

# INFORME FINAL

## HOJA DE RUTA DE TECNOLOGÍAS CON BASE EN RESIDUOS DE BIOMASA PARA GENERACION DE ENERGIA TÉRMICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL EN COSTA RICA AL 2030



Septiembre 2017

# RESUMEN EJECUTIVO

## 1. La Hoja de Ruta Tecnológica contribuye con la política energética de Costa Rica

El Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE), por medio de la Secretaría de Planificación del Sub-Sector Energía (SEPSE), en el contexto de implementación del VII Plan Nacional de Energía (PNE) 2015-2030, ha desarrollado el Proyecto de Elaboración de Hojas de Ruta Tecnológica (HRT) de Energía Renovable para Aplicaciones de Calentamiento.

La implementación de este proyecto tiene el apoyo del Proyecto de Mecanismos y Redes de Transferencia de Tecnologías relacionadas con el Cambio Climático en América Latina y el Caribe que apoya el Fondo Mundial del Medio Ambiente (GEF por sus siglas en inglés). Dicho proyecto es apoyado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y facilitado a nivel regional por la Fundación Bariloche. Se ejecuta desde octubre de 2016 y hasta septiembre de 2017, con la facilitación técnica del Consorcio Energía y Medio Ambiente (EMA), Cámara de Industrias de Costa Rica (CICR) y Chirripó Consultores.

El país cuenta con una política orientada al desarrollo energético sostenible y bajo en emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), para lo que ha establecido varios objetivos para potenciar las esferas de diversificación y el fortalecimiento de la seguridad energética, así como para el escalamiento de aplicaciones de las energías renovables en el país, entre otros.

Por largo tiempo y de manera consistente, se ha venido apoyando el desarrollo de las energías renovables, hecho que es reconocido a nivel internacional. Al igual que en todo el mundo, se enfrentan desafíos económicos, sociales y ambientales, que se están gestionando dentro del sector energético con miras a generar condiciones habilitantes para estas energías.

La HRT desarrollada es un plan estratégico que apoya la planificación energética y su propósito es servir de orientación para el escalamiento de las tecnologías en base a residuos de biomasa para generación de energía térmica en el sector industrial, así como generar un espacio de concertación e integración entre los actores clave a ser involucrados en dicho despliegue tecnológico hacia el 2030.

## **2. Un enfoque en las oportunidades de ahorro de energía y beneficios ambientales y climáticos**

La presente HRT se centra en tecnologías con base a residuos de biomasa para la generación de energía térmica y su aplicación en el uso final de calor de proceso en el sector industrial al 2030. Dentro de estas tecnologías se consideran aquellas que siguen sendas de conversión energética, tanto termoquímica (combustión, gasificación, entre otras) como bioquímica (biodigestión) de la biomasa residual; las tecnologías de preparación y tratamiento de los residuos de la biomasa y de acarreo de energéticos, así como tecnologías de logística apropiadas orientadas a fortalecer las relaciones entre oferta y demanda de residuos de biomasa para calor de proceso en la industria.

El interés principal de esta HRT se centra en la sustitución de combustibles fósiles por biomasa para la generación de calor de proceso en el sector industrial, con el objeto de lograr ahorros de la factura de importaciones de dichos combustibles, así como alcanzar beneficios ambientales derivados de un mejor manejo de los residuos de la biomasa y reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyan a la mitigación del cambio climático a la cual el país se ha venido comprometiendo.

## **3. De un proceso de construcción participativa a una plataforma para las acciones de implementación**

El proceso de construcción de la HRT se ha fundamentado principalmente en la guía de la Agencia Internacional de la Energía (IEA por sus siglas en inglés), que se ha realizado con la participación de un Comité Superior, integrado por mandos altos de instituciones gubernamentales; y un Comité de HRT, en el que participaron actores clave y expertos temáticos de diversos sectores relacionados con el objetivo de ésta. La Secretaría de Planificación del Sector Energía (SEPSE) del MINAE participa en todas los ámbitos y actividades del proceso, así como en la coordinación directa de acciones con el equipo facilitador.

