

Análisis de instrumentos de política pública para estimular la valorización energética de residuos urbanos en México y propuestas para mejorarlos y ampliarlos



Programa Aprovechamiento Energético de Residuos Urbanos en México

Programa Aprovechamiento Energético de Residuos Urbanos: Av. Insurgentes Sur 813, oficina 1301
Col. Nápoles, CP 03810
Ciudad de México, México

Ejecutado por: GIZ México
Dirección General de Fomento Ambiental, Urbano y Turístico
SEMARNAT
Dirección General de Energías Limpias
SENER

Por encargo de: Ministerio Federal de Cooperación Económica
y Desarrollo (BMZ) de Alemania

Autores: Pablo Alarcón
Magda Correal
Felipe Villegas
Daniel Revollo
Andrea Laguna
Salvador Acosta

Diseño y coordinación editorial: Leticia Llamas De la Torre, México

Fotografías: Portada (de izquierda a derecha y de arriba a abajo)
Hugo Oliveira Shutterstock
Leticia Llamas Diseñadora Gráfica
Dmitri Maruta Shutterstock
Bertold Werkmann Shutterstock
Dmitri Maruta Shutterstock
Contraportada (de izquierda a derecha y de arriba a abajo)
Alexandra Giese Shutterstock
Sander van der Werf Shutterstock
Babetka Shutterstock
Bertold Werkmann Shutterstock

Fecha de publicación: Julio, 2017

Análisis de instrumentos de política pública para estimular la valorización energética de residuos urbanos en México y propuestas para mejorarlos y ampliarlos

ENRES

Programa Aprovechamiento Energético de Residuos Urbanos en México

La presente publicación fue elaborada como parte del Programa Aprovechamiento Energético de Residuos Urbanos (EnRes). Su objetivo es introducir, como una opción tecnológica, el aprovechamiento energético en la gestión de residuos urbanos y lodos provenientes de plantas de tratamiento de agua residual en México.

El programa es desarrollado en conjunto con la Secretaría de Energía (SENER) –Dirección General de Energías Limpias– y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) –Dirección General Ambiental, Urbano y Turístico–, siendo ejecutado por la Cooperación Alemana para el Desarrollo (GIZ) a través del encargo del Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ).

El presente documento contiene un análisis de los instrumentos de política pública fiscales, económicos y de mercado, vigentes y aplicables a la valorización energética de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y lodos provenientes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales (PTAR) en México. Asimismo contiene una revisión de instrumentos referenciales internacionales que a través de un análisis comparativo desembocan en recomendaciones para la mejora y ampliación de los instrumentos existentes en México.

CONTENIDO

SIGLAS Y SÍMBOLOS.....	5
RESUMEN EJECUTIVO.....	7
1. CONTEXTO.....	15
2. INSTRUMENTOS FISCALES, ECONÓMICOS Y DE MERCADO EN MÉXICO.....	19
2.1. Soporte legal de los instrumentos.....	19
2.1.1 Marco Legal referente a los RSU y el Tratamiento de Aguas Residuales.....	20
2.1.2 Marco legal referente a la energía eléctrica.....	22
2.1.3 Marco legal referente al medio ambiente y cambio climático.....	23
2.2. Descripción y funcionamiento de los Instrumentos económicos identificados.....	24
2.2.1 Tasa para el manejo de aguas residuales y de residuos sólidos.....	25
2.2.2 Instrumentos del mercado de energía.....	26
2.2.3 Instrumentos fiscales.....	27
2.2.4 Instrumentos relacionados con cambio climático.....	28
2.2.5 Instrumentos económicos de entidades gubernamentales.....	33
2.3. Estudios de caso.....	36
3. INSTRUMENTOS FISCALES, ECONÓMICOS Y DE MERCADO EN EL MUNDO.....	39
3.1. Tarifas o tasas por servicio de manejo de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales.....	41
3.1.1 Descripción general del instrumento.....	41
3.1.2 Marco legal del instrumento.....	44
3.2. Impuesto y restricciones a la disposición final.....	45
3.2.1 Descripción general del instrumento.....	45
3.2.2 Marco legal del instrumento.....	47
3.3. Instrumentos del mercado de energía.....	48
3.3.1 Metas o cuotas de energía limpia.....	48
3.3.2 Tasa asegurada o regulada.....	50
3.3.3 Primas por generación de energía limpia.....	51
3.3.4 Despacho prioritario de energía y acceso privilegiado a redes.....	52
3.3.5 Incentivos para autogeneración o generación distribuida.....	54
3.3.6 Comercialización del biogás como gas combustible.....	54
3.3.7 Impacto generado por los instrumentos de mercado de energía.....	55
3.3.8 Marco legal de los instrumentos.....	56
3.4. Incentivos fiscales.....	58
3.4.1 Descripción general del instrumento.....	58
3.4.2 Marco legal del instrumento.....	59
3.5. Instrumentos económicos para la financiación de inversiones.....	60
3.5.1. Descripción general del instrumento.....	60
3.5.2. Marco legal del instrumento.....	61
3.6. Instrumentos de cambio climático.....	62
3.6.1. Comercio de certificados de reducción de emisiones.....	62
3.6.2. Marco legal de instrumento.....	64
3.7. Estudios de caso.....	65
4. ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS EN MÉXICO Y EN EL MUNDO.....	67
4.1. Matriz FODA.....	67
4.1.1. Fortalezas.....	67
4.1.2. Debilidades.....	67
4.1.3. Oportunidades.....	68
4.1.4. Amenazas.....	69
4.2. Principales barreras.....	70
5. RECOMENDACIONES Y HOJA DE RUTA.....	75
5.1. Recomendación 1: Establecer mecanismos de cobro a los usuarios, que permitan recuperar los costos del manejo de RSU y tratamiento de aguas residuales.....	75
5.2. Recomendación 2: Asegurar demanda para la energía generada con RSU/Lodos PTAR.....	77
5.3. Recomendación 3: Restringir la disposición final en rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto.....	79
5.4. Mantener los instrumentos actuales.....	81
5.5. Recomendaciones para la implementación de las hojas de ruta.....	81
6. CONCLUSIONES.....	83
REFERENCIAS GENERALES.....	84
ANEXO A FACULTADES CON RELACIÓN A LA VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SEGÚN LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.....	89

ANEXO B ESTUDIOS DE CASO EN MÉXICO	91
B.1. Estudio de caso 1 - Proyecto de cogeneración de energía en Nuevo León.....	91
B.2. Estudio de caso 2 - Proyecto de generación de energía en Hidalgo.....	92
B.3. Estudio de caso 3 - Proyecto de generación de energía en Estado de México.....	93

ANEXO C ESTUDIOS DE CASO INTERNACIONALES	95
C.1. Estudio de caso 1 - Certificados de Energía Renovable y Obligaciones de Generación de Energía Limpia en EUA.....	95
C.2. Estudio de caso 2 - Tarifas de energía, tarifas de manejo de residuos y primas garantizadas en España.....	96
C.3. Estudio de caso 3 - Contratos fijos de venta de energía, productor independiente de energía, incentivos fiscales, apoyo financiero estatal y certificados de reducción de emisiones en Brasil.....	97
C.4. Estudio de caso 4 - Tarifas fijas o primas, beneficios fiscales, contratos de suministro de largo plazo y prioridad en el despacho en Perú.....	98

TABLAS

TABLA 1	Propuesta de instrumentos de política pública, fiscales, económicos y de mercado	11
TABLA 2	Tipos de instrumentos según LGEEPA y LGCC	19
TABLA 3	Resumen de los instrumentos: fiscales, económicos y de mercado identificados en México	24
TABLA 4	Facultades en relación con el cobro del manejo de los RSU (LPGGIR).....	25
TABLA 5	Proyectos de RSU en MéxicoCO ₂	29
TABLA 6	Proyectos financiados por medio del Fondo para el Cambio Climático. Propuestas ganadoras en las Gestiones 2015 y 2016.....	31
TABLA 7	Estudios de caso en México	37
TABLA 8	Instrumentos identificados a nivel internacional.....	39
TABLA 9	Algunas ventajas y desventajas de los diferentes instrumentos fiscales, económicos y de mercado analizados	40
TABLA 10	Esquemas de regulación de precios.....	41
TABLA 11	Normativa de la Unión Europea, Alemania, Chile, Colombia y España con relación al cobro del servicio de manejo de RSU y lodos de PTAR.....	44
TABLA 12	Normativa relacionada con el incentivo a la valorización.....	47
TABLA 13	Normativa relacionada sobre los mercados de energía limpia.....	56
TABLA 14	Normativa relacionada con los instrumentos fiscales.....	59
TABLA 15	Normativa relacionada con subsidios y esquemas de financiación.....	61
TABLA 16	Comercio de certificados de reducción de emisiones.....	62
TABLA 15	Normativa de mercados de emisiones del Protocolo de Kioto, UE y California.....	64
TABLA 22	Hoja de Ruta para la Recomendación 1.....	76
TABLA 23	Hoja de Ruta para la Recomendación 2.....	78
TABLA 24	Hoja de Ruta para la Recomendación 3.....	80
TABLA 25	Facultades con relación a la valorización de residuos según LPGGIR.....	89
TABLA 26	Estudio de caso 1 - Cogeneración de energía en Nuevo León, Monterrey.....	91
TABLA 27	Estudio de caso 2 - Generación de energía en Atotonilco, Hidalgo.....	92
TABLA 28	Estudio de caso 2 - Generación de energía en Atlacomulco, Estado de México.....	93
TABLA 29	Valores promedio de costos e ingresos de plantas incineradoras.....	96

GRÁFICOS

GRÁFICO 1	Definición de energías limpias según la Ley de la Industria Eléctrica (LIE), Ley de Transición Energética (LTE) y Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos.....	8
GRÁFICO 2	Resumen de instrumentos identificados en México y en el mundo	8
GRÁFICO 3	Matriz FODA para la aplicación de instrumentos en México.....	9
GRÁFICO 4	Principales barreras para el desarrollo de proyectos de valorización energética en México.....	10
GRÁFICO 5	Estrategias para Incentivar la Valorización Energética a partir de Residuos y Lodos de PTAR	10
GRÁFICO 6	Hoja de ruta para la estrategia 1.....	11
GRÁFICO 7	Hoja de ruta para la estrategia 2.....	12
GRÁFICO 8	Hoja de ruta para la estrategia 3.....	12
GRÁFICO 9	Alcance del estudio presentado en este documento.....	15
GRÁFICO 10	Variación de las proporciones de cada tipo de tratamiento en Alemania y Holanda.....	17
GRÁFICO 11	Tratamiento de los residuos sólidos en Estados Unidos de América.....	17
GRÁFICO 12	Política y estrategias para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos (2006).....	20
GRÁFICO 13	Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos.....	21
GRÁFICO 14	Definición de energías limpias según la Ley de la Industria Eléctrica (LIE), Ley de Transición Energética (LTE) y Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos.....	22
GRÁFICO 15	Instrumentos de planeación de política.....	23
GRÁFICO 16	Pasos para el otorgamiento de financiamiento.....	32
GRÁFICO 17	Inversiones frente a energía autorizada y precio de GWh/año frente a energía autorizada	36
GRÁFICO 18	Esquema de gestión sobre la tarifa con intervención del municipio	42
GRÁFICO 19	Esquema de gestión sobre la tarifa en Colombia.....	43
GRÁFICO 20	Valor del impuesto (euro/t) frente a toneladas de residuos dispuestos en relleno sanitario en Holanda.....	45
GRÁFICO 21	Tratamiento de residuos en Alemania por año.....	46
GRÁFICO 22	Definición de metas de energía limpia.....	48
GRÁFICO 23	Certificados de Energía Limpia.....	49
GRÁFICO 24	Tarifa asegurada o regulada.....	51
GRÁFICO 25	Primas de energía limpia.....	52
GRÁFICO 26	Despacho prioritario.....	53
GRÁFICO 27	Mapa mundial de sistemas de comercio de emisiones.....	63
GRÁFICO 28	Costo de generación de un kW de energía por energético.....	71

SIGLAS Y SÍMBOLOS

ALC	América Latina y el Caribe
APF	Administración Pública Federal
BANOBRAS	Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, SNC
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CAPEX	Costos de Capital o Inversión (<i>Capital Expenditures</i>)
CBR	Contratación Basada en Resultados
CEL	Certificados de Energía Limpia
CENACE	Centro Nacional de Control de Energía
CER	Certificados de Energía Renovable
CESPEDES	Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable
CCX	Chicago Climate Exchange
CDMX	Ciudad de México
CO ₂	Dióxido de Carbono
CO _{2e}	Dióxido de Carbono Equivalente
CRA	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (Colombia)
CRE	Comisión Reguladora de Energía
CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas (Colombia)
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
DOF	Diario Oficial de la Federación
ENCC	Estrategia Nacional para el Cambio Climático
EPA	Environmental Protection Agency (EUA)
EUA	Estados Unidos de América
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
FONADIN	Fondo Nacional de Infraestructura
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GIRSU	Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos
GIZ	Cooperación Alemana al Desarrollo (Alemania)
GW	Gigavatio (mide la capacidad)
GWh	Gigavatio por hora (mide la producción o consumo durante cierto tiempo)
ICMS	Impuesto sobre Circulación de Mercancías y Servicios (<i>Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços</i>)
IEPS	Impuesto Especial sobre Producción y Servicios
INDC	Contribuciones Previstas y Determinadas de Nivel Nacional (<i>Intended Nationally Determined Contributions</i>)
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
IVA	Impuesto al Valor Agregado
kW	Kilovatio (mide la capacidad)
kWh	Kilovatio por hora (mide la producción o consumo durante cierto tiempo)
LIE	Ley de la Industria Eléctrica
l	Litro
LTE	Ley de Transición Energética
LGCC	Ley General de Cambio Climático
LGPGR	Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
m ³	Metro cúbico

MAGRAMA	Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (España)
MDL	Mecanismos de Desarrollo Limpio
MW	Megavatio
MWh	Megavatio hora
MWhe	Megavatio hora eléctrico
NAFIN	Nacional Financiera y Banca de Desarrollo
NAMA	Acción Nacionalmente Apropriada de Mitigación (<i>Nationally Appropriate Mitigation Action</i>)
NOM	Norma Oficial Mexicana
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OPEX	Costos de Operación (<i>Operating Expenses</i>)
PAS	Programa de Acciones de Saneamiento
PECC	Programa Especial de Cambio Climático
PEF	Presupuesto de Egresos de la Federación
PEMAR	Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos Sólidos
PNH	Programa Nacional Hídrico
PNI	Programa Nacional de Infraestructura
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PROMAGUA	Programa para la Modernización de los Organismos Operadores de Agua
PROSANEAR	Programa Federal de Saneamiento de Aguas Residuales
PRORESOL	Programa de Residuos Sólidos Municipales
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
RER	Recursos Energéticos Renovables
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
s	Segundo
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transporte
SEGOB	Secretaría de Gobernación
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SRE	Secretaría de Relaciones Exteriores
SSPD	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (Colombia)
t	Tonelada
tCO _{2e}	Tonelada de Dióxido de Carbono Equivalente
USD	Dólar Estadunidense
VER	Reducciones de Emisiones Verificadas (<i>Verified Emission Reductions</i>)

He aquí un breve resumen de los principales resultados de esta consultoría, cuyo objetivo fue identificar y analizar los instrumentos de política pública fiscales, económicos y de mercado existentes en México y en casos representativos de países de Europa, América Latina y Estados Unidos de América (EUA) para que, con base en ello, se recomendara la hoja de ruta que permita incentivar la valorización energética de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y lodos provenientes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en México. Dicha hoja se presenta en detalle en la sección 5 de este documento.

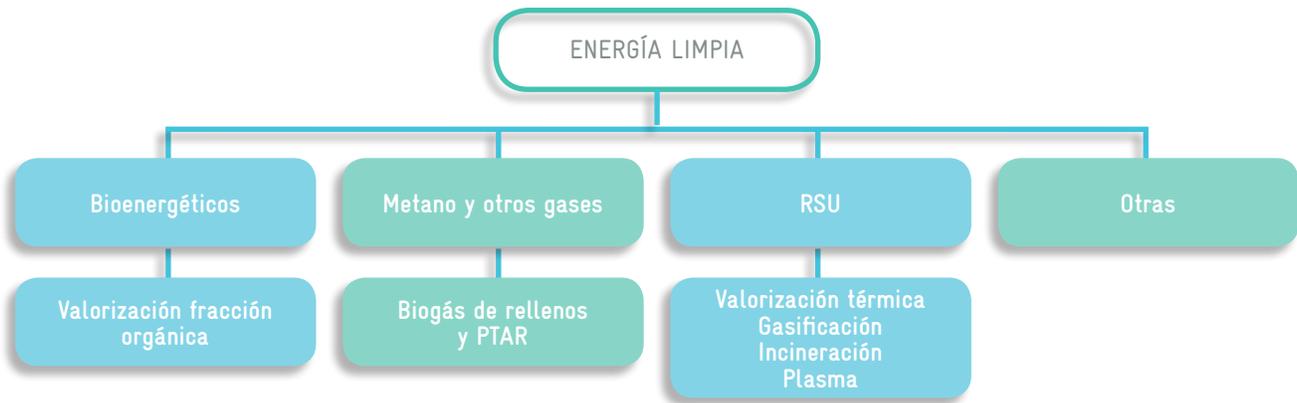
Como resultado de este estudio, se identificó que México cuenta con normas que promueven la utilización de energías limpias y renovables, que priorizan la valorización de residuos sobre la disposición final, que obligan al tratamiento de las aguas residuales y que exigen a los estados emprender acciones contra el cambio climático. La articulación del marco normativo de la energía limpia y las técnicas de valorización de residuos se ilustran en el **GRÁFICO 1**.

México y los países analizados en el estudio cuentan con instrumentos diseñados para promover la generación de energías limpias o renovables y no, de forma específica, para incentivar la valorización energética a partir de RSU y lodos de PTAR (**GRÁFICO 2**).

