

CO-T1501-P006

Estudio para diseñar una estrategia de mediano y largo plazo orientada a promover la gestión y aprovechamiento sostenible de los residuos asociados a instalaciones fotovoltaicas y vehículos eléctricos en Colombia

Producto 6 – Capítulo 5: Estrategias de mediano y largo plazo



IDOM



CONTENIDO

INDICE DE TABLAS	3
INDICE DE FIGURAS	4
2 INTRODUCCIÓN	5
2.1 CONTEXTO DE LA ESTRATEGIA	5
2.1.1 <i>Objetivos de Desarrollo Sostenible – Agenda 2030</i>	6
2.1.2 <i>Otros documentos de Política Pública</i>	9
2.1.3 <i>Referentes de iniciativas de gestión de residuos de instalaciones fotovoltaicas y vehículos eléctricos</i>	16
2.2 PÚBLICO OBJETIVO	16
2.3 METODOLOGÍA	17
2.4 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO	18
3 MARCO CONCEPTUAL.....	19
3.1 DEFINICIONES	19
4 DIAGNÓSTICO.....	21
5 VISIÓN	24
5.1 OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA	24
5.1.1 <i>Objetivos Específicos</i>	24
6 LÍNEAS DE ACCIÓN, INDICADORES Y METAS	25
6.1 INDICADORES Y METAS.....	25
6.2 LÍNEAS DE ACCIÓN.....	25
6.2.1 <i>Líneas de acción para Instalaciones fotovoltaicas</i>	26
6.2.2 <i>Línea de Acción para Vehículos Híbridos y Eléctricos</i>	34
7 GOBERNANZA.....	42
8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
9 BIBLIOGRAFÍA.....	45

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Componentes estratégicos de la Política Nacional de Cambio Climático relacionado con la generación de energías renovables no convencionales	10
Tabla 2. Componentes estratégicos de la Política Nacional de Cambio Climático relacionado con infraestructuras y vehículos eléctricos	13
Tabla 3. Componentes estratégicos de la Estrategia Nacional de economía circular relacionados con la generación de residuos a partir de instalaciones fotovoltaicas	15
Tabla 4. Línea de acción 1: Reglamentación de la gestión ambiental de los residuos de instalaciones fotovoltaicas ...	26
Tabla 5. Línea de acción 2 Fomento de cadenas de valor y modelos de negocio enfocado al aprovechamiento de residuos de instalaciones fotovoltaicas.	28
Tabla 6. Línea de acción 4 Desarrollo de infraestructuras y cadenas logísticas con enfoque multi-actor.....	29
Tabla 7. Línea de acción 4 Gestión del conocimiento de actores involucrados, fomentando la Investigación, formación y desarrollo	31
Tabla 8. Línea de Acción 1: Reglamentación relacionada a pilas, acumuladores y sus residuos en relación con los vehículos híbridos y eléctricos	34
Tabla 9. Línea de Acción 2: Fomento de cadena de valor y modelos de negocio enfocado al aprovechamiento de residuos de baterías de los vehículos híbridos y eléctricos.....	36
Tabla 10. Línea de Acción 3: Desarrollo de infraestructuras de residuos de baterías de los vehículos híbridos y eléctricos	37
Tabla 11. Línea de Acción 4: Gestión del conocimiento de actores involucrados, fomentando la investigación, formación y desarrollo.....	39
Tabla 12. Desarrollo de incentivos que promuevan procesos de cambio en todos los actores involucrados	40
Tabla 13. Responsables institucionales por línea de acción	42

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. ODS 7 – Indicadores nacionales, línea base y metas trazadas	6
Figura 2. ODS 9 – Indicadores nacionales, línea base y metas trazadas	7
Figura 3. ODS 11 – Indicadores nacionales, línea base y metas trazadas	8
Figura 4. Indicadores Nacionales, línea base y metas trazadas	9
Figura 6. Línea de tiempo de la Economía Circular en Colombia	14

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Contexto de la Estrategia

Por medio de la Ley 1715 de 2014, el Gobierno Nacional de Colombia estableció el marco legal y los instrumentos para la promoción, desarrollo y utilización de las fuentes no convencionales de energía, en especial las de carácter renovable y la gestión eficiente de energía. Una de las finalidades de esta Ley es la de establecer criterios y principios para dotar de certidumbre y estabilidad al desarrollo sostenible de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER).

De acuerdo con el Plan Energético Nacional (UPME, 2021), Colombia cuenta con una generación de energía eléctrica con una capacidad instalada igual a 17.149 MW, de los cuales el 68% corresponden a capacidad hidráulica y el 30% a térmica. En el corto plazo se espera la adición de 1.339 MW de capacidad en fuentes no convencionales de energías renovables (solar y eólica). Puntualmente el Plan de Expansión de Generación 2020-2034 identifica un requerimiento de generación solar para el 2034 en el rango de 1.308 MW a 4.662MW, no obstante, a la fecha la se cuenta con solicitudes de conexión aprobadas de proyectos de este tipo por cerca de 12.000 MW.

En cuanto a vehículos eléctricos, en 2019 con el fin de orientar al país hacia la carbono-neutralidad, el Gobierno Nacional expidió la Ley 1964 de 2019, cuyo objetivo es generar esquemas de promoción de vehículos eléctricos y de cero emisiones, para contribuir a la movilidad sostenible y a la reducción de emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero. Para efectos de su aplicación, se formuló la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica, cuyo objetivo es definir las acciones que permitan acelerar la transición hacia la movilidad eléctrica, teniendo como meta la incorporación de 600.000 vehículos eléctricos a 2030 y para ello una de las principales acciones de la estrategia consiste en desarrollar instrumentos técnicos y tecnológicos para la disposición de vehículos eléctricos y sus componentes.

La fabricación y el consumo de aparatos eléctricos y electrónicos aumentan como consecuencia del actual modelo socioeconómico de crecimiento ilimitado y de consumo, de la mano de los avances tecnológicos que se presentan en diferentes campos (entretenimiento, comunicaciones, medicina, etc.). La rápida innovación tecnológica y la reducción del tiempo de vida de los aparatos contribuyen a que estos residuos sean una de las corrientes de mayor crecimiento en el mundo, tanto en los países industrializados como no industrializados, con una tasa de crecimiento anual y global del 5%. En Colombia, la generación de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) domésticos en el 2014 se estimó en 252.000 toneladas, equivalente a 5,3 kg por habitante (Baldé, Wang, Kuehr, & Huisman, 2015).

Así mismo, los RAEE son residuos complejos para su gestión, debido a que incluyen una gran variedad de aparatos utilizados tanto en el ámbito del consumo masivo (hogares, empresas e instituciones) como de la industria; además, la composición de estos residuos varía ampliamente según cada tipo de aparato y puede contener tantos materiales recuperables convertibles en potenciales recursos, como también sustancias peligrosas que requieren de un manejo adecuado. La presencia de metales pesados, contaminantes orgánicos persistentes, retardantes de llama y otras sustancias peligrosas que se pueden encontrar en los RAEE constituyen un riesgo para la salud humana y el ambiente si estos residuos no se gestionan adecuadamente. La contaminación ambiental que resulta de la extracción inapropiada de los materiales aprovechables de los RAEE, puede conducir a exposiciones indirectas de las personas que habitan o permanecen en los alrededores de los sitios de manipulación de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos por medio de la contaminación del suelo, el aire y el agua.

En 2017 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) formuló la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, en donde se recogen los principios, objetivos, componentes y acciones establecidos por la Ley 1672 de 2013¹ y tiene en consideración la situación y las dinámicas de los RAEE en Colombia y el mundo. La política tiene como objetivo general promover la gestión integral de los RAEE, armonizando las acciones

¹ Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones.

de los diferentes actores involucrados, las políticas sectoriales y fortaleciendo los espacios de coordinación institucional y de participación ciudadana, para contribuir al desarrollo sostenible, para ello cuenta con un Plan de Acción a 15 años.

A pesar de los esfuerzos anteriores, tanto la Ley como la Política Nacional no hacen referencia directa a los residuos asociados a vehículos eléctricos e instalaciones fotovoltaicas, de ahí la necesidad de contar con una Estrategia Nacional para su correcta gestión, aprovechamiento y disposición final.

1.1.1 OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE – AGENDA 2030

En 2015, todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas aprobaron 17 Objetivos como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en la cual se establece un plan para alcanzar los objetivos en 15 años. Con el fin de dar cumplimiento a dichos objetivos Colombia ha desarrollado el documento CONPES 3918², este documento es un punto de referencia en la formulación de lineamientos de políticas que están bajo el liderazgo del Gobierno Nacional, así como un referente para la definición de estrategias de trabajo en el marco del cumplimiento de la Agenda 2030. (Departamento Nacional de Planeación, 2018)

Para efectos de este documento, se analizaron únicamente los ODS que se relacionan con residuos de instalaciones fotovoltaicas y vehículos eléctricos. Por lo que brevemente, se describen los avances según el informe anual de la implementación de ODS en Colombia (DNP, Departamento Nacional de Planeación, 2021), los indicadores establecidos y los retos existentes. La identificación de esta información permite establecer una relación entre las líneas de acción propuestas que sumaran al cumplimiento de estos objetivos directa e indirectamente.

1.1.1.1 ODS 7 – Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna

Este objetivo promueve el asegurar el acceso a la energía de manera sostenible, lo que implica evitar impactos ambientales negativos de principio a fin en los procesos relacionados con la obtención de energía.

Para el año 2018 el cumplimiento a la meta relacionada con cobertura energética en Colombia se encontraba en 97,2%, tal y como se puede observar en la siguiente figura, si bien se ha avanzado notablemente, tal y como se observa en los indicadores de cumplimiento, continua la necesidad de una disponibilidad energética del 100% y no solamente se trata de garantizar el servicio, sino que este debe ser sostenible. Entendiendo lo anterior y que las instalaciones fotovoltaicas (IF) tienen la capacidad de atender las necesidades energéticas de zonas no interconectadas (ZNI), así como las proyecciones de generación energética con esta tecnología, puede inferirse que las IF facilitarían la ampliación de esa cobertura, por lo cual se debe garantizar la adecuada gestión de residuos que surgirán de estas instalaciones fotovoltaicas, tanto las instaladas como las que se instalarán a futuro.

En la siguiente figura se muestran los indicadores nacionales, línea base y metas trazadas del ODS 7, posteriormente se presenta su relación con el uso de instalaciones fotovoltaicas para su cumplimiento.

Figura 1. ODS 7 – Indicadores nacionales, línea base y metas trazadas



Indicador nacional: cobertura de energía eléctrica (% de viviendas)

Línea base (2015): 96,9 %
(13.568.357 usuarios)

Meta nacional a 2018: 97,2 %
(13.595.192 usuarios)

Meta nacional a 2030: 100 %

² Estrategia para la Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia

Fuente: (Departamento Nacional de Planeación, 2018)

1.1.1.2 ODS 9 – Construir Infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación

Este objetivo busca generar empleos e ingresos a través de la industrialización inclusiva y sostenible, articuladamente con la innovación e infraestructura a través de la promoción de nuevas tecnologías, facilitar el comercio internacional y permitir el uso eficiente de los recursos. La innovación y el progreso tecnológico son claves para descubrir soluciones duraderas para los desafíos económicos y medioambientales, como el aumento de la eficiencia energética y de recursos. Adicionalmente este objetivo hace referencia a infraestructuras de comunicaciones, en donde el 96,5% de la población tenía cobertura de red, como mínimo, 2G. (Naciones Unidas, 2015).

Las industrias del reciclaje puesto que son un importante empleador a nivel mundial, con aproximadamente 1,6 millones de personas en todo el mundo activas en, manejan cerca de 600 millones de toneladas de materiales reciclables cada año. Con una facturación anual de más de \$ 200 mil millones, el sector ya se ha convertido en un motor clave para el desarrollo sostenible (UNIDO, 2019)

En Colombia, uno de los principales enfoques de cumplimiento a este objetivo ha sido mediante el acceso a internet, logrando su cumplimiento en un 49,9% para el año 2018. Adicionalmente, se han logrado resultados relevantes en las metas relacionadas con infraestructura asequible y a la **promoción de la industrialización inclusiva y sostenible**. No obstante, para este objetivo existe el reto de la disminución de emisiones en la industria mediante la mejora de procesos o el uso de energías no convencionales.

En la siguiente figura se muestran los indicadores nacionales, línea base y metas del ODS9:

Figura 2. ODS 9 – Indicadores nacionales, línea base y metas trazadas



Indicador nacional: hogares con acceso a internet (%)

Línea base (2015): 41,8 %

Meta nacional a 2018: 49,9 %

Meta nacional a 2030: 100 %

Fuente: (Departamento Nacional de Planeación, 2018)

Este ODS promueve la creación de una industria sostenible, la cual articula innovación e infraestructura, así como el desarrollo tecnológico. A razón de lo anterior, a través de este objetivo se podría articular el desarrollo de tecnologías necesarias para realizar de manera eficiente el aprovechamiento de residuos de instalaciones fotovoltaicas y vehículos híbridos y eléctricos.

Uno de los principales retos para Colombia en el cumplimiento de este objetivo es el relacionado con la disminución de emisiones en la industria, lo cual implica entre otras acciones el uso de energías no convencionales, lo que a futuro puede desencadenar la generación de estos residuos producto de la generación de dichas energías.

De otro lado este objetivo también establece el fomento de la industria sostenible, lo cual es una gran oportunidad para fomentar la industria del reciclaje a través del desarrollo de infraestructuras y avance tecnológico en materia de reciclaje de residuos de instalaciones fotovoltaicas y vehículos híbridos y eléctricos.

1.1.1.3 ODS 11 – Ciudades y comunidades sostenibles

Este objetivo se encuentra enfocado en el uso eficiente de recursos, para estos casos el uso de la energía y materiales (gestión de residuos), en un contexto en donde la urbanización está dando como resultado un número creciente de habitantes en barrios de escasos recursos, infraestructuras y servicios inadecuados y sobrecargados (como la recogida de residuos y los sistemas de agua y saneamiento, carreteras y transporte) (Naciones Unidas, 2015).