La dinámica de construcción de la HRT ha sido inclusiva y participativa, con múltiples y diversos actores, con varios objetivos, entre ellos i) la obtención y validación de información, ii) la integración de las diversas perspectivas así como el involucramiento y el compromiso de éstos para con el proceso y los productos resultantes del mismo, iii) el fomento de las alianzas público-privadas y académicas, iv) así como lograr la apropiación de los objetivos con miras a la implementación futura de la HRT.

En la Fase I se realizó la planificación y preparación de la HRT con los siguientes hitos principales:

1. El establecimiento del Comité Superior y del Comité de Hoja de Ruta Tecnológica, de forma inclusiva y participativa entre los actores clave, tanto de forma inter institucional como inter sectorial.
2. La definición del estado de situación de las tecnologías de conversión energética de la biomasa en Costa Rica, desde tres perspectivas:
  - a. Tecnologías.
  - b. Mercados conexos.
  - c. Políticas y elementos normativos habilitantes.

En la Fase II se construyó la visión del despliegue de las tecnologías relevantes hacia el 2030, que conllevó un trabajo conjunto con el Comité de Hoja de Ruta Tecnológica por medio de diversas sesiones de trabajo destinadas a concertar:

1. La definición de una visión y sus objetivos estratégicos.
2. La definición de escenarios cuantitativos de impacto.
3. La determinación de los beneficios energéticos y climáticos derivados del despliegue propuesto por las tecnologías.

En la Fase III se determinaron:

1. Las principales barreras al despliegue de las tecnologías.
2. Los cursos de acción y las actividades en distintos plazos al 2030.
3. Los flujos de inversión requeridos.
4. Los indicadores de seguimiento de la HRT y la definición inicial del modelo de gestión institucional.

#### **4. ¿Dónde estamos con respecto a la utilización de la biomasa para usos de calor industrial?**

La biomasa tiene una participación cercana al 16,4% en el Balance Energético de Costa Rica del 2015, con una contribución de la leña del orden del 6,5% y los residuos de la biomasa y los biodigestores del orden de 9,9%.

Con base a la información extraída de la Encuesta de Consumo de Energía del Sector Industrial del 2012, este sector representa cerca del 11% del consumo de los derivados de petróleo y la biomasa contribuye en aportar cerca del 49% de la demanda energética para calor de proceso en el sector.

En cuanto al inventario, existen en la actualidad unas 119 calderas en el sector industrial que utilizan biomasa, concentrándose la mayoría en agroindustrias que utilizan sus mismos residuos para la generación de vapor como pueden ser la industria azucarera, y de palma africana entre otras.

El estado de situación de las tecnologías en el país es presentado desde tres ópticas principales: situación de la oferta de tecnologías, características de los mercados conexos, y políticas y marcos habilitantes existentes para el desarrollo de la bioenergía de calor de proceso.

En lo que a la situación de las tecnologías en Costa Rica se refiere, muchas de las tecnologías de conversión energética de la biomasa todavía necesitan de un mayor desarrollo en su camino de innovación para poder ser totalmente competitivas en relación a los combustibles fósiles. La innovación es una excelente manera de capturar valor económico y crear empleos por medio del desarrollo de las cadenas de valor de estas tecnologías.

A continuación, se presenta un vistazo general resumido del estado de situación:

##### ***Hay una oferta tecnológica en desarrollo, limitada al sector agroindustrial***

Hay variedad de tecnologías y sendas de conversión energética de los residuos de biomasa para calor de proceso en diversos estados de madurez de comercialización y utilización.
La baja eficiencia en la conversión final, así como la obsolescencia son características comunes en el parque tecnológico de equipamientos de conversión energética de la biomasa en la industria.
Es débil la representación de tecnologías en los rangos de escalas más pequeños de los usuarios de calor de proceso (generalmente por debajo de los 100 caballos de vapor), así como en dispositivos con capacidad de manejar diversos tipos de combustibles de la biomasa.