La revisión de los instrumentos de Alemania, Holanda, España, Brasil, Chile, Colombia, EUA y Perú evidencia que la efectividad de los instrumentos está dada por los siguientes factores:

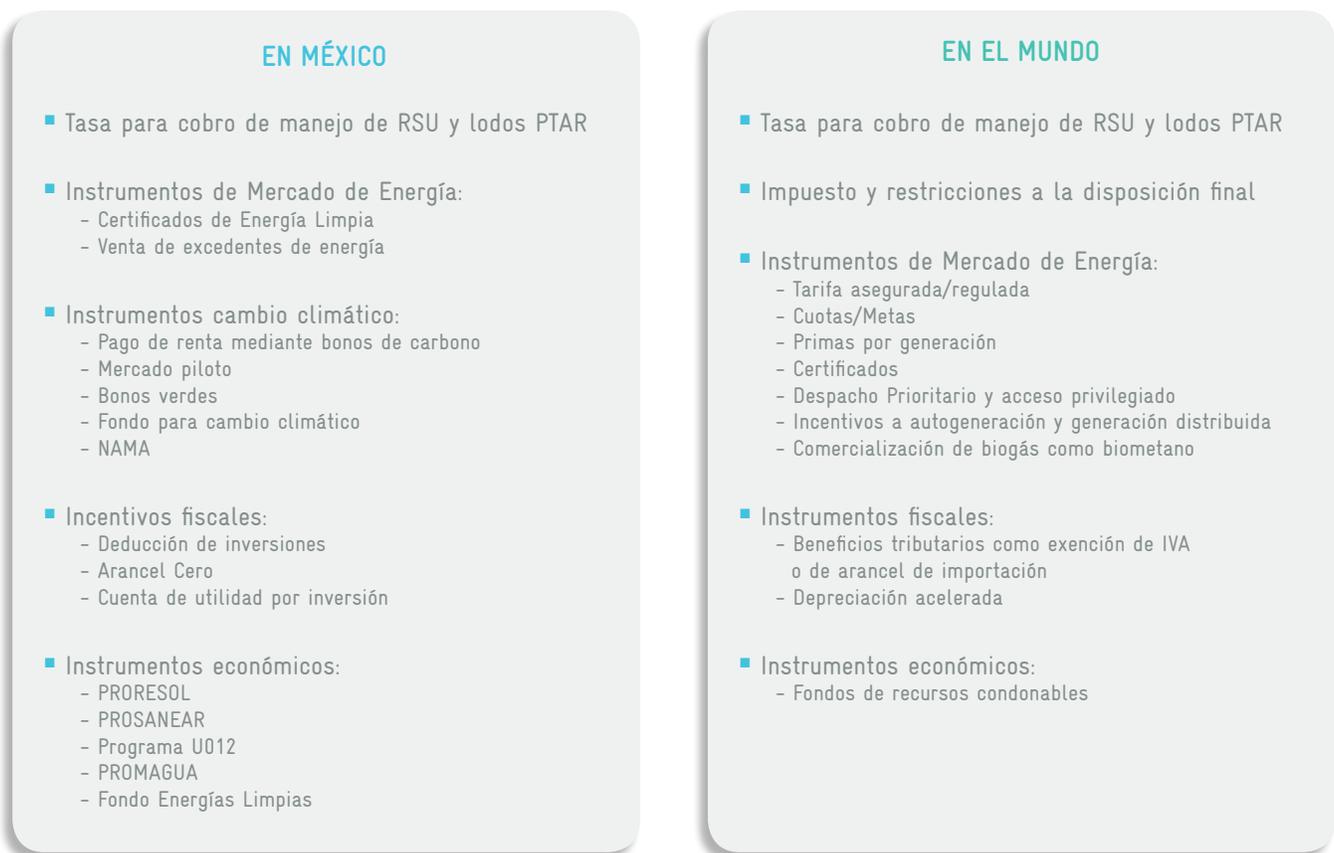
- a) La combinación de instrumentos a través de los cuales los proyectos de valorización se financian (tarifa por tratamiento de residuos sólidos; venta de energía; primas por energías renovables; certificados de reducción de emisiones; entre otros).
- b) El diseño de esquemas regionales que aseguran materia prima para el funcionamiento de las instalaciones (por ejemplo, residuos) y que a su vez permiten el aprovechamiento de economías de escala.
- c) La disminución del riesgo del inversionista con contratos de largo plazo y precios fijos, sujetos al cumplimiento de parámetros de calidad.
- d) La no dependencia de los ingresos por los certificados de carbono Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) dada la inestabilidad de dicho mercado.
- e) La vigilancia y control por parte de autoridades independientes.

GRÁFICO 1 Definición de energías limpias según la Ley de la Industria Eléctrica (LIE), Ley de Transición Energética (LTE) y Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos



FUENTE: Ley de la Industria Eléctrica, Ley de Transición Energética y Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos.

GRÁFICO 2 Resumen de instrumentos identificados en México y en el mundo

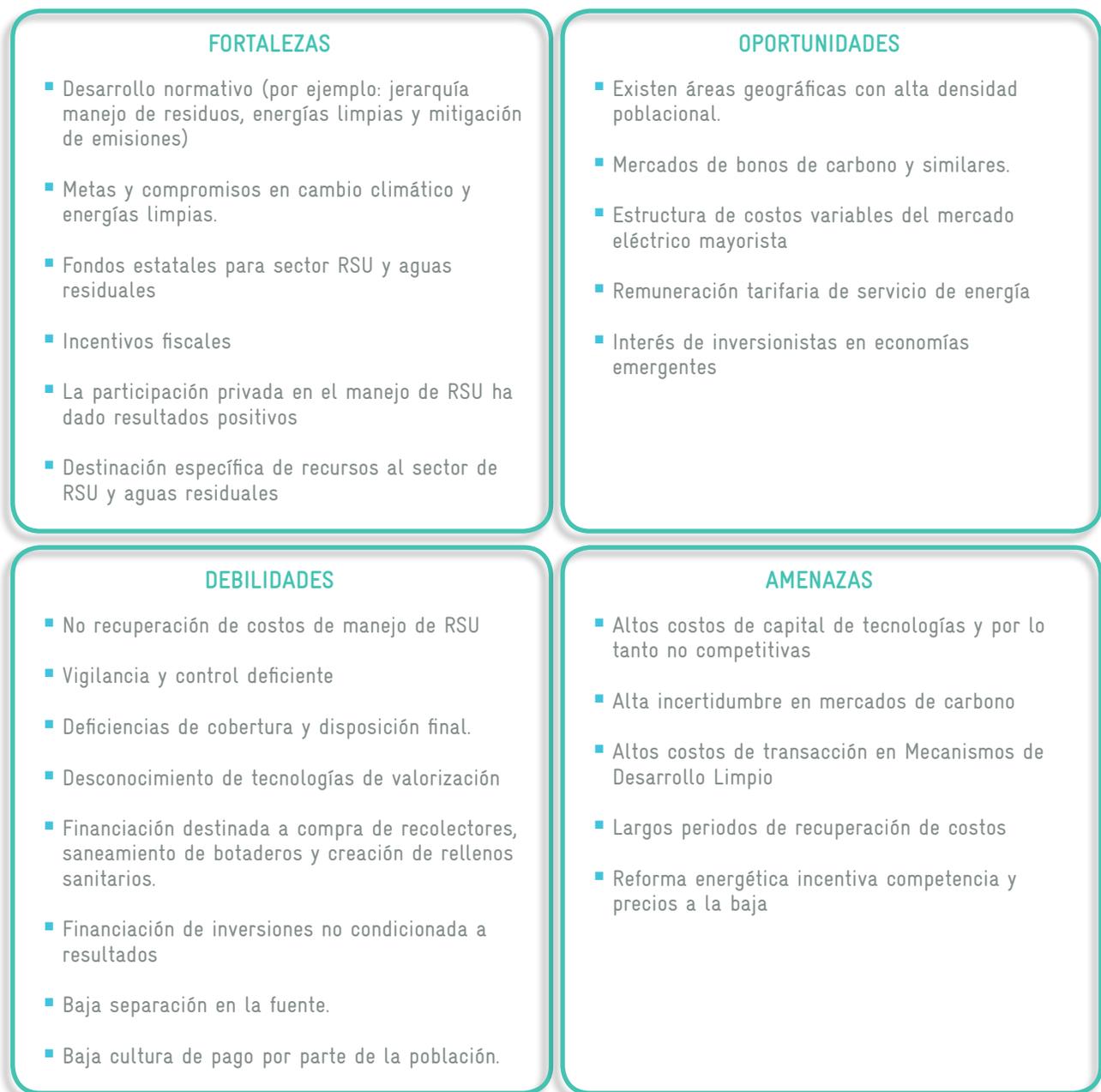


FUENTE: elaboración propia con base en información del estudio.

Aunque México cuenta con instrumentos creados en dentro de las normas, a la fecha han sido poco implementados, o se han implementado de forma parcial, adicional a esto no se realiza el control y vigilancia correspondiente. Por ejemplo, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) permite a los municipios el cobro por el manejo de residuos, sin embargo, aún existen municipios que no lo aplican, incluso tienen esquemas informales de pago, muestra de ello es la Ciudad de México, que no cuenta con un sistema de cobro por el manejo de residuos que garantice la recuperación de los costos, por el contrario, los habitantes realizan pagos denominados “propinas” por la recolección de los residuos. Por otro lado, en los municipios de Torreón, Puebla y Mérida se cobran tasas que no alcanzan a cubrir los costos totales de recolección y disposición final (TABLA 18).

A partir de la revisión de los instrumentos existentes en México, del estado actual del manejo de RSU y lodos de PTAR y de los estudios de caso, se identificaron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) que se muestran en el GRÁFICO 3.

GRÁFICO 3 Matriz FODA para la aplicación de instrumentos en México

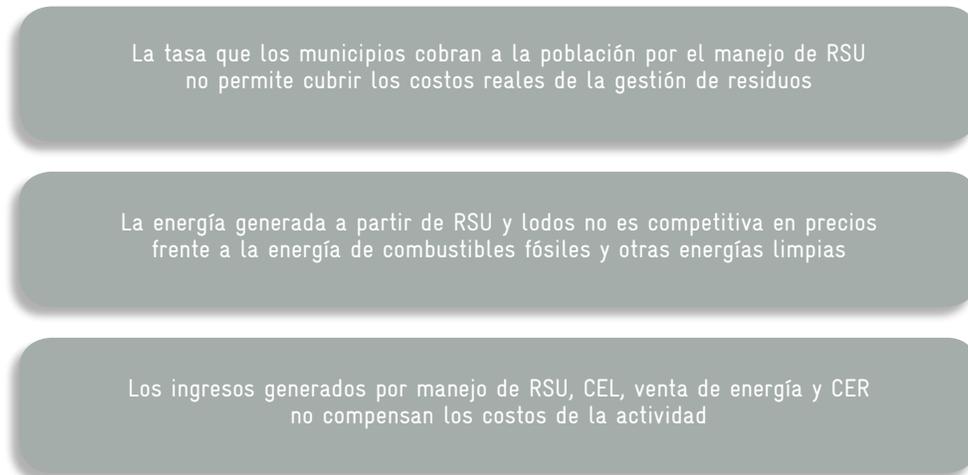


FUENTE: elaboración propia.

Con el análisis anterior, las principales barreras identificadas para el desarrollo de proyectos de valorización energética a partir de RSU y lodos de PTAR se resumen en el **GRÁFICO 4** y se detallan en la sección 4 de este documento.

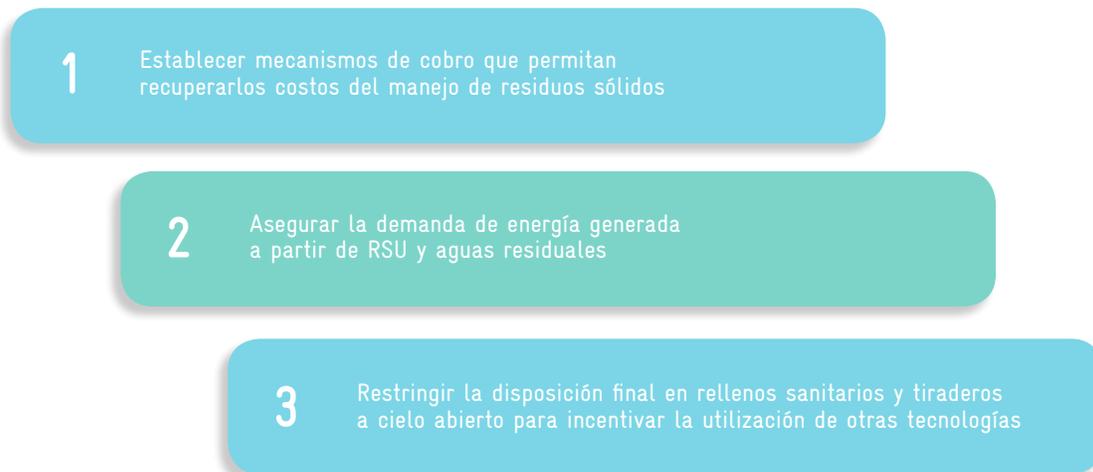
Si bien, el objetivo del presente estudio se enfoca en la recomendación de instrumentos de política pública, de carácter fiscal, financiero y de mercado, que fomenten la valorización energética de RSU y lodos de PTAR, del análisis se desprende que la implementación de estos instrumentos requiere de la modificación de distintos aspectos en la planeación y la organización administrativa y financiera de los sistemas municipales de limpieza. Por lo anterior se proponen tres estrategias para mitigar las barreras mencionadas, las cuales se resumen en el **GRÁFICO 5**.

GRÁFICO 4 Principales barreras para el desarrollo de proyectos de valorización energética en México



FUENTE: elaboración propia con información del estudio.

GRÁFICO 5 Estrategias para Incentivar la Valorización Energética a partir de Residuos y Lodos de PTAR



FUENTE: elaboración propia con información del estudio.



La implementación de estas estrategias se propone a través del diseño y aplicación de tres instrumentos de política pública que se presentan en la **TABLA 1**.

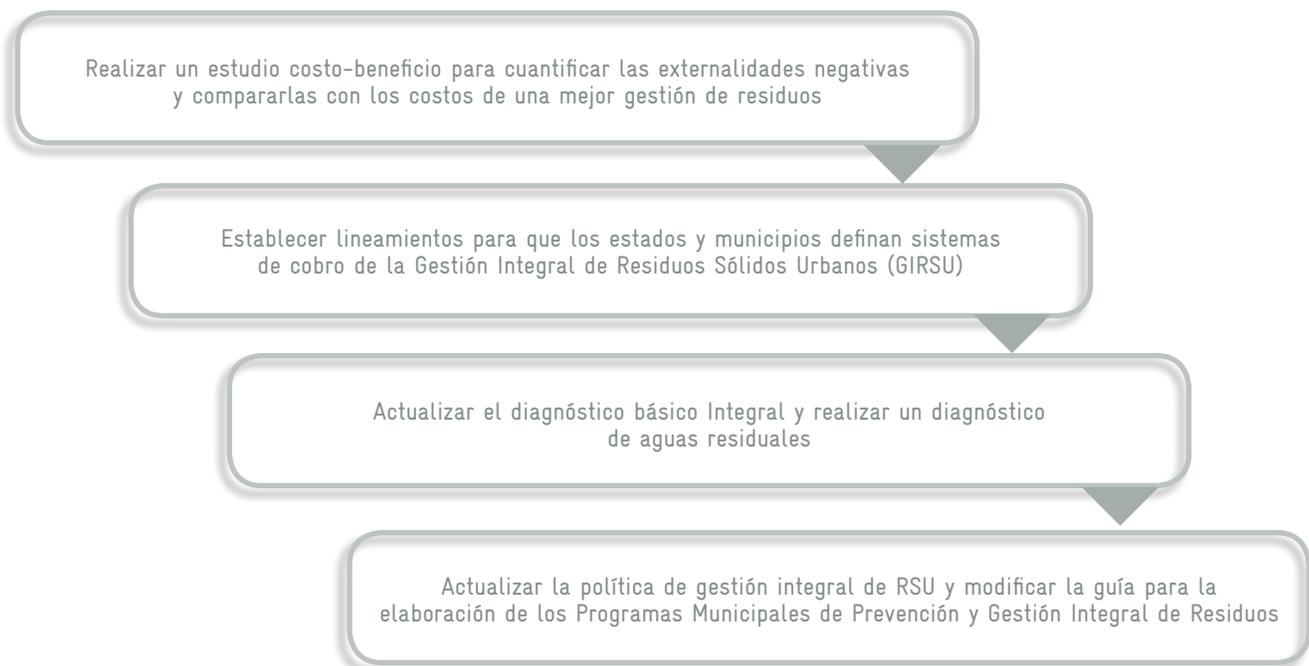
TABLA 1 Propuesta de instrumentos de política pública, fiscales, económicos y de mercado

Instrumento	Objetivo	Tipo	Plazo
Tasa regulada para el manejo de residuos sólidos	Generar sostenibilidad financiera, rentabilidad y atraer la participación privada.	Financiero	Corto
Metas de energía generada a partir de RSU y lodos	Incentivar a la demanda de energía a partir de residuos	Mercado	Corto
Impuesto a la disposición final	Incrementar la demanda por opciones de tratamiento distintas al relleno sanitario.	Fiscal	Mediano-largo

FUENTE: elaboración propia.