En Colombia, uno de los principales enfoques de cumplimiento a este objetivo ha sido asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales, protección del patrimonio cultural, la mortalidad y reducción de impactos ambientales debido a la calidad del aire y generación de residuos. No obstante, para este objetivo existe el reto de acelerar la consolidación de una movilidad limpia.

En el caso del objetivo 11, estas acciones están enfocadas principalmente en acelerar la consolidación de una movilidad limpia, a través de, por ejemplo, la expedición de la Ley 1964 del 2019 de vehículos eléctricos y de la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (ENME). Se brindan así incentivos para la compra y el uso de vehículos eléctricos, esto tiene un claro impacto en la venta de vehículos eléctricos e híbridos nuevos. (DNP, Departamento Nacional de Planeación, 2021)

En la siguiente figura se muestran las metas del objetivo 11 Ciudades y comunidades sostenibles y su relación con el uso de instalaciones fotovoltaicas para su cumplimiento.

Figura 3. ODS 11 – Indicadores nacionales, línea base y metas trazadas



Indicador nacional: hogares urbanos con déficit cuantitativo de vivienda (%)

Línea base (2015): 6,7 %

Meta nacional a 2018: 5,5 %

Meta nacional a 2030: 2,7 %

Fuente: (Departamento Nacional de Planeación, 2018)

Uno de los principales retos para Colombia en el cumplimiento de este ODS es el relacionado con la consolidación de la movilidad limpia, lo cual implica entre otras acciones el uso de vehículos híbridos y eléctricos. Por lo cual para el cumplimiento del objetivo se prevé el incentivo de la movilidad eléctrica, lo cual implica desarrollar infraestructuras que permitan el abastecimiento de energía de estos, así como la gestión de residuos especialmente las baterías de vehículos eléctricos e híbridos.

1.1.1.4 ODS 12 – Producción y consumo responsables

El progreso económico y social conseguido durante el último siglo ha estado acompañado de una degradación medioambiental que está poniendo en peligro los mismos sistemas de los que depende nuestro desarrollo futuro (y ciertamente, nuestra supervivencia). El consumo y la producción sostenibles consisten en hacer más y mejor con menos. También se trata de desvincular el crecimiento económico de la degradación medioambiental, aumentar la eficiencia de recursos y promover estilos de vida sostenibles. (Naciones Unidas, 2015).

Uno de los modelos para el cumplimiento de estos objetivos es la economía circular, el país ha tenido avances importantes, como lo es la formulación y adopción de la Estrategia Nacional de Economía Circular, bajo la lógica de “producir conservando y conservar produciendo”, su implementación ha implicado la firma en 2019 del ‘Pacto Nacional por la Economía Circular’, con el compromiso de 50 actores estratégicos públicos y privados.

En Colombia, uno de los principales enfoques para el cumplimiento de este objetivo ha sido el de reducción de la generación de residuos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización, aumentando así la tasa anual de reciclaje. Adicionalmente se han centrado esfuerzos en alentar a las empresas a que adopten prácticas sostenibles e incorporen información sobre la sostenibilidad en su ciclo de presentación de informes, elaborar y aplicar instrumentos para vigilar los efectos en el desarrollo sostenible, a fin de lograr un turismo sostenible que cree puestos de trabajo y promueva la cultura y los productos locales. (Departamento Nacional de Planeación, 2018)

En la siguiente figura se muestran las metas del OSD12:

Figura 4. Indicadores Nacionales, línea base y metas trazadas



Indicador nacional: tasa de reciclaje y nueva utilización de residuos sólidos (%)

Línea base (2015): 8,6 %

Meta nacional a 2018: 10,0 %

Meta nacional a 2030: 17,9 %

Fuente: (Departamento Nacional de Planeación, 2018)

Uno de los principales retos para Colombia en el cumplimiento de este objetivo lo relacionado con el desperdicio alimentario, teniendo en cuenta que este tipo de residuos no hace parte del alcance del presente documento, se plantea la manera en que otras metas que hacen parte del objetivo 12 pueden cumplirse a través de las líneas aquí propuestas relacionadas con los residuos de instalaciones fotovoltaicas y vehículos híbridos y eléctricos este tipo de residuos.

1.1.2 OTROS DOCUMENTOS DE POLÍTICA PÚBLICA

Además de la relación de los ODS y los compromisos adquiridos por Colombia en la Agenda 2030, se tuvieron en cuenta Políticas Públicas en temas como lo son Cambio Climático, Economía Circular, Fuentes No Convencionales de Energía y Movilidad Eléctrica. Las secciones subsiguientes detallan los elementos más importantes de cada política que fueron considerados a la hora de la construcción de esta Estrategia.

1.1.2.1 Política Nacional de Cambio Climático

La política Nacional de Cambio Climático tiene por objetivo en sus líneas de acción B. Desarrollo urbano bajo en carbono y resiliente al clima, incentivar la eficiencia energética residencial y no residencial y la construcción sostenible.

En las siguientes tablas se pueden identificar los objetivos clave encontrados en la Política Nacional del Cambio Climático relacionados con la producción de energía a partir de energías renovables no convencionales y vehículos eléctricos. En esta tabla se puede identificar que uno de los pilares importantes es la eficiencia energética en cuanto a emisiones bajas de carbono y la generación de instrumentos e incentivos financieros que permitan ampliar la oferta de energía renovable no convencional. Estos objetivos se relacionan con sus acciones y actores, los cuales serán tenidos en cuenta en el desarrollo de las estrategias del presente documento

Tabla 1. Componentes estratégicos de la Política Nacional de Cambio Climático relacionado con la generación de energías renovables no convencionales

LÍNEA INSTRUMENTAL	LÍNEA DE ACCIÓN	ACCION	RESPONSABLE NACIONAL	ENTIDADES DE APOYO	RESPONSABLE TERRITORIAL	INSTRUMENTO
B. DESARROLLO URBANO BAJO EN CARBONO Y RESILIENTE AL CLIMA	5. Incentivar la eficiencia energética residencial y no residencial; y la construcción sostenible baja en carbono.	5.2 Identificar y evaluar medidas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero orientadas a incentivar la eficiencia energética residencial y no residencial, y la construcción sostenible	MinVivienda	DNP	Gobernaciones y alcaldías, empresas de servicios públicos	<i>Estrategia colombiana de desarrollo bajo en carbono, plan de gestión integral del cambio climático sectorial – MinVivienda y, planes de gestión integral del cambio climático territoriales.</i>
		5.3 Implementación de medidas de mitigación de emisiones orientadas al mejoramiento de la eficiencia energética	MinVivienda	Gobernaciones y alcaldías, empresas De servicios públicos	Empresas particulares	Programas y proyectos de mitigación y adaptación públicos y privados
C. DESARROLLO LÍNEA DE ACCIÓN MINERO-ENERGÉTICO RESILIENTE AL CLIMA Y BAJO EN CARBONO	1. Integrar en las políticas, instrumentos y regulación sobre expansión de la oferta energética eléctrica del país, los objetivos de adaptación ante los eventos climáticos, así como medidas de desarrollo bajo en carbono, minimizando aquellas que implican sacrificios entre objetivos.	1.3 Identificar y evaluar medidas conjuntas de mitigación y adaptación de la generación eléctrica interconectada	MinMinas	UPME, CREG, gremios sectoriales, empresas		<i>Estrategia colombiana de desarrollo bajo en carbono, plan de gestión integral del cambio climático sectorial - MinMinas</i>
		1.4 Implementar medidas conjuntas de mitigación y adaptación de la generación eléctrica interconectada	MinMinas	UPME, CREG, gremios sectoriales, empresas		Programas y proyectos de mitigación y adaptación públicos y privados
	3. Promover mecanismos eficientes, incluidos instrumentos económicos, para la gestión de la demanda baja en carbono en los diferentes sectores.	3.3 Implementar medidas de mitigación energética en sectores industrial, agroindustrial y minero-energético	MinMinas, MinComercio, MinAgricultura	DNP, gremios sectoriales, empresas		Programas y proyectos de mitigación y adaptación públicos y privados
	4. Incentivar la adecuada diversificación de la canasta energética, mediante instrumentos y tecnologías que reconozcan beneficios sobre la mitigación de GEI así como cobeneficios en la calidad del aire, resiliencia climática, acceso y seguridad	4.1 Identificar y evaluar medidas de mitigaciones dirigidas a incentivar el uso de fuentes renovables no convencionales	MinMinas	UPME, CREG gremios sectoriales, empresas		<i>Estrategia colombiana de desarrollo bajo en carbono, plan de gestión integral del cambio climático sectorial - MinMinas, plan de gestión integral del cambio climático sectorial - MinComercio, plan de gestión integral del cambio climático sectorial - MinAgricultura</i>
		4.2 Implementar medidas para incentivar el uso de energías renovables no convencionales incluida la promoción de tecnologías de aprovechamiento de RH en el mar en zonas insulares y costeras	MinMinas- Comisión Reguladora de Energía y Gas	Gremios sectoriales, empresas, UPME, Comité Financiero Comisión Intersectorial de Cambio Climático, Invemar, Comisión Colombiana del Océano		<i>Estrategia colombiana de desarrollo bajo en carbono, plan de gestión integral del cambio climático sectorial - MinMinas, plan de gestión integral del cambio climático sectorial - MinComercio, plan de gestión integral del cambio climático sectorial - MinAgricultura</i>

LÍNEA INSTRUMENTAL	LÍNEA DE ACCIÓN	ACCION	RESPONSABLE NACIONAL	ENTIDADES DE APOYO	RESPONSABLE TERRITORIAL	INSTRUMENTO
	energética, y adicionalmente generar estrategias de coordinación interinstitucional del gobierno nacional que permitan la promoción y el desarrollo de proyectos relacionados con Fuentes No Convencionales de Energía Renovable.	4.3 Implementar incentivos económicos para incentivar el uso de fuentes de energía no convencionales renovables	MinMinas- Comisión Reguladora de Energía y Gas	Gremios sectoriales, empresas UPME, Comité Financiero Comisión Intersectorial de Cambio Climático		Programas y proyectos de mitigación y adaptación públicos y privados
		4.4 Generar estrategias de coordinación interinstitucional del gobierno nacional que permitan la promoción superar las barreras relacionadas con el licenciamiento ambiental de estas y el desarrollo de proyectos relacionados con Fuentes No Convencionales de Energía Renovable	Entidades participantes de la Comisión Intersectorial de Cambio Climático	Entidades del gobierno nacional con competencias relacionadas con el tema		Instrumentos económicos para la mitigación
	5. Fomentar el aprovechamiento de fuentes de energía renovables complementarias con el fin de asegurar el suministro confiable de energía eléctrica en zonas no interconectadas, teniendo en consideración los principios de eficiencia y confiabilidad del sistema.	5.2 Identificar y evaluar medidas de mitigación, considerando los principios de eficiencia y confiabilidad del sistema, dirigidas a incentivar la generación de energía eléctrica con fuentes renovables no convencionales en zonas no interconectables	Minminas	IPSE, gremios sectoriales, UPME,	Entidades territoriales, empresas de servicios públicos	<i>Estrategia colombiana de desarrollo bajo en carbono, plan de gestión integral del cambio climático sectorial - MinMinas, planes de gestión integral del cambio climático territoriales</i>
		5.3 Implementar medidas, considerando los principios de eficiencia y confiabilidad del sistema, para incentivar la generación de energía eléctrica con fuentes renovables no convencionales en zonas no interconectables	Instituto de Planeación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas no Interconectadas, Minminas	UPME, CREG, gremios sectoriales, empresas	Entidades territoriales, empresas de servicios públicos	Programas y proyectos de mitigación y adaptación públicos y privados

Fuente: (MinAmbiente, 2017)

Tabla 2. Componentes estratégicos de la Política Nacional de Cambio Climático relacionado con infraestructuras y vehículos eléctricos

LÍNEA INSTRUMENTAL	LÍNEA DE ACCIÓN	ACCIÓN	RESPONSABLE NACIONAL	ENTIDADES DE APOYO	RESPONSABLE TERRITORIAL	INSTRUMENTO
B. DESARROLLO URBANO BAJO EN CARBONO Y RESILIENTE AL CLIMA	3. Brindar alternativas de transporte público eficiente e integrados bajos en carbono y resilientes al clima; e incentivos para vehículos de bajas emisiones y la implementación de modos no motorizados.	3.3 Identificar y evaluar medidas de mitigación de emisiones, incluyendo incentivos a vehículos eléctricos, de bajas emisiones y modos no motorizados	Mintransporte	DNP, Minminas	Gobernaciones y alcaldías	<i>Estrategia colombiana de desarrollo bajo en carbono, plan de gestión integral del cambio climático sectorial -Minambiente y, planes de gestión integral del cambio climático territoriales</i>
		3.5 Implementar medidas de mitigación de emisiones de transporte urbano	Mintransporte		Gobernaciones y alcaldías	<i>Programas y proyectos de mitigación y adaptación públicos y privados</i>
D. DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA ESTRATÉGICA BAJA EN CARBONO Y RESILIENTE AL CLIMA	2. Evaluar la vulnerabilidad de la infraestructura de transporte existente e implementar opciones para disminuir su riesgo climático, incluyendo guías de recuperación y mantenimiento que sean adecuados al clima futuro.	2.1 Evaluar la exposición y vulnerabilidad de la infraestructura existente de transporte	Mintransporte- INVIAS, ANI, AEROCIVIL	DNP, IDEAM, INVEMAR, Servicio Geológico Colombiano, IGAC		<i>Plan nacional de adaptación al cambio climático, plan de gestión integral del cambio climático sectorial -Mintransporte y, planes de gestión integral del cambio climático territoriales</i>
		2.2 Evaluar alternativas y medidas para la disminución de la vulnerabilidad de la infraestructura existente de transporte	Mintransporte- INVIAS, ANI, AEROCIVIL	DNP	Autoridades ambientales regionales y urbanas	<i>Plan nacional de adaptación al cambio climático, plan de gestión integral del cambio climático sectorial -Mintransporte y, planes de gestión integral del cambio climático territoriales</i>
		2.3 Implementar medidas para disminuir la vulnerabilidad de la infraestructura de transporte existente	Mintransporte- INVIAS, ANI, AEROCIVIL	DNP	Autoridades ambientales regionales y urbanas	<i>Programas y proyectos de mitigación y adaptación públicos y privados</i>
		4. Promover la gestión compartida del riesgo climático en alianzas público privadas y otras modalidades contractuales para la construcción, concesión y mantenimiento de infraestructura de transporte.	4.2 Implementar instrumentos para la gestión compartida del riesgo climático en nueva infraestructura de transporte	ANI, Financiera de Desarrollo Nacional	DNP, Mintransporte, ANI	
E. MANEJO Y CONSERVACIÓN ECOSISTEMAS Y SUS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PARA EL DESARROLLO BAJO EN CARBONO Y RESILIENTE AL CLIMA	5. Incentivar el desarrollo de sistemas urbanos ahorradores de recursos naturales en cuya expansión se planifique la integración con los ecosistemas potencialmente afectados y de sistemas de transporte, viales y de generación de energía de bajo impacto ambiental.		Minvivienda	Comité de Gestión Financiera y apoyo del DNP, Minambiente, IDEAM, Mintransporte, Minminas, Mineducación y Minsalud		<i>Planes de gestión integral del cambio climático sectoriales, planes de gestión integral del cambio climático territoriales</i>

Fuente: (MinAmbiente, 2017)

1.1.2.2 Plan de acción indicativo PROURE Programa de uso racional y eficiente de energía

El Plan Energético Nacional -PEN- 2020-2050, adoptado por la Resolución 40156 de 2022 por el Ministerio de Minas y Energía, tiene como objetivo principal mejorar la eficiencia energética, ya que es una de las acciones de mayor impacto potencial para disminuir la huella de carbono. (UPME, 2020). El **PAI-PROURE 2022-2030** identifica acciones y medidas concretas para incrementar la eficiencia energética. También se establecen las metas indicativas de eficiencia energética para el país, entendida como un recurso valioso en el marco de la transformación energética.