**La cadena de valor agregado requiere de una mayor vinculación entre la oferta y la demanda**

La cadena de valor agregado tiene al menos 6 eslabones de importancia y está siendo articulada principalmente hacia la conversión energética moderna por un número pequeño de empresas de valor agregado a la oferta de combustibles. La oferta de biomasa para conversión energética está dispersa y la capacidad de gestión es débil. La oferta de biomasa tratada y apta para conversión está en manos de muy pocas empresas y eso puede generar debilidad en la cadena. Esta tiende a ser ofertada solo por dos tipos de combustibles de la biomasa: pellets y chips de madera.
Los consumidores de calor de proceso por medio de vapor vía calderas, así como de otras tecnologías de uso final como hornos y secadoras están claramente identificados; así como sus preferencias establecidas hacia los combustibles fósiles.
El país ha venido desarrollando y mejorando sus capacidades de entendimiento de la oferta de biomasa por medio de inventarios de los residuos, pero existen vacíos importantes en la valoración de esta oferta desde perspectivas como la seguridad del suministro, su estacionalidad, la formación de precios de la biomasa como combustible comercial, entre otros.
Existe un nivel importante de penetración de la biomasa en aplicaciones de calor de proceso en la industria, pero está concentrada en aquella agroindustria generadora de sus propios residuos; habiendo apenas algunas pocas experiencias de sustitución en otras tipologías de industrias.
Hay diversidad de instrumentos de financiamiento para proyectos de sustitución de combustibles y hay interés en la banca del país para su consideración, pero su acceso continúa presentando retos a los desarrolladores de proyectos.

**Hay oportunidades de mejoramiento en las políticas y marcos habilitantes**

Se ha venido desarrollando un marco de políticas de apoyo a las energías renovables y a la sostenibilidad energética en general, pero dicho marco no es específico en cuanto a políticas orientadas a los usos finales de la energía y mucho menos las renovables en aplicaciones de calentamiento en diversos sectores.
El VII Plan Nacional de Energía 2015-2030 tiene algunas orientaciones para la consideración de la contribución de la bioenergía en la diversificación de la matriz energética, en la generación eléctrica, su uso en el transporte y la sustitución de combustibles fósiles.

## Las barreras relevantes por superar: *pilares en la definición de objetivos estratégicos*

Las principales barreras identificadas para el escalamiento de las tecnologías son:

Inexistencia de mercados de demanda para acarreadores energéticos derivados de la biomasa.
Desconfianza en un suministro confiable y estandarizado de combustibles derivados de la biomasa.
Dispersión y vacíos de información en diversos niveles de los eslabones de las cadenas de valor agregado.
Desvinculación entre la oferta de biomasa y los potenciales demandantes de combustibles para calor de proceso industrial.
Dispersión territorial y temporal de la biomasa, así como desafíos en la integración de la seguridad energética de la oferta de nuevos acarreadores energéticos de la bioenergía.

7

## 5. *La visión de futuro para el aprovechamiento energético de la biomasa*

La configuración de la Visión de la HRT es el proceso de análisis de escenarios futuros y la identificación de objetivos que definen la vía deseada para el despliegue de las tecnologías que la HRT prevé hacia el 2030. La visión define el estado futuro deseado del escalamiento de las tecnologías de energía renovables relevantes incluidas en la HRT.

Para llegar a esta definición se tomaron como puntos de referencia los estados situacionales, el establecimiento y análisis de las tendencias e incertidumbres con base a metodologías de desarrollo de escenarios, y las aspiraciones de los actores clave involucrados. Sobre este fundamento se formularon los objetivos estratégicos, y las proyecciones cuantitativas de escenarios de despliegue tecnológico de la HRT.