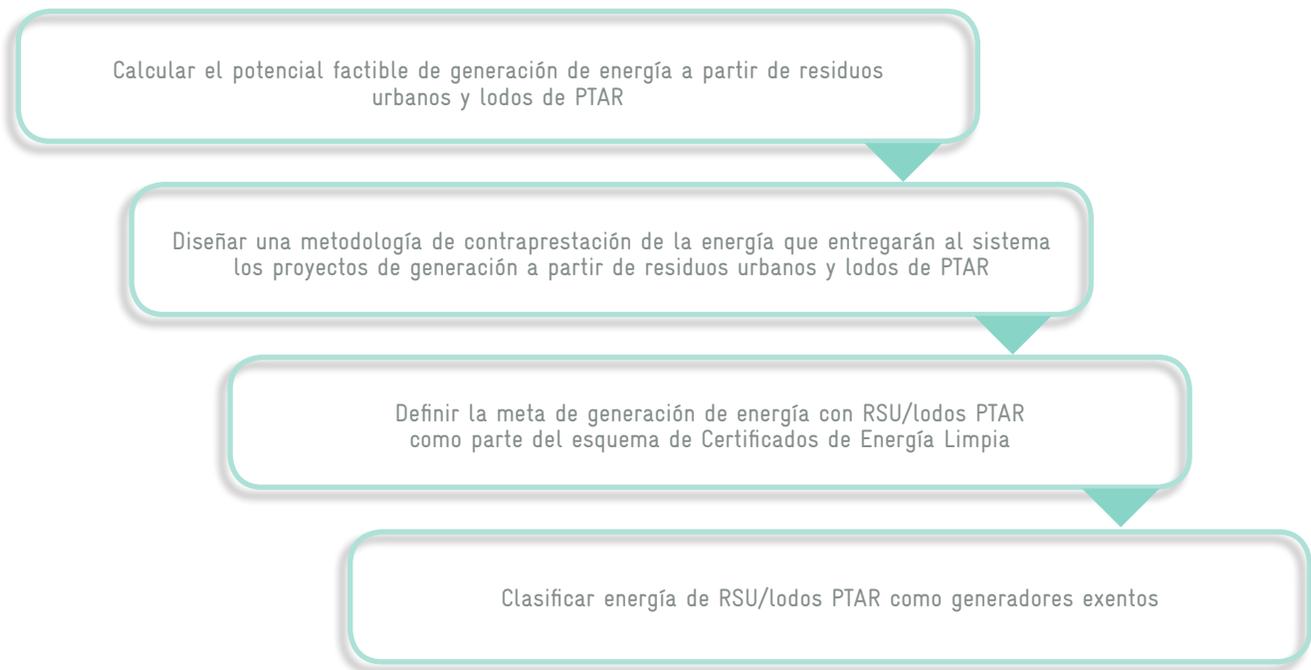
Como se mencionó, la aplicación de los instrumentos por sí solos puede no dar los resultados esperados, por lo cual, se proponen distintas actividades en una hoja de ruta, que si bien, no están relacionadas directamente con los instrumentos, son necesarias para su correcto funcionamiento. Los **GRÁFICOS 6, 7 Y 8** presentan un resumen de las hojas de ruta que se encuentran en detalle en la sección 5 de este documento.

GRÁFICO 6 Hoja de ruta para la estrategia 1



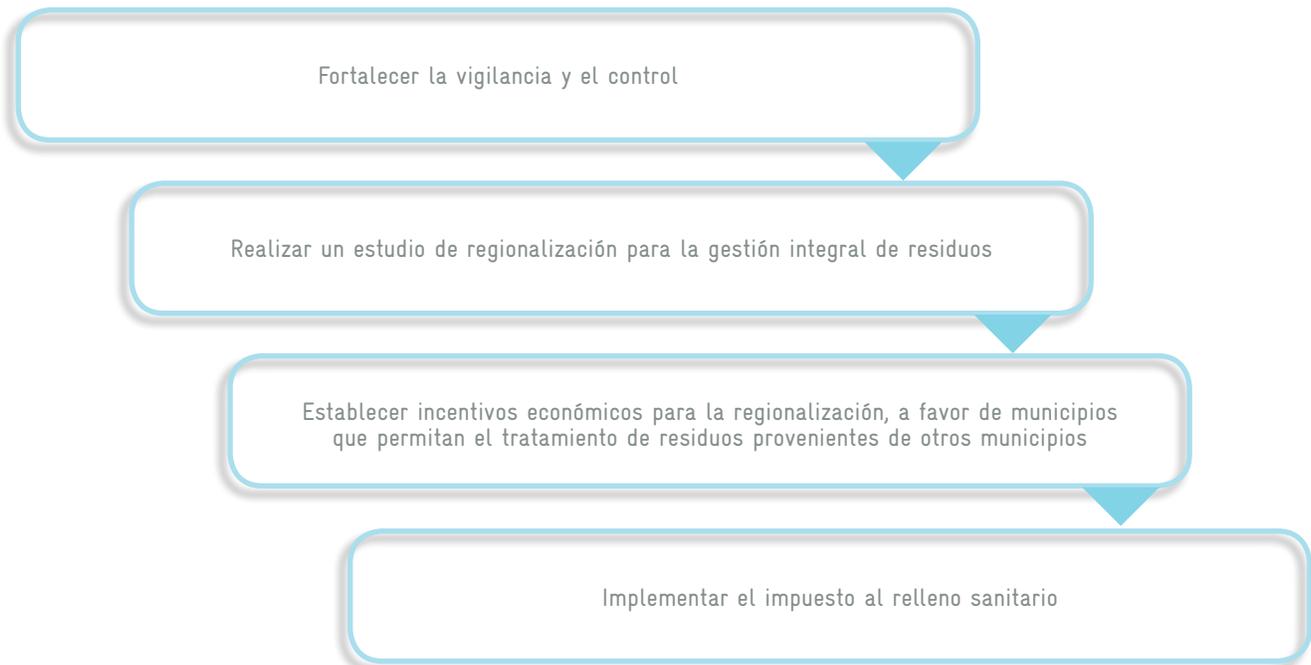
FUENTE: elaboración propia.

GRÁFICO 7 Hoja de ruta para la estrategia 2



FUENTE: elaboración propia.

GRÁFICO 8 Hoja de ruta para la estrategia 3

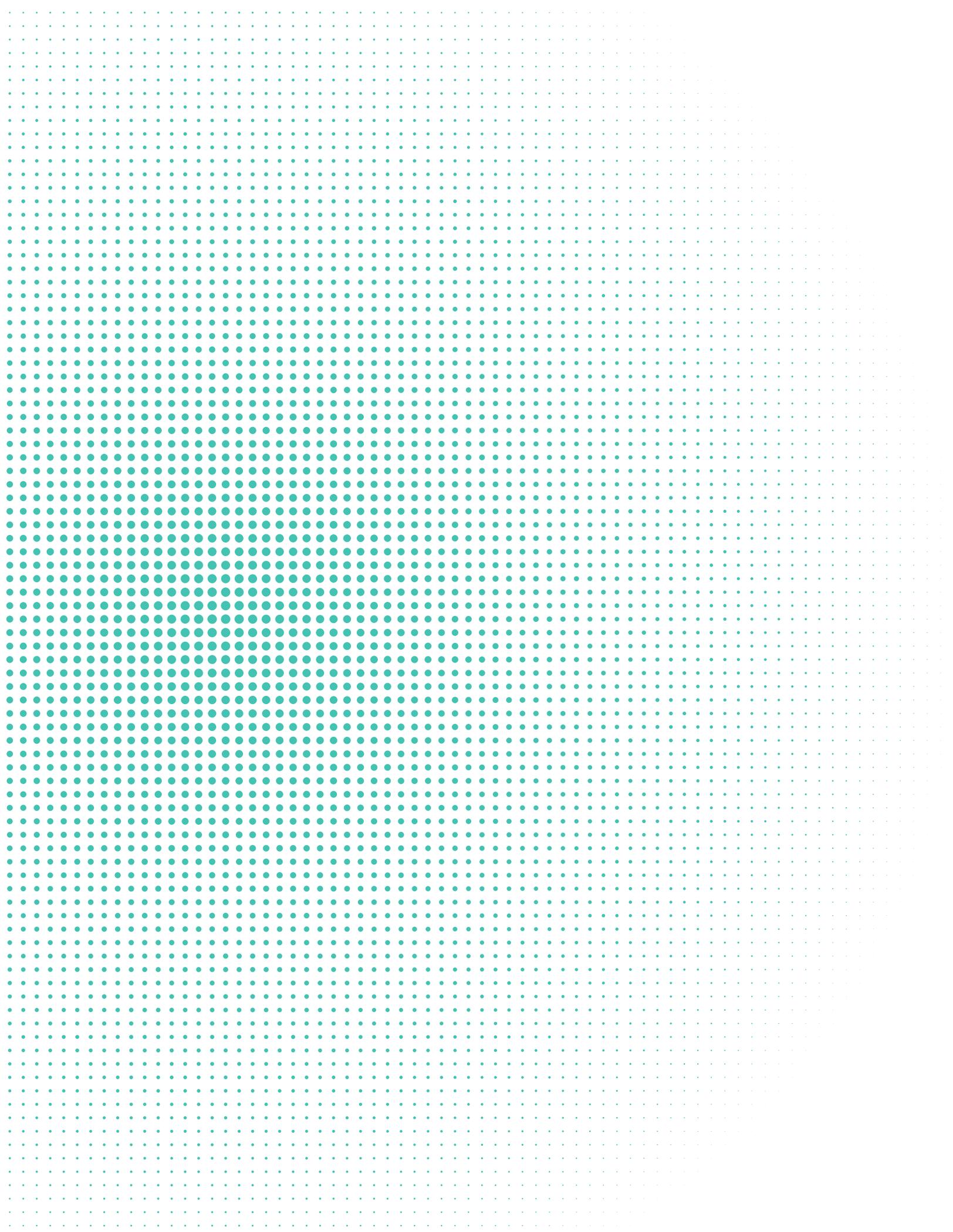


FUENTE: elaboración propia.



La estrategia 3 se da en el corto y largo plazo. Se considera que es necesario modificar la disposición final actual que ha consistido en el uso de sitios (autorizados o no) por cada municipio y establecer acciones e instrumentos económicos para fomentar la regionalización. Una vez que se hayan dado avances y se haya fortalecido la vigilancia y el control, será conveniente implementar un impuesto a la disposición final que restrinja y desincentive el uso de sitios de disposición final actuales, que favorezcan las opciones de tratamiento, incluyendo la valorización energética.

Sumado a lo anterior, se hacen recomendaciones de orden administrativo relacionadas con la calidad de la información recolectada; esquemas progresivos de cobro de tarifas; articulación con los recicladores de oficio para evitar su oposición por considerar que se desvían los materiales reciclables a instalaciones de valorización; lineamientos para la celebración de contratos y alianzas público privadas; entre otros.



Con el ánimo de fortalecer la valorización energética de los RSU y lodos de PTAR en México, la Secretaría de Relaciones Exteriores, por iniciativa de SEMARNAT y SENER, comunicó al gobierno alemán su interés en crear un Programa de Aprovechamiento Energético de RSU. Por lo que el Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo le encargó a la Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ, por sus siglas en alemán) el diseño de un programa de cooperación denominado “Aprovechamiento Energético de Residuos Urbanos en México” (ENRES).

En el marco de este programa, el equipo¹ de ENRES consideró necesario identificar y analizar instrumentos potenciales, de política pública fiscal, financiera y de mercado, existentes en México y en el mundo, que permiten promover la implementación de proyectos de generación de energía a partir de RSU y lodos de PTAR. El alcance del presente estudio se resume en el **GRÁFICO 9**.

GRÁFICO 9 Alcance del estudio presentado en este documento



FUENTE: elaboración propia.

En el presente documento se identifican los instrumentos vigentes en México, América Latina y El Caribe (ALC), Europa y EUA; se describe el marco legal que los contiene y se evalúa su aplicación en proyectos existentes. A partir de este análisis, se identifican las principales barreras y se presentan recomendaciones sobre los instrumentos fiscales, económicos y de mercado, así como las hojas de ruta a implementar para su aplicación en México.

La metodología empleada para el desarrollo del estudio se basa en:

- La revisión de las normas y de la literatura nacional e internacional.
- La ejecución de entrevistas con actores de las entidades de gobierno, representantes del sector público y privado de los proyectos seleccionados.
- La formulación de una matriz FODA para identificar las barreras y necesidades de adopción o modificación de los instrumentos existentes.
- La estimación de ingresos y costos potenciales de los proyectos, con el fin de analizar su viabilidad desde el punto de vista económico.

¹ Integrado por personal de GIZ, SEMARNAT y SENER.

El estudio concluye que en México hay oportunidades para que a partir del aprovechamiento energético de RSU y lodos de PTAR se genere energía limpia que ayude a atender la demanda creciente de energía y que de manera simultánea ayude a cumplir con los compromisos adquiridos en materia de cambio climático y transición energética. Esta conclusión se deriva principalmente del análisis de la oferta y la demanda potencial de residuos y energía limpia, tal como se explica a continuación.

Según el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos, elaborado por la SEMARNAT durante el año 2012, en México se generaron 0.852 kg/día de RSU por persona, lo que equivale a 102,895 t/día. Según dicho informe, estos residuos están compuestos principalmente por residuos susceptibles de aprovechamiento² (39.5%) y residuos orgánicos³ (37.9%). El 60% de estos residuos son dispuestos en rellenos sanitarios y sitios controlados, el 18% son dispuestos en sitios no controlados⁴ o en lugares no identificados. El porcentaje restante es tratado a través de reciclaje y compostaje.

Por su parte, el informe de Estadísticas del Agua en México, elaborado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), establece que durante el año 2011 se generaron en el país un total de 6.7 millones de metros cúbicos de aguas residuales, de las cuales el 46.43% se trataron a partir de lodos activados, el 15.69% a partir de lagunas de estabilización, el 11% mediante tratamiento primario avanzado y el restante a través de otras tecnologías.

Con relación a la demanda de energía eléctrica, según datos publicados en 2016 por el Sistema de Información Energética de la SENER, en 1996 el consumo per cápita en México fue de 1307 kWh, mientras que en 2015 subió a 2055 kWh, es decir, en 20 años hubo un incremento de 57% de la demanda per cápita de energía en México.

Con respecto al potencial de mitigación del cambio climático, según las estimaciones del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), durante el año 2013 la generación de energía contribuyó en 126,000 Mt de CO₂e, y el sector de los RSU y las aguas residuales aportaron 31,000 Mt de CO₂e. Al respecto, conviene mencionar que en la Cumbre de París, celebrada en diciembre de 2015, México adquirió el compromiso ante las Naciones Unidas de disminuir, de manera no condicionada, el 22% de sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y el 51% de carbono negro al año 2030 (INECC, 2016). La valorización de los RSU y lodos PTAR puede traer mejoras a través de la internalización de externalidades negativas o la cuantificación de externalidades positivas, como es el caso de la reducción de la contaminación de corrientes de agua superficial y mantos freáticos o la afectación del suelo, entre otros.

La adopción de proyectos de valorización energética a partir de estas dos fuentes no es nueva en México, la Comisión Reguladora de Energía (CRE) tiene 39 permisos vigentes para unidades generadoras de energía, cuyos energéticos primarios son biogás, residuos sólidos y RSU⁵.

De lo anterior se evidencia que existen motivos para la ejecución de proyectos de generación de energía a partir de residuos, los cuales son objeto de estudio en el presente documento, sin embargo, hay limitaciones o barreras en México que no han permitido que su implementación se haya expandido, por lo que se requiere que desde el sector público se adopten los instrumentos de política pública que promuevan un mayor uso de este tipo de iniciativas.

De la revisión de las experiencias a nivel mundial, se tiene que Europa ha sido la región modelo en la implementación de proyectos de valorización de residuos. Esto principalmente como resultado de las directivas de la Unión Europea (Directivas 1999/31/CE y 2008/98/CE, como ejemplo), las cuales impusieron límites y restricciones a la disposición de residuos en rellenos sanitarios, con el ánimo de fomentar la prevención, reutilización, reciclaje y valorización de residuos. Bajo estas directrices, países como Alemania y Holanda establecieron medidas rigurosas para ajustarse a la jerarquía de los residuos, cuyos resultados se presentan en el **GRÁFICO 10**.

En contraste, en América Latina y el Caribe (ALC), pese a que los lineamientos de política de algunos de los países apuntan a la utilización de tecnologías de tratamiento de residuos con menor impacto ambiental, en la práctica las acciones han estado enfocadas prioritariamente al incremento de la cobertura de recolección y a la disposición final adecuada de los residuos en rellenos sanitarios, pues a la fecha solo el 55% de los residuos se dispone en sitios que cuentan con autorización para funcionar (BID, 2015).

2 Considerando los compuestos por cartón, papel, material ferroso, material no ferroso, plástico rígido y de película, envase de cartón encerado, fibras sintéticas, poliestireno expandido, hule, lata, vidrio de color, vidrio transparente, poliuretano.

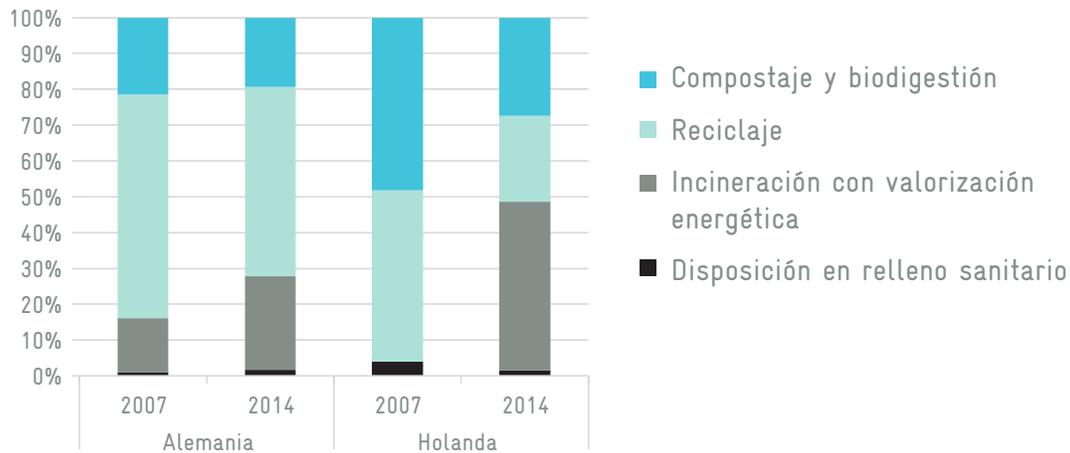
3 Aquellos compuestos por cuero, fibra dura vegetal, residuos alimenticios, hueso, residuos de jardinería y madera.

4 Según el artículo 4.41 de la Norma Oficial Mexicana emitida por SEMARNAT, se hace referencia a los sitios inadecuados de disposición final que no cumplen con los requisitos ibídem.

5 Los proyectos relacionados con biogás se refieren a extracción del combustible del relleno sanitario para generar energía, mientras que los relacionados con los Residuos Sólidos Urbanos (viviendas y comercios) y los residuos sólidos (actividades como la agrícola) se refieren a la biodigestión de los mismos para la generación de energía.



