente la suposición de que los bosques o plantaciones volverán a ser lo que eran antes. Las observaciones sobre el terreno demuestran que a menudo no es así.

7.1.2 BECCS, una tecnología no probada

La bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (BECCS) se está abriendo camino en los planes climáticos de cada vez más países, y se han celebrado numerosos acuerdos de compra de futuras compensaciones de carbono por "emisiones negativas" procedentes de proyectos BECCS. El apoyo a la BECCS despegó después de que el IPCC empezara a incluirla en sus vías de mitigación. Como señala un artículo científico, *"Sorprendentemente, incluso un escenario enmarcado como 'sostenible'... depende en gran medida de la BECCS y de una demanda de tierras asociada de casi 1 M km²",* es decir, 100 millones de hectáreas de tierra cubiertas de plantaciones dedicadas.⁶⁵

En realidad, sin embargo, es poco probable que se capturen grandes cantidades de CO₂ de la combustión de biomasa en un futuro próximo. El mayor proyecto de captura de carbono en una central de biomasa hasta la fecha fue un proyecto de demostración de Toshiba en Japón que se detuvo tras menos de cuatro meses en 2021.⁶⁶ Los mayores proyectos BECCS propuestos hasta la fecha son los de Drax (Reino Unido) y RWE (Países Bajos). Ninguna de las dos empresas ha realizado pruebas sustanciales ni tiene previsto realizar trabajos de investigación y desarrollo sobre una tecnología que no ha

sido probada a escala en lo que respecta a los gases de combustión de la biomasa (que son muy diferentes de los de las centrales de carbón). Además, tras décadas de intentos de capturar CO₂ de las centrales de carbón, sólo existen dos sistemas de este tipo en todo el mundo y ambos se han enfrentado a importantes problemas técnicos.⁶⁷

La verdadera amenaza que plantea la BECCS en lo que respecta a los bosques y la conversión de tierras en plantaciones es que las empresas utilicen con éxito las promesas de una futura captura de carbono para obtener inversiones y, sobre todo, subvenciones públicas que no podrían conseguir de otro modo. Esto es especialmente cierto en el Reino Unido y los Países Bajos, donde los gobiernos han descartado nuevas subvenciones para grandes plantas de biomasa, pero están considerando levantar esa norma para permitir el desarrollo de BECCS. La industria del carbón utilizó promesas similares de futura captura de carbono para obtener permisos para nuevas centrales en la década de 2000, con éxito en los Países Bajos. Así pues, las promesas de BECCS amenazan con convertirse en un medio para conseguir más apoyo público para las centrales de biomasa que siguen funcionando como antes.

Imagen de dron de talas para biomasa en la Columbia Británica, Canadá. Michelle Connolly pour Conservation North





Una zona que ha sido talada (cutblock), adyacente a otro cutblock de pellets planificado en Columbia Británica, Canadá. **Michelle Connolly para Conservation North**

7.2 Impacto medioambiental

7.2.1 Biodiversidad y estado de los ecosistemas forestales

La quema de biomasa leñosa en centrales energéticas a gran escala tiene varios efectos negativos sobre la biodiversidad y el estado de los ecosistemas naturales, especialmente los bosques. Como demuestran los ejemplos descritos en este documento, la expansión de la industria de la biomasa está contribuyendo a un aumento significativo de la demanda de madera. La demanda adicional conduce a la intensificación y el aumento de la tala, lo que puede contribuir a la deforestación, la degradación forestal y la conversión de bosques y otros tipos de ecosistemas naturales en plantaciones de monocultivos de árboles.

Aunque se considera que la biomasa para la producción de energía está formada por "residuos" o "desechos", a menudo constituye una parte importante, o incluso la mayor parte, de la tala. Los regímenes de tala rasa talan inevitablemente grandes cantidades de un bosque que no son adecuadas para la madera aserrada, y el flujo de ingresos derivado de estos productos de menor valor justifica el uso de este método destructivo y a menudo es una fuente importante de ingresos de la explotación. La llegada de la energía de la biomasa ha contribuido a un cambio hacia las operaciones de tala integradas y el daño asociado a la biodiversidad y los ecosistemas forestales.

Además, el término "residuos" sólo tiene sentido desde el punto de vista de su utilidad para la industria de transformación de la madera. Mientras tanto, la biomasa leñosa, que se considera un "residuo" desde el punto de vista de la posibilidad de transformarla en productos madereros económicamente viables, no tiene precio desde el punto de vista de la biodiversidad y la salud del ecosistema forestal. Por ejemplo, en la Unión Europea, los residuos de la tala se definen como "La madera que queda en el bosque tras las operaciones de tala forestal. Estos residuos suelen incluir restos leñosos procedentes de la tala final (por ejemplo, ramas, hojas, tocones, raíces, copas, corteza), árboles pequeños procedentes de operaciones de clareo y desbroce y, en general, madera de troncos no comercializable".⁶⁸ Una revisión bibliográfica llevada a cabo por el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea ha demostrado que la extracción de casi todos los tipos de residuos de la tala enumerados en esta definición está asociada al riesgo de impactos negativos sobre la biodiversidad forestal. La extracción de residuos de la tala reduce las existencias de madera muerta del bosque. Esto puede tener un impacto negativo en la población de especies saproxílicas del bosque y en la composición de su comunidad, agotar los nutrientes, reducir el carbono orgánico del suelo y, en algunos casos, reducir la productividad del ecosistema.⁶⁹