La HRT arribó a dos preguntas fundamentales a ser respondidas para lograr el escalamiento de las tecnologías de conversión energética de la biomasa para calor de proceso industrial a ser consideradas:

- ¿Cómo lograr el fortalecimiento de las cadenas de valor agregado y los procesos tecnológicos de la bioenergía en el país?
- ¿Cómo fortalecer la capacidad de gestión del Estado como facilitador apoyando la innovación, alianzas, sinergias necesarias para el impulso de la bioenergía en aplicaciones de calor de proceso en el sector industrial?

Se elaboró una síntesis de la visión fundamentada en una interpretación actualizada de la realidad energética de Costa Rica, así como en los supuestos de una concertación de interesados, de una fuerte gestión institucional facilitadora, el aporte de la academia y la iniciativa del sector privado. de la siguiente forma:

### Visión de Futuro 2030

***“En el 2030, se han establecido las condiciones habilitantes y se han desarrollado las innovaciones requeridas, que resultan en el mejor aprovechamiento de la biomasa, tanto para solucionar necesidades energéticas de calor de proceso, como para otros usos.”***

8

## **6. El despliegue tecnológico de la HRT contribuye con el desarrollo sostenible de Costa Rica**

La visión de la HRT se materializa en el establecimiento de escenarios de despliegue tecnológico para el aprovechamiento térmico de la biomasa en el país en el sector industrial. Los impactos esperados de la HRT al 2030 incluyen:

El aumento de la contribución de la biomasa al Balance Energético Nacional pasará de 18.000 TJ actuales a 26.000 TJ anuales en el 2030.

El aumento de la contribución de la biomasa en la generación de calor de proceso industrial pasa de suplir actualmente  $\frac{2}{3}$  a cerca de  $\frac{3}{4}$  de dicha demanda energética proyectada, lográndose pasar de la situación actual de unas 120 calderas que usan biomasa hasta cerca de 240 calderas en distintas tipologías de calderas del país de acuerdo a sus clasificaciones

Se habrán desarrollado al menos 20 proyectos adicionales de biodigestión de biomasa biodegradables en industrias grandes del país.

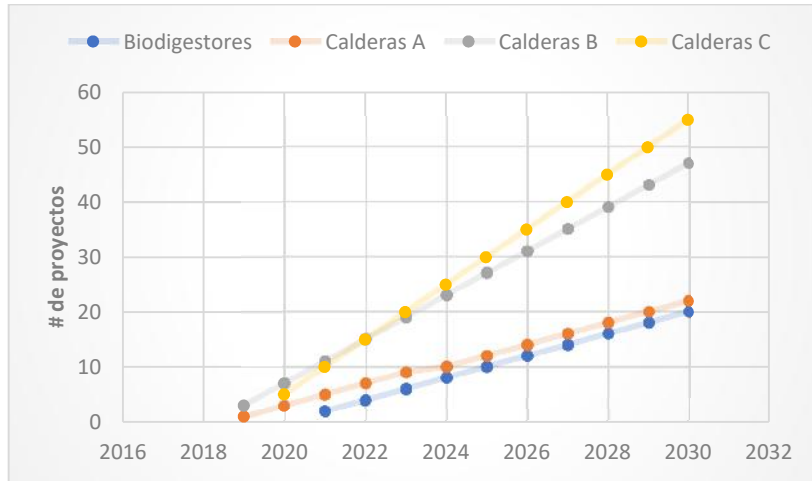
Se habrán movilizado inversiones por US\$ 235,3 millones de los cuales un 63% sería en nuevos equipamientos de calderería, un 18,5% sería en biodigestores y el restante 18,5% sería en equipamientos de tratamiento y preparación de la biomasa.

Se habrán ahorrado acumulativamente hasta 17.038 TJ por desplazamiento de combustibles fósiles en la matriz energética.