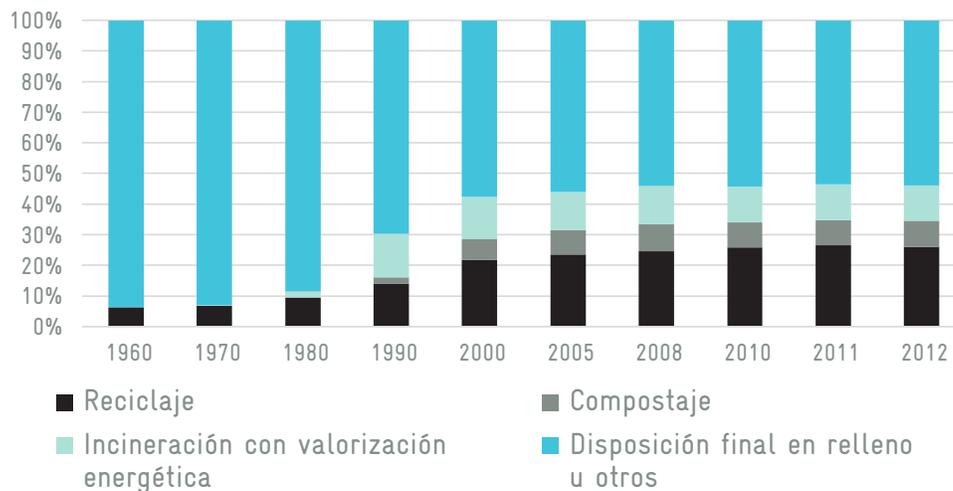
GRÁFICO 10 Variación de las proporciones de cada tipo de tratamiento en Alemania y Holanda



FUENTE: adaptado de Eurostat.

Por su parte, en EUA el 53.8% de los residuos es dispuesto en rellenos sanitarios, mientras que el 34.5% es reciclado y el 11.7% es utilizado para valorización energética (Environmental Protection Agency, 2012). Entre los años 1980 y 1990, el país incrementó en 12% la cantidad de residuos incinerados para generar energía; no obstante, desde el año 2010, en términos porcentuales, se evidencia la disminución en la valorización energética de RSU. Lo anterior puede estar relacionado con el incremento de las alternativas de reciclaje, tal como puede observarse en el GRÁFICO 11.

GRÁFICO 11 Tratamiento de los residuos sólidos en Estados Unidos de América



FUENTE: adaptado de EPA, 2012.

El estudio de estas experiencias internacionales sirvió de referente para identificar las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de los instrumentos económicos y establecer la hoja de ruta para la implementación de los mismos, presente en este documento.



Esta sección contiene la descripción de los instrumentos fiscales, económicos y de mercado existentes en México, los cuales se identificaron a partir de la revisión de las normas vigentes y el análisis de las entrevistas realizadas.

En primer lugar se define “instrumento económico” según lo establecido en las leyes mexicanas; posteriormente se analiza la normativa que tiene incidencia en el diseño y ejecución de los instrumentos y la implementación de proyectos de valorización energética, desde los sectores de RSU y tratamiento de aguas residuales, energía eléctrica, medio ambiente y cambio climático.

2.1. Soporte legal de los instrumentos

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en el artículo 22 señala que:

Se consideran instrumentos económicos los mecanismos normativos y administrativos de carácter fiscal, financiero o de mercado, mediante los cuales las personas asumen los beneficios y costos ambientales que generen sus actividades económicas, incentivándolas a realizar acciones que favorezcan el ambiente.

En la Ley General de Cambio Climático (LGCC) se definen en la misma forma, salvo que se especifica que los incentivos se orientan a “realizar acciones que favorezcan el cumplimiento de los objetivos de la política nacional en la materia [cambio climático]”, (artículo 92, capítulo IX).

En el mismo sentido, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (2001) define que los instrumentos económicos son “incentivos o desincentivos fiscales y económicos para incorporar costos y beneficios ambientales en los presupuestos de los hogares y empresas”. Además señala que el objetivo de los instrumentos es promover una producción y consumo eficientes y ambientalmente amigables.

Según los conceptos definidos en dichas normas, los instrumentos económicos pueden ser de distintos tipos, los cuales se resumen en la **TABLA 2**.

TABLA 2 Tipos de instrumentos según LGEEPA y LGCC

Tipo de instrumentos	Ejemplos
Fiscales	Estímulos de carácter fiscal que incentivan el cumplimiento de la política ambiental.
Económicos	Créditos, fianzas, seguros de responsabilidad civil, fondos y fideicomisos.
Mercado	Concesiones, autorizaciones, licencias y permisos.

FUENTE: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Los tres puntos siguientes definen el marco legal de los instrumentos de acuerdo con el sector de la normativa.

2.1.1. Marco Legal referente a los RSU y el Tratamiento de Aguas Residuales

En México el marco normativo para el manejo de los residuos está contenido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), publicada en el DOF en el año 2003 y modificada por última vez el 22 de mayo de 2015. Uno de los objetivos y principios de esta ley es fomentar la valorización de los residuos para su aprovechamiento, la responsabilidad compartida y el manejo integral de los residuos bajo los criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social.

El artículo 5, inciso XLIV de la LGPGIR define que la valorización es el principio y conjunto de acciones que tienen por objetivo recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos. En el mismo sentido, por aprovechamiento se entiende el conjunto de acciones que tienen como finalidad recuperar el valor económico de los residuos mediante distintas acciones, incluida la recuperación de energía.

Para que se cumplan dichos objetivos, la LGPGIR establece facultades para cada uno de los organismos de gobierno. La SEMARNAT y las entidades federativas son las responsables de elaborar los instrumentos y los municipios quienes deben darles cumplimiento (TABLA 25 en Anexo A).

México, además, cuenta con la Política y Estrategias para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos (SEMARNAT, 2006), resumida en el GRÁFICO 12.

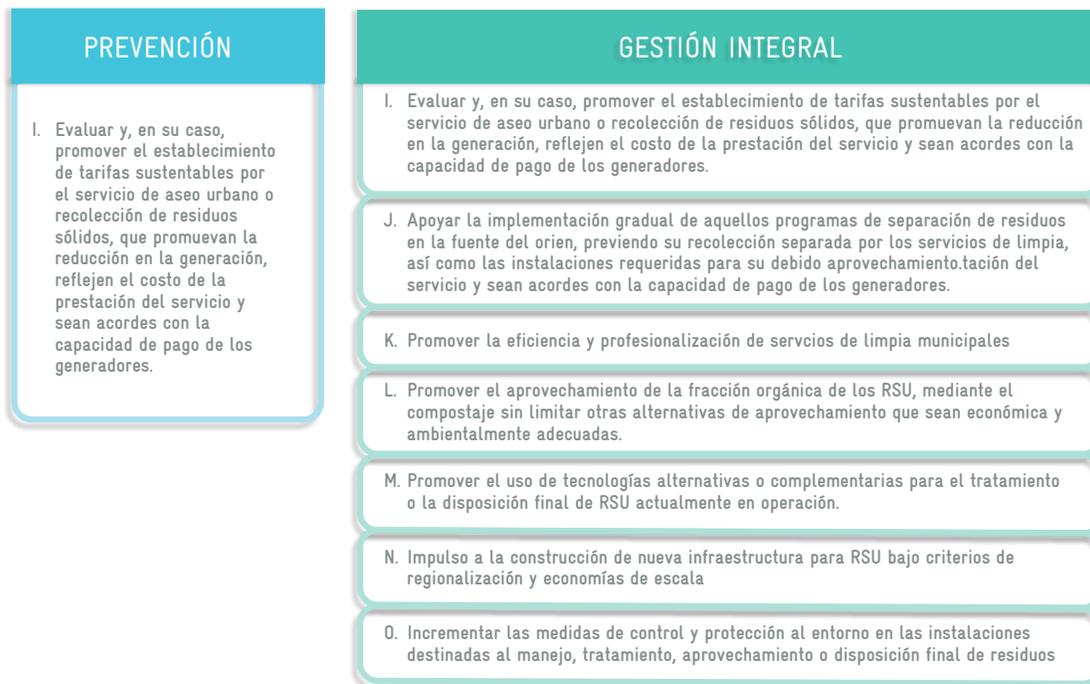
GRÁFICO 12 Política y estrategias para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos (2006)



FUENTE: elaboración propia con base en la política y estrategias para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos (2006).

En el año 2009, la SEMARNAT emitió el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, que en relación con los RSU plantea distintas estrategias y metas con el ánimo de: sensibilizar a la población y modificar su conducta de manejo de residuos; mejorar las capacidades y oportunidades de los municipios; hacer más rigurosa la vigilancia y el control y avanzar tecnológicamente en el tratamiento de los residuos. Las estrategias relacionadas con la valorización energética se plasman en el GRÁFICO 13.

GRÁFICO 13 Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos



FUENTE: Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.

Cabe señalar que de acuerdo con Jiménez (2015) la aplicación de la LPGIR y la política son aún incipientes, pues las zonas metropolitanas y ciudades medias, si bien ya cuentan con cobertura de recolección superior al 90% y sitios de disposición final controlados, no cuentan con rutas de recolección selectiva, por lo que la valorización de residuos se lleva a cabo de manera informal y en los rellenos sanitarios se disponen residuos que son susceptibles de aprovechamiento. En los demás municipios la situación empeora, ya que parte de la población no cuenta con servicio de recolección y la disposición final se lleva a cabo en sitios no controlados. Lo anterior sumado a una deficiente planificación y debilidades en la vigilancia para exigir el cumplimiento de las normas técnicas.

Por su parte, el tratamiento de las aguas residuales se rige por la Ley de Aguas Nacionales (publicada en el DOF el 1 de diciembre de 1992 y reformada el 24 de marzo de 2016), y cuyo objetivo es prevenir la inoculación de las aguas superficiales y del subsuelo, por parte de contaminantes como aguas residuales. En el artículo 44 esta ley establece que los municipios y la Ciudad de México, así como las empresas que prestan el servicio de agua potable y alcantarillado deben llevar a cabo el tratamiento de las aguas residuales antes de su descarga en cuerpos receptores, atendiendo a las normas oficiales mexicanas (para el caso NOM 002 1996).

El Programa Nacional Hídrico (PNH) 2014-2018 indica, en su estrategia 3.3 “sanear las aguas residuales municipales e industriales con un enfoque integral de cuenca hidrológica y acuífero”, muestra la necesidad de impulsar el uso y manejo de fuentes de energía alternativas para el autoconsumo en procesos de tratamiento de aguas residuales, para lo cual busca su promoción en plantas cuya capacidad sea mayor a 2 m³/s. El programa considera necesaria esta estrategia, ya que los municipios no cuentan con los recursos necesarios para solventar los costos de operación y especialmente los de la energía eléctrica.

La aplicación de la norma ha dependido de la ubicación geográfica, pues los estados con mayor cobertura de tratamiento de aguas residuales se encuentran en el norte del país; esto obedece a la carencia de fuentes de agua, lo que hace indispensable el tratamiento del recurso para su reúso (BID, 2013). Por el contrario, se observa una gran deficiencia de tratamiento en los estados más poblados, pues presentan coberturas inferiores al 49%⁶.

⁶ Estado de México 29.9%, Ciudad de México 14%, Veracruz 41%, Jalisco 47.3% y Puebla 49% (CONAGUA, 2012).

2.1.2. Marco legal referente a la energía eléctrica

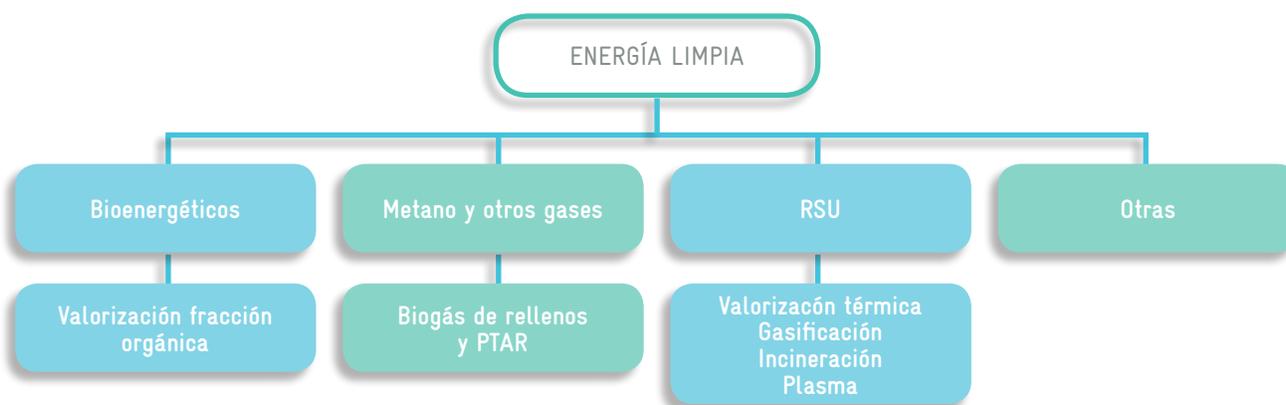
La reforma constitucional de los artículos 25, 27 y 28 desarrollada en México en el año 2014, posibilitó la participación de diferentes agentes en la actividad de generación de energía eléctrica, así como leyes que permiten el desarrollo de proyectos para el aprovechamiento energético a partir de energías limpias o renovables, La Ley de la Industria Eléctrica (LIE) publicada en el DOF del 11 de agosto de 2014, en su artículo 3 catalogó como energías limpias aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad cuyas emisiones o residuos, cuando los haya, no superen los umbrales establecidos en las disposiciones ambientales reglamentarias. Define las energías limpias, entre otras:

- e) los bioenergéticos que determine la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos;
- f) La energía generada por el aprovechamiento del poder calorífico del metano y otros gases asociados en los sitios de disposición de residuos, granjas pecuarias y en las plantas de tratamiento de aguas residuales, entre otros; y
- j) La energía generada con los productos del procesamiento de esquilmos agrícolas o residuos sólidos urbanos (como gasificación o plasma molecular), cuando dicho procesamiento no genere dioxinas y furanos u otras emisiones que puedan afectar a la salud o al medio ambiente y cumpla con las normas oficiales mexicanas que al efecto emita la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

La Ley de Transición Energética (LTE) publicada en el DOF del 24 de diciembre de 2015, reconoce como energía limpia la definición en la LIE, y como energía renovable aquella cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por el ser humano, que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica, y que al ser generadas no liberan emisiones contaminantes, entre ellas, las generadas a partir de bioenergéticos que determine la Ley de Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos. Según lo publicado en el DOF del 1 de febrero de 2008, dicha ley (en el inciso II de su artículo 2) define a los bioenergéticos como combustibles obtenidos de, entre otros materiales, la biomasa proveniente de materia orgánica de las actividades domésticas y comerciales. Es decir, se consideran la fracción orgánica de los RSU y los lodos de PTAR.

Para efectos de la presente consultoría, se entiende que la energía generada a partir de los RSU y de las plantas de tratamiento de aguas residuales es considerada por la legislación mexicana como energía limpia (GRÁFICO 14).

GRÁFICO 14 Definición de energías limpias según la Ley de la Industria Eléctrica (LIE), Ley de Transición Energética (LTE) y Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos



FUENTE: Ley de la Industria Eléctrica, Ley de Transición Energética y Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos.

2.1.3. Marco legal referente al medio ambiente y cambio climático

La Ley General de Cambio Climático (LGCC) (publicada el 6 de junio de 2012, reforma publicada el 2 de abril de 2015) tiene como objetivo general establecer un marco jurídico que regule las políticas públicas de adaptación al cambio climático, mitigación de sus efectos, vulnerabilidad, desarrollo y transferencia de tecnologías.

En su artículo 7 dicha ley busca, entre otros objetivos:

- i) Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de las diferentes instancias para la formulación y aplicación de políticas públicas relacionadas con temas de cambio climático,
- ii) Regular las emisiones de gases de efecto invernadero,
- iii) Fomentar la educación e investigación en el tema,
- iv) establecer bases para la concertación con la sociedad y
- v) promover la sociedad hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono. Para lograr estos objetivos, la ley plantea la implementación de instrumentos económicos⁷.

La LGCC define tres instrumentos de planeación de política pública (GRÁFICO 15):

- Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC).
- Programa Especial de Cambio Climático (PECC).
- Programas de las entidades federales en materia de cambio climático (PEFCC) conocidos como Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático (PEACC).

GRÁFICO 15 Instrumentos de planeación de política



FUENTE: elaboración propia con información de LGCC.

⁷ Además de los instrumentos económicos, la ley sugiere otros mecanismos como la creación del Sistema Nacional de Cambio Climático o instrumentos de planeación (una estrategia nacional; el programa y los programas de las entidades federativas; inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero, entre otros).

2.2. Descripción y funcionamiento de los Instrumentos económicos identificados

En este punto se describen los instrumentos económicos, fiscales y de mercado en México, se identificaron 15 instrumentos, de los cuales nueve son instrumentos económicos, tres son instrumentos de mercado y tres son instrumentos fiscales, los cuales se resumen en la TABLA 3 y se desarrollan en detalle a lo largo de este documento.

TABLA 3 Resumen de los instrumentos: fiscales, económicos y de mercado identificados en México

Nombre instrumento	Descripción	Tipo de instrumento	Sectores	Fase del proyecto	Año de inicio
Tasa para el manejo de aguas residuales y de residuos sólidos	Cobro a los usuarios (hogares o grandes generadores) por la prestación de un servicio público.	Financiero	Privado Público	Inversión y operación	2003
Certificados de Energía Limpia (CEL)	Acredita la generación de un monto determinado de energía eléctrica a partir de energías limpias.	Mercado	Privado Público	Operación	2018
Venta de excedentes al mercado	Posibilidad de los generadores exentos (por ejemplo, plantas que generan menos de 0.5 MW) de vender sus excedentes a través de un suministrador en el mercado con precios determinados por la Comisión Reguladora de Energía (CRE).	Mercado	Privado	Operación	2018
Deducción de las inversiones	Posibilidad de los inversionistas de deducir hasta el 100% de los activos fijos relacionados con maquinaria y equipo para la generación de energía con fuentes renovables.	Financiero	Privado	Inversión	2013
Arancel cero	El arancel cero se otorga a la importación de equipo que no se produzca competitivamente en México y cuya inversión reporte un beneficio ambiental.	Fiscal	Privado	Inversión y operación	2005
Cuenta de utilidad por inversión en energías renovables	Permite exonerar al generador de energía renovable sobre el pago de dividendos o utilidades para la liquidación del impuesto sobre la renta.	Fiscal	Privado	Operación	2015
Programa Piloto de Mercado de Comercio de Emisiones	Consiste en que las empresas, de manera voluntaria, reciban cierta cantidad de permisos que equivalen a emitir un volumen determinado de CO ₂ a la atmósfera.	Mercado	Privado Público	Inversión y operación	2017 2018
Fondo para el Cambio Climático	Captar recursos financieros públicos, privados, nacionales e internacionales y canalizar en acciones para enfrentar el cambio climático.	Financiero	Privado Público	Inversión y operación	2016
NAMA	Reducir emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).	Financiero	Privado Público	Inversión y operación	2015
Bonos verdes	El uso de los recursos se aplica exclusivamente para financiar o refinanciar, parcial o totalmente, proyectos nuevos o existentes que sean elegibles como proyectos verdes*.	Financiero	Privado Público	Inversión y operación	2016 2017
Fondos para financiar inversiones	Recursos de entidades estatales para financiar inversiones en infraestructura en el sector de residuos sólidos, aguas residuales y energía.	Financiero	Privado Público	Inversión	2010

FUENTE: elaboración propia.