Un ejemplo que ilustra a la perfección los impactos ambientales negativos de la industria de la biomasa es Europa (principalmente la UE y el Reino Unido), donde la demanda de combustibles de madera ha sido un motor clave del aumento de la tala de madera⁷⁰ y de las importaciones de biomasa leñosa en los últimos años. Al mismo tiempo, según la Agencia Europea de Medio Ambiente, la silvicultura es la principal presión y amenaza para los valiosos hábitats Natura 2000 protegidos por la UE, de los cuales sólo una quinta parte tiene un estado de conservación favorable.⁷¹ Hay muchos ejemplos concretos del impacto negativo de la energía de la biomasa en los bosques europeos. La demanda insostenible de madera ha contribuido, entre otras cosas, a la tala de bosques antiguos en Rumanía y en zonas protegidas de Estonia y Letonia.⁷² Sin embargo, el impacto negativo de la energía de la biomasa europea en los bosques va más allá de las fronteras del continente. Como ya se ha mencionado, países europeos como Reino Unido, Países Bajos y Dinamarca importan grandes cantidades de pellets de madera de Norteamérica. La producción de pellets

exportados a Europa se ha asociado, entre otras cosas, a la tala de los bosques primarios de Canadá⁷³ y a la deforestación del sudeste de Estados Unidos (véase el recuadro siguiente).⁷⁴

Al igual que en Europa, la creciente demanda de biomasa leñosa en Asia se está traduciendo en consecuencias deplorables para los ecosistemas forestales. Las centrales eléctricas coreanas y japonesas satisfacen su creciente demanda de biomasa leñosa importando pellets de madera de Vietnam, donde se producen, entre otras cosas, a partir de madera recogida en bosques naturales y plantaciones de acacias establecidas en terrenos reconvertidos de bosques naturales.⁷⁵ Indonesia ha empezado a aplicar un programa de combustión conjunta de biomasa, que planea extender a sus centrales eléctricas de carbón en 52 ubicaciones.⁷⁶ Esto ya ha dado lugar a informes sobre una amenaza inminente de deforestación⁷⁷ y la plena aplicación del programa podría dar lugar a la conversión de hasta casi 10 millones de hectáreas de selva tropical indonesia en plantaciones energéticas.⁷⁸

Impactos en la biodiversidad de los bosques norteamericanos

Estados Unidos y Canadá se encuentran entre los tres mayores productores de pellets de madera del mundo, lo que tiene enormes consecuencias para sus bosques. Se calcula que sólo en Estados Unidos se han perdido más de un millón de acres de bosques para la producción de pellets de madera.⁷⁹

En un estudio realizado en el sur de EE. UU. se descubrió que muchas de las fábricas de pellets existentes y propuestas se encuentran en la zona de explotación de bosques naturales de frondosas de tierras bajas no protegidas. Este tipo de bosque (también conocido como bosque pantanoso) se encuentra en las llanuras aluviales a lo largo de grandes ríos y lagos y alberga muchas especies únicas de flora y fauna. En Carolina del Norte, ya se han perdido 120.000 acres de bosques de frondosas de tierras bajas a causa de la tala y la amenaza va en aumento. El mismo estudio descubrió que la zona potencial de aprovisionamiento de casi todas las fábricas de pellets propuestas incluía hábitats críticos para especies en peligro de extinción.⁸⁰

En todo Canadá, tanto los bosques boreales como los bosques templados del interior están actualmente amenazados por la tala de la industria de los pellets. La Columbia Británica (donde Drax posee siete fábricas de pellets) suministra la mayor parte del mercado canadiense de exportación de pellets de madera. También es un lugar muy conocido por sus bosques primarios,



Bosques de humedales talados en Carolina del Norte. Dogwood Alliance

hogar del caribú de bosque, una especie en peligro de extinción que depende de grandes extensiones de bosques antiguos e intactos para su supervivencia. El crecimiento de la industria de los pellets de madera está amenazando estos bosques antiguos e importantes, así como comprometiendo la supervivencia futura de animales emblemáticos como el caribú.⁸¹



Paisaje de plantaciones industriales de pinos cerca de la fábrica de celulosa de Ngodwana, Sudáfrica. **GeaSphere**

7.2.2 La expansión de los monocultivos de árboles en el Sur Global

En todo el mundo, pero especialmente en el Sur Global, la creciente demanda de biomasa está conduciendo a la expansión de plantaciones de monocultivos de árboles a gran escala. Las plantaciones de árboles son un uso de la tierra de "alto impacto" que se asemeja a la agricultura de productos básicos. Se favorecen las especies de crecimiento rápido, a menudo no autóctonas, para aumentar las tasas de rotación y los rendimientos. Sin embargo, la sustitución de ecosistemas autóctonos o el desplazamiento de tierras agrícolas por plantaciones de monocultivos tienen un elevado coste medioambiental y social.

En África, el establecimiento de plantaciones de árboles ha provocado el desplazamiento de comunidades, la pérdida de biodiversidad y una grave erosión del suelo.⁸² Los residentes locales cercanos a la planta de biomasa de Ngodwana, en la provincia de Mpumalanga, han expresado su preocupación por el elevado consumo de agua de las plantaciones de eucalipto, que han sustituido a los hábitats de pastizales autóctonos y biodiversos en algunas partes de Sudáfrica.⁸³ Los eucaliptos tienen raíces muy profundas y pueden penetrar y extraer agua subterránea hasta 60 metros en el perfil del suelo. En los meses secos, ejercen una presión increíble sobre los recursos hídricos y agravan las condiciones de sequía.