Para los automóviles, camionetas y camperos, los vehículos eléctricos y los híbridos representan una oportunidad de mejora en eficiencia energética, en el segundo caso, gracias a que el motor de combustión interna se acompaña de una batería o con lo que el consumo de combustible puede reducirse aproximadamente en 30%.

Los objetivos específicos dirigidos al sector transporte se encuentran relacionados con:

- Diversificar la matriz energética del transporte a través de la sustitución de combustibles fósiles en las categorías vehiculares en donde la tecnología permita el ascenso hacia combustibles de cero y bajas emisiones.
- Reducir las ineficiencias en el uso final de la energía a través de la renovación vehicular.

Para el cumplimiento de estos objetivos el PROURE propone acciones para la adquisición de vehículos eléctricos y equipos para su recarga, así como la adquisición de taxis híbridos, lo cual desde una perspectiva ambiental indica el surgimiento de residuos, que deben gestionarse sosteniblemente ya que la eficiencia energética también depende de que se dé el cierre del ciclo de vida de estos materiales. (UPME, 2020).

En la siguiente tabla se relacionan las acciones que tienen relación con la eficiencia energética en lo referente al sector transversal y transporte.

Tabla 3. PAI PROURE 2020-2030 - Acciones o medidas de gestión eficiente de energía para los que se recomiendan incentivos tributarios

SECTOR	MEDIDAS	ACCIONES
Transversal	Vehículos eléctricos	Adquisición de vehículos nuevos eléctricos (incluye vehículos livianos, taxis, buses y camiones) para cualquier sector productivo. Adquisición de equipos para la recarga para vehículos eléctricos de cualquier categoría en modalidad pública o privada.
Transporte	Taxis híbridos	Adquisición de taxis nuevos híbridos de las tecnologías HEV o PHEV

Fuente: (UPME, 2020)

Según El PAI-PROURE, la Ley 1964 de 2019 establece beneficios económicos para el caso de los vehículos eléctricos particulares y cero emisiones como el impuesto vehicular el cual no puede superar el 1% del valor comercial del vehículo, entre otros descuentos en lo referente a revisión técnico - mecánica y seguro obligatorio de accidentes.

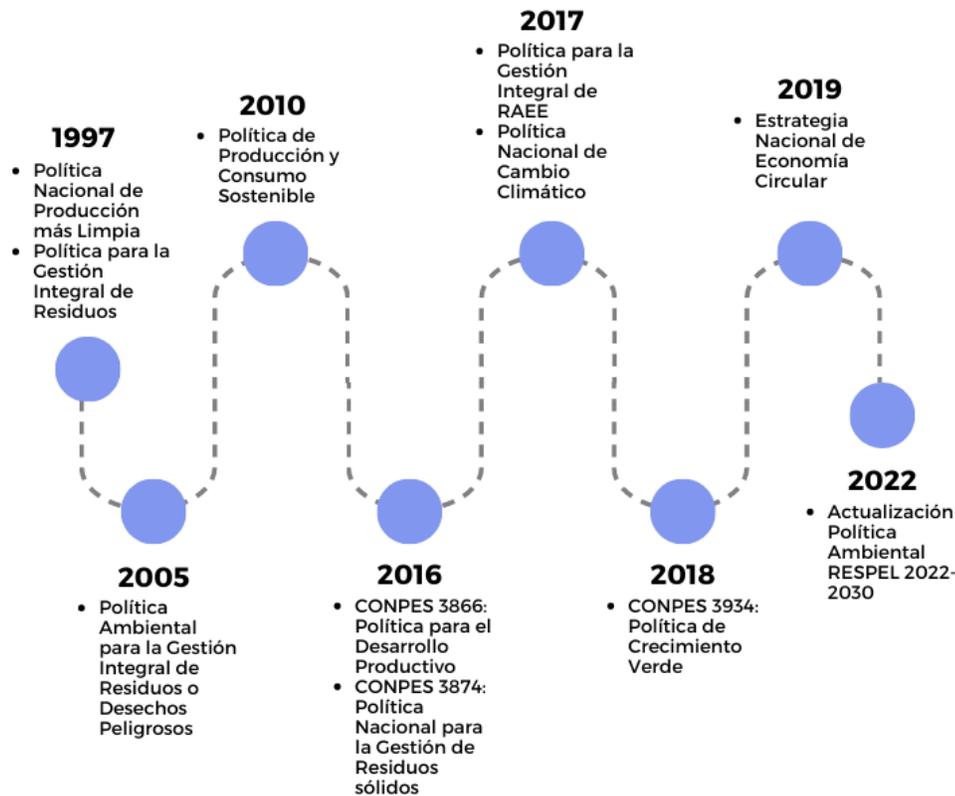
Estos incentivos desde el punto de vista de la sostenibilidad fomentan el consumo de un producto que al final de su vida útil generará residuos, por lo que una de las recomendaciones que menciona el PAI-PROURE, es adoptar esquemas tributarios en los que se internalicen los impactos ambientales que tienen los vehículos en el medio ambiente y la salud de los ciudadanos. Lo anterior es de suma importancia para motivar la compra de nuevos vehículos y con ello lograr la renovación de la flota y también para orientar las decisiones hacia tecnología de 0 emisiones. Al tener en cuenta las externalidades ambientales es posible contar con mayor cantidad de recursos para la adecuada gestión de estos residuos y lograr la circularidad de estos elementos. (UPME, 2020)

En la formulación de las líneas de acción para vehículos eléctricos, se tienen en cuenta algunas recomendaciones mencionadas en el documento PAI-PROURE, las cuales se aprecian más adelante en este documento.

1.1.2.3 Estrategia Nacional de Economía Circular

Esta Estrategia tiene en cuenta antecedentes normativos nacionales que se encuentran relacionados con la adecuada gestión de residuos desde un punto de vista circular, buscando su máximo aprovechamiento a través de tipologías y vehículos estudiados en las diferentes escuelas de pensamiento de la economía circular. (MinAmbiente, MinComercio, 2019). En la siguiente figura se puede observar la línea de tiempo de normativas que han influido en el desarrollo de esta política y que siguen siendo insumos clave para el planteamiento de las estrategias que se plantean en este documento.

Figura 5. Línea de tiempo de la Economía Circular en Colombia



Fuente: Elaboración propia

Las acciones de la Estrategia Nacional de Economía Circular identificadas en la siguiente tabla para el desarrollo de estrategias de este documento, hacen referencia a una redefinición del concepto de residuos como materiales, tanto industriales como productos de consumo masivo y flujo de materiales energéticos, así como metas en cuanto a contar con subcategorías de residuos eléctricos y electrónicos, materiales recuperados y reciclados, tasa de aprovechamiento y generación de energía a partir de fuentes renovables.

Tabla 4. Componentes estratégicos de la Estrategia Nacional de Economía Circular relacionados con la generación de residuos a partir de instalaciones fotovoltaicas

LINEA DE ACCION	INDICADORES	METAS
5.2.1 Flujo de materiales industriales y productos de consumo masivo	1. Número de corrientes o subcategorías de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos regulados bajo la responsabilidad extendida al productor	Al 2022 contar con 17 corrientes o subcategorías de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos reguladas bajo la responsabilidad extendida al productor.
	2. Toneladas de residuos recolectados y gestionados de computadores y periféricos, lámparas fluorescentes, pilas y acumuladores, baterías usadas plomo ácido, envases de plaguicidas y medicamentos vencidos, bajo el principio de la responsabilidad extendida del productor	122.545 toneladas de residuos gestionados en el periodo 2019-2022.
	Acero 1. Tasa de aprovechamiento de chatarra de hierro y acero en Colombia	Tasa de aprovechamiento del 90% en chatarra metálica para elaboración de acero para el año 2021
5.2.4. Fuentes y flujos de energía	MW instalados a partir de fuentes renovables	A 2022 aumentar la capacidad de generación a 1500 MW con energías limpias

Fuente: (MinAmbiente, MinComercio, 2019)

1.1.2.4 Ley 2099 de 2021

De otro lado La ley 2099 de 2021 tiene entre otros objetivos la dinamización del mercado energético a través de la utilización, desarrollo y promoción de fuentes no convencionales de energía, como lo pueden ser las instalaciones fotovoltaicas. Asimismo, la reactivación económica del país y, en general dictar normas para el fortalecimiento de los servicios públicos de energía eléctrica y gas combustible. (Congreso de la República de Colombia , 2021)

1.1.3 REFERENTES DE INICIATIVAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS Y VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

1.1.3.1 Instalaciones Fotovoltaicas

Directiva RAEE 2012/19/UE se regula la distribución, la retirada y la correcta eliminación de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la zona monetaria europea. Entró en vigor el 13 de agosto de 2012 y modifica la Directiva RAEE 2002/96/CE

1.1.3.2 Vehículos híbridos y eléctricos

El marco regulatorio relevante en la UE actualmente es la Directiva de Baterías (2006, revisada en 2013), que requiere la recolección separada y el almacenamiento o tratamiento regulado de las baterías de vehículos eléctricos. Tiene objetivos para la recolección de baterías de desecho (45% de la cantidad puesta en el mercado para 2016) y para eficiencias de reciclaje para plomo-ácido (65%), níquel-cadmio (75%) y todas las demás baterías (50%).(Watkins et al. 2021). En 2020, la UE propuso un nuevo Reglamento sobre baterías y en la actividad de la Alianza de Baterías, tomando en consideración los elementos siguientes:

- Fijar normas sobre el contenido reciclado y medidas destinadas a mejorar los porcentajes de recogida y reciclado de todas las baterías, garantizar la recuperación de materiales valiosos y aconsejar a los consumidores;
- Abordar el problema de las baterías no recargables, con intención de eliminar progresivamente su uso cuando existan alternativas;
- Establecer requisitos de sostenibilidad y transparencia para las baterías, teniendo en cuenta aspectos como la huella de carbono de su fabricación, el abastecimiento en materias primas ético y la seguridad del suministro, y propiciando su reutilización, reorientación y reciclado.
- La Comisión propondrá, además, revisar las normas aplicables a los vehículos al final de su vida útil con el fin de promover modelos de negocio más circulares que vinculen el diseño al tratamiento aplicado al final de la vida útil, de estudiar reglas sobre el contenido reciclado obligatorio de determinados materiales de las piezas, y de mejorar la eficiencia del reciclado. (Comisión Europea, 2020)

1.2 Público Objetivo

Como estructura integradora de actores, la presente Estrategia tiene como público objetivo a:

- Empresas cuya actividad económica sea parte de las cadenas de producción de energía a partir de fuentes no convencionales, específicamente, por medio de instalaciones fotovoltaicas.
- Importadores y fabricantes de instalaciones fotovoltaicas y vehículos eléctricos.
- Consumidores de productos y servicios.
- Gremios empresariales que promuevan la asociatividad y el trabajo colaborativo entre sus afiliados y con otros actores.
- Universidades, centros de información, centros de investigación, centros empresariales y entidades generadores de conocimiento que promuevan la investigación aplicada y generan información científica y técnica orientada

a la innovación tecnológica para la gestión y aprovechamiento sostenible de residuos de instalaciones fotovoltaicas y vehículos eléctricos.

- Instituciones públicas del orden nacional, regional y local vinculadas a la promoción de generación de energía por medio de fuentes no convencionales y movilidad eléctrica.
- Cámaras de comercio, corporaciones autónomas regionales, autoridades ambientales urbanas y comisiones regionales de competitividad e innovación que articulan y facilitan la implementación de la estrategia a nivel local.
- Gestores y transformadores de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).
- Emprendedores, innovadores, desarrolladores de startups, centros creativos y laboratorios de innovación.
- Ciudades y municipios

1.3 Metodología

El desarrollo de la metodología se llevó a cabo teniendo en cuenta la revisión bibliográfica en materia de desarrollo de políticas públicas y estrategias nacionales, así como metodologías de orden internacional para la formulación de estrategias nacionales. Puntualmente, la metodología seguida para la formulación del presente documento siguió tres grados pasos: A) Recopilación de información; B) Análisis y compilación de información; C) Formulación de las Estrategias. A continuación, se presenta la descripción de cada uno de los pasos:

A) Recopilación de información: Este paso se dividió en 4 grandes hitos:

1. Planes, políticas públicas y estrategias relacionadas con temas como gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), gestión de residuos sólidos, economía circular, cambio climático, movilidad eléctrica y generación de energía a partir de fuentes renovables no convencionales.
2. Normativas y regulaciones nacionales en cuando a gestión de RAEE, transición energética, movilidad eléctrica, entre otros.
3. Metodologías, programas, planes, estrategias, normativa del orden internacional relacionadas con gestión de residuos provenientes de instalaciones fotovoltaicas y vehículos eléctricos.
4. Taller de co-creación con múltiples actores nacionales incluyendo entidades de gobierno, gestores de RAEE, comercializadores/importadores de vehículos eléctricos y/o paneles solares y academia. El propósito del taller era recopilar la visión y necesidades de los diferentes actores para realizar una gestión adecuada y aprovechamiento de residuos provenientes de instalaciones fotovoltaicas y vehículos eléctricos en el corto, medio y largo plazo. Asimismo, gracias al trabajo desarrollado en mesas de trabajo, los participantes tuvieron la oportunidad de identificar los desafíos a los que se enfrenta el país en cuanto a la gestión de los residuos en mención, y adicionalmente, proponer para la construcción de este documento, líneas de acción para atender esos desafíos.