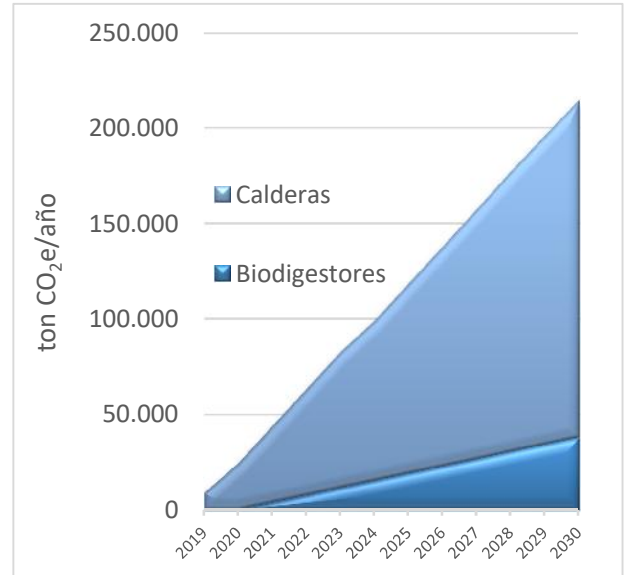
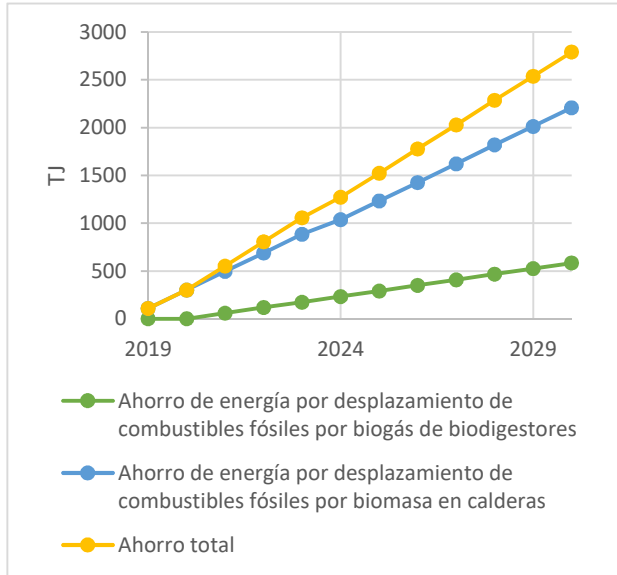
Se habrán reducido 1.321.311 toneladas de CO<sub>2e</sub> de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por desplazamiento de combustibles fósiles de hoy al 2030.



Los impactos de la HRT al 2030 aparecen referenciados en relación a cantidades de proyectos facilitados, ahorros de energía por desplazamiento de combustibles fósiles y reducciones de GEI.



Números de proyectos de sustitución energética en la industria estimulados por la HRT (para biodigestores y calderas clasificadas de acuerdo a tipo A: grandes, tipo B: medianas, tipo C: pequeñas)



Ahorro de energía asociado al despliegue de tecnologías de biomasa

Reducciones de emisiones de GEI esperadas

## **7. Lineamientos que guían la acción para el escalamiento de las tecnologías**

La acción de la HRT de bioenergía para calor de proceso industrial plantea los siguientes objetivos estratégicos en respuesta a las barreras identificadas:

<b>Objetivos estratégicos</b>	
1.	Fortalecer la gobernanza para gestionar efectivamente la HRT
2.	Desarrollar condiciones habilitantes para el desarrollo de mercados de oferta y demanda para aplicaciones de bioenergía en calor de proceso industrial, mediante la mejora de políticas, normativas y marcos reguladores
3.	Establecer y fortalecer mecanismos de apoyo financiero para impulsar la industria de biomasa
4.	Establecer y fortalecer mecanismos de apoyo técnico para incrementar la competitividad, productividad e innovación de la industria de la biomasa en el país
5.	Fortalecer la investigación, desarrollo y demostración de tecnologías para lograr el escalamiento de aplicaciones tecnológicas
6.	Promover buenas prácticas para generar cambios culturales



La HRT propone la generación de un efecto demostrativo, mediante algunos proyectos demostrativos o piloto, que contribuyan a establecer los ecosistemas de innovación y productividad requeridos tomando en cuenta elementos que permitan extrapolar escalas comerciales, una orientación adecuada a segmentos de oferta y demanda significativos y viables, y que permitan abordar los retos de financiamiento adecuadamente.