En Chile, donde la industria de la celulosa y el papel ha establecido desde hace tiempo un modelo de monocultivo de plantaciones madereras, los territorios que tienen la mayor concentración de plantaciones presentan también

los Índices de Desarrollo Humano más bajos y la peor distribución de la renta. En la región de Los Ríos, en el sur de Chile, la transformación de vastas zonas en plantaciones de eucaliptos y pinos ha provocado la pérdida de los medios de vida y la soberanía alimentaria del Pueblo Indígena Mapuche.⁸⁴ Impactos similares a escala regional han llevado a una coalición de ONG latinoamericanas a declarar que *"El modelo forestal y agrícola para la producción de Bioenergía, es una inversión centrada en la destrucción de la diversidad y de lo que somos."* y a la creación de un Día Internacional de Lucha contra los Monocultivos de Árboles.⁸⁵

En Indonesia, las "plantaciones energéticas" han surgido como una presión industrial más sobre los frágiles bosques tropicales. Las empresas de bioenergía están talando zonas forestales de gran biodiversidad y sustituyéndolas por monocultivos de árboles no autóctonos de gliricidia (*Gliricidia sepium*) para la producción de pellets de madera destinados al consumo nacional y extranjero. Las investigaciones han revelado que entre las zonas objeto de conversión se encuentran los bosques de Kalimantan, en Borneo, que albergan una de las mayores diversidades vegetales del planeta.⁸⁶ Las investigaciones predicen que las "plantaciones energéticas" que los sustituyan estarán compuestas por sólo seis especies de árboles. La pérdida de estos bosques tiene consecuencias no sólo para la naturaleza, sino también para los aproximadamente 50-70 millones de indígenas que dependen de ellos para sobrevivir.⁸⁷

Plantación de eucaliptos para la producción de carbón vegetal en el norte de Minas Gerais, Brasil. **Federica Giunta**

Carbón vegetal para la siderurgia brasileña

Brasil es el mayor productor mundial de carbón vegetal y produjo 5,2 millones de toneladas en 2017, el 90% de las cuales fueron utilizadas por la industria siderúrgica, siendo el 80% del carbón vegetal producido a partir de madera procedente de plantaciones. El sector siderúrgico es también la mayor fuente industrial de emisiones de dióxido de carbono del país.

Aproximadamente el 70% de la producción de hierro y acero de Brasil se produce en el Estado de Minas Gerais, y el sector es único porque el 34% de la producción de hierro utiliza carbón vegetal en lugar de coque mineral/carbón, y el carbón vegetal también se utiliza ampliamente en la producción de acero. Históricamente, esto se ha debido a la falta de coque mineral en Brasil y a la abundancia de bosques para producir carbón vegetal.

Las empresas siderúrgicas han realizado grandes inversiones en el establecimiento de plantaciones para asegurar la producción de carbón vegetal. En las últimas décadas, las plantaciones de eucalipto han sido responsables de tasas de deforestación dramáticas de hasta 200.000 hectáreas al año. En 2018, Brasil tenía 5,7 millones de hectáreas de plantaciones de eucalipto, y Minas Gerais sigue teniendo la mayor superficie de plantaciones del país, con el 24% (1,4 millones de hectáreas) de los eucaliptos de Brasil.

La demanda de carbón vegetal ha contribuido a la destrucción progresiva de los bosques y sabanas del bioma del Cerrado, la sabana con mayor biodiversidad del mundo, y a su sustitución por extensas plantaciones comerciales de monocultivos de árboles.⁸⁸

7.3 Impactos humanos

7.3.1 Acaparamiento de tierras en el Sur

A medida que aumenta la demanda de biomasa, también lo hace la superficie de tierra necesaria para suministrarla. En el Sur Global, las comunidades se enfrentan al acaparamiento de tierras y al desalojo forzoso de sus tierras tradicionales para convertirlas en plantaciones comerciales de árboles para la industria de la biomasa. Incluso la simple especulación sobre el aumento de la demanda de biomasa ha dado lugar a grandes adquisiciones de tierras en el Sur Global, provocando en algunos casos graves conflictos con las comunidades locales.⁸⁹

En Brasil, el acaparamiento de tierras por parte de las industrias forestales para la plantación de árboles con fines comerciales ha obligado a miles de campesinos a abandonar zonas consideradas comunes, donde pastaba el ganado y podían recolectarse otros productos silvestres. El cambio en el uso de la tierra ha provocado una pérdida de diversidad cultural y económica debido a los impactos sobre la biodiversidad, como la disminución de la

disponibilidad de plantas medicinales utilizadas por las comunidades. La pérdida de medios de subsistencia para las comunidades agrícolas ha provocado una gran reducción de la población rural y la emigración a las zonas urbanas.⁹⁰

En Ghana, la adquisición de 42.000 hectáreas de tierra en la región de Bono East por parte de la empresa noruega APSD para plantar eucaliptos ha afectado directamente a los derechos de las comunidades. La población local ha descrito cómo ahora se ve obligada a caminar enormes distancias alrededor de la zona de plantación, donde antes tenía derecho de paso, lo que supone un riesgo especial para las mujeres que recogen leña para cocinar. La propia plantación está vigilada por seguridad privada que acude a las aldeas locales para comprobar que nadie haya cazado animales en la plantación para alimentarse. Los lugareños han denunciado casos de abusos físicos, invasión de la intimidad y acoso a manos de la empresa.⁹¹

7.3.2 Efectos de la combustión y la producción de pellets en la salud

La combustión de madera en centrales energéticas libera una serie de contaminantes a la atmósfera, a niveles comparables a los de la combustión de carbón en centrales energéticas. Los principales contaminantes liberados son óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), pequeñas partículas (PM10 y PM2,5), dióxido de azufre (SO₂) y dióxido de carbono. Sin embargo, hay muchos otros y la lista completa depende del tipo de madera quemada (ya sea madera virgen o de desecho) y de cómo haya sido tratada.⁹²

Los efectos de estos contaminantes en la salud humana están bien documentados. Múltiples investigaciones han descubierto que la exposición a la contaminación atmosférica procedente de la quema de biomasa sólida provoca cáncer y enfermedades cardíacas y respiratorias. Un estudio realizado en 2018 encontró evidencia de que decenas de miles de ciudadanos de la UE mueren prematuramente cada año como resultado de la exposición a la contaminación del aire por la quema de biomasa sólida.⁹³ En 2022, la Oficina Regional de la OMS para Europa comentó que:

"La contaminación atmosférica puede afectar directamente a la salud humana por la exposición a contaminantes como las materiales particuladas (PM), pero también tiene un impacto climático, ya que algunos contaminantes atmosféricos son también contaminantes climáticos de vida corta. La combustión de combustibles fósiles y biomasa para generar energía es el mayor contribuyente a la contaminación atmosférica y la fuente de emisiones de gases de efecto invernadero. La reducción o eliminación progresiva de la combustión de combustibles fósiles y biomasa reducirá las emisiones tanto de gases de efecto invernadero como de contaminantes atmosféricos relevantes para la salud. Esto mejorará la calidad del aire para una mejor salud y reforzará los esfuerzos de mitigación del cambio climático, lo que protegerá aún más la salud a largo plazo".⁹⁴

Las personas más expuestas son las que viven cerca de las centrales, especialmente los grupos vulnerables, como

bebés, niños, ancianos y personas con problemas de salud subyacentes, como asma o cardiopatías. Las investigaciones realizadas en el Reino Unido han documentado cómo las centrales de biomasa propuestas y existentes se construyen predominantemente en zonas con altos niveles de privación social, lugares donde los problemas de salud preexistentes ya están por encima de las medias nacionales (véase más información sobre este tema en la sección 7.3.3 sobre justicia ambiental).⁹⁵

Los trabajadores también se ven impactados. Una revisión de alcance de 2018 en la Revista Nacional de Medicina descubrió que, en términos de impactos en la salud, la generación de energía con biomasa es comparable con la industria de los combustibles fósiles y tiene más implicaciones negativas para los trabajadores que el sector eólico y solar.⁹⁶



El parque de trailers Blackmon Hole, en Gloster, Mississippi, EE. UU., se encuentra a pocos metros de la planta de pellets Amite Bioenergy de Drax. The People's Justice Council

Las fábricas de pellets (que procesan madera destinada a centrales eléctricas) también perjudican la salud humana. Emiten una gama similar de contaminantes nocivos para la salud que las centrales eléctricas de biomasa, en cada etapa de la cadena de suministro.⁹⁷ En 2023, una fábrica de pellets de EE.UU. recibió un aviso de infracción

del Departamento de Calidad Medioambiental de Mississippi, acusándola de ser una fuente importante de contaminantes atmosféricos peligrosos.⁹⁸ Y no era la primera vez: en 2021, la misma fábrica de pellets, propiedad de Drax, fue multada con 2,5 millones de dólares por incumplir las normas sobre contaminación atmosférica.⁹⁹ Sus fábricas de pellets en Canadá han infringido la legislación medioambiental en 189 ocasiones y, en varios casos, los inspectores descubrieron que emitían más del doble de los límites legales de PM2.5¹⁰⁰ Por desgracia, las multas que ha recibido no compiten ante la cantidad de dinero que Drax recibe del gobierno británico en forma de subvenciones por quemar biomasa, por lo que han hecho poco por frenar la industria. Mientras tanto, los habitantes de las comunidades situadas junto a estas instalaciones dependen de bombonas de oxígeno para sobrevivir.¹⁰¹

7.3.3 Justicia medioambiental: impacto desproporcionado en las comunidades desfavorecidas

Las comunidades de justicia ambiental suelen definirse como barrios que están sometidos a una carga desproporcionada de peligros ambientales y experimentan una calidad de vida significativamente reducida en relación con las comunidades circundantes o comparables. Estas comunidades suelen estar ya en desventaja debido a una opresión sistémica.

Un ejemplo de ello es el sudeste de EE.UU., una región climáticamente vulnerable que alberga el mayor porcentaje de personas de color y la población con los ingresos más bajos de EE.UU. Aquí es donde la inmensa mayoría de las industrias de pellets de madera están optando por ubicar sus instalaciones.¹⁰²

Para dar un contexto histórico al racismo sistémico inherente en esto - el sureste de EE.UU. está formado por

la mayoría de los antiguos estados esclavistas que suministraban algodón durante la Revolución Industrial del Reino Unido. Las comparaciones cartográficas de los estados que comerciaban con algodón con los estados que actualmente comercian con pellets de madera, que también suministran al Reino Unido, son casi idénticas.

La industria se aprovecha de los altos índices de pobreza y de la desesperada necesidad de empleo. Llegan a las comunidades pobres con promesas incumplidas de prosperidad económica. En última instancia, estas comunidades nunca consiguen los puestos de trabajo ni el impulso económico que les prometieron. En cambio, la exposición a niveles peligrosos de emisiones ha provocado un deterioro de la salud medioambiental y las ha dejado mucho peor que antes.¹⁰³

Jasmine Jenkins, residente de Gloster, dans le Mississippi, se tient devant l'usine Drax Amite Bioenergy, qui a été mise en service près de sa communauté en 2014. Andy Sarjahani/Unearthed





Un camión maderero cerca de la fábrica de celulosa y la planta de biomasa de Ngodwana, en Sudáfrica. **GeaSphere**

8. Conclusión

Desde el año 2000, se ha producido una expansión masiva del sector energético de la biomasa a escala mundial. Una gran cantidad de pruebas (algunas de las cuales se han presentado aquí) documentan que este aumento de la producción y el consumo de biomasa leñosa se traduce en una escalada significativa de la presión para aumentar la cantidad de madera talada con fines energéticos, con consecuencias devastadoras para el clima, la naturaleza y las personas. No se puede permitir que se triplique aún más el suministro de biomasa leñosa para energía, lo que se supone que ocurrirá entre 2021 y 2030 según el Escenario Cero Neto de la Agencia Internacional de la Energía.

Los miembros de la Red de Acción sobre la Biomasa comparten la visión de un mundo en el que los bosques naturales prósperos desempeñen un papel significativo en la lucha contra el cambio climático y contribuyan a un futuro limpio, saludable, justo y sostenible para toda la vida en la Tierra. La quema de biomasa leñosa para la producción de energía a gran escala no puede formar parte de ese futuro por todas las razones expuestas en este informe. En su lugar, debemos proteger y restaurar los bosques naturales, reduciendo así las emisiones y eliminando el dióxido de carbono atmosférico al tiempo que apoyamos la biodiversidad, la resiliencia y el bienestar.