B) Análisis y compilación de información: la información previamente recopilada, fue analizada y compilada en un diagnóstico de cuatro documentos:

1. Caracterización de tipologías y componentes de instalaciones fotovoltaicas y vehículos eléctricos
2. Estado del arte de alternativas de gestión y aprovechamiento
3. Estimación de volúmenes de residuos provenientes de instalaciones fotovoltaicas y vehículos eléctricos para Colombia
4. Análisis normativo y regulatorio para Colombia

C) Formulación de las Estrategias: el primer insumo para la redacción de las estrategias fueron los desafíos, líneas estrategias y retos planteados por los asistentes del Taller de Co-creación, las cuales fueron agrupadas y complementadas con la información obtenida en los documentos de diagnóstico. Se formularon dos estrategias en paralelo, una para instalaciones fotovoltaicas y otra para vehículos eléctricos. Para la ejecución de estas estrategias, se entenderán como metas a mediana plazo 2030 y largo plazo de aquí al 2050 teniendo en cuenta los escenarios conservadores (10%) y medio (30%) del documento Estimación de volúmenes.

Si bien el alcance de este documento finaliza en la formulación de las estrategias, no obstante, se mencionan a continuación los pasos posteriores que deben realizarse para garantizar su ejecución de acuerdo con metodologías internacionales para formulación de Estrategias Nacionales de todo tipo (OMPI, 2020):

1. Validación, finalización y adopción de la estrategia: La siguiente fase del proyecto es la validación, junto con todas las partes interesadas pertinentes, de las recomendaciones para la estrategia nacional propuesta. Por lo general, esta labor está coordinada y facilitada por el equipo nacional del proyecto o el comité directivo.
2. Ejecución de la estrategia: La ejecución de la estrategia nacional requiere una dedicación, una comunicación y una labor similares al trabajo realizado hasta el momento en lo relacionado con la preparación, planificación, compilación de información y redacción. Las actividades de ejecución incluyen: Apoyo político de las más altas instancias, comunicación de la estrategia, dirección y orientación de la ejecución, elaborar un plan de acción para la ejecución.
3. Supervisión y evaluación (revisión de la estrategia): La supervisión y la evaluación de la ejecución de la estrategia es la base para determinar los avances de la ejecución y los elementos de la estrategia a los que debe prestarse atención si no progresan como estaba previsto.

1.4 Estructura del documento

A partir de este capítulo de introducción a la Estrategia, el capítulo 2 comprende el marco conceptual bajo el cual se desarrollan las estrategias, incluyendo definiciones de conceptos específicos comprendidos en la economía circular y la gestión de residuos. En el capítulo 3, se presenta el resumen del diagnóstico que incluye análisis normativo, así como estimaciones de generación de residuos provenientes de instalaciones fotovoltaicas y vehículos eléctricos a 2050 en Colombia. El capítulo 4 presenta los objetivos de la Estrategia. El capítulo 5 contiene las líneas de acción, indicadores y metas que se plantean tanto para residuos provenientes de instalaciones fotovoltaicas, como de vehículos eléctricos, se presentan en subcapítulos independientes. El capítulo 6 plantea la propuesta de gobernanza para la ejecución de las líneas de acción presentadas en el capítulo 5, considerando las diferentes entidades de gobierno a distintos niveles.

El primer capítulo comprende las políticas de orden internacional y nacional, en materia de economía circular, cambio climático, entre otras las cuales marcan la dirección a las que deben ser enfocadas las estrategias en este documento con el fin de dar una adecuada gestión a los residuos producto de instalaciones fotovoltaicas y vehículos híbridos y eléctricos. Por último, en el capítulo 7, se relacionan los instrumentos financieros que permitirán visibilizar y llevar a cabo las acciones propuestas.

2 MARCO CONCEPTUAL

Con el fin de garantizar la gestión y aprovechamiento sostenible de residuos provenientes de instalaciones fotovoltaicas y de vehículos eléctricos, se deben adoptar conceptos los cuales se desarrollan en las estrategias propuestas. Estos conceptos hacen referencia al pensamiento sistémico de la economía circular, sus principios e instrumentos, tales como los vehículos de la economía circular.

Adicionalmente, se mencionan las definiciones relacionadas con el cambio climático ya que todas las políticas tanto nacionales como internacionales están enfocadas a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

2.1 Definiciones

Cambio climático: Cambios a largo plazo de las temperaturas y los patrones climáticos, pueden ser naturales o por actividades humanas. Estas últimas han sido el principal motor del cambio climático debido principalmente a la quema de combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas. Estas emisiones generan emisiones de gases de efecto invernadero que actúan como una capa que envuelve a la tierra atrapando el calor del sol y elevando las temperaturas. (ONU, 2023)

Economía Circular: Sistemas de producción y consumo que promuevan la eficiencia en el uso de materiales, agua y la energía, teniendo en cuenta la capacidad de recuperación de los ecosistemas, el uso circular de los flujos de materiales y la extensión de la vida útil a través de la implementación de la innovación tecnológica, alianzas y colaboraciones entre actores y el impulso de modelos de negocio que responden a los fundamentos del desarrollo sostenible (MinAmbiente, MinComercio, 2019)

Eficiencia Energética: En los términos del Artículo 5 de la Ley 1715 de 2014, es la relación entre la energía aprovechada y la total utilizada en cualquier proceso de la cadena energética, que busca ser maximizada a través de buenas prácticas de reconversión tecnológica o sustitución de combustibles. A través de la eficiencia energética, se busca obtener el mayor provecho de la energía, bien sea a partir del uso de una forma primaria de energía o durante cualquier actividad de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de las diferentes formas de energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre el ambiente y los recursos naturales renovables. (Congreso de la Republica, 2014)

Metabolismo de materiales, agua y energía: El metabolismo analiza el balance entre la extracción de materias primas, uso de agua y energía y la importación de recursos frente al consumo y la exportación. Es la base para entender la sostenibilidad ambiental de un país a partir del uso, sobreuso o escasez de recursos. (MinAmbiente, MinComercio, 2019)

Principio 1 de la Economía Circular: Eliminar residuos y contaminación desde el diseño: Se trata de evitar la generación de residuos y contaminantes desde la etapa del proceso de diseño (causante del 80% de los impactos ambientales negativos) y considerar que la producción de estos indica un defecto de diseño. Para cumplir este principio se deben aprovechar nuevos materiales por medio de instrumentos como la tecnología. (MacArthur, 2017)

Principio 2 de la Economía Circular: Mantener productos y materiales en uso: Incluir productos y componentes en el diseño que permitan ser reutilizados, reparados, remanufacturados y reciclados, con el fin de mantener los materiales en la economía, generando un bucle interno que maximiza el uso de materiales de base biológica y preservando el valor en la energía y mano de obra incorporada y de esta manera evitar el desperdicio de recursos. (MacArthur, 2017)

Principio 3 de la Economía Circular: Regenerar sistemas naturales: Fomentar el flujo de nutrientes dentro del sistema (el suelo, por ejemplo), mejorando el capital natural y de esta manera se mejora activamente el medio ambiente además de protegerlo. (MacArthur, 2017).

Vehículos de la economía circular: Con el propósito de mantener el valor de los materiales, el agua y la energía, así como aumentar la eficiencia en su uso, el modelo de economía circular prioriza varios vehículos para su operacionalización, estos incluyen principios basados en la generación de valor y colaboración entre actores. Los vehículos de la economía circular son: Modelos de negocio, cadenas de valor o de suministro sostenible, ciudades sostenibles, parques industriales ecoeficientes y responsabilidad extendida. (MinAmbiente, MinComercio, 2019)

3 DIAGNÓSTICO

El desarrollo de la energía solar y los vehículos híbridos y eléctricos se encuentra limitado por la regulación normativa, pues la norma es la herramienta para regular que los paneles fotovoltaicos y las baterías de los vehículos híbridos y eléctricos cumplan con los estándares de calidad y su recolección y gestión se haga de la manera más eficiente. A mayor claridad en la normatividad en cuanto a las obligaciones y la responsabilidad del productor, mayores eficiencias de reciclaje estableciendo control en los porcentajes de recolección, desmantelamiento, preprocesamiento y recuperación.

Colombia actualmente tiene diferentes estrategias para el manejo de recursos de aparatos eléctricos y electrónicos (“RAEE”), pero no incluye disposiciones específicas respecto a RAEE generados por paneles solares y vehículos híbridos y eléctricos. Considerando lo anterior, para dar viabilidad económica a la recolección y gestión de RAEE provenientes de paneles fotovoltaicos y vehículos eléctricos, es necesario fortalecer el marco normativo.

Tomando como modelo las experiencias europeas, en el Capítulo 4 del presente documento se demostró que la responsabilidad extendida del producto (“REP”) es fundamental para garantizar el control y trazabilidad de los RAEE. Del análisis comparado se pudo concluir que:

- (i) La experiencia en mercados maduros como el español o el alemán ha demostrado que obligar a los consumidores a reciclar los RAEE generados por paneles fotovoltaicos no es eficiente. Por ello, los sistemas de responsabilidad ampliada del productor son los que han tenido más éxito en la práctica, como los sistemas de responsabilidad solidaria en los que los productores se responsabilizan de la recogida y el reciclado de los paneles fotovoltaicos.
- (ii) De acuerdo con la experiencia de la Unión Europea, se ha identificado que con el aumento de los RAEE generados por paneles fotovoltaicos, surgirán nuevos mercados. Considerando lo anterior, se hace necesario reforzar las capacidades nacionales e impulsar el talento humano para lograr una gestión eficiente de los residuos.
- (iii) La gestión sostenible de los paneles fotovoltaicos y las baterías de los vehículos híbridos y eléctricos al final de su vida útil dependerá significativamente de la capacidad de las entidades públicas y privadas para tomar decisiones informadas y eficaces sobre las posibilidades de gestión y tratamiento. Ahora bien, para lograr el anterior objetivo, la experiencia de la Unión Europea ha demostrado que es necesario que los países cuenten con sistemas de seguimiento e información para identificar el flujo de los residuos generados por paneles fotovoltaicos y vehículos eléctricos.
- (iv) La experiencia de la Unión Europea ha demostrado que el marco regulatorio de manejo de RAEE generados por paneles fotovoltaicos y vehículos híbridos y electrónicos debe ser acompañado por fuertes políticas públicas en donde se identifiquen las responsabilidades de los diferentes grupos de interés (autoridades gubernamentales, gestores, productores y consumidores).

Asimismo, del análisis del marco normativo colombiano actual se identificaron, en términos generales, los siguientes vacíos:

- (i) Colombia ha desarrollado las bases que se requiere para regular la gestión ambiental de los residuos de instalaciones fotovoltaicas y vehículos eléctricos las cuales están basadas en la REP y el principio de economía circular. No obstante, aún no existe una norma específica o mención alguna en la regulación vigente a la gestión de los residuos de instalaciones fotovoltaicas y vehículos eléctricos. La Resolución 851 de 2022 definió las bases de lo que seguramente será la regulación aplicable a estos residuos puesto que obliga a los diferentes actores de la cadena de producción de AEE y gestión de RAEE a cumplir con las normas allí establecidas. No obstante, en el listado de AEE y RAEE que hacen parte del ámbito de aplicación de la Resolución 851, no se encuentran los residuos de instalaciones fotovoltaicas y vehículos eléctricos;
- (ii) Si bien la regulación colombiana está muy enfocada en la promoción de la movilidad eléctrica y la generación de energía solar, por un lado, y en la gestión de residuos por el otro, poca atención se le ha prestado al diseño de estos AEE con materiales menos contaminantes y de fácil reúso o reciclaje. Este aspecto ha cobrado particular importancia a nivel internacional, y se puede esperar a futuro un desarrollo de regulación en ese sentido. Así, una futura regulación sobre la gestión y aprovechamiento sostenible de

- los residuos asociados a instalaciones fotovoltaicas y vehículos eléctricos se deberán desarrollar obligaciones de diseño sostenible que incorpore principios de economía circular.
- (iii) Falta de promoción de los incentivos tributarios que le son aplicables a inversiones en control, conservación y mejoramiento del medio ambiente.
 - (iv) Falta de mecanismos y estrategias para fomentar el comercio de los productos resultantes de aprovechamiento de los AEE.
 - (v) Es indispensable que se desarrolle un sistema de información completo que permita tener información cierta y real sobre la cantidad de AEE de instalaciones fotovoltaicas y vehículos eléctricos para monitorear su vida útil, su ubicación en el país y poder desarrollar con tiempo políticas de gestión de estos residuos.

De otro lado según el documento PAI- PROURE, establecieron las siguientes proyecciones anuales de participación de tecnologías cero y baja emisión en las ventas totales

Tabla 5. Porcentaje de participación de tecnologías cero y baja emisión en las ventas totales anuales

Tipo	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Automóviles y camperos	6%	13%	21%	31%	40%	43%	45%	46%	47%	47%
Taxis	6%	14%	18%	23%	30%	33%	38%	41%	50%	55%
Camionetas	3%	4%	6%	9%	14%	16%	20%	24%	30%	33%
Microbuses	20%	30%	35%	37%	50%	56%	56%	59%	60%	60%
Buses	20%	30%	35%	37%	50%	52%	51%	54%	57%	60%
Camiones	1%	4%	5%	6%	8%	10%	11%	14%	15%	16%
Tractocamiones	1%	3%	5%	5%	6%	8%	8%	10%	10%	13%
Motos	28%	32%	36%	39%	43%	46%	50%	54%	57%	61%

Fuente: (UPME, 2020)

Por otro lado, en términos de proyecciones de volúmenes para la estimación de cantidades de instalaciones fotovoltaicas en Colombia se asume que la mayoría de los paneles fotovoltaicos actuales son basados en Silicio y Monocristalinos. Se estima que el número de paneles fotovoltaicos dada la capacidad instalada en Colombia (580.05 MW) a diciembre de 2022 fue de 1,633,944 paneles fotovoltaicos, cuyos residuos se verán reflejados entre el año 2030 y 2032, teniendo en cuenta una vida útil entre 8 y 10 años.