NOTA: Se define proyecto verde a una propuesta de trabajo encaminada a proteger, restaurar o rescatar el medio ambiente, paralelo a una actividad a desarrollar. Por ejemplo, se pueden desarrollar proyectos en los sectores de: energía renovable, construcción sustentable, eficiencia energética, transporte limpio, manejo eficiente de agua, manejo de residuos o captura de carbono, entre otros.



2.2.1. Tasa para el manejo de aguas residuales y de residuos sólidos

La tasa es un instrumento financiero que consiste en un cobro que realiza el municipio a los habitantes para el manejo de RSU y el tratamiento de las aguas residuales. La facultad fue dada por el Gobierno Federal a través del literal IV del artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en la que se indica explícitamente que los municipios administrarán libremente sus haciendas, las cuales se componen de, entre otros, los ingresos derivados de la prestación de servicios públicos a su cargo. Adicionalmente, la LGPGIR establece las facultades para el caso del manejo de RSU (TABLA 4).

TABLA 4 Facultades en relación con el cobro del manejo de los RSU (LGPGR)

Entidad	Facultad
Estado	Regular y establecer las bases para el cobro por la prestación de uno o varios de los servicios de manejo integral de residuos de manejo especial a través de mecanismos transparentes que induzcan la minimización y permitan destinar los ingresos correspondientes al fortalecimiento de la infraestructura respectiva (artículo 9, inciso XVII).
Municipio	Efectuar el cobro por el pago de los servicios de manejo integral de residuos sólidos urbanos RSU y destinar los ingresos a la operación y el fortalecimiento de los mismos (artículo 10, inciso XI).

FUENTE: Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Con relación al manejo y tratamiento de aguas residuales, el PNH 2014-2018 define que la tarifa es el “precio unitario establecido por las autoridades competentes para la prestación de los servicios públicos de agua potable, drenaje y saneamiento”. En el marco de las estrategias 3.1.3 y 3.3.1 se reconoce la necesidad de fomentar la definición de tarifas que sigan criterios técnicos, económicos y sociales, para mejorar la infraestructura y la operatividad de la misma.

Las facultades en relación con el cobro están dadas por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, los estados emiten en su Gaceta Oficial los valores asociados para cada municipio y éste último se encarga de recaudarlas, lo cual es similar en el caso de los RSU, salvo que en el caso de los cobros por manejo de aguas residuales el PNH establece que los congresos locales deben aprobar dichas tarifas.

Los estados emiten los lineamientos para el cobro de la tarifa a la que se deben someter los municipios, los cuales realizan el cobro a través de un organismo municipal como la Tesorería.

El cálculo de dicha tarifa depende del estado al que pertenezca, por ejemplo, en el caso de Coahuila de Zaragoza se establece que el cobro debe ser el valor presente de los costos causados durante un año por el servicio, dividido entre la cantidad de usuarios del catastro de agua potable y alcantarillado, actualizado por el incremento de precios que indique el Banco Central. Así, el municipio asegura que cubre sus costos, no obstante no se genera incentivos para contar con esquemas eficientes y mejorar las tecnologías de manejo. Otro ejemplo se presenta en el estado de Jalisco, ya que él establece un precio techo que solo es cobrado a usuarios no residenciales (comercios, industrias y similares), con lo cual no se asegura la recuperación de los costos y no se genera incentivos a la población residencial para generar menos residuos o llevar a cabo separación en la fuente⁸.

⁸ Ver Decreto 407 del estado de Coahuila de Zaragoza y el Decreto 23802 del estado de Jalisco.

2.2.2. Instrumentos del mercado de energía

2.2.2.1. Certificados de Energía Limpia

Los Certificados de Energía Limpia (CEL) se entienden como los únicos incentivos de mercado diseñados explícitamente en México, luego de la Reforma Energética. La LIE en su artículo 3 define los CEL como:

Un título emitido por la CRE que acredita la producción de un monto determinado de energía eléctrica a partir de energías limpias y que sirve para cumplir los requisitos asociados al consumo de los Centros de Carga.

Los certificados constituyen la “moneda” que se transa en un mercado de energía limpia, que se genera a partir de la imposición gubernamental de una obligación de consumo de este tipo de energía a los grandes consumidores.

En México, la meta o cuota de consumo de energía eléctrica del país generada a partir de fuentes limpias es establecida en el artículo 6 de la LTE. Su definición la realiza la SENER y la CRE, quienes fijaron que en 2024 debe ser de 35%. A partir de esta meta, desde el año 2018, cada año se asignan las obligaciones de consumo de energía limpia para los grandes consumidores, quienes están obligados a certificar que un porcentaje de la energía que consumen proviene de fuentes limpias.

Así, a través de los certificados, los generadores y grandes consumidores garantizan que han cumplido con sus obligaciones en relación con la energía limpia. En octubre de 2014, la SENER publicó los lineamientos para el otorgamiento de CEL y los requisitos para su adquisición, según éstos, quienes pueden recibir estos certificados son:

- Los generadores de energía con fuentes consideradas como energía limpia que iniciaron su operación posterior al 11 de agosto de 2014 pueden recibir por parte de la Comisión de Regulación de Energía, un certificado por cada megavatio hora (MWh) generado para vender en el mercado, por un periodo de 20 años.
- Las plantas legadas que generen energía eléctrica a partir de fuentes limpias y que hayan iniciado operación antes del 11 de agosto de 2014, pero que realicen un proyecto para aumentar su producción, en este caso, los certificados se entregan por la energía generada en exceso a partir de la entrada de la ampliación de la planta y por un periodo de 20 años.

El Centro Nacional del Control de Energía (CENACE), encargado de operar el Mercado Eléctrico Mayorista en México, debe controlar la parte operativa del funcionamiento de los CEL. El CENACE administra y verifica la información para asignar obligaciones mensuales de generación y, con ello, los CEL que puede recibir cada planta. Asimismo, se encarga de verificar las disposiciones emitidas por la CRE para las negociaciones de los CEL, entre éstas, la verificación de la liquidación de los CEL otorgados.

Creado un mercado para los CEL, la CRE y la SENER establecen los lineamientos para la comercialización de los mismos. Algunos de los procedimientos contemplados consisten en que los grandes consumidores de electricidad y los generadores de energía con fuentes limpias acuerdan la compra y venta de los CEL a través de contratos bilaterales o en el mercado de CEL, en subastas mensuales organizadas por el gestor del mercado eléctrico mayorista (CENACE) o en liquidaciones anuales.

Lo anterior indica que el precio de los CEL se establece en el mercado dependiendo de las dinámicas propias del mismo, es decir, no hay distinciones a priori entre las diferentes tecnologías que se consideran limpias ni la cantidad de energía que se oferta, estas son variables que juegan en la formación del precio en el mercado, pero que no tienen un tratamiento diferencial.

Según el documento Preguntas frecuentes sobre la nueva regulación en temas eléctricos (CRE, 2014) invertir en la generación de energía con fuentes limpias es viable, toda vez que el marco regulatorio está diseñado para que éstas sean competitivas, ya que se asume que la generación con fuentes limpias presenta costos variables inferiores a la generación con energías fósiles, lo que se va a convertir en una variable decisiva en el despacho del mercado de corto plazo, debido a que este es un mercado de costos variables, por lo que las energías con menor costo variable son las primeras en ser despachadas al Sistema Interconectado Nacional.

De lo anterior, el diseño del esquema mexicano busca que los ingresos para generadores con fuentes limpias, mientras estén en capacidad de generar, provengan en primer lugar de la energía generada y despachada en el mercado de corto plazo y, en segundo lugar, de los productos asociados, que en este caso serían: los CEL vendidos y la potencia (firmeza de energía) que puede ser vendida de igual forma.



Los grandes consumidores que no cumplan con la obligación de adquirir los CEL quedarían expuestos a una multa relativa a sus obligaciones, la reincidencia y la capacidad económica; y seguirán teniendo la obligación de la adquisición de los CEL que en su momento no fueron liquidados, lo anterior bajo pena de ejecución de las garantías para participar en el Mercado Eléctrico Mayorista. Por lo tanto, la demanda por los CEL se entiende garantizada en el porcentaje del consumo que sea fijado por la SENER.

La LTE, al igual que las leyes y decretos expedidos posteriormente a la reforma energética, considera como instrumento o herramienta a los CEL, puesto que al hacerlos exigibles, hace que se desarrolle un mercado de oferta y demanda. Anteriormente, se indicó que la exigibilidad de los CEL se materializará hasta el año 2018, no obstante, la LTE, flexibilizó las exigencias inicialmente presentadas en los lineamientos, en cuanto a la cantidad de CEL que se deben adquirir en el año 2018, haciendo posible diferir la obligación de CEL cuando haya escasez de los mismos o el precio exceda el umbral que será definido por la CRE.

2.2.2.2. Venta de excedentes de energía en el mercado

El artículo 21 de la LIE establece la posibilidad de que los generadores exentos, es decir, aquellos que tienen una capacidad instalada menor de 0.5 MW, puedan vender sus excedentes de energía en el mercado a través de un suministrador de servicios, a un precio determinado por la CRE. Lo anterior puede considerarse un instrumento financiero, en la medida en que ese precio contribuya a financiar la inversión realizada.

A la fecha, la CRE tiene pendiente la expedición de la metodología de remuneración de esta energía; es oportuno que entidades como la SEMARNAT trabajen en conjunto con la CRE para que se consideren las particularidades de esta tecnología, a fin de que se puedan desarrollar proyectos para aprovechamiento energético a partir de RSU y lodos de PTAR, tales como precios diferenciales en función de la tecnología de generación. Para implementarlo, se requiere que los generadores de este tipo de energía sean representados por un agente autorizado en el mercado a través de un contrato de representación.

2.2.3. Instrumentos fiscales

2.2.3.1. Dedución de las inversiones

El Programa Sectorial de Energía 2013-2018 reconoce que la generación de electricidad a partir de fuentes renovables y la diversificación de la matriz energética son prioridades del Estado, y destaca dentro de los instrumentos de política para el impulso a estas tecnologías de generación los incentivos de carácter fiscal, referenciando principalmente la deducción de las inversiones para energías renovables, incluida en la Ley del Impuesto Sobre La Renta, publicada en el DOF el 11 de diciembre de 2013.

En el artículo 34 de la Ley del Impuesto sobre la Renta, publicado en el DOF el 18 de noviembre de 2015, se establecen las disposiciones respecto de las deducciones para activos fijos y el inciso XIII del mismo marca una deducción de hasta el 100% de las inversiones realizadas, para maquinaria y equipo para la generación de energía con fuentes renovables o de sistemas de cogeneración eficiente⁹. La deducción será aplicable, siempre que la maquinaria y el equipo se encuentren en operación o funcionamiento durante un periodo mínimo de cinco años, después del ejercicio en que se realiza la deducción; en caso contrario, en los ejercicios posteriores, deberá presentar declaraciones complementarias por el beneficio aplicado.

⁹ Se entiende la misma definición de energía renovable de la LTE.

2.2.3.2. Arancel Cero

Cuando las industrias adquieran en el extranjero equipo de monitoreo, control, o prevención de la contaminación podrán importarlo, al amparo de la fracción arancelaria N° 9806.00.02, sin pago de aranceles. El arancel cero se otorga a la importación de equipo cuya inversión (ajustándose a los lineamientos establecidos por la SEMARNAT y la SENER y los requisitos que define la LIE) se relaciona con que cuando haya emisiones o residuos estos no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias que para tal efecto se expidan; que reporte un beneficio ambiental y que no se produzca competitivamente en México¹⁰.

2.2.3.3. Cuenta de utilidad por inversión en energías renovables

El artículo 77-A de la Ley del Impuesto sobre la Renta, establece un beneficio para los contribuyentes que se dedican exclusivamente¹¹ a la generación con energía renovable, la cual consiste en establecer una cuenta de utilidad por inversión en energías renovables (CUFIN-E), que se calcula como la cuenta de utilidad fiscal neta prevista en el artículo 77 de la misma ley, la cual permite adicionarse a la cuenta de utilidad neta de cada ejercicio, así como con los dividendos o utilidades e ingresos y se disminuye con los dividendos y utilidades pagadas, o las utilidades distribuidas. Según lo dispuesto en el artículo 77A, la utilidad por inversión en energías renovables del ejercicio se obtiene al restar el impuesto sobre la renta al resultado fiscal del mismo ejercicio, este último se calcula a partir de la sustitución del porcentaje de deducciones previstas en los artículos 34 y 35, al resultado fiscal obtenido se aplica la tasa del artículo 9 de la ley y la cantidad obtenida será el impuesto sobre la renta que se disminuye. Sobre ella no se estará obligado al pago del impuesto de renta por dividendos o utilidades que se distribuyan de esta cuenta.

2.2.4. Instrumentos relacionados con cambio climático

Los instrumentos a los que hace referencia la LGCC deben ser diseñados, desarrollados e implementados por medio de la federación, los estados y la Ciudad de México, a través de sus respectivas competencias (artículo 91). Asimismo, la ley establece que la SEMARNAT puede establecer un sistema voluntario de comercio de emisiones con el objetivo de promover la reducción de emisiones de GEI (artículo 94). Para lo cual, los interesados en dicho sistema podrán participar de manera voluntaria y realizar comercio de emisiones ya sea con otros países o en mercados internacionales (artículo 95).

2.2.4.1. Programa Piloto de Mercado de Comercio de Emisiones

A principios de agosto de 2016 se presentó el programa piloto para desarrollar e implementar un Mercado de Carbono en México, con el objetivo de que las empresas del sector privado tengan incentivos para reducir sus emisiones de GEI. Dicho proyecto consiste en que las empresas que participen de manera voluntaria reciban cierta cantidad de permisos equivalentes a emitir un volumen determinado de CO₂ a la atmósfera. Si una empresa que está dentro del programa necesitara más permisos, puede comprarlos a otras empresas en las que se hayan desarrollado procesos de eficiencia de energía en la producción o generen energía renovable. Se tiene previsto iniciar dicho mercado a mediados del año 2017 y principios de 2018 y estará encabezado por la SEMARNAT, la Plataforma Mexicana de Carbono (MéxiCO₂) y la Bolsa Mexicana de Valores (BMV), donde la emisión de la cantidad de permisos estará a cargo de dicha Secretaría.

Los objetivos de este proyecto son:

- Fortalecer la competitividad de las industrias nacionales en el nuevo contexto económico global, introduciéndolas a las herramientas de mercado de vanguardia.
- Garantizar a productos mexicanos el acceso a mercados internacionales, cada vez más exigentes en parámetros ambientales.
- Construir un mercado interno propicio para el desarrollo tecnológico, la innovación y las prácticas empresariales bajas en emisiones GEI.

¹⁰ Puede consultar el Sistema de Información Arancelaria (SIAVI), específicamente la fracción arancelaria N° 9806.00.02 en: <http://www.economia-snci.gob.mx/siavi4/fraccion.php>

¹¹ Se consideran con dedicación exclusiva los generadores cuyos ingresos por esta actividad representen cuando menos el 90% de sus ingresos totales, sin incluir ingresos por enajenación de activos fijos o terrenos.



Por otro lado se busca que este primer mercado de carbono esté constituido por un mínimo de cien empresas que cumplan con alguno de los siguientes criterios:

- Pertenecer a alguno de los siguientes sectores: aviación, generación de energía eléctrica, refinería, acero y metalúrgica, química o petroquímica; o ser industrias productoras de cemento, cal, vidrio, ladrillos, cerámica, papel o celulosa.
- Emitir 25,000 tCO₂e/año, o más.
- Participar en algún sistema de comercio de emisiones a nivel internacional (por ejemplo, MDL).

Se tienen antecedentes previos a esta iniciativa, el Piloto Sistema de Comercio de Emisiones, en MéxiCO₂. Dicha empresa es la primera plataforma de mercados ambientales en México que tiene como objetivo comercializar reducciones certificadas de emisiones, Certificados de Energía Limpia y desarrollo de alternativas para el establecimiento de un sistema de comercio de emisiones.

Para el año 2014, la BMV reportó que dicha plataforma generó once proyectos que emiten bonos de carbono. La TABLA 5 resume los proyectos en el sector de RSU.

Estos proyectos recurrieron al MDL de las Naciones Unidas, generando aproximadamente 114,195; 16,758 y 147,877 bonos de certificados de reducción de emisiones, respectivamente.

TABLA 5 Proyectos de RSU en MéxiCO₂

Proyecto	Estado	Generación de Energía Estimado	Beneficios Socioeconómicos	Beneficios Ambientales
Recuperación, quemado y utilización de biogás en el relleno sanitario de León, Guanajuato.	En operación. Se prevé la instalación de equipos de generación de energía eléctrica limpia a partir del biogás y solo enviar el exceso de biogás a la antorcha.	Los primeros cuatro años se tiene planificada la producción de 19,200 millones de kWh/año de energía eléctrica.	Generación de ingresos adicionales para el gobierno local en forma de regalías y otros mecanismos.	Avances en metas de desarrollo sustentable a nivel local, estatal y federal. Existe una mejora en la calidad del aire.
Recuperación, quemado y utilización de biogás en el relleno sanitario de Culiacán Norte, Sinaloa.	En operación. Se prevé la instalación de equipos de generación de energía eléctrica renovable a partir del biogás y solo enviar el exceso de biogás a la antorcha.	La planta tiene una capacidad de extraer y quemar aproximadamente 42,000 t/año de biogás.	Al generar su propia energía, el gobierno local puede disminuir sus costos por pago de la misma.	Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Aprovechamiento de combustible valioso que puede llegar a ser una importante fuente de energía.
Relleno sanitario de Ciudad Juárez.	En operación. Consta de la instalación de un sistema de captura de metano y de producción de energía eléctrica.	Generación de energía eléctrica implementada en dos etapas: a) Para la Fase I (inicia en enero de 2008) se tiene una capacidad instalada para generar 6.4 MW de electricidad. b) En la Fase II, proyectada para iniciar en enero de 2011, la capacidad se incrementará hasta alcanzar 20.8 MW.	Facilita el desarrollo económico y mejora las condiciones de vida locales.	Reducción del riesgo de incendios en rellenos sanitarios, los cuales tienen altos costos ambientales, económicos y políticos.