Súmesse al llamamiento y conviértase en miembro de la Red de Acción sobre la Biomasa:
<https://environmentalpaper.org/biomass/the-biomass-delusion/>

9. Agradecimientos

Informe elaborado por Augustyn Mikos, Peg Putt y Sophie Bastable para la Environmental Paper Network International (EPNI), de la que forma parte la Biomass Action Network (BAN).

Recogida y análisis de datos: Wolfgang Kuhlmann.

Gráficos: Paul Kimbell y Oliver Munnion.

Maquetación: Oliver Munnion

Han contribuido a la redacción del texto Almuth Ernsting, Luke Chamberlain, Katherine Eglund, Peter Riggs, Hansae Song, Eleonora Fasan, Oliver Munnion y Kwami Kpondzo.

Damos las gracias a las siguientes organizaciones, que han elaborado trabajos que se recogen en este informe: Trend Asia, Biofuelwatch, Coalición Mundial por los Bosques, Colectivo VientoSur, Civic Response, Solutions for Our Climate, Dogwood Alliance, Southern Environmental Law Centre, Natural Resource Defence Council, Stand.earth, Geosphere, Estonian Fund for Nature, Partnership For Policy Integrity, EEECHO, y Pivot Point.

También agradecemos a las más de 200 organizaciones miembros de la Red de Acción de la Biomasa (Biomass Action Network) el trabajo que están realizando para exponer los impactos de la industria de la biomasa en todo el mundo. Este informe no habría sido posible sin ustedes.

Cita sugerida: EPN Biomass Action Network (2024), Quemando la Biosfera: Mapa mundial de amenazas para el desarrollo de la energía de la biomasa, actualización de 2024.

Aviso legal: El contenido de este documento se facilita únicamente con fines informativos. EPN International tiene como objetivo concientizar y promover soluciones para la protección de la naturaleza, el clima y las personas. Este documento se ha elaborado utilizando información disponible públicamente y se ha tomado la diligencia debida para garantizar la exactitud de la información aquí presentada, pero los cambios de circunstancias posteriores a su publicación pueden afectar a su exactitud. EPN International no se hace responsable del contenido de cualquier material de terceros que pueda figurar en este documento. Para cualquier consulta, póngase en contacto con info@environmentalpaper.org.