En cuanto a vehículos híbridos y eléctricos, según cifras del RUNT (Ministerio de Transporte, 2022), a junio de 2022 en Colombia había 8,299 vehículos eléctricos registrados. Residuos estimados para el año 2032 dada la vida útil de las baterías, cuya vida útil varía de la marca y km por año recorridos. Las cinco principales regiones con mayor ingreso de vehículos eléctricos en Colombia son: Bogotá D.C. con 3,915, Antioquia con 2,522, Cundinamarca con 744, Valle del Cauca con 480 y Santander con 213. Durante el primer semestre de 2022 se registraron 1,891 vehículos eléctricos, en promedio 315 registros al mes.

Un factor clave para el desarrollo de estas estrategias es establecer las sinergias entre la legislación, la cual permite modelar el comportamiento de los actores involucrados y el mercado el cual debe permitir hacer atractivo el modelo de negocio, a través de redes entre empresarios que contribuyan al desarrollo tecnológico y los generadores de residuos que contarán con lugares y medios para el aprovechamiento de estos residuos.

A modo de resumen, debe considerarse que los RAEE generados por instalaciones fotovoltaicas y vehículos híbridos y eléctricos representan un reto para Colombia puesto que el marco normativo actual no cuenta con las herramientas necesarias para lograr una correcta gestión de este tipo de RAEE. Así las cosas, resulta necesario que, producto del presente diagnóstico: (i) se introduzcan cambios en la legislación colombiana para garantizar que la REP, las autoridades competentes, los canales de comunicación y recolección de datos, entre otros, se encuentren alineadas con el estado actual de desarrollo de un mercado que, a pesar de todavía estar en una etapa temprana de desarrollo, en el mediano plazo generará RAEE que deben ser tratados de acuerdo con los estándares internacionales; y (ii) se fijen indicadores y metas con el objetivo de hacer seguimiento a la gestión de los RAEE generados por paneles solares y vehículos híbridos y eléctricos, tal y como se analiza en el Capítulo 5.

4 VISIÓN

4.1 *Objetivos de la Estrategia*

El objetivo general del presente documento es dar respuestas sostenibles en la gestión de residuos resultantes de las acciones relacionadas con la implementación de la transición y eficiencia energética a partir del uso de energías no convencionales en instalaciones fotovoltaicas y vehículos híbridos (VH) y eléctricos (VE) una vez finalizada su vida útil (EoL, por sus siglas en inglés), teniendo en cuenta la tendencia creciente en el mercado de la energía solar y vehículos (H) y (E) con el fin de asegurar una gestión eficiente del impacto ambiental y los efectos sobre el cambio climático.

4.1.1 *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- Asegurar una gestión eficiente de los residuos resultantes de instalaciones fotovoltaicas teniendo en cuenta la tendencia creciente en el mercado de la energía solar con el fin de evitar y/o disminuir el impacto ambiental y los efectos sobre el cambio climático.
- Asegurar una gestión eficiente de los residuos resultantes de vehículos híbridos y eléctricos teniendo en cuenta la tendencia creciente en el mercado de vehículos eléctricos con el fin de evitar y/o disminuir el impacto ambiental y los efectos sobre el cambio climático.

5 LÍNEAS DE ACCIÓN, INDICADORES Y METAS

5.1 Indicadores y metas

Para dar seguimiento y evaluación constante, es importante definir los responsables del liderazgo para la implementación de esta estrategia, así como los comités que darán asesoramiento técnico. Adicionalmente esta estrategia requiere ser revisada periódicamente con el fin de actualizar las metas de acuerdo con los avances generados por los actores involucrados y el avance tecnológico. (MinAmbiente, MinComercio, 2019)

Las metas establecidas surgen de tres fuentes principales: la primera, de los retos identificados para el cumplimiento de los ODS, con el fin de aunar esfuerzos en acciones para su cumplimiento, la segunda es de la consolidación entre la revisión normativa, y la tercera de los objetivos establecidos en el PAI-PROURE 2022-2030 con el fin de mitigar el impacto ambiental que tiene la producción y el consumo de energía, en particular a través de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero GEI y la promoción del uso de recursos renovables no convencionales, en aquellas aplicaciones en las que sea eficiente hacerlo. A partir de las metas se plantearon los indicadores con el fin de medir el grado de avance y cumplimiento de estos cuya medida está relacionada con los logros de las metas a mediano y largo plazo. Para algunos casos, la meta definida es la misma establecida en lo ODS para Colombia.

En las secciones subsiguientes como parte de la definición de las diferentes líneas de acción, se definen cada uno de los indicadores y las metas para cada acción específica.

5.2 Líneas de Acción

La presente sección contiene las líneas de acción definidas tanto para la gestión sostenible de los residuos provenientes de instalaciones fotovoltaicas, como de vehículos eléctricos. Las líneas de acción se presentan de forma independiente para cada ítem, considerando las diferentes necesidades que atienden y las distintas instituciones que involucran. Las líneas de acción planteadas recopilan y buscan atender los principales desafíos identificados en el análisis de diversa información recopilada, así como de lo indicado por diferentes actores tanto del sector privado como del público.

Las líneas de acción se presentan bajo un código de colores que indican su agrupación en cinco grandes conceptos así:

- Política/Reglamentación.
- Cadena de valor/modelos de negocio/aprovechamiento
- Infraestructura/logística.
- Investigación/Formación/Desarrollo
- Financiación de las estrategias

5.2.1 LÍNEAS DE ACCIÓN PARA INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

Línea de Acción 1: Reglamentación de la gestión ambiental de los residuos de instalaciones fotovoltaicas

Tabla 6. Línea de acción 1: Reglamentación de la gestión ambiental de los residuos de instalaciones fotovoltaicas

ACCIONES	METAS A MEDIANO PLAZO (2030)	METAS A LARGO PLAZO (2050)	INDICADORES
1.1 Crear política pública para establecer a los productores e importadores la obligación de formular, implementar y mantener actualizado un Plan de Gestión Ambiental de Residuos de instalaciones fotovoltaicas, que fomente el aprovechamiento. Adicionalmente esta política debe estar articulada con la Ley de transición energética con el objetivo de cumplir con los requisitos de eficiencia energética. Dentro de la política pública se debe incluir el número de corrientes o subcategorías de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos regulados bajo la responsabilidad extendida al productor	<p>Los productores deberán cumplir con las metas de recolección establecidas en la Resolución 851 de 2022 o aquella que la modifique o sustituya.</p> <p>1 Documento de política pública que establezca la obligación de productores/importadores de la formulación de un Plan de Gestión Ambiental de Residuos de Instalaciones Fotovoltaicas.</p>	<p>Los productores deberán cumplir con las metas de recolección establecidas en la Resolución 851 de 2022 o aquella que la modifique o sustituya.</p>	<p>Adopción e implementación de documento de política pública que establezca la obligación de productores/importadores de la formulación de un Plan de Gestión Ambiental de Residuos de Instalaciones Fotovoltaicas.</p>
1.2 Establecer definiciones y responsabilidades en cuanto a residuos recuperables, subproductos, residuos finales, entre otros.	<p>12.5 De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización</p> <p>1 documento con definiciones y responsabilidades.</p>	<p>De aquí al 2050 reducir un 20% frente al 2030 la generación de residuos de instalaciones fotovoltaicas teniendo en cuenta el adecuado mantenimiento con el fin de alargar su vida útil, así como el reciclado de materiales.</p> <p>1 documento actualizado con definiciones y responsabilidades.</p>	<p>Peso total de residuos de paneles aprovechados /Peso total de paneles EoL * 100</p>
1.3 Elaborar un Reglamento técnico sobre cada etapa de la gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, específicamente de instalaciones fotovoltaicas en sus etapas de desmantelamiento, separación, acopio, transporte, aprovechamiento, teniendo en cuenta la responsabilidad extendida de obligaciones de la cadena productiva	<p>(ODS 12.4) De aquí a 2030, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente en relación con los residuos de instalaciones fotovoltaicas</p> <p>Implementar la gestión de residuos de instalaciones fotovoltaicas de tal forma que permita llegar un adecuado manejo a los generados por instalaciones fotovoltaicas en zonas rurales no interconectadas</p> <p>Primera versión del reglamento técnico. Desarrollar un estándar y una especificación técnica que contenga (Parte 1 y Parte 2) para la recolección y el tratamiento de módulos fotovoltaicos en términos administrativos, requisitos organizativos y técnicos para los paneles fotovoltaicos de desecho.</p>	<p>Actualización y modificación de reglamento técnico, teniendo en cuenta sus lugares de generación como zonas rurales y tipos de residuos peligrosos que requieren un tratamiento especial</p>	<p>Peso total de residuos de paneles aprovechados /Peso total de paneles EoL * 100</p>

ACCIONES	METAS A MEDIANO PLAZO (2030)	METAS A LARGO PLAZO (2050)	INDICADORES
1.4 Realizar el seguimiento y control que se realiza a la gestión de residuos, así como la competencia	<p>Construcción de una línea base de registro de los paneles fotovoltaicos instalados con sus características y vida útil. Esta línea base se construirá a partir de establecer como obligación el registro para comercializadores incluyendo número de productos y aparatos, de manera anual. Este registro incluye un número conocido como numero RAE</p> <p>Capacitación del 100% de los profesionales en lo referente a desmantelamiento, acopio de instalaciones fotovoltaicas para el posterior aprovechamiento de paneles de las entidades encargadas de su expedición, control y seguimiento.</p>	<p>**Revisión anual de línea base</p> <p>Capacitación del 100% de los profesionales en lo referente a desmantelamiento, acopio de instalaciones fotovoltaicas para el posterior aprovechamiento de paneles de las entidades encargadas de su expedición, control y seguimiento.</p>	<p>Peso total de residuos de paneles aprovechados /Peso total de paneles EoL * 100</p>
1.5 Reglamentación de la gestión ambiental de los residuos de instalaciones fotovoltaicas en relación con la investigación	(ODS 9.b) Apoyar el desarrollo de tecnologías, la investigación y la innovación nacionales en los países en desarrollo, incluso garantizando un entorno normativo propicio a la diversificación industrial y la adición de valor a los productos básicos, entre otras cosas	(ODS 9.b) Apoyar el desarrollo de tecnologías, la investigación y la innovación nacionales en los países en desarrollo, incluso garantizando un entorno normativo propicio a la diversificación industrial y la adición de valor a los productos básicos, entre otras cosas	Número de normas desarrolladas relacionadas con la investigación e innovación tecnológicas.
<p>*Según los escenarios calculados en el documento "Estimación de Volúmenes", para el cálculo de la tasa de aprovechamiento se tuvieron en cuenta los escenarios conservadores (10%), los cuales anualmente aumentarán en un 1% y medio (30%).</p> <p>**Con el fin de analizar los comportamientos de futuras generaciones de residuos, comportamiento actual del mercado y avances de tecnología de aprovechamiento, lo cual permitiría replantear las tasas de aprovechamiento a futuro y establecer responsabilidad posconsumo de proveedores y fijar costos.</p>			

Fuente: Elaboración propia

Línea de Acción 2: Fomento de cadenas de valor y modelos de negocio enfocado al aprovechamiento de residuos de instalaciones fotovoltaicas.

Tabla 3. Línea de acción 2 Fomento de cadenas de valor y modelos de negocio enfocado al aprovechamiento de residuos de instalaciones fotovoltaicas.

ACCIONES	METAS A MEDIANO PLAZO (2030)	METAS A LARGO PLAZO (2050)	INDICADORES
2.1 Fomento de cadenas de valor y modelos de negocio enfocado al aprovechamiento de residuos de instalaciones fotovoltaicas.	Consolidación de 4 mesas regionales de actores tales como proveedores, clientes, entre otros, es decir empresas que requieren materiales recuperados, así como gestores externos y recicladores o proyectos de emprendimiento con este enfoque. Las mesas corresponderán a las 4 regiones dominantes en generación de energía fotovoltaica.	Consolidación de dos sinergias industriales entre los participantes de las mesas regionales, para el aprovechamiento y gestión de residuos de paneles fotovoltaicos.	Número de empresas creadas bajo la sinergia de productores y cadenas de valor
2.4 Establecer alianzas de cooperación internacional con el fin de intercambiar conocimientos entre ellos modelos de negocios exitosos en relación con el aprovechamiento de materiales de residuos de instalaciones fotovoltaicas	(ODS 17.16) Mejorar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible, complementada por alianzas entre múltiples interesados que movilicen e intercambien conocimientos, especialización, tecnología y recursos financieros, a fin de apoyar el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en todos los países, particularmente los países en desarrollo	(ODS 17.16) Mejorar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible, complementada por alianzas entre múltiples interesados que movilicen e intercambien conocimientos, especialización, tecnología y recursos financieros, a fin de apoyar el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en todos los países, particularmente los países en desarrollo	Numero de acuerdos de cooperación internacional para el intercambio de conocimientos en relación con modelos de negocio de instalaciones fotovoltaicas,
*También se requiere una base de datos actualizada y sistematizada sobre oferentes de tecnologías y servicios para la economía circular, <i>bolsas de residuos</i> que promuevan el intercambio de materiales, como por ejemplo la plataforma Bolsa Nacional de Residuos y Subproductos Industriales (BORSI) del Centro Nacional de Producción más Limpia. (MinAmbiente, MinComercio, 2019)			

Fuente: Elaboración propia

Línea de Acción 3: Desarrollo de infraestructuras y cadenas logísticas con enfoque multi-actor

Tabla 4. Línea de acción 3 Desarrollo de infraestructuras y cadenas logísticas con enfoque multi-actor