FUENTE: elaboración propia.

2.2.4.2. Fondo para el Cambio Climático

El Fondo para el Cambio Climático se crea con el objetivo de captar y canalizar recursos financieros públicos, privados, nacionales e internacionales en acciones para enfrentar el cambio climático (artículo 80, capítulo VII). Dicho Fondo se constituyó conforme al artículo 9 transitorio de la LGCC el 30 de noviembre de 2013. Una de las acciones contra el cambio climático es la posibilidad de los fondos para ser dirigidos a desarrollar y ejecutar acciones de mitigación de emisiones conforme a las prioridades de la estrategia nacional, el programa y los programas de las diferentes entidades federativas, específicamente en proyectos relacionados con eficiencia energética, desarrollo de energías renovables y bioenergéticos de segunda generación, entre otros (inciso III, artículo 81, capítulo VII).

A partir del fondo pueden lograrse:

- Obtención de recursos nacionales e internacionales.
- Autorizar el financiamiento de proyectos o programas, sujeto a criterios que se establecen en las diferentes convocatorias.
- Aprobar el presupuesto operativo y el programa anual de actividades
- Organizar actividades relacionadas con el cambio climático.
- Celebrar contratos de colaboración.
- Recepción de aportaciones de recursos.
- Autorizar e instruir a la Fiduciaria.

Este fondo opera a través de un fideicomiso público creado por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) a cargo de una fiduciaria y cuenta con un comité técnico presidido por la SEMARNAT, con representantes de la SHCP, Secretaría de Economía, Secretaría de Gobernación (SEGOB), Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Secretaría de Comunicación y Transporte (SCT), Secretaría de Energía (SENER) y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Las instituciones que integran el comité cuentan con voz y voto para las decisiones; sin embargo, pueden participar sin derecho a voto los representantes que pertenecen a la fiduciaria e invitados de otras dependencias y entidades o las personas físicas o morales con prestigio y conocimiento, así como grupos de la sociedad civil.

Los beneficiarios de los fondos que no son reembolsables, son las dependencias y descentralizados de la Administración Pública Federal (APF), entidades del sector público, gobiernos estatales y municipales, entidades del sector privado, organizaciones de la sociedad civil, organizaciones de la academia y personas físicas que cumplan con los requisitos de la convocatoria. La **TABLA 6** resume los proyectos financiados para 2015 y 2016.

La convocatoria para el financiamiento de proyectos del año 2015 fue acordada el 1 de septiembre de dicho año y se definió publicarla para apoyar este tipo de proyectos:

- Audiovisuales de educación, sensibilización ambiental y cultura.
- Los que identifiquen las necesidades regulatorias para el cumplimiento de los compromisos INDC de mitigación en contaminantes climáticos de vida corta, y el desarrollo de propuestas normativas para sus principales fuentes de emisión.

En el año 2016, el Fondo para el Cambio Climático publicó las convocatorias Número 08/16 y 09/16. La primera, con un monto de hasta 25 millones de pesos, dirigida a:

La elaboración de un portafolio de negocios para impulsar el crecimiento verde bajo en carbono, relacionado con eficiencia energética; desarrollo de energías renovables y bioenergéticos de segunda generación; y desarrollo de sistemas de transporte sustentable.

La segunda convocatoria fue dirigida a:

Cuantificar, compensar y mitigar las emisiones de carbono resultante de la COP13 de Biodiversidad, Cancún, Quintana Roo del 28 de noviembre al 17 de diciembre de 2016.

Hasta fines del año 2016 el fondo ha aprobado proyectos por un importe aproximado de 68 millones de pesos.

Según las reglas de operación, el procedimiento para el otorgamiento de financiamiento se desglosa en el **GRÁFICO 16**.



TABLA 6

**Proyectos financiados por medio del Fondo para el Cambio Climático
Propuestas ganadoras en las Gestiones 2015 y 2016**

GESTIÓN 2015: Educación, sensibilización ambiental y cultura		Monto en pesos mexicanos
Vicasoen SAPI de CV	Propuesta 1	3,000,000.00
Seres Humanos, Igualdad y Equidad de Género, AC	Opción A (30 gráficos y 20 memes)	3,538,000.00
Cinema Planeta	Giro Climático	4,739,100.00
Total		11,277,100.00
Identificar las necesidades regulatorias para el cumplimiento de los compromisos INDC de mitigación en contaminantes climáticos de vida corta		
Colegio de Ingenieros Ambientales de México, AC	Estimación de emisiones de GEI por Plantas de Tratamiento de Agua Residuales en México y medidas para su reducción.	1,948,800.00
	Modelo conceptual de transición energética de industrias con potencial de uso de biomasa asociada a cadenas de valor del sector rural.	1,300,000.00
	Control y mitigación de emisiones de metano y carbono negro en sitios de disposición final de residuos sólidos	1,318,000.00
	Compilación de factores de emisión y diagnóstico de los principales sectores industriales de generación de contaminantes climáticos de vida corta.	1,296,000.00
Total		5,862,800.00
Instituto del Aire Limpio	Diseño de las bases técnicas para la elaboración de una norma de emisiones de GEI, carbono negro y eficiencia energética para vehículos medianos y pesados.	2,825,825.10
Dra. Violeta Mugica Álvarez (UAM)	Línea base y propuesta normativa para mitigar las emisiones de contaminantes climáticos del proceso de la caña de azúcar.	1,480,740.00
Total		10,169,365.10
Total Global Gestión 2015		21,446,465.10
GESTIÓN 2016: Portafolio de negocios para impulsar el crecimiento verde bajo en carbono		Monto en pesos mexicanos
Planeación y Proyectos de Ingeniería, SC		4,475,000.00
BINCOM, SC		5,000,000.00
Misael Morales Bernandino		3,484,310.20
Total		12,959,310.20
Cuantificar, compensar y mitigar las emisiones de carbono resultantes de la COP13		
Pronatura México, AC		2,000,000.00
Total		10,169,365.10
Total Global Gestión 2016		14,959,310.20

FUENTE: elaboración propia con base en convenios de apoyo financieros del Fondo para el Cambio Climático Gestión 2015 y 2016, 2017.

GRÁFICO 16 Pasos para el otorgamiento de financiamiento



FUENTE: <http://financiamientoclimatico.mx/arquitectura-financiera-de-cambio-climatico/>

2.2.4.3. Acciones Nacionalmente Apropriadas de Mitigación (NAMA)

Las NAMA son un conjunto de actividades definidas de manera soberana por un país y que conducen a reducir emisiones de gases de efecto invernadero por debajo del nivel que resultaría al seguir haciendo las cosas como hasta ahora (escenario *Business as usual*), de una manera medible, reportable y verificable. Las NAMA se formalizaron en la Conferencia de las Partes (COP) 13 de Bali (2007) y se fortalecieron en la COP 16 de Cancún (2010) y la COP 17 de Durban (2011).

En México, en el registro nacional de las NAMA, antes a cargo de la SEMARNAT y desde hace poco tiempo a cargo del INECC, se encuentra registrada la titulada Disposición y Aprovechamiento de Desechos, Residuos Sólidos y Biomasa en México (MX-20) a cargo de la Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES) del Consejo Coordinador Empresarial, AC, que representa en México al World Business Council for Sustainable Development. Actualmente la NAMA está en busca de financiamiento para empezar a desarrollar proyectos¹².

Adicionalmente se tiene inscrita la NAMA Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación en las Industrias de la Celulosa y del Papel (MX-12), ejecutada por la Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y el Papel. Dentro de sus objetivos están el reciclado y recolección de desperdicios de papel; la generación de plantaciones forestales; la sustitución de combustóleo por gas natural; la cogeneración y la eficiente energética. Se estima tener beneficios en la reducción de 2100 millones de tCO₂e/año, y como cobeneficios: la mitigación por reducción del consumo de combustibles por la transportación de materias primas; la ampliación de la vida útil de sitios de disposición final; la derrama económica por adquisición de materiales; la consolidación de la integración de la cadena productiva de la industria. Ésta, al igual que la NAMA mencionada en el párrafo anterior, está en proceso de implementación y financiamiento.

También se tiene conocimiento de la NAMA Uso de Residuos en Industria Cementera, a cargo de la Cámara Nacional de Cemento, aún no registrada en el INECC y en proceso de idea o concepto al momento de esta publicación.

2.2.4.4. Bonos verdes

Los bonos verdes son cualquier instrumento financiero donde los recursos se aplican exclusivamente para financiar o refinanciar parcial o totalmente proyectos nuevos o existentes que sean elegibles como proyectos verdes. Estos bonos deben contar con una certificación o segunda opinión que acredite que los usos de los recursos estarán ligados a actividades sustentables¹³. Por lo general, los bonos verdes presentan las siguientes características:

- Cualquier entidad con una buena calificación crediticia puede emitir un bono verde.
- Se pueden emitir bonos verdes para proyectos nuevos o existentes.
- Las carteras de crédito también pueden ser utilizadas como activos físicos.
- Estos bonos verdes necesariamente deben tener monitoreo y reporte constante.

¹² Información obtenida por medio de una entrevista con el Ing. José González Camacho, Asesor NAMA en CESPEDES.

¹³ Existen diversos certificadores a nivel mundial con experiencia internacional para otorgar la certificación Climate Bonds o dar una segunda opinión, entre ellos están Ernest & Young, Deloitte, KPMG, PWC, DNV, Sustainability, Vigeo, Cicero, TruCost, Bureau Veritas, Carbon Trust, entre otros.

Por lo general los bonos verdes están dirigidos a energía renovable, construcción sustentable, eficiencia energética, transporte limpio, agua y adaptación, manejo de residuos y su valorización (captura de metano), agricultura, bioenergía y forestación, entre otros objetivos. Dentro del mercado financiero cada día existe un mayor número de inversionistas con compromisos o políticas destinadas a temas ambientales o sociales, por tal motivo recurrir a bonos verdes puede ser una buena opción; asimismo puede ser un espacio para conseguir los recursos financieros para desarrollar proyectos verdes en beneficio de la sociedad.

En el caso de México, el primer bono verde en pesos fue emitido el 31 de agosto de 2016 a través de Banca de Desarrollo Nacional Financiera (NAFIN) por un valor de 2000 millones de pesos (aproximadamente 100 millones de dólares estadounidenses con tasa de cambio de 19.50 pesos). El uso de estos recursos está destinado para financiar proyectos eólicos y pequeñas hidroeléctricas. Es importante mencionar que NAFIN ya había emitido un primer bono verde en octubre de 2015, por un monto de 500 millones de dólares estadounidenses. Este primer bono en moneda local logró registrar una demanda total de 5833 millones de pesos, 2.92 veces el monto total convocado.

De igual forma el Gobierno de la Ciudad de México (CDMX) emitió el 15 de diciembre de 2016 un bono verde (GCDMXCB 16) en la BMV por un valor de 1000 millones de pesos, siendo este el primero a nivel subnacional en América Latina. Para el ejercicio fiscal 2016, la CDMX tiene previsto colocar Certificados Bursátiles por hasta 4500 millones de pesos. Los recursos obtenidos mediante este bono serán utilizados para proyectos que tendrán impactos ambientales en servicios como transporte público masivo, eficiencia de agua y manejo de aguas residuales y adaptación al cambio climático, entre otros.

2.2.4.5. Otros instrumentos relacionados con cambio climático

A fines de 2015 se tenían identificadas y registradas aproximadamente 17 Leyes Estatales de Cambio Climático y 26 Inventarios Estatales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Si bien, esto representa un avance, es necesario desarrollar e implementar sus respectivos reglamentos, así como el desarrollo de instrumentos económicos con la finalidad de reducir GEI.

Existen otros instrumentos, incentivos o programas relacionados con temas de cambio climático que no fueron (o no son) desarrollados o aprovechados en su máximo potencial ya sea por falta de incentivos o recursos financieros. Por ejemplo, el artículo 5 de la Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS) establece que los contribuyentes podrían optar por pagar el impuesto mediante la entrega de bonos de carbono procedentes de proyectos reductores de emisiones, desarrollados en México y avalados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU)¹⁴. Sin embargo, a la fecha no se ha podido recurrir a este esquema de pago ya que no hay lineamientos establecidos o publicados; esto se puede deber a la incertidumbre con respecto al precio de los Certificados de Reducción de Emisión en el mercado internacional de MDL, por la falta de oferta de los poseedores de dichos certificados que desean guardarlos para un futuro, o por el desconocimiento de las empresas. No obstante, el artículo 5 de la IEPS podría ser considerado como una herramienta interesante en el Programa Piloto del Mercado de Carbono en México que se viene ejecutando a través de la SEMARNAT, la Plataforma Mexicana de Carbono (MéxiCO₂) y la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) para ofrecer adicionales beneficios para la participación de las empresas.

2.2.5. Instrumentos económicos de entidades gubernamentales

A continuación mencionaremos algunos recursos de diversas entidades estatales que se destinan a la financiación de infraestructura para el tratamiento de residuos sólidos o aguas residuales, instalaciones de generación de energía limpia o de tecnologías, para mitigar el cambio climático.

- **Programa de Residuos Sólidos Municipales (PRORESOL).** Es un programa creado en el año 2002 por el Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN), fideicomiso instituido en el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, SNC (BANOBRAS), que tiene por objetivo otorgar apoyos económicos no reembolsables a los gobiernos municipales y estatales, para incentivar la participación privada en proyectos de inversión de infraestructura para el manejo de RSU. Los recursos son aportados por el FONADIN, mediante la figura de Apoyos Financieros No Recuperables.

¹⁴ Se establece un impuesto a la enajenación e importación de combustibles fósiles de acuerdo con su contenido de carbono.

Bajo este programa, el fondo apoya hasta el 50% de los estudios de diagnóstico integral, factibilidad técnica, ambiental y financiera y evaluación socioeconómica; o hasta el 50% de la inversión de infraestructura para el manejo de residuos. Sobre éste último, aquellos proyectos que superen 20 millones de pesos requieren presentar estudios de factibilidad y justificación económica por etapa o módulo del manejo de RSU¹⁵.

Los recursos otorgados son entregados a aquellos proyectos que tengan:

- Una asociación público-privada (APP), concesiones, proyectos para la prestación de servicios (PPS) y contrato de prestación de servicio (CPS)¹⁶.
- Una asignación a través de proceso de licitación.
- Fuente de pago propia (parcial o total).
- Afectaciones a participaciones federales como garantía de pago (Puente, 2013).

Quienes pueden acceder a estos recursos son las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, los gobiernos estatales y municipales, las entidades federativas y municipios, los grupos de dos o más municipios, otros determinados por el Comité Técnico del Fondo.

- **Programa para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (Programa U012).** Es un programa con fondos de la SEMARNAT que inició en 2009. Tiene por objeto fomentar la gestión integral de los RSU y de manejo especial en el país, a través del financiamiento de estudios o programas y el desarrollo de infraestructura, incluyendo aquella para la valorización de residuos con fines de generar energía¹⁷.

Al programa pueden acceder autoridades estatales, municipales o demarcaciones territoriales de la CDMX, quienes presentan el proyecto de acuerdo con los lineamientos publicados por la SEMARNAT. Sin embargo, los recursos son entregados a las federaciones, quienes posteriormente deberán llevar a cabo un convenio de coordinación con los municipios.

En los lineamientos del año 2016 se observa que entre las características para que un estudio sea susceptible de ser elegido se encuentra la valorización (material o energética) de RSU que involucre la construcción y operación de infraestructura y que aporten soluciones regionales o estatales. También se incluye como criterio la construcción de plantas para el tratamiento o aprovechamiento de residuos, mediante procesos físicos, químicos, térmicos o biológicos, dándose preferencia a proyectos para el tratamiento y aprovechamiento de la fracción orgánica.

En el año 2012, a partir del programa se otorgaron recursos por valor de 34 millones de pesos para la construcción de un biodigestor para el Centro Integral de Manejo de Residuos Atlacomulco en el Estado de México y en el año 2015 se otorgaron recursos por valor de 29 millones de pesos para un biodigestor en el municipio de Aguascalientes. Éstos han sido los únicos proyectos de valorización energética que se ha financiado a través de dichos recursos¹⁸.

La normativa para el manejo de residuos actualmente se encuentra enfocada en la disposición final, es decir, que las actividades de tratamiento y valorización energética no se encuentran reglamentadas, lo que genera incertidumbre. Solo hasta el año 2013 la SEMARNAT comenzó a tener en cuenta este tipo de proyectos, especialmente para sitios donde no es sencillo construir rellenos sanitarios. Otra causa de incertidumbre está relacionada con la magnitud y el riesgo que suponen este tipo de inversiones, por lo que los municipios prefieren no asumir este tipo de proyectos.

En 2017 se pretende realizar otros planteamientos al proyecto, con ánimo de orientar los lineamientos a los principios de política de la SEMARNAT, tales como priorizar programas de valorización, promover alianzas entre municipios y definir criterios en relación con el tamaño de la instalación a financiar (cantidad de toneladas procesadas), entre otros. Sin embargo, para el año 2017 no hubo presupuesto asignado para el Programa para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, por lo cual no se vio ejecutado proyecto alguno.

¹⁵ Para mayor información consultar <http://www.fonadin.gob.mx/wb/fni/proresol>

¹⁶ Los PPS y CPS son modalidades de alianzas público privadas.