Entre éstos se pueden considerar proyectos dirigidos a la biodigestión de residuos de piña, proyectos de recolección-logística-preparación de residuos de campo, y de generación de calor de proceso de pequeña escala con biomasa en industria, comercio y servicios para agua caliente.

### ***8. El proceso de HRT requiere de una gestión efectiva que promueva alianzas, articulación y sinergias para lograr los objetivos propuestos***

La HRT se propone el desarrollo de ecosistemas de innovación, que consideren el impulso de las tecnologías, la generación de demandas, y el desarrollo de mecanismos habilitadores.

Dada la complejidad e integralidad de la HRT, así como del entorno en que operará, la gestión efectiva requiere de la instalación formal de un sistema inter institucional fundamentado en alianzas y vínculos operativos para el trabajo común y diferenciado. La gestión y operación de esta HRT se fundamenta en el trabajo integrado entre instituciones y entre sectores público, privado, academia y cooperantes nacionales e internacionales.

Por esta razón, el modelo de gestión es uno de los elementos clave, caracterizado por la dinámica que generen los responsables de la HRT en cuanto a coordinación de acciones, acuerdos, integración de actores clave y sinergia.

En los últimos años se observa en el país una positiva tendencia a la integración inter institucional para asumir de manera sistémica diversos objetivos que requieren de la integralidad y sistematicidad. Esta HRT se origina en el sub sector energía, pero no se puede asumir solo sectorialmente sino a nivel nacional mediante acciones combinadas.

La HRT, como instrumento coadyuvante a la planificación, no es vinculante por sí misma, además de acuerdos y gestión conjunta inter institucional, es relevante fortalecer su intencionalidad mediante una política pública específica y su integración en la política energética general del país.

## ***El camino empieza con los primeros pasos***

En el contexto de este modelo de gestión y del estado de situación descrito en la HRT, las acciones de corto plazo recomendadas son:

1. Los responsables de la rectoría y ejecución de esta Hoja de Ruta Tecnológica tienen la oportunidad de aprovechar los vínculos y sinergias ya iniciados, para fortalecer su gestión y dar impulso al proceso de despliegue de las tecnologías.
2. Aprovechar la dinámica generada durante la construcción de la HRT para continuar con los comités -superior y específico (técnico)- o establecer un comité interinstitucional ampliado con participación intersectorial, que podría usar la figura de una Comisión Interinstitucional de Gestión, en el Marco de la Política Nacional de Desarrollo Productivo.
3. Establecer las alianzas, vínculos, articulaciones y acuerdos inter institucionales e intersectoriales para la operación conjunta en el entorno de la HRT.
4. Presentar la HRT a diversas fuentes de recursos de la cooperación y financiamiento internacional, incluyendo fondos climáticos, fundamentándose en los beneficios que se generarán.
5. Convocar a la academia y a los actores involucrados para concertar una agenda de investigación e innovación, adecuada a necesidades de la HRT.
6. Elaborar un plan operativo.

El desarrollo y la implementación de esta hoja de ruta demuestran, una vez más, la visión de futuro y el liderazgo de Costa Rica para definir caminos que permitan profundizar en el balance entre desarrollo económico y sostenibilidad. El apoyo al escalamiento de las tecnologías de conversión de la biomasa para suplir calor de proceso en la industria será sin duda una contribución importante para el continuo desarrollo de las energías renovables y sus cadenas de valor en el país.