ACCIONES	METAS A MEDIANO PLAZO (2030)	METAS A LARGO PLAZO (2050)	INDICADORES
3.1 Desarrollo de infraestructuras sostenibles para la gestión de residuos fotovoltaicos	Desarrollar mínimo una infraestructura por región para el tratamiento de residuos de instalaciones fotovoltaicas	Desarrollar mínimo tres infraestructura por región para el tratamiento de residuos de instalaciones fotovoltaicas	Número de infraestructuras para el tratamiento de residuos de instalaciones fotovoltaicas por región para el año
3.2 Modernizar infraestructuras existentes con objetivos de aprovechamiento de residuos tales como RAES, los cuales incluyan residuos de instalaciones fotovoltaicas.	(ODS 9.4) De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas	(ODS 9.4) Presentar un aumento del 20% (10% anual) en la modernización de la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas	Numero de infraestructuras modernizadas para la gestión adecuada de residuos de instalaciones fotovoltaicas sostenibles
3.3 Establecer una cadena de proceso organizada, la cual repercute en mayores eficiencias de reciclaje estableciendo control en los porcentajes de recolección, desmantelamiento, preprocesamiento y recuperación.	Reciclaje de un 10% de residuos de paneles fotovoltaicos fuera de uso	Reciclaje de un 30% de residuos de paneles fotovoltaicos fuera de uso	Peso total de residuos de paneles aprovechados /Peso total de paneles EoL * 100
3.4 El manejo integral de la logística incluye lo que es la generación de la educación al usuario, el acopio y el transporte	Incluir en la estructuración del proyecto en ZNI la obligación de capacitación a los usuarios en acopio y entrega responsable de los residuos de las soluciones solares fotovoltaicas. Campañas para incentivar la adecuada disposición por parte del generador Capacitar entre otros temas sobre la transición energética (Impacto y consecuencias)	Capacitar al 100% de los usuarios (encargados de instalar, realizar mantenimientos y desmantelar)	Número de usuarios capacitados/ usuarios existentes * 100
3.5 Diseño de infraestructuras requeridas para la adecuada gestión de residuos de instalaciones fotovoltaicas.	Acopio seguro temporal, articulado con entidades territoriales para el diseño de rutas de recolección y centros el acopio temporal Realizar mesas de trabajo con el fin de desarrollar a futuro parques industriales ecoeficientes (espacios geográficos con diversas empresas ubicadas al estar conectadas a la infraestructura logística, así como de aprovechamiento.	Desarrollo de mínimo 1 parque industrial ecoeficiente por regiones de Colombia	Número de parques industriales ecoeficiente por regiones para el tratamiento de residuos de instalaciones fotovoltaicas
3.6 Ampliación y optimización de responsabilidad extendida de obligaciones de la cadena	Ampliar la REP para estos residuos: planes posconsumo y canales de devolución. Compromiso de los fabricantes para preparar planes de administración de productos que describan cómo financiarán el programa de devolución y reciclaje y disponer la devolución de módulos fotovoltaicos en ubicaciones dentro del estado	Establecer a los productores programa de devolución y posconsumo en ubicaciones dentro del estado articulo con actores locales identificados posteriormente. Este programa debe incluir información sobre cierre de ciclos del material y características del producto tales como vida útil.	Número de paneles gestionados en el año anterior bajo el programa posconsumo/Numero de paneles totales generados en el año anterior *100

ACCIONES	METAS A MEDIANO PLAZO (2030)	METAS A LARGO PLAZO (2050)	INDICADORES
	Realizar análisis de ciclo de vida y tenerlo en cuenta como requisito de paneles solares con el fin de adquirir productos con una mayor vida útil. Establecer obligaciones para todos los fabricantes de proporcionar datos críticos de los paneles		

Fuente: Elaboración propia

Línea de Acción 4: Gestión del conocimiento de actores involucrados, fomentando la Investigación, formación y desarrollo

Tabla 5. Línea de acción 4 Gestión del conocimiento de actores involucrados, fomentando la Investigación, formación y desarrollo

ACCIONES	METAS A MEDIANO PLAZO (2030)	METAS A LARGO PLAZO (2050)	INDICADORES
4.1 Gestión del conocimiento de actores involucrados, fomentando la Investigación, formación y desarrollo con el fin de contar con la mejor tecnología para el aprovechamiento de los residuos de instalaciones fotovoltaica	(ODS- 7.a) De aquí a 2030, aumentar la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y la tecnología relativas a la energía limpia, incluidas las fuentes renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles, y promover la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias	Fortalecer esta cooperación internacional en donde se reflejen resultados como plantas piloto.	Numero de acuerdos en el marco de cooperación internacional enfocados a la investigación de aprovechamiento de residuos generados por energías limpias, específicamente energía solar.
4.2 Gestión del conocimiento de actores involucrados, fomentando la Investigación, formación y desarrollo: Desarrollar investigaciones que permitan conocer la eficiencia energética y evaluación ambiental de industrias manufacturera con el uso de energías renovables como la energía solar, lo cual permitiría generar una sinergia en I+D en cuanto a dos objetivos de investigación: Eficiencia energética para industria manufacturera y la adecuada disposición de residuos de instalaciones fotovoltaicas.	(RETO ODS 9): Disminuir en un 3% anual las emisiones de industria manufacturera mediante la implementación de procesos de innovación del uso de energía renovables, entre ellas la energía solar en la industria manufacturera para reducir sus emisiones, pues esta industria genera emisiones principalmente por la quema de combustibles	(RETO ODS 9) Disminuir en un 3% anual las emisiones de industria manufacturera mediante la implementación de procesos de innovación del uso de energía renovables, entre ellas la energía solar en la industria manufacturera para reducir sus emisiones, pues esta industria genera emisiones principalmente por la quema de combustibles	Porcentaje de industrias manufactureras que usan energía solar en sus procesos Porcentaje de disminución de emisiones en la industria manufacturera por el uso de energías renovables
4.3 Gestión del conocimiento de actores involucrados, fomentando la Investigación, formación y desarrollo	(ODS 9.5) Aumentar la investigación científica en tecnologías de aprovechamiento de residuos de paneles solares y vehículos eléctricos y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales del país, fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo	(ODS 9.5) Aumentar en un 20% respecto al 2030 la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales del país, fomentando la innovación y aumentando considerablemente, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo	Número de personas que trabajan en investigación de tecnologías de aprovechamiento de residuos de paneles solares Número de personas que trabajan en investigación por millón de habitantes
4.4 Desarrollar una hoja de ruta que refrenda las leyes y reglamentos del diseño e I+D de las tecnologías de bajo costo requeridas para la desmontaje, transporte y tratamiento óptimos y respetuosos con el medio ambiente de los paneles fotovoltaicos desechados	(ODS 12.a) Desarrollar acuerdos de cooperación internacional que permitan ayudar a los países en desarrollo a fortalecer su capacidad científica y tecnológica para avanzar hacia modalidades de consumo y producción más sostenibles (ODS 17.9) Aumentar el apoyo internacional para realizar actividades de creación de capacidad eficaces y específicas en los países en desarrollo a fin de respaldar los planes nacionales de implementación de todos los Objetivos de Desarrollo Sostenible, incluso mediante la cooperación Norte-Sur, Sur-Sur y triangular	(ODS 12.a) Desarrollar acuerdos de cooperación internacional que permitan ayudar a los países en desarrollo a fortalecer su capacidad científica y tecnológica para avanzar hacia modalidades de consumo y producción más sostenibles (ODS 17.9) Aumentar el apoyo internacional para realizar actividades de creación de capacidad eficaces y específicas en los países en desarrollo a fin de respaldar los planes nacionales de implementación de todos los Objetivos de Desarrollo Sostenible, incluso mediante la cooperación Norte-Sur, Sur-Sur y triangular	Numero de tecnologías de bajo costo identificadas durante la gestión de residuos de instalaciones fotovoltaicas

ACCIONES	METAS A MEDIANO PLAZO (2030)	METAS A LARGO PLAZO (2050)	INDICADORES
	1 hoja de ruta establecida a mediano plazo	1 hoja de ruta establecida a largo plazo	
4.5 Generar proyectos de investigación que permitan conocer ampliamente la tecnología existente para el aprovechamiento de residuos de instalaciones fotovoltaicas	Promover la creación de mínimo 1 empresa por región a partir de las investigaciones realizadas de conocimiento tecnológico	Promover la creación de mínimo 1 empresa por región a partir de las investigaciones realizadas de conocimiento tecnológico	Numero de tecnologías de bajo costo identificadas durante la gestión de residuos de instalaciones fotovoltaicas

Fuente: Elaboración propia

Línea de Acción 5: Desarrollo de incentivos que promuevan procesos de cambio en todos los actores involucrados

ACCIONES	METAS A MEDIANO PLAZO (2030)	METAS A LARGO PLAZO (2050)	INDICADORES
5.1 Incentivos de Emprendimiento	Generar y dar a conocer los incentivos tributarios para la implementación de nuevas tecnologías de gestión y emprendimientos relacionados con el aprovechamiento de materiales de paneles solares.	Evaluar la suficiencia de estos incentivos y replantear.	Número de incentivos otorgados/proyectos radicados. *100
5.2 Incentivos para la investigación	Integrar estas investigaciones al programa existente de investigación Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e innovación por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación -Colciencias.- MinCiencias.	Evaluar la suficiencia de estos incentivos y replantear.	Número de incentivos otorgados/proyectos radicados. *100

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente a los incentivos, también puede considerarse la aplicación de fuertes multas para los infractores por actividades de inadecuada disposición de residuos de paneles fotovoltaicos. Cualquier operador de relleno sanitario o planta incineradora, se le prohíbe aceptar a sabiendas paneles solares para su eliminación o mezclar a sabiendas paneles solares con otros desechos sólidos. Estos dineros pueden ser parte del programa de reciclaje de instalación fotovoltaicas.

5.2.2 LÍNEA DE ACCIÓN PARA VEHICULOS HÍBRIDOS Y ELECTRICOS

Línea de Acción 1: Reglamentación relacionada a pilas y acumuladores y sus residuos en relación con los vehículos híbridos y eléctricos

Tabla 6. Línea de Acción 1: Reglamentación relacionada a pilas, acumuladores y sus residuos en relación con los vehículos híbridos y eléctricos

ACCIONES	METAS A MEDIANO PLAZO (2030)	METAS A LARGO PLAZO (2050)	INDICADORES
<p>1.1 Reto: ODS 11.2 el Gobierno nacional ha estado enfocado en acelerar la consolidación de una movilidad limpia, a través de, por ejemplo, la expedición de la Ley 1964 del 2019 de vehículos eléctricos y de la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (ENME). Se brindan así incentivos para la compra y el uso de vehículos eléctricos, que impacta la venta de vehículos eléctricos e híbridos nuevos; así, el número de vehículos eléctricos registrados en el Registro Único Nacional de Tránsito RUNT pasó de 3.430 en 2019 a 4.259 en 2020 (Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2021).</p>	<p>(ODS 11.2) De aquí a 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad</p> <p>Así como incluir en el registro la vida útil aproximada de las baterías con el fin de realizar un seguimiento anual de vehículos híbridos y eléctricos cuya batería ha cumplido su vida útil, versus las baterías gestionadas en ese mismo año.</p>	<p>Con el fin de que estos sistemas de transportes sean sostenibles se debe realizar seguimiento anual de porcentaje de baterías de vehículos híbridos y eléctricos gestionados correctamente versus reporte anual de vehículos cuya vida útil de la batería se ha agotado</p>	<p>Cantidad de vehículos híbridos y eléctricos existentes anualmente incluyendo información sobre la vida útil de la batería/cantidad de baterías de vehículos híbridos y eléctricos cuya vida útil haya terminado gestionadas correctamente.</p>
<p>Propuesta de un nuevo marco regulador de baterías, a fin de aumentar la sostenibilidad e impulsar el potencial de circularidad de las baterías. Con el fin de establecer definiciones, recogida, tratamiento, reciclado y eliminación de residuos, teniendo en cuenta la responsabilidad extendida. (Unión Europea, 2006), que fomente el aprovechamiento. Adicionalmente esta política debe estar articulada con la Ley de transición energética con el objetivo de cumplir con los requisitos de eficiencia energética. Dentro de la política pública se debe incluir el número de corrientes o subcategorías de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos regulados bajo la responsabilidad extendida al productor</p>	<p>Expedir reglamentación para definir e implementar un programa de Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEES) generados por la flota eléctrica de transporte de pasajeros, de carga y vehículos de movilidad individual. (UPME, 2020).</p> <p>**Los productores deberán cumplir la meta de aprovechamiento del 10 % de residuos tales como baterías de vehículos híbridos y eléctricos.</p>	<p>(ODS 11.6) De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo.</p> <p>(ODS 12.2) De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales.</p> <p>* Los productores deberán cumplir la meta de aprovechamiento del 30 % de residuos tales como baterías de vehículos híbridos y eléctricos. Teniendo en cuenta el programa de Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEES)</p>	<p>Cantidad anual de residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEES) generados por la flota eléctrica de transporte de pasajeros, de carga y vehículos de movilidad individual / Cantidad anual de residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEES) aprovechados por la flota eléctrica de transporte de pasajeros, de carga y vehículos de movilidad individual * 100</p>
<p>1.2 Establecer definiciones y responsabilidades en cuanto a residuos recuperables, subproductos, residuos finales, entre otros.</p>	<p>12.5 De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización</p> <p>1 documento con definiciones y responsabilidades.</p>	<p>De aquí al 2050 reducir un 20% frente al 2030 la generación de residuos de instalaciones fotovoltaicas teniendo en cuenta el adecuado mantenimiento con el fin de alargar su vida útil, así como el reciclado de materiales.</p> <p>1 documento actualizado con definiciones y responsabilidades,</p>	<p>Residuos recuperados RAES de vehículos eléctricos de transporte y particular/Residuos baterías de vehículos (E) generadas *100</p> <p>Subproductos identificados de RAES de vehículos eléctricos de transporte y particular / Residuos RAES de vehículos eléctricos de transporte y particular baterías de vehículos (E) generadas *100</p> <p>Residuos finales RAES de vehículos eléctricos de transporte y particular identificados/ Residuos baterías RAES de vehículos eléctricos de transporte y particular de vehículos (E) generadas *100</p>