¹⁷ Para mayor información consultar <http://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-para-la-prevencion-y-gestion-integral-de-residuos>

¹⁸ Consultar los documentos 2014 y 2015 del Estimado del padrón de beneficiarios del PPU012, publicados en <http://www.gob.mx/semarnat>

- **Programa Federal de Saneamiento de Aguas Residuales (PROSANEAR).** Este programa se realiza dando conformidad al artículo 279 de la Ley Federal de Derechos, del año 2008. Los ingresos recaudados por concepto de uso de los cuerpos receptores de aguas residuales se pueden destinar a los contribuyentes municipales para cambios en los procesos productivos y dotación de infraestructura para el tratamiento de aguas residuales, así, los prestadores de este servicio solicitan a la CONAGUA autorización para realizar un Programa de Acciones de Saneamiento (PAS) que tenga por objeto mejorar la calidad de las aguas residuales tratadas a través de cambios en los procesos productivos o el tratamiento de las mismas.

La CONAGUA otorga los recursos bajo la figura de crédito, que se puede condonar a través de los avances alcanzados por el programa.

Para acceder a los recursos los contribuyentes deben estar al día en los pagos por concepto de uso de cuerpo receptor de agua y presentar ante la CONAGUA o la dirección local su solicitud y el PAS¹⁹.
- **Programa para la modernización de Organismos Operadores de Agua (PROMAGUA).** El programa tiene por objetivo apoyar a los prestadores de servicio de agua potable, alcantarillado y saneamiento que atienden localidades de más de 50,000 habitantes, o a los operadores intermunicipales para la mejora de eficiencias e incremento de la cobertura y calidad de los servicios con participación de capital privado, como complemento a los recursos no recuperables.

BANOBRAS es quién financia los proyectos como fiduciario del FONADIN.

El programa está orientado, entre otras cosas, a la cogeneración de energía eléctrica a través de la utilización de biogás derivado del tratamiento de agua residual. Para estos proyectos el apoyo no recuperable es de hasta el 40%, para lo cual quien presenta el proyecto debe presentar una justificación del requerimiento de infraestructura²⁰.

- **Fondos para la transición energética y el aprovechamiento sustentable de la energía creados por la LTE.** El título cuarto de la LTE, establece en su artículo 48 que los recursos para que la administración cumpla con las obligaciones establecidas en la ley (por ejemplo, metas de energía limpia y eficiencia energética) corresponderán a los aportados por el Presupuesto de Egresos de la Federación y de los instrumentos económicos disponibles para obras y otros instrumentos que se establezcan para tales fines. Podrán acceder a ellos los generadores que cumplan los parámetros definidos por un comité técnico. En materia de inversión en energías limpias, el artículo 64 de la LTE establece que se dará prioridad a la diversificación de la matriz energética en términos del potencial de energías limpias y el tipo de tecnología.

Entre otras condiciones para incentivar la inversión también se establece que la regulación deberá:

- Garantizar acceso abierto y no indebidamente discriminatorio a redes de transmisión y distribución.
- Ofrecer certeza jurídica a nuevas inversiones.
- Asegurar suministro eléctrico ambientalmente sustentable, confiable y seguro.

Considerando lo anterior y según lo dispuesto por el artículo 67, el CENACE llevará a cabo subastas en las que participarán de manera obligatoria los suministradores de servicios básicos, para dar cumplimiento a las obligaciones de adquisición de CEL.

¹⁹ Para mayor información consultar el documento Programa de Saneamiento de Aguas Residuales (PROSANEAR) Para contribuyentes municipales, publicado en <http://www.gob.mx/conagua>

²⁰ Para mayor información consultar el documento Programa para la Modernización de Organismos Operadores de Agua (PROMAGUA), publicado en <http://www.gob.mx/conagua>

2.3. Estudios de caso

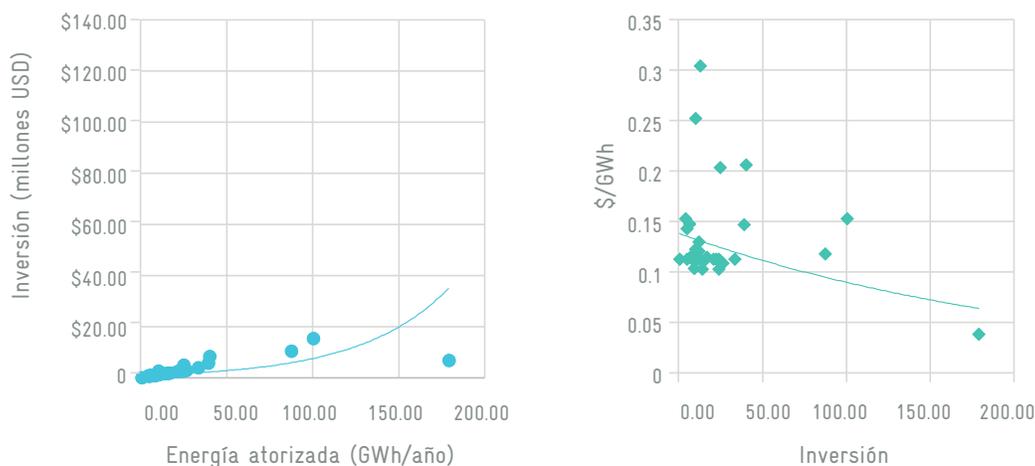
El objetivo de este punto es realizar una breve reseña de los proyectos de valorización energética a partir de RSU y lodos de PTAR que se encuentran implementados o en formulación, con el fin de identificar las motivaciones, barreras o limitaciones que han afrontado.

A la fecha, existen 39 permisos otorgados para la generación de energía a partir de biogás²¹, residuos sólidos y RSU por parte de la CRE, de los cuales 17 se encuentran en operación y los restantes están por iniciar obra o en construcción. La mayoría de éstos consisten en la extracción y aprovechamiento de biogás generado en los rellenos sanitarios (33) y los restantes (6) corresponden a la implementación de biodigestores. El 48% de estos proyectos tiene como objetivo la generación de energía para consumo propio, para el porcentaje restante su objetivo es la pequeña producción, cogeneración y generación (SENER, 2016).

Las inversiones para estos proyectos varían entre 58,000 dólares estadounidenses y 133,000 millones de dólares estadounidenses. El valor de la inversión está directamente correlacionado con la capacidad del proyecto para producir energía (GRÁFICO 17). Del análisis de la información se evidencian las economías de escala de estos proyectos (el valor de la inversión por cada GWh/año de capacidad autorizada disminuye en la medida en que la energía autorizada es mayor). La tecnología más usada en estos proyectos es la combustión interna (35 proyectos) y el resto funciona con turbinas de vapor.

Los proyectos se ubican en 18 de los 33 estados de México, sin embargo, una tercera parte de los mismos se ubica en estos tres: Nuevo León, Estado de México y Chihuahua. Adicionalmente, se observa que de los proyectos en operación, el más antiguo fue instalado en 1997 y el más reciente en 2015, los demás se encuentran en construcción o pendientes por iniciar las obras.

GRÁFICO 17 Inversiones frente a energía autorizada y precio de GWh/año frente a energía autorizada



FUENTE: adaptado de Comisión Reguladora de Energía, 2016.

²¹ Incluye generación del combustible en rellenos sanitarios y a partir de lodos de PTAR.

Se realizó un análisis a profundidad de los proyectos anteriores, presentados en la **TABLA 7**, los cuales se encuentran en operación²². Sobre estos casos conviene resaltar los siguientes aspectos:

- Se observa que las iniciativas para la implementación y desarrollo de los proyectos fueron principalmente públicas, el sector privado participó en los mismos contratado para operaciones específicas. Por lo anterior, la responsabilidad recae principalmente en el municipio. Adicionalmente, no se cuenta con sanciones o incentivos que garanticen que tanto el sector público como el privado enfocarán sus esfuerzos en la optimización de costos y operaciones. En uno de los estudios se observa que se utilizó un instrumento financiero consistente en la entrega de recursos condonables; sin embargo, no se garantizó la sostenibilidad de los proyectos en la etapa de operación. Lo anterior se dio porque no se verificó que el propio municipio, a través de su recaudo, pudiera solventar los costos de operación, no se planeó sobre las fuentes que suministrarían la materia prima para la operación y no se adquirió un equipo que permitiera la utilización de materia prima voluminosa.
- Existen riesgos para cubrir los costos de operación de algunos de los proyectos debido a que los principales motivos por los que se viabilizaron estas inversiones fueron los altos costos de la energía derivados de la regulación energética anterior; la nueva regulación de energía posiblemente inducirá estos precios a la baja, una vez que el mercado se haga competitivo, lo cual puede conllevar a la pérdida de los clientes a los que actualmente estos proyectos suministran energía.
- Relacionado con el aspecto anterior, es posible deducir que los beneficios que se plantean sobre las energías limpias pueden no ser suficientes incentivos para implementar proyectos a partir de RSU y lodos de PTAR, ya que éstas últimas son más costosas en comparación con otras energías consideradas limpias o renovables (por ejemplo, energías eólica o solar). Por lo anterior, mientras los certificados (CEL) no distingan entre tecnologías y exista competencia entre las mismas, el valor de los bonos será considerado un ingreso adicional que de manera aislada no viabiliza los proyectos.
- Las plantas no se encuentran operando en su máxima capacidad, lo cual se debe a la falta de conocimiento técnico por parte de los funcionarios o a que la inversión ejecutada no se ajusta a las características del municipio; adicionalmente a que no se garantizan las fuentes de la materia prima para la operación.
- El aprovechamiento de biogás en los rellenos sanitarios tuvo como principal motivación la obligación de tratar las emisiones generadas en los sitios de disposición final, establecida por la NOM 083 de 2003.

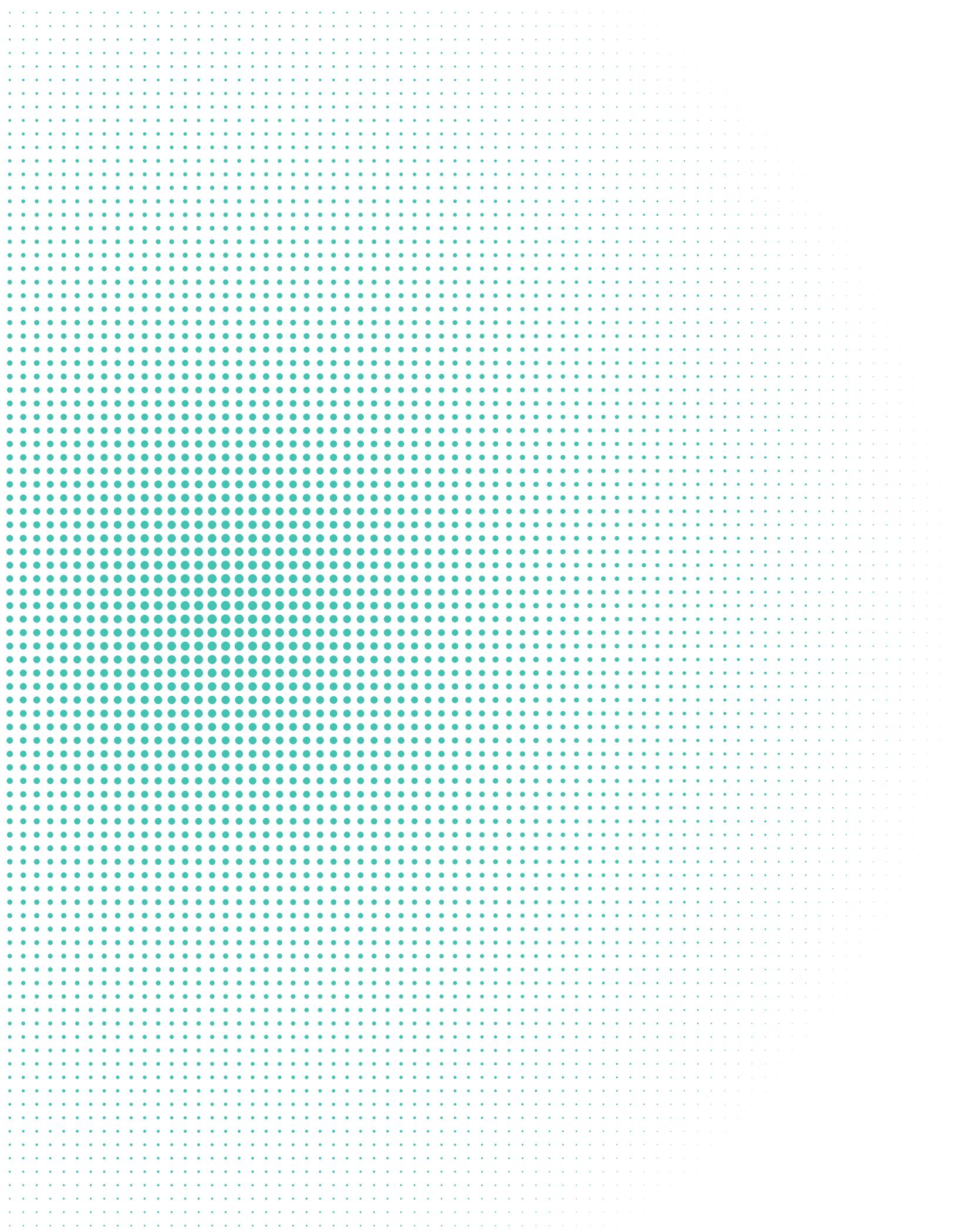
TABLA 7 Estudios de caso en México

Ubicación	Proyecto	Instrumento o motivación para su implementación
Monterrey (Nuevo León)	Extracción de biogás de relleno sanitario y generación de energía para autoconsumo; suministro al alumbrado público y al Metro.	Su motivación fue el cumplimiento de la NOM 083, con relación a la extracción de biogás y disminuir los costos de energía eléctrica.
Atotonilco (Hidalgo)	Utilización del biogás producto de las aguas residuales para la generación de energía con fines de autoconsumo.	Su motivación fue disminuir los costos de energía eléctrica para las operaciones de bombeo a partir de la autogeneración.
Atlacomulco (Estado de México)	Generación de energía a partir de un biodigestor de RSU para suministro al alumbrado público y energía de instituciones de la administración municipal.	Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos.

FUENTE: elaboración propia.

²² El detalle de los estudios de caso se encuentran en el Anexo B.





En esta sección se describen los principales instrumentos empleados a nivel internacional para fomentar la generación de energía a partir de RSU y lodos de PTAR, los cuáles se resumen en la **TABLA 8**.

TABLA 8 Instrumentos identificados a nivel internacional

Instrumento	Tipo de instrumento	Sector	Fase
Tarifas/Tasas de cobro de servicio de manejo de residuos sólidos	Financiero	Público y privado	Inversión, operación y cierre
Impuesto o restricción a la disposición final	Fiscal	Público y privado	Inversión, operación y cierre
Incentivos del mercado de energía.	Mercado	Público y privado	Inversión, operación y cierre
Exenciones fiscales	Fiscal	Público y privado	Inversión
Instrumentos económicos	Financiero	Público y privado	Inversión, operación y cierre
Instrumentos de cambio climático	Financiero	Público y privado	Operación

FUENTE: elaboración propia.

En la **TABLA 9** se agrupan los instrumentos y se presentan sus ventajas y desventajas que destacan.

Generalmente se observa, que los países en los que se encuentran casos exitosos, se aplicó una combinación de instrumentos relacionados con la tasa por el servicio público, venta de energía generada, primas de energía, exenciones fiscales y otorgamiento de subvenciones o apoyos gubernamentales.

TABLA 9

Algunas ventajas y desventajas de los diferentes instrumentos fiscales, económicos y de mercado analizados

Instrumento	Ventajas	Desventajas
Tarifas o tasas del servicio de manejo de residuos	<ul style="list-style-type: none"> • Dependiendo de la metodología regulatoria que se adopte puede garantizar el retorno de la inversión y la recuperación de los costos. • Reduce el costo público de implementación de las políticas. • Facilita la relación entre el sector público y privado. • El usuario percibe el costo real del servicio y en efecto modera su consumo y generación de residuos. • Se crean criterios objetivos y señales de eficiencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Dependiendo de la metodología regulatoria que se adopte, puede que no estimule la eficiencia de los proyectos. • Supone un costo político para quien las aplica.
Impuesto o restricciones a la disposición final	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora la disponibilidad de residuos para las actividades de valorización. • Internaliza los costos ambientales de la disposición final en el relleno sanitario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere coordinación entre los "stakeholders" para el recaudo y asignación de recursos. • Necesita vigilancia y definición de mecanismos para la destinación efectiva y eficiente de los recursos.
Certificados de Energía Limpia o de Reducción de emisiones	<ul style="list-style-type: none"> • Es un mecanismo de mercado mediante el cual se forma el precio de los certificados. • Los privados pueden mejorar la eficiencia de las plantas para obtener mayores beneficios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Existe incertidumbre respecto al precio de los mismos en el tiempo. • Requiere un análisis robusto por parte de las autoridades encargadas para efectos de dimensionar las obligaciones que se asignarán.
Autogeneración	<ul style="list-style-type: none"> • Optimiza el costo de energía para el autogenerador. • Contribuye a dar confiabilidad al esquema en casos de fallas en las redes de transmisión. • La energía se valora al precio del mercado, por lo que puede reducir la generación fósil. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las reglas de precios generalmente son desfavorables y dependen de la definición por parte de una autoridad.
Apoyo financiero gubernamental o fiscal	<ul style="list-style-type: none"> • Contribuye a la viabilidad del proyecto. • Disminuye los costos de inversión y los hace desarrollables. • Visibiliza las posibilidades del desarrollo de estas tecnologías. • Reduce costos de transacción. • Contribuye a reducir políticas de subsidios en etapas de operación. 	<ul style="list-style-type: none"> • No garantiza la viabilidad durante la operación. • Requiere mecanismos que garanticen que las inversiones son técnicamente viables.

FUENTE: CEPAL (2001); Beck & Martinot (2002); los autores.



3.1. Tarifas o tasas por servicio de manejo de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales

3.1.1. Descripción general del instrumento

La tarifa o tasa del servicio público es el precio que paga un usuario por recibir un servicio, el cual se convierte para el operador, sea una empresa privada o un municipio, en un instrumento de financiación y rentabilidad por las inversiones y de recuperación de los costos operacionales. En los países en que se usan se busca fomentar la participación privada, con condiciones de continuidad, eficiencia y calidad en la prestación del servicio.