10. Referencias

- ¹ Párrafos 28-29 y 68 de 1-/CMA.5 del CMNUCC.
- ² El 15% restante de la energía generada por la combustión de biocarburantes corresponde al biogás, los biocarburantes líquidos y los residuos municipales e industriales.
- ³ IEA, 2023, *Domestic energy production by source, World, 1990-2022*, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=DomesticProduction>, License: CC BY 4.0
- ⁴ World Bioenergy Association, 2023, *Global Bioenergy Statistics Report 2023*, <https://www.worldbioenergy.org/uploads/231219%20GBS%20Report.pdf>
- ⁵ IEA, 2023, *Electricity generation from biofuels and waste by source, World, 1990-2022*, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=WasteGenBySource>, License: CC BY 4.0
- ⁶ World Bioenergy Association, 2003 2023; Bioenergy supply globally in the Net Zero Scenario, 2010-2030, <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/bioenergy-supply-globally-in-the-net-zero-scenario-2010-2030>, Licence: CC BY 4.0
- ⁷ IEA, 2023, *Bioenergy supply globally in the Net Zero Scenario, 2010-2030*, <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/bioenergy-supply-globally-in-the-net-zero-scenario-2010-2030>, Licence: CC BY 4.0
- ⁸ IIEA 2023; Net Zero Roadmap. A Global Pathway to Keep the 1.5°C Goal in Reach. 2023 Update, https://iea.blob.core.windows.net/assets/9a698da4-4002-4e53-8ef3-631d8971bf84/NetZeroRoadmap_AGlobalPathwaytoKeepthe1.5CGoalinReach-2023Update.pdf, Licence: CC BY 4.0
- ⁹ Pörtner, H.O. et al, 2021, *IPBES-IPCC co-sponsored workshop report on biodiversity and climate change*; IPBES and IPCC, DOI:10.5281/zenodo.4782538
- ¹⁰ IEA 2023, *Bioenergy supply globally in the Net Zero Scenario, 2010-2030*, <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/bioenergy-supply-globally-in-the-net-zero-scenario-2010-2030>, License: CC BY 4.0
- ¹¹ IEA 2023; Net Zero Roadmap. A Global Pathway to Keep the 1.5°C Goal in Reach. 2023 Update, https://iea.blob.core.windows.net/assets/9a698da4-4002-4e53-8ef3-631d8971bf84/NetZeroRoadmap_AGlobalPathwaytoKeepthe1.5CGoalinReach-2023Update.pdf, License: CC BY 4.0
- ¹² IRENA 2023, *World Energy Transitions Outlook 2023*, <https://www.irena.org/Digital-Report/World-Energy-Transitions-Outlook-2023#page-0>
- ¹³ IRENA, Ibid
- ¹⁴ EPN's Biomass Action Network, 2018, *Biomass Threat Map*, <https://environmentalpaper.org/biomass/biomass-threat-map-2018/>
- ¹⁵ Own calculations based on: FAO, 2023, *Forestry Production and Trade*, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>
- ¹⁶ IEA, 2023, *Electricity generation from biofuels and waste by source, Japan, 1990-2023*, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=JAPAN&fuel=Energy%20supply&indicator=WasteGenBySource>, Licence: CC BY 4.0
- ¹⁷ IEA, 2023, *Electricity generation from biofuels and waste by source, Korea, 1995-2023*, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=KOREA&fuel=Energy%20supply&indicator=WasteGenBySource>, License: CC BY 4.0
- ¹⁸ International Trade Center, Trade Map, <https://www.trademap.org/Index.aspx>
- ¹⁹ Own calculations based on: FAO, 2023, *Forestry Production and Trade*, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>
- ²⁰ Earth Journalism, 2023, *Smoke, Mirrors, Wood Pellets: Vietnam Clears Native Forest To Supply 'Clean' Energy to Asia*, <https://earthjournalism.net/stories/smoke-mirrors-wood-pellets-vietnam-clears-native-forest-to-supply-clean-energy-to-asia>
- ²¹ Source: Data of GDVC, compiled by the research group of timber associations and Forest Trends.
- ²² <https://enplus-pellets.eu/>
- ²³ New York Times, 2022, *Europe Is Sacrificing Its Ancient Forests for Energy*, <https://www.nytimes.com/interactive/2022/09/07/world/europe/eu-logging-wood-pellets.html>
- ²⁴ United States Department of Agriculture, 2023, *Taiwan Wood Pellets Market Brief - New Environmental and Energy Priorities Realize Opportunity for 300 Million in US Pellets*.
- ²⁵ <https://biomassmagazine.com/plants/list/pellet-mill>
- ²⁶ AEBIOM, 2015, *European Wood Chips Plants - Country Analysis. BASIS - Biomass Availability and Sustainability Information System*.
- ²⁷ Japan Statistics Department, 2024, *The 97th Statistical Yearbook of Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries 令和 6 年 1 月*, <https://www.maff.go.jp/e/data/stat/97th/attach/pdf/index-1.pdf>
- ²⁸ Solutions for Our Climate, 2023, *Subsidized Deforestation: 10 Years of Biomass Power in South Korea*. <https://forourclimate.org/research/291>
- ²⁹ Natural Resources Institute Finland, Statistics Database, https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/en/LUKE/LUKE__04%20Metsa__04%20Talous__07%20Puun%20kaytto/
- ³⁰ Natural Resources Institute Finland, Ibid
- ³¹ Finish Natural Resources Institute, 2022, *Preliminary data on the greenhouse gas inventory confirm: the land use sector will be a source of emissions in 2021, forests will still remain a net sink*. <https://www.luke.fi/fi/seurannat/maatalous-ja-lulucfsektorin-kasvihuonekaasuinventaario/kasvihuonekaasuinventaarion-ennakkotiedot-vahvistavat-maankayttosektori-paastolahde-vuonna-2021-metsat-pysyvivat-edelleen-nettonieluna>
- ³² PFPI, 2022, *Burning up the carbon sink: How the EU's forest biomass policy undermines climate mitigation, and how it can be reformed*. <https://forestdefenders.eu/wp-content/uploads/2022/11/PFPI-Burning-up-the-carbon-sink-Nov-7-2022.pdf>
- ³³ Cazzaniga, N. et al., 2021, *Wood Resource Balances of European Union and Member States, European Commission, 2021*, JRC126552.
- ³⁴ FAO, 2023, *Forestry Production and Trade*, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>
- ³⁵ Biofuelwatch, *Biomasseanlagen in Deutschland*, <https://www.biofuelwatch.org.uk/biomassekarte-deutschland/>
- ³⁶ CLIMATE CHANGE 39/2023, *Projektionsbericht 2023 für Deutschland, 2023*. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11740/publikationen/2023_08_21_climate_change_39_2023_projektionsbericht_2023_0.pdf
- ³⁷ Federal Forestry Inventory, 2022, <https://www.bundeswaldinventur.de/>
- ³⁸ Camia, A., et al., *The use of woody biomass for energy production in the EU*, EUR 30548 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, ISBN 978-92-76-27866-5, doi:10.2760/428400, JRC122719.