ACCIONES	METAS A MEDIANO PLAZO (2030)	METAS A LARGO PLAZO (2050)	INDICADORES
1.3 Elaborar un Reglamento técnico sobre cada etapa de la gestión de los residuos de vehículos eléctricos en sus etapas de desmantelamiento, separación, acopio, transporte, aprovechamiento, teniendo en cuenta la responsabilidad extendida de obligaciones de la cadena productiva	<p>(ODS 12.4) De aquí a 2030, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente en relación con los residuos de de baterías EoL vehículos (H) (E).</p> <p>Primera versión del reglamento técnico. Desarrollar un estándar y una especificación técnica que contenga (Parte 1 y Parte 2) exigiendo personal cualificado para la segura desactivación y desmantelamiento de residuos de baterías EoL vehículos (H) (E).</p>	Actualización y modificación de reglamento técnico, teniendo en cuenta tipos de residuos peligrosos que requieren un tratamiento especial	Porcentaje de materiales aprovechados a partir de residuos de baterías de vehículos híbridos y eléctricos en Colombia, según el reglamento técnico establecido.
1.6 Reglamentación de la gestión ambiental de los residuos de baterías vehículos híbridos y eléctricos.	Incorporar en la estructura tributaria del sector transporte, las externalidades negativas asociadas a los impactos ambientales. (UPME, 2020)	Revisión y/o actualización, (si se requiere) en la estructura tributaria del sector transporte, las externalidades negativas asociadas a los impactos ambientales.	Porcentaje de materiales aprovechados a partir de residuos de baterías de vehículos híbridos y eléctricos en Colombia, según el reglamento técnico establecido.
1.7 Realizar el seguimiento y control que se realiza a la gestión de residuos, así como la competencia	Realizar una línea base en donde se tengan en cuenta criterios de modelos y marcas con el fin de establecer a detalle el tipo de batería a aprovechar cuando esta finalice su vida útil. De esta manera se podrán enfocar investigaciones en el desarrollo de tecnologías que permitan abarcar un mayor aprovechamiento Realizar un control y/o restricción a partir del 2030 especial a aquellas baterías cuyas etiquetas adviertan ser altamente contaminantes de acuerdo con las emisiones de carbono declaradas que generan las baterías a lo largo de su ciclo de vida.	**Revisión anual de línea base, mejorando las fuentes de información para la toma de decisiones a través del fortalecimiento del Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT) aumentando el número de registro de automóviles con nivel de emisiones. (UPME, 2020)	Número de vehículos híbridos y eléctricos registrados anualmente Número de vehículos híbridos y eléctricos finalizando su vida útil anualmente

Fuente: Elaboración propia

Línea de Acción 2: Fomento de cadenas de valor y modelos de negocio enfocado al aprovechamiento de residuos de baterías de vehículos híbridos y eléctricos.

Tabla 7. Línea de Acción 2: Fomento de cadena de valor y modelos de negocio enfocado al aprovechamiento de residuos de baterías de los vehículos híbridos y eléctricos

ACCIONES	METAS A MEDIANO PLAZO (2030)	METAS A LARGO PLAZO (2050)	INDICADORES
2.1 Fomento de cadenas de valor y modelos de negocio enfocado al aprovechamiento de residuos de baterías EoL vehículos (H) (E).	<p>(ODS 9.3) Aumentar el acceso de las pequeñas industrias y otras empresas, a los servicios financieros, incluidos créditos asequibles, y su integración en las cadenas de valor y los mercados</p> <p>(ODS 12.5): De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización</p>	<p>(ODS 9.3) Aumentar en un 20% (Un 10% anual) en el acceso de las pequeñas industrias y otras empresas, a los servicios financieros, incluidos créditos asequibles, y su integración en las cadenas de valor y los mercados</p> <p>(ODS 12.5): Aumentar en un 20% (Un 10% anual) en reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización</p>	Porcentaje de materiales aprovechados a través de cadenas de valor por pequeñas industrias = Cantidad de residuos RAES de vehículos híbridos y eléctricos / Cantidad de materiales valorizados
2.2 Propiciar sinergias entre empresas del sector de vehículos híbridos y eléctricos, que lleven a cabo el cierre de ciclos con el fin de colaborar en red para el intercambio de información y conocimiento (Redes Car, 2023)	ó mapas de actores tales como empresas ensambladoras de automóviles en Colombia, proveedores, clientes, entre otros, es decir empresas que requieren materiales recuperados, así como gestores externos y recicladores o proyectos de emprendimiento con este enfoque, por cada región de Colombia	2 sinergias en funcionamiento que aporten al porcentaje de la tasa de aprovechamiento por Región en Colombia.	Número de empresas creadas bajo la sinergia de productores y cadenas de valor
Establecer alianzas de cooperación internacional con el fin de intercambiar conocimientos entre ellos modelos de negocios exitosos en relación con el aprovechamiento de materiales de residuos de baterías EoL vehículos (H) (E).	(ODS 17.16) Mejorar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible, complementada por alianzas entre múltiples interesados que movilicen e intercambien conocimientos, especialización, tecnología y recursos financieros, a fin de apoyar el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en todos los países, particularmente los países en desarrollo	(ODS 17.16) Mejorar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible, complementada por alianzas entre múltiples interesados que movilicen e intercambien conocimientos, especialización, tecnología y recursos financieros, a fin de apoyar el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en todos los países, particularmente los países en desarrollo	Número de modelos de negocio en marcha por regiones al año en relación con modelos de negocio de residuos de baterías EoL vehículos (H) (E).
2.3 Desarrollar modelos de negocio mediante alianzas entre productores, academia y autoridades para la construcción de incentivos.	<p>Identificación de barreras, impulsores y facilitadores a nivel nacional e internacional del reciclaje de residuos de baterías EoL vehículos (H) (E).</p> <p>Definir nichos de mercado por regiones para cada cadena de valor del negocio y los procesos involucrados</p> <p>*Definir una bolsa de subproductos para motivar la creación de empresas gestoras y transformadoras</p> <p>Realizar análisis de tecno económicos que permitan definir los mejores escenarios en cuanto a la gestión de los residuos de baterías EoL vehículos (H) (E).</p>	Creación de un Programa Nacional de reciclaje que además de los PV incluyan residuos de baterías EoL vehículos (H) (E). r, vinculando a las autoridades nacionales y gestores externos	Numero de acuerdos de cooperación internacional para el intercambio de conocimientos en relación con modelos de negocio de residuos de baterías EoL vehículos (H) (E).

Fuente: Elaboración propia

Línea de Acción 3: Desarrollo de infraestructuras y cadenas logísticas con enfoque multi-actor

Tabla 8. Línea de Acción 3: Desarrollo de infraestructuras de residuos de baterías de los vehículos híbridos y eléctricos

ACCIONES	METAS A MEDIANO PLAZO (2030)	METAS A LARGO PLAZO (2050)	INDICADORES
3.1 Desarrollo de infraestructuras sostenibles para la gestión de los residuos de baterías de vehículos (H) (E) EoL	<p>(ODS 9.1). Desarrollar infraestructuras para la gestión adecuada de residuos de instalaciones fotovoltaicas fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos.</p> <p>(ODS 12.2) De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales</p>	<p>(ODS 9.1). Presentar un aumento del 20% (10% anual) en el desarrollo de infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos.</p> <p>(ODS 12.2) Presentar un aumento del 20% (10% anual) en el desarrollo de infraestructuras que permitan una gestión sostenible de estos residuos</p>	Número de infraestructuras para el tratamiento de residuos de instalaciones fotovoltaicas por región para el año 2050 de los residuos de baterías de vehículos (H) (E) EoL
3.2 Modernizar infraestructuras existentes con objetivos de aprovechamiento de residuos tales como RAES, los cuales incluyan residuos de baterías de vehículos (H) (E) EoL	(ODS 9.4) De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas	(ODS 9.4) Presentar un aumento del 20% (10% anual) en la modernización de la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas	Numero de infraestructuras modernizadas para la gestión adecuada de residuos de baterías de vehículos (H) (E) EoL
3.3 Establecer una cadena de proceso organizada, la cual repercute en mayores eficiencias de reciclaje estableciendo control en los porcentajes de recolección, desmantelamiento, preprocesamiento y recuperación.	10% en cada actividad de gestión (recolección, desmantelamiento, preprocesamiento y recuperación.	30% en cada actividad de gestión (recolección, desmantelamiento, preprocesamiento y recuperación.	Peso total de residuos de de residuos de baterías de vehículos (H) (E) EoL /Peso total de de residuos de baterías de vehículos (H) (E) EoL * 100
3.4 El manejo integral de la logística incluye lo que es la generación de la educación al usuario, el acopio y el transporte	Fomentar como nueva oportunidad en el mercado laboral la profesionalización técnica en la desactivación, desmantelamiento para el posterior aprovechamiento de los residuos de baterías de vehículos (H) (E) EoL. Así como, ampliar el portafolio de formación para conductores y servicios de mantenimiento enfocado en nuevas tecnologías vehiculares y conducción eficiente: Servicio Nacional de Aprendizaje y otras entidades del sector educativo. (UPME, 2020)	Contar con el 100% del personal capacitado y/o profesionalizado que se encuentren realizando actividades de desactivación, desmantelamiento para el posterior aprovechamiento o adecuada gestión de los residuos de baterías de vehículos (H) (E) EoL	Número de usuarios capacitados/ usuarios existentes * 100
3.5 Diseño de infraestructuras requeridas para la adecuada gestión de residuos de baterías de vehículos eléctricos.	Diseñar e implementar seis (uno por región) parques industriales ecoeficientes para el aprovechamiento de los residuos de baterías de vehículos (H) (E) EoL. Trabajar juntamente con los actores a cargo del desarrollo de infraestructuras estratégicas bajas en carbono y resiliente al clima.	Desarrollo de mínimo 1 parque industrial ecoeficiente por regiones de Colombia	Número de parques industriales ecoeficiente por regiones para el tratamiento de residuos de residuos de baterías de vehículos (H) (E) EoL

ACCIONES	METAS A MEDIANO PLAZO (2030)	METAS A LARGO PLAZO (2050)	INDICADORES
3.6 Ampliación y optimización de responsabilidad extendida de obligaciones de la cadena	<p>Reforzar las normas sobre producción, trazabilidad, reciclado y tratamiento de los residuos de baterías de vehículos (H) (E) EoL de los vehículos importados.</p> <p>Establecer como obligatorio a los comercializadores de autos en Colombia la exigencia de un certificado que mencione la composición en porcentaje de materiales reciclables, los cuales deben ser cada vez mayores.</p>		Número de baterías EoL gestionados en el año anterior bajo el programa posconsumo/Numero de baterías EoL totales generados en el año anterior *100
3.7 Establecer un etiquetado vehicular para que los compradores cuenten con información disponible que les permita comparar de forma fácil y sencilla, el rendimiento energético y el impacto ambiental de las diferentes tecnologías, al momento de tomar decisiones de adquisición (UPME, 2020)	Exigir a todas las marcas de vehículos híbridos y eléctricos existentes en el país deben contar con dicho etiquetado	Exigir a todas las marcas de vehículos híbridos y eléctricos existentes en el país deben contar con dicho etiquetado	El 100% de las marcas de vehículos híbridos y eléctricos deben contar con dicho etiquetado

Fuente: Elaboración propia

Línea de Acción 4: Gestión del conocimiento de actores involucrados, fomentando la Investigación, formación y desarrollo

Tabla 9. Línea de Acción 4: Gestión del conocimiento de actores involucrados, fomentando la investigación, formación y desarrollo

ACCIONES	METAS A MEDIANO PLAZO (2030)	METAS A LARGO PLAZO (2050)	INDICADORES
4.3 Gestión del conocimiento de actores involucrados, fomentando la Investigación, formación y desarrollo	(ODS 9.5) Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales del país, fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo	(ODS 9.5) Aumentar en un 20% respecto al 2030 la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales del país, fomentando la innovación y aumentando considerablemente, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo	Número de personas que trabajan en investigación de tecnologías de aprovechamiento de residuos de vehículos híbridos y eléctricos
4.1 Gestión del conocimiento de actores involucrados, fomentando la Investigación, formación y desarrollo con el fin de contar con la mejor tecnología para el aprovechamiento de los residuos de baterías de vehículos (H) (E) EoL	(ODS- 7.a) De aquí a 2030, aumentar la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y la tecnología relativas a la energía limpia, incluidas las fuentes renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles, y promover la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias	Fortalecer esta cooperación internacional en donde se reflejen resultados como plantas piloto.	Numero de acuerdos en el marco de cooperación internacional enfocados a la investigación de aprovechamiento de residuos generados por energías limpias, de los residuos de baterías de vehículos (H) (E) EoL
4.4 Desarrollar una hoja de ruta que refrenda las leyes y reglamentos del diseño e I+D de las tecnologías de bajo costo requeridas para la desmontaje, transporte y tratamiento óptimos y respetuosos con el medio ambiente de los residuos de baterías de vehículos (H) (E) EoL	(ODS 12.a) Desarrollar acuerdos de cooperación internacional que permitan ayudar a los países en desarrollo a fortalecer su capacidad científica y tecnológica para avanzar hacia modalidades de consumo y producción más sostenibles (ODS 17.9) Aumentar el apoyo internacional para realizar actividades de creación de capacidad eficaces y específicas en los países en desarrollo a fin de respaldar los planes nacionales de implementación de todos los Objetivos de Desarrollo Sostenible, incluso mediante la cooperación Norte-Sur, Sur-Sur y triangular 1 hoja de ruta establecida a mediano plazo	(ODS 12.a) Desarrollar acuerdos de cooperación internacional que permitan ayudar a los países en desarrollo a fortalecer su capacidad científica y tecnológica para avanzar hacia modalidades de consumo y producción más sostenibles (ODS 17.9) Aumentar el apoyo internacional para realizar actividades de creación de capacidad eficaces y específicas en los países en desarrollo a fin de respaldar los planes nacionales de implementación de todos los Objetivos de Desarrollo Sostenible, incluso mediante la cooperación Norte-Sur, Sur-Sur y triangular 1 hoja de ruta establecida a largo plazo	Numero de tecnologías de bajo costo identificadas durante la gestión de residuos los residuos de baterías de vehículos (H) (E) EoL
4.3 Generar proyectos de investigación que permitan conocer ampliamente la tecnología existente para el aprovechamiento de los residuos de baterías de vehículos (H) (E) EoL	Promover la creación de mínimo 1 empresa por región a partir de las investigaciones realizadas de conocimiento tecnológico	Promover la creación de mínimo 1 empresa por región a partir de las investigaciones realizadas de conocimiento tecnológico	Numero de tecnologías de bajo costo identificadas durante la gestión de residuos de los residuos de baterías de vehículos (H) (E) EoL
4.4 Indagar sobre el uso de nuevas tecnologías informáticas , aplicadas tales como Battery Passport con el fin de realizar un intercambio seguro de datos, el aumento de la transparencia del mercado de baterías y la trazabilidad de baterías grandes a lo largo de su ciclo de vida. (CIC Energie GUNE, 2023)	Desarrollo de mínimo 2 investigaciones (tesis doctorales industriales de tres años de duración) relacionadas con los costos de inversión frente a estas tecnologías en Colombia, análisis costo beneficio	Desarrollo de mínimo 8 investigaciones relacionadas con los costos de inversión frente a estas tecnologías en Colombia, análisis costo beneficio	Número de investigaciones (tesis doctorales industriales de tres años de duración) relacionadas con los costos de inversión frente a estas tecnologías en Colombia, análisis costo beneficio