- ³⁹ Environmental Paper Network, 2023, *How UN carbon accounting for biomass has created a biomass delusion*.
- ⁴⁰ IPCC, 2006, *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2 Energy*, <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>
- ⁴¹ IPCC, 2006, *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Volume 4. Agriculture, Forestry and Other Land use. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>
- ⁴² European Environmental Agency, 2023, *Annual European Union greenhouse gas inventory 1990 - 2021 and inventory report 2023*. Submission to the UNFCCC Secretariat.
- ⁴³ Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market.
- ⁴⁴ Eurostat, <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>
- ⁴⁵ Solutions for Our Climate, 2023, *Subsidize Deforestation: 10 Years of Biomass Power in South Korea*. <https://forourclimate.org/research/291>
- ⁴⁶ Global renewable and energy efficiency pledge, <https://www.cop28.com/en/global-renewables-and-energy-efficiency-pledge>
- ⁴⁷ Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach - 2023 Update, https://iea.blob.core.windows.net/assets/9a698da4-4002-4e53-8ef3-631d8971bf84/NetZeroRoadmap_AGlobalPathwaytoKeepthe1.5CGoalinReach-2023Update.pdf; Achieving SDG 2 without breaching the 1.5 °C threshold: A global roadmap, <https://www.fao.org/3/cc9113en/cc9113en.pdf>
- ⁴⁸ Environmental Paper Network, 2024, *Co-firing is not abatement*, <https://environmentalpaper.org/wp-content/uploads/2024/06/BAN-Briefing-Co-firing-is-not-abatement-final.pdf>
- ⁴⁹ Trend Asia, 2022, <https://trendasia.org/en/latest-research-contrary-to-government-claims-biomass-co-firing-in-indonesia-increases-greenhouse-gas-emissions/>
- ⁵⁰ Trend Asia, 2022, *Battle on emissions reduction claims*, <https://environmentalpaper.org/wp-content/uploads/2022/10/Battle-on-Emission-Reduction-Claims.pdf>
- ⁵¹ Earth Insight, 2024, *Unheeded Warnings: Forest Biomass Threats to Tropical Forests in Indonesia and Southeast Asia*, <https://earth-insight.org/report/forest-biomass-asia/>
- ⁵² Squire, Claire V et al., 2024, *The viability of co-firing biomass waste to mitigate coal plant emissions in Indonesia*, Communications Earth & Environment
- ⁵³ Triomics, 2024, *Can your money do better? Redirecting harmful subsidies to foster nature & climate resilience*. WWF European Policy Office; Solutions for Our Climate, *Global open letter: South Korea must take the lead in climate action by eliminating renewable energy certificates for biomass power*; Gareth, D. (2024). *The government's support for biomass*. Department for Energy Security & Net Zero. National Audit Office
- ⁵⁴ Harrison, T. & MacDonald, P., 2024, *Drax's BECCS project climbs in cost to the UK public*. Ember
- ⁵⁵ This section is substantially reproduced from: SFoC & EPN, 2024, *A Climate and Biodiversity Loophole: Support for Biomass Power Undermines Global Targets - a South Korea Case*
- ⁵⁶ Korea Ministry of Trade, Industry and Energy, 2023, *신 · 재생에너지 공급의무화제도 및 연료 혼합의무화제도 관리 · 운영지침*. Ministry of Trade, Industry and Energy Public Notice No. 2023-158
- ⁵⁷ International Renewable Energy Agency, 2022, *Renewable Power Generation Costs in 2022*
- ⁵⁸ Korea Energy Economics Institute, 2021, *RPS 신재생에너지원별 기술경제성 분석 및 제도 개선 연구*.
- ⁵⁹ Korea Customs Service. (n.d.). Trade statistics. [Data set]; Korea Forest Service. (n.d.). 연도별 목재펠릿 생산량.
- ⁶⁰ Solutions for Our Climate, 2024, *Global open letter: South Korea must take the lead in climate action by eliminating renewable energy certificates for biomass power*.
- ⁶¹ Mongabay, 2024. *Enviva bankruptcy fallout ripples through biomass industry, U.S. and EU*, <https://news.mongabay.com/2024/04/enviva-bankruptcy-fallout-ripples-through-biomass-industry-u-s-and-eu/>
- ⁶² Natural Resource Defence Council, 2021, *A Bad Biomass Bet: Why the Leading Approach to Biomass Energy with Carbon Capture and Storage Isn't Carbon Negative*. <https://www.nrdc.org/resources/bad-biomass-bet-why-leading-approach-biomass-energy-carbon-capture-and-storage-isnt>
- ⁶³ John D Serman et al, 2018, *Does replacing coal with wood lower CO₂ emissions? Dynamic lifecycle analysis of wood bioenergy*, Environ. Res. Lett. 13 015007
- ⁶⁴ IPCC AR5 WG III 11.13.4, 2014, *GHG emission estimates of bioenergy production systems*, https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_full.pdf p. 877
- ⁶⁵ GCB Bioenergy, Volume 13, Issue 4, 2021, *Considering sustainability thresholds for BECCS in IPCC and biodiversity assessments*, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/gcbb.12798>
- ⁶⁶ <https://www.global.toshiba/jp/news/energy/2021/09/news-20210910-01.html>
- ⁶⁷ Institute for Energy Economics and Financial Analysis, Bruce Robertson and Milad Mousavian, 2022, *The carbon capture crux: Lessons learned*. <https://ieefa.org/resources/carbon-capture-crux-lessons-learned>
- ⁶⁸ Camia, A. et al., *The use of woody biomass for energy production in the EU*, EUR 30548 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, ISBN 978-92-76-27866-5, doi:10.2760/428400, JRC122719.
- ⁶⁹ Camia, A et al., *Ibid*
- ⁷⁰ European Scientific Advisory Board on Climate Change, 2023, *Towards EU climate neutrality: progress, policy gaps and opportunities*. <https://climate-advisory-board.europa.eu/reports-and-publications/towards-eu-climate-neutrality-progress-policy-gaps-and-opportunities>
- ⁷¹ European Environment Agency, 2023, *Conservation status and trends of habitats and species*. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/maps-and-charts/conservation-status-and-trends-article-17-national-summary-dashboards-archived>
- ⁷² Estonian Fund for Nature, 2020, *Hidden inside a wood pellet*. https://media.voog.com/0000/0037/1265/files/Biomass_report_ENG%20_2020.pdf
- ⁷³ BBC, 2022, *UK power station owner cuts down primary forests in Canada*. <https://www.bbc.com/news/science-environment-63089348>
- ⁷⁴ Mongabay, 2022, *Whistleblower: Enviva claim of 'being good for the planet... all nonsense'*. <https://news.mongabay.com/2022/12/enviva-biomass-lies-whistleblower-account/>
- ⁷⁵ Earth Journalist Network, 2023, *Smoke, Mirrors, Wood Pellets: Vietnam Clears Native Forest To Supply 'Clean' Energy to Asia*. <https://earthjournalism.net/stories/smoke-mirrors-wood-pellets-vietnam-clears-native-forest-to-supply-clean-energy-to-asia>
- ⁷⁶ https://environmentalpaper.org/wp-content/uploads/2023/11/Co-firing-with-biomass-in-Indonesia_English-Version.pdf
- ⁷⁷ <https://news.mongabay.com/2024/10/revealed-biomass-company-poised-to-clear-bornean-rainforest-for-dubious-green-energy/>

- ⁷⁸ Squire, C.V. et al., 2024, *The viability of co-firing biomass waste to mitigate coal plant emissions in Indonesia*. *Commun Earth Environ* 5, 423, <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01588-0>
- ⁷⁹ Dogwood Alliance, *Impacts of Wood Pellets In the US*: <https://dogwoodalliance.org/our-work/wood-pellet-biomass/impacts-of-wood-pellets-in-the-us/>
- ⁸⁰ National Resources Defense Council, 2015, *Bioenergy Threatens the Heart of North American Wetland Forests*, <https://www.nrdc.org/sites/default/files/southeast-biomass-exports-FS.pdf>
- ⁸¹ Stand Earth, 2022, *Canada's growing wood pellet export industry threatens forests, wildlife and our climate*, https://old.stand.earth/sites/stand/files/report-canada-wood-pellet-industry-updated-01-2022_1.pdf
- ⁸² Environmental Paper Network, 2024, *African NGO's message to the timber industry on the International Day of Action on Biomass*, <https://environmentalpaper.org/2024/10/africa-ngo-letter-to-timber-industry/>
- ⁸³ Geosphere et al, 2022, *Ngodwana Biomass Energy Project: Can wood sourced from industrial timber plantations ever be sustainable?*
- ⁸⁴ Colectivo viento sur et al, 2021, *Arauco's Valdivia biomass power plant: carbon emissions and conflicts with Indigenous communities in Chile*. <https://environmentalpaper.org/wp-content/uploads/2021/11/Valdivia-case-study.pdf>
- ⁸⁵ A declaration on biomass by BAN's Latin-America working group, 2024: <https://environmentalpaper.org/2024/10/a-declaration-on-biomass-by-bans-latin-american-working-group/>; World Rainforest Movement, 2004, *International Day of Struggle Against Monoculture Tree Plantations*, <https://www.wrm.org.uy/21-september>
- ⁸⁶ Earth Insight, 2024, *Unheeded Warnings: Forest Biomass Threats to Tropical Forests in Indonesia and Southeast Asia*, <https://earth-insight.org/report/forest-biomass-asia/>
- ⁸⁷ Trend Asia and Environmental Paper Network, 2023, *Co-firing with biomass in Indonesia: Debunking Emission Reduction Claims*, https://environmentalpaper.org/wp-content/uploads/2022/11/Co-firing-with-biomass-in-Indonesia_English-Version.pdf
- ⁸⁸ Global Forest Coalition, 2020, *An investigation into the Global Environment Facility-funded project "Production of sustainable, renewable biomass-based charcoal for the iron and steel industry in Brazil"*, <https://globalforestcoalition.org/wp-content/uploads/2020/05/brazil-case-study.pdf>
- ⁸⁹ Biofuelwatch, 2014, *A new look at land-grabs in the global South linked to EU biomass policies*, <https://www.biofuelwatch.org.uk/wp-content/uploads/A-new-look-at-land-grabs-in-the-global-South-linked-to-EU-biomass-policies.pdf>
- ⁹⁰ Colectivo viento sur et al, 2021, *Arauco's Valdivia biomass power plant: carbon emissions and conflicts with Indigenous communities in Chile*, <https://environmentalpaper.org/wp-content/uploads/2021/11/Valdivia-case-study.pdf>
- ⁹¹ Civic Response, 2022, *The Impact of APSD Plantation on Communities in Atebubu*, https://www.youtube.com/watch?v=9_-MscnBTHE&t=8s
- ⁹² Biofuelwatch, 2014, *Burning wood in power stations: Public health impacts*, <https://www.biofuelwatch.org.uk/wp-content/uploads/Biomass-Air-Pollution-Briefing.pdf>
- ⁹³ Fern, 2018, *Burning biomass: the impact on European health*, <https://www.fern.org/fileadmin/uploads/fern/Documents/briefingnote%20burning%20biomass.pdf>
- ⁹⁴ WHO news release, 2022, *International Day of Clean Air for blue skies: joint efforts needed to tackle air pollution driving climate change and affecting health*, <https://www.who.int/europe/news/item/07-09-2022-international-day-of-clean-air-for-blue-skies--joint-efforts-needed-to-tackle-air-pollution-driving-climate-change-and-affecting-health>
- ⁹⁵ Biofuelwatch, 2013, *Biomass chain of destruction*, <https://www.biofuelwatch.org.uk/wp-content/uploads/Chain-of-Destruction-online.pdf>
- ⁹⁶ Freiber et al, *Int J Environ Res Public Health*, 2018, *The Use of Biomass for Electricity Generation: A Scoping Review of Health Effects on Humans in Residential and Occupational Settings*, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5858423/>
- ⁹⁷ Tran et al., *Renewable Energy* volume 219, 2023, *Emissions of wood pelletization and bioenergy use in the United States*, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.119536>; Southern Environmental Law Centre and partners, 2024, *Pellet Mill Community Impact Survey*, https://www.southernenvironment.org/wp-content/uploads/2024/10/Biomass_Report_0924_F.pdf?utm_source=brevio&utm_campaign=Monthly%20Bulletin%20BAN&utm_medium=email
- ⁹⁸ The Guardian, 29 May 2023, *Drax-owned wood pellet plant in US broke air pollution rules again*, <https://www.theguardian.com/business/2023/may/29/drax-owned-wood-pellet-plant-in-us-broke-air-pollution-rules-amite-bioenergy-mississippi-emissions-limits>
- ⁹⁹ BBC, 2021, *UK-owned pellet plant in US fined \$2.5m over air quality breaches*, <https://www.bbc.com/news/uk-england-york-north-yorkshire-56130166>
- ¹⁰⁰ Land and Climate Review, May 2024, *Drax's pellet mills violated environmental law 189 times in Canada*, <https://www.landclimate.org/drax-mills/>
- ¹⁰¹ The Intercept, 2024, *The Dirty Business of Clean Energy: The U.K. Power Company Polluting Small Towns Across the U.S*, <https://theintercept.com/2024/09/30/drax-wood-pellet-energy-air-pollution/>
- ¹⁰² Greenpeace, 2022, *Drax accused of driving 'environmental racism' after further pollution claims against wood pellet mills in US deep south*, <https://unearthed.greenpeace.org/2022/09/26/drax-accused-environmental-racism-further-pollution-claims-against-wood-pellet-mills-us/>
- ¹⁰³ Southern Environmental Law Centre and partners, 2024, *Pellet mill community impact survey*, https://www.southernenvironment.org/wp-content/uploads/2024/10/Biomass_Report_0924_F.pdf