Fuente: Elaboración propia

Línea de Acción 5: Desarrollo de incentivos que promuevan procesos de cambio en todos los actores involucrados

Tabla 10. Desarrollo de incentivos que promuevan procesos de cambio en todos los actores involucrados

ACCIONES	METAS A MEDIANO PLAZO (2030)	METAS A LARGO PLAZO (2050)	INDICADORES
5.1 Incentivos de Emprendimiento	Generar y dar a conocer los incentivos tributarios para la implementación de nuevas tecnologías de gestión y emprendimientos relacionados con el aprovechamiento de los residuos de baterías de vehículos (H) (E) EoL	Evaluar la suficiencia de estos incentivos y replantear.	Número de incentivos otorgados/proyectos radicados. *100
5.2 Incentivos para la investigación	Integrar estas investigaciones al programa existente de investigación Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e innovación por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación -MinColciencias.	Evaluar la suficiencia de estos incentivos y replantear.	Número de incentivos otorgados/proyectos radicados. *100

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente a los incentivos, también puede considerarse la aplicación de fuertes multas para los infractores por actividades de inadecuada disposición de disposición de los residuos de baterías de vehículos (H) (E) EoL. Cualquier operador de relleno sanitario o planta incineradora, se le prohíbe aceptar a sabiendas paneles solares para su eliminación o mezclar a sabiendas paneles solares con otros desechos sólidos. Estos dineros pueden ser parte del programa de reciclaje de instalación fotovoltaicas.

6 GOBERNANZA

Para este estudio y según la revisión bibliográfica, los actores identificados preliminarmente son: autoridades ambientales, entidades del sector energético (UPME, Ministerio de Minas y Energía), entidades de planeación y política pública, productores, comercializadores, gestores externos de tratamiento y aprovechamiento de residuos, así como el sector académico y de investigación.

En la siguiente tabla se relacionan las líneas de acción y sus responsables.

Tabla 11. Responsables institucionales por línea de acción

LÍNEA DE ACCIÓN	RESPONSABLES RESIDUOS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS	RESPONSABLES RESIDUOS BATERIAS ELECTRICAS
Línea de Acción 1: Reglamentación de la gestión ambiental de los residuos de instalaciones fotovoltaicas	<ul style="list-style-type: none"> Minambiente ANLA Minminas UPME 	<ul style="list-style-type: none"> Minambiente ANLA MInMinaANI MINTRANSPORTE
Línea de Acción 2: Fomento de cadenas de valor y modelos de negocio enfocados al aprovechamiento de residuos de instalaciones fotovoltaicas	<ul style="list-style-type: none"> Minambiente MInMinasANLA CARS Empresarios, microempresarios Productores (fabricantes e importadores de instalaciones fotovoltaicas) Promotores de proyectos relacionados con eficiencia energética ANDI FENALCO Cámaras de comercio Recicladores Gestores externos RESPEL DNP 	<ul style="list-style-type: none"> Minambiente MInMinasANLA CARS Empresarios, microempresarios Productores (fabricantes e importadores de vehículos híbridos y eléctricos) ANDI FENALCO Cámaras de comercio Recicladores Gestores externos RESPEL DNP
Línea de Acción 3: Desarrollo de infraestructuras y cadenas logísticas con enfoque multi-actor	<ul style="list-style-type: none"> MinAmbiente MinEducación MinTIC ANDI Medios de comunicación regionales y comunitarios Juntas de acción comunal Gestores RESPEL 	<ul style="list-style-type: none"> MinAmbiente MinEducación MinMinas SENA MinTIC ANDI Medios de comunicación regionales y comunitarios Gestores RESPEL DNP INVIAS ANI
Línea de Acción 4: Gestión del conocimiento de actores involucrados, fomentando la investigación, formación y desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> Universidades públicas y privadas. Organizaciones multilaterales y cooperaciones Centros de investigación y desarrollo tecnológico Países con intereses en cooperación internacional (Filandia, Alemania, Suecia, Francia) MinEnergía ANLA MinAmbiente UPME Promotores de proyectos relacionados con eficiencia energética ANDI FENALCO Empresarios, microempresarios Productores (fabricantes e importadores) 	<ul style="list-style-type: none"> Universidades públicas y privadas. Organizaciones multilaterales y cooperaciones Centros de investigación y desarrollo tecnológico Países con intereses en cooperación internacional con mayor cercanía (América) MInMinasMinAmbiente ANDI FENALCO Empresarios, microempresarios Productores (fabricantes e importadores)
Línea de Acción 5: Desarrollo de incentivos que promuevan procesos	<ul style="list-style-type: none"> Gobierno nacional (Congreso) Universidades públicas y privadas. Organizaciones multilaterales y cooperaciones 	<ul style="list-style-type: none"> Gobierno nacional (Congreso) Universidades públicas y privadas. Organizaciones multilaterales y cooperaciones

<p>de cambio en todos los actores involucrados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Centros de investigación y desarrollo tecnológico • Países con intereses en cooperación internacional • Cámaras de comercio • Empresarios, microempresarios • Productores (fabricantes e importadores) • DIAN • MinMinas 	<ul style="list-style-type: none"> • Centros de investigación y desarrollo tecnológico • Países con intereses en cooperación internacional • Cámaras de comercio • Empresarios, microempresarios • Productores (fabricantes e importadores) • DIAN • MinMinas
--	--	--

Fuente: Elaboración propia

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los RAEE generados por instalaciones fotovoltaicas y vehículos eléctricos representan un reto para Colombia puesto que el marco normativo actual no cuenta con las herramientas necesarias para lograr una correcta gestión de este tipo de RAEE. Así las cosas, resulta necesario que, se introduzcan cambios en la legislación colombiana para garantizar que la REP, las autoridades competentes, los canales de comunicación y recolección de datos, entre otros, se encuentren alineadas con el estado actual de desarrollo de un mercado que, a pesar de todavía estar en una etapa temprana de desarrollo, en el mediano plazo generará RAEE que deben ser tratados de acuerdo con los estándares internacionales.

Para la adopción e implementación de la presente estrategia se sugiere:

- En relación con el marco normativo colombiano actual, se sugieren la siguientes modificaciones con el fin de favorecer la creación de nuevos mecanismo que faciliten la correcta gestión y aprovechamiento de residuos provenientes de instalaciones fotovoltaicas y vehículos eléctricos:
 - En términos de la Resolución 851 de 2022, se propone ampliar la regulación de los sistemas de recolección a todos los AEE provenientes de instalaciones fotovoltaicas y vehículos eléctricos que se comercializan en el país, mediante una modificación del Anexo 1 de la Resolución.
 - Generación de incentivos de formación, investigación y desarrollo tecnológico para promover la innovación en la gestión de los RAEE en desarrollo de lo dispuesto en la política nacional de gestión integral de RAEE publicada por el MADS en el año 2017 y en la Estrategia Nacional de Economía Circular.
 - Se propone la expedición de una ley que modifique el artículo 255 del Estatuto Tributario relacionado con el descuento por inversiones en control, conservación y mejoramiento del medio ambiente de manera que indique de manera expresa que aplica para las inversiones relacionadas con la adecuada disposición de RAEE.
 - Actualizar la política nacional de gestión integral de RAEE publicada por el MADS en el año 2017 y la política de producción y consumo sostenible publicada por el MADS en el año 2010, con la finalidad de incluir lineamientos generales para que se estimule el diseño y producción de los AEE que tengan en cuenta plenamente y faciliten su reparación, su posible actualización y su reutilización, desmontaje y reciclaje. Igualmente, se recomienda indicar cuáles serán las autoridades competentes encargadas de hacer seguimiento a los AEE importados.
 - Expedición de nueva resolución que modifique la Resolución 851 de 2022 en el sentido de incluir obligaciones directas para la autoridad ambiental respecto a la recolección y seguimiento de la información puesta a disposición por los productores respecto a los sistemas de recolección y gestión de RAEE. Igualmente, se sugiere delegar en el MADS la obligación de desarrollar un sistema de información completo que permita tener información cierta y real sobre la cantidad de AEE de instalaciones fotovoltaicas y vehículos eléctricos para monitorear su vida útil, su ubicación en el país y poder desarrollar con tiempo políticas de gestión de estos residuos. Asimismo, se sugiere que las corporaciones autónomas regionales y autoridades ambientales competentes continúen actualizando el listado de gestores de RAEE de manera que exista información clara y completa.
 - Actualizar la política nacional de gestión integral de RAEE publicada por el MADS en el año 2017 con la finalidad de establecer lineamientos generales y determinar las autoridades competentes encargadas de introducir en el marco normativo obligaciones para incentivar el mercado de los productores resultantes del aprovechamiento de los RAEE (se sugiere: (i) identificar los productos que pueden generarse; (ii) las posibles industrias en que estos productos son de utilidad; y (iii) los posibles incentivos para las personas que empleen estos productos en su cadena de producción) y fomentar la generación de campañas innovadores de concientización.

8 BIBLIOGRAFÍA

CIC Energie GUNE. (2023). Obtenido de <https://cicenergigune.com/es/blog/battery-passport-normativa-baterias-europa>

Comisión Europea. (2020). *Plan de acción para la economía circular*.

Congreso de la Republica. (2014). LEY 1715 . Bogotá, D.C, Colombia, Colombia.

Congreso de la República de Colombia . (2021). *Gestor normativo*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=166326>

Departamento Nacional de Planeación. (2018). *CONPES 3918: Estrategia para la implementación de los objetivos de desarrollo sostenible en Colombia*. Bogotá: Presidencia de la republica.

DNP, Departamento Nacional de Planeación. (2021). *DNP, Departamento Nacional de Planeación*. Obtenido de https://assets.ctfassets.net/27p7ivvbl4bs/7myPrzLxNgtrIV0ZZ9PLS6/4fcaa686e86371ab12de75c69f382571/2021-12-29_Informe_final_2021.pdf

Energy Saving Trust. (2022). *Energy Saving Trust*. Obtenido de Energy Saving Trust: <https://energysavingtrust.org.uk/advice/solar-panels/>

Gobierno de la República de Colombia. (2019). *Estrategia nacional de economía circular. Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio*. Bogotá D.C.: Presidencia de la República; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

MacArthur, E. (2017). *de Economy Concept Schools of thought*. Ellen MacArthur Foundation.

MinAmbiente. (2017). *Política Nacional de Cambio Climático*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/9.-Politica-Nacional-de-Cambio-Climatico.pdf>

MinAmbiente, MinComercio. (2019). *Estrategia Nacional de Economía Circular: Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio*. Bogotá: Presidencia de la República. Obtenido de https://www.andi.com.co/Uploads/Estrategia%20Nacional%20de%20EconA%CC%83%C2%B3mia%20Circular-2019%20Final.pdf_637176135049017259.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Resolución 1407 de 2018: Por la cual se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques del papel, cartón, plástico, vidrio, metal y se toman determinaciones*. Obtenido de https://www.cancilleria.gov.co/sites/default/files/Normograma/docs/resolucion_minambienteds_1407_2018.htm

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADS. (2007). *Política Nacional de Gestión RAEE*. Bogotá D.C.

Ministerio de Medio Ambiente. (2018). Obtenido de https://www.cancilleria.gov.co/sites/default/files/Normograma/docs/resolucion_minambienteds_1407_2018.htm

Ministerio de Transporte. (06 de Julio de 2022). *Mintransporte.gov.co*. Obtenido de Colombia tiene 8.299 vehículos eléctricos en el Runt, 1.699 más de la meta del Plan Nacional de Desarrollo: <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/11015/colombia-tiene-8299-vehiculos-electricos-en-el-runt-1699-mas-de-la-meta-del-plan-nacional-de-desarrollo/>

Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

OMPI. (2020). *Metodología para la elaboración de estrategias nacionales de propiedad intelectual*. Organización Mundial para al Propiedad Intelectual. Obtenido de <https://www.wipo.int/publications/es/details.jsp?id=4522>

ONU. (2023). *Naciones Unidas*. Obtenido de <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>

RAE, Real Academia Española . (2010). Obtenido de <https://dpej.rae.es/lema/eficiencia-energ%C3%A9tica>

Redes Car. (2023). *Docplayes*. Obtenido de <https://docplayer.es/9409893-Metodologia-programa-redes-car.html>

Unidad de planeación minero energetica-Ministerio de Minas y Energía-Ministerio de transporte. (2020). *Plan de acción indicativo PROURE Programa de uso racional y eficiente de energía*. Bogotá.

UNIDO. (2019). *Development of recycling industries within the UNIDO circular economy approach*. Vienna. Obtenido de <https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-07/Development%20of%20recycling%20industries%20within%20the%20UNIDO%20circular%20economy%20approach.pdf>

Unión Europea. (2006). *Diario Oficial de la Unión Europea*. Obtenido de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32006L0066&from=EN>

UPME. (2021). *Plan Energético Nacional 2020-2050*.

IDOM

Our commitment, your success