La tasa o tarifa permite distribuir los costos totales que se causan por la prestación de un servicio, entre los hogares y grandes generadores. Para determinar el valor a cobrar el Estado debe establecer el mecanismo regulatorio más apropiado, entre estos mecanismos destacan los presentados en la TABLA 10.

TABLA 10 Esquemas de regulación de precios

Esquema	Ventajas	Desventajas
Tasa de retorno: Remuneración al monopolio a partir de los costos observados, más una tasa de retorno regulada.	<ul style="list-style-type: none"> • Refleja los costos reales • El monopolio no experimenta rentas excesivas • Disminuye la incertidumbre de la inversión privada • Incentiva las inversiones. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se incentiva a la eficiencia en costos y la innovación • Requiere altos sistemas de vigilancia y reporte de información por parte del prestador del servicio • Puede fomentar inversiones innecesarias.
Precio Techo: Consiste en un precio límite que el prestador puede cobrar.	<ul style="list-style-type: none"> • Fomenta la eficiencia en costos y la innovación. • Las rentas son limitadas según como se haya establecido el precio. • Los esquemas de vigilancia se centran en la calidad y la verificación de la aplicación de los precios establecidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Existe incertidumbre para la inversión privada • Requiere estudios de alta calidad para determinar el precio techo. • No traslada la eficiencia a los usuarios, salvo si se fijan ajustes por productividad

FUENTE: CEPAL (2001).

Entre 1980 y 2000, el 56% de los contratos de concesión llevados a cabo en ALC se regularon a través de precio techo, mientras que el 24% fue por medio de tasa de retorno. El porcentaje restante fue a partir de una combinación de ambos regímenes (Guash, 2003). Sin embargo, cualquiera que sea el régimen escogido, el diseño de la regulación debe considerar la compensación entre el riesgo y la asimetría de información²³ (Chisari y otros, 2011), para lo cual no solo es necesario definir el precio máximo sino desarrollar un contrato que garantice la prestación eficiente e impida que en la transacción exista la posibilidad de favorecer excesivamente a una de las partes (Páez & Silva, 2010).

La regulación, forma de cálculo y recaudo son distintos en cada país, e incluso en cada municipio. En Alemania, Holanda, España y Chile, los municipios elaboran sus planes de gestión integral de residuos y definen las alternativas de tratamiento de los RSU, teniendo en cuenta directrices técnicas, legales, ambientales y financieras de carácter nacional. Una vez definidas, mediante procesos de selección (licitaciones o invitaciones directas) reciben ofertas por parte de prestadores del servicio. La municipalidad evalúa las ofertas y contrata a la firma que cumpla las condiciones y presente los costos más eficientes.

²³ Las firmas que llevan a cabo la prestación de los servicios incurren en riesgo de no recuperar su capital o de no obtener la rentabilidad esperada, esto debe ser compensado a través de la tasa de retorno, bien sea la ofrecida o con la que se calcula el precio techo. Sin embargo, para el contratante es difícil observar los costos reales en los que está incurriendo la firma por la prestación del servicio, riesgo que también se deberá tener en cuenta a la baja de la tasa de retorno.

Para el traslado de los costos causados a los usuarios, en países como Alemania y Holanda, el cálculo de la tarifa tiende a ser por hogar: distribuyen el costo total regulado en las toneladas manejadas y miden lo que ha generado cada hogar a través de unidades establecidas para ello²⁴, de acuerdo con la cantidad que presenta cada hogar se calcula el costo a pagar y se le entrega una factura; en España, por el contrario, aún algunos municipios establecen el impuesto de acuerdo con parámetros como el área o ancho de frente de la vivienda. El recaudo es llevado a cabo por la municipalidad, la cual posteriormente traslada los recursos al operador del servicio. Cabe señalar que la mayoría de los marcos legales no permite a los municipios obtener ganancias por la prestación de este servicio (GRÁFICO 18).

GRÁFICO 18 Esquema de gestión sobre la tarifa con intervención del municipio



FUENTE: elaboración propia.

Dentro de las ofertas presentadas a la municipalidad los operadores tienen en cuenta los ingresos generados por la venta de energía eléctrica y la venta de materiales reciclables (en el caso que realicen la separación de residuos), con el ánimo de mostrar un mejor precio.

A diferencia de estos países, en Colombia el servicio de manejo de RSU se encuentra en libre competencia, es decir que las empresas privadas, oficiales o mixtas pueden establecer contratos directamente con los usuarios²⁵, sin necesidad de mediación del municipio, y éstos a su vez le pagan su servicio a través de una factura directa²⁶ o conjuntamente con el agua potable, energía o gas, para lo cual quien presta el servicio de manejo de RSU establece un convenio de facturación conjunta²⁷ con la empresa del otro servicio.

Sin embargo, las empresas prestadoras de cualquier componente del manejo de RSU en Colombia se someten a la regulación de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) y a la vigilancia de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), entidades del orden nacional y de carácter oficial, por mandato de la Ley 142 de 1994.

La CRA estableció que las empresas prestadoras del servicio se someten al régimen de libertad regulada²⁸, es decir, que la empresa puede entrar libremente al mercado pero sujetándose a los precios máximos que la comisión establece. La metodología utilizada

²⁴ Para profundizar en este esquema se recomienda revisar el caso de la municipalidad de Stuttgart (Baden-Wurtemberg, Alemania), en ella se lleva a cabo el cobro por cada unidad establecida presentada por el usuario; la autoridad de impuestos (Finanzamt Stuttgart) posteriormente remite una factura a los hogares indicando el valor a pagar por el servicio de manejo de residuos sólidos.

²⁵ Estos contratos corresponden a un formato único elaborado por la CRA.

²⁶ En los casos en que el servicio se encuentra desintegrado verticalmente, el prestador de la recolección realiza el recaudo directamente o a través de otra empresa y una vez lleva los residuos al sitio de disposición final, éste le genera una factura de acuerdo con el peso y la tarifa regulada por la CRA.

²⁷ El prestador de la recolección de residuos sólidos lleva a cabo una negociación con la empresa prestadora del servicio de agua potable, energía o gas para que incluya dentro de su factura el concepto de manejo de residuos sólidos y entregue lo recaudado en los plazos negociados. Lo anterior fue facultado por la Ley 142 de 1994, dado que el servicio de aseo no puede suspenderse por falta de pago de determinados usuarios, las normas establecen que la tarifa puede cobrarse dentro de las facturas de otros servicios públicos susceptibles de corte.

²⁸ Según la Ley 142 de 1994 las empresas de servicios públicos (acueducto, alcantarillado, aseo, energía y gas natural) deben someterse a la regulación que indique su respectiva comisión. Ésta puede ser (i) libertad regulada, que es régimen mediante el cual la comisión establece la metodología o precios máximos que un prestador puede cobrar a los usuarios y (ii) libertad vigilada, que es el régimen mediante el cual la empresa prestadora puede establecer libremente las tarifas a cobrar a los usuarios, con la obligación de informar a la comisión sus decisiones al respecto, este régimen actualmente se encuentra vigente para los prestadores del servicio de las áreas rurales.

por la CRA es de precio techo, para lo cual define mediante modelos de ingeniería los costos máximos y eficientes por tonelada (por ejemplo, *entrance or gate fee*) que se pueden trasladar al usuario.

La tarifa de aseo incluye el cobro de las actividades de recolección, transporte y transferencia, disposición final y tratamiento de lixiviados, aprovechamiento, barrido de calles, limpieza urbana (corte de césped y poda de árboles de vías y áreas públicas) y la comercialización del servicio. Según el marco regulatorio actual, la tarifa para cualquier tipo de tratamiento de los residuos, distinto a la disposición final en el relleno sanitario (incluye valorización energética), equivale a la sumatoria de los precios techo de la actividad de disposición final en relleno sanitario y del tratamiento de los lixiviados. De acuerdo con la fórmula tarifaria, en la medida que más residuos se desvíen del relleno sanitario hacia otras alternativas, el valor por tonelada a pagar en el relleno sanitario se incrementará y de la misma forma se incrementará el pago a las alternativas. Esta decisión se complementa con la creación del incentivo al aprovechamiento, instrumento económico que se explicará en la siguiente sección de este documento.

En el caso colombiano, la tarifa genera el 84.5% de la totalidad de los ingresos del servicio (Departamento Nacional de Planeación, 2015), el 15.5% es aportado por los gobiernos municipales y el gobierno nacional.

En el caso del alcantarillado, el marco legal es similar (GRÁFICO 19), salvo que la tarifa de alcantarillado equivale al valor presente de los costos del plan de inversiones, el cual se elabora para dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en los planes de saneamiento y manejo de vertimientos²⁹, previamente aprobados por la respectiva autoridad ambiental, más los costos anuales de administración, operación y mantenimiento.

GRÁFICO 19 Esquema de gestión sobre la tarifa en Colombia



FUENTE: elaboración propia.

²⁹ Los planes son un conjunto de programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, los cuales deberán estar articulados con los objetivos y las metas de calidad y uso que defina la autoridad ambiental competente para la corriente, tramo o cuerpo de agua.

3.1.2. Marco legal del instrumento

En la TABLA 11 se realiza un resumen del marco normativo en cada país.

TABLA 11 Normativa de la Unión Europea, Alemania, Chile, Colombia y España con relación al cobro del servicio de manejo de RSU y lodos de PTAR

País	Norma	Descripción con relación a las tarifas	Sector
Europa	Directiva 2008/98/CE	El numeral 25 de los antecedentes señala que los costos deben reflejar el impacto al ambiente que tiene la gestión de los residuos.	RSU
Alemania	Basic Law Garantías (Gemeinden)	El artículo 28 indica que las municipalidades tienen la libertad para regular los asuntos que están bajo su responsabilidad y que están facultados para cobrar impuestos, de acuerdo con la capacidad económica.	RSU Lodos PTAR
España	Constitución Política	El artículo 142 señala que Las Haciendas locales deberán disponer de los medios suficientes para el desempeño de las funciones, que la ley atribuye a las corporaciones respectivas y se nutrirán fundamentalmente de tributos propios y de participación del Estado y de las comunidades autónomas.	RSU Lodos PTAR
España	Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos Sólidos (PEMAR) 2016-2022	Señala en el numeral 6.5.3 a las municipalidades la directriz de realizar una "correcta tarificación de los costes de tratamiento de residuos" con el ánimo de que se avance a sistemas de pago de acuerdo con la generación y solicita al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Ambiente (MAGRAMA) colaborar con las municipalidades en este establecimiento.	RSU
España	Ley 22 de 2011	En el numeral 3 del artículo 11 señala que en los costos de la gestión de los residuos domésticos deberán incluirse los costos reales de la recogida, transporte y tratamiento.	RSU
España	Ley 8 de 1989	Establece en el artículo 25 que los costos deberán cubrir el valor real de la prestación del servicio y no podrán ser superiores a los mismos.	RSU Lodos
España	Decreto Legislativo 3/2011	Establece los criterios para la selección de operadores	RSU Lodos PTAR
Chile	Ley 19388 de 1995	Señala en el artículo 6 que en los sectores urbanos y suburbanos se cobrará el manejo de residuos. Adicionalmente, establece en el artículo 7 que las municipalidades cobrarán a las viviendas un "derecho" trimestral por el servicio de aseo, la cual es fijada por la municipalidad de acuerdo con el costo real del manejo de residuos. En el artículo 9, la norma establece que la municipalidad podrá efectuar el cobro a través de terceros.	RSU
Colombia	Ley 142 de 1994	Establece el régimen de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica y gas combustible. Crea a la CRA, CREG y la SSPD y les otorga las facultades. Define los criterios con base en los cuales las comisiones de regulación deben expedir las metodologías tarifarias y la obligación de los prestadores de fijar las tarifas y cobrar el servicio con base en dichas metodologías.	RSU Lodos PTAR
Colombia	Resolución CRA 720 de 2015	Establece la metodología tarifaria a la que deben someterse los prestadores del servicio público de aseo para cobrar el servicio a los usuarios de municipios con más de 5000 suscriptores.	RSU
Colombia	Resoluciones CRA 688 de 2015 CRA 735 de 2015	Establece la metodología tarifaria a la que deben someterse los prestadores del servicio público de acueducto y alcantarillado para cobrar por su servicio a los usuarios, dentro de las cuales se incluye el cobro del tratamiento de las aguas residuales	Lodos PTAR

FUENTE: elaboración propia.



3.2. Impuesto y restricciones a la disposición final

3.2.1. Descripción general del instrumento

El impuesto a la disposición final tiene por objetivo incentivar el desvío de los residuos del relleno sanitario hacia alternativas de tratamiento que generen menos impacto al medio ambiente. En general funciona como un sobre costo por cada tonelada que se dispone en el relleno sanitario y los recursos que se obtienen de este cobro se emplean para financiar las alternativas de tratamiento.

En Holanda, Suiza e Inglaterra el impuesto fue altamente exitoso, ya que la disposición en relleno sanitario se redujo y se superaron las metas establecidas por la Comisión Europea en 2008 (Scholes, 2014). Lo anterior debido a que el costo de oportunidad de disponer en un relleno sanitario frente a otras opciones se hace más elevado, en la medida en que el impuesto es más alto.

Sin embargo, la aplicación de la medida debe tomarse con estricta planeación. En el caso holandés (GRÁFICO 20) para el año 2014 se disponía únicamente el 2% de los residuos generados, es decir, básicamente las cenizas de los sistemas de incineración o el digestato de los sistemas de digestión anaerobia. Lo anterior fue resultado de estas dos medidas:

- En 1995, el país realizó prohibiciones de disponer en rellenos sanitarios residuos con cierta composición o sin tratamiento previo.
- En 1996 se introdujo el impuesto al relleno sanitario³⁰.

GRÁFICO 20 Valor del impuesto (euro/t) frente a toneladas de residuos dispuestos en relleno sanitario en Holanda



FUENTE: Huisman, 2016.

En respuesta, algunos municipios holandeses iniciaron la exportación de residuos a Alemania y otros iniciaron inversiones en plantas de compostaje e incineración, esta última opción fue la única adoptada luego de que en Alemania se implementaran las restricciones a la disposición final y se regularizara el movimiento transfronterizo de residuos.

Holanda tuvo problemas de sobrecapacidad de tratamiento, especialmente en la incineración, por lo cual fue necesario importar residuos en el año 2008³¹ e incluso algunos propietarios de rellenos sanitarios iniciaron el desenterramiento de residuos para alimentar las incineradoras, por lo que los mismos requirieron al gobierno devolver el impuesto ya pagado. Estas distorsiones ocasionaron que en el año 2012 se aboliera el impuesto, con una alta resistencia por parte de los representantes de la industria del reciclaje.

³⁰ El impuesto en Holanda fue diferenciado entre los residuos "no combustibles" (16 euros por tonelada) y los residuos "combustibles" (108 euros por tonelada). Los residuos combustibles se entienden como aquellos que tienen una densidad menor a 1100 kg/m³. Cabe señalar que la forma en la que se llevó a cabo el seguimiento a esta distinción causó inconformidades y demandas.

³¹ Debido a la crisis financiera, la cantidad de residuos en el país disminuyó generando una sobre capacidad de tratamiento.

Sin embargo, el impuesto se constituyó en una buena fuente de ingresos ya que su recaudo alcanzó 185,000 millones de euros en el año 2001 (Unión Europea, 2016), recursos que fueron reinvertidos en proyectos de valorización de residuos, incluida la valorización energética.

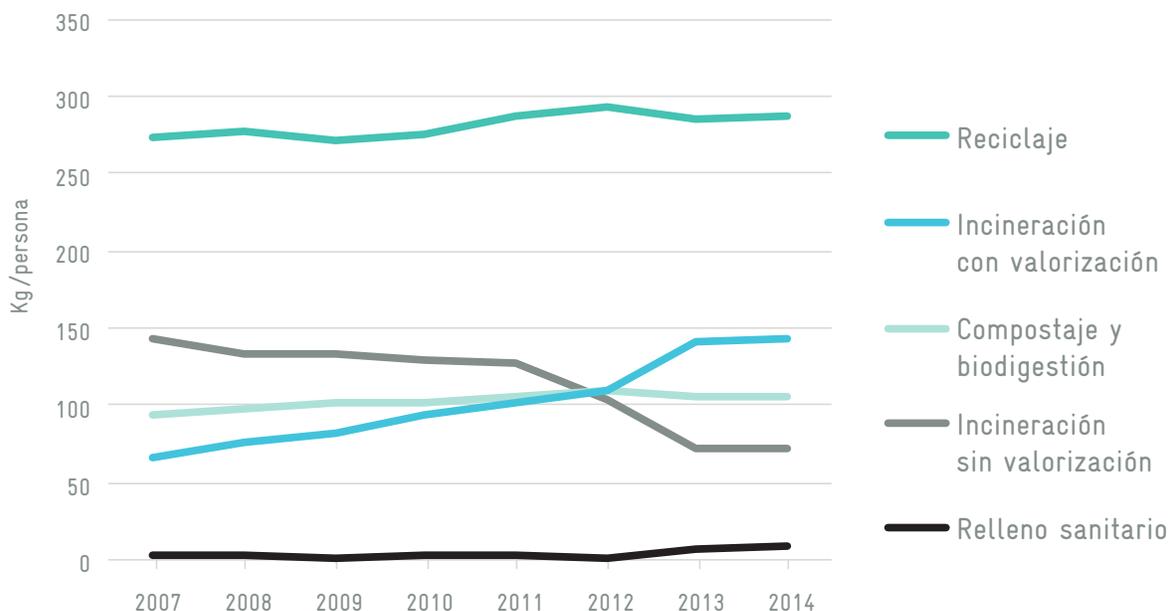
En la misma línea de acción de Holanda, en Colombia se creó el “incentivo al aprovechamiento”, este instrumento económico tiene por objeto establecer un cobro adicional por cada tonelada de residuos que se disponga en el relleno sanitario, el cual se destinará a financiar los proyectos de valorización que demuestren ser viables, de conformidad con la cantidad de residuos efectivamente valorizados.

A diferencia de los 20 países del continente europeo que implementaron el impuesto a la disposición final, en Alemania solo se hicieron restricciones en los rellenos sanitarios (European Environmental Agency, 2013). En el año 1993 la Federación prohibió para el año 2005 la disposición en rellenos sanitarios de los residuos que no hayan tenido tratamiento previo, adicionalmente categorizó como “pretratamiento” a los procesos de tratamiento mecánico biológico (MBT) y al tratamiento térmico (Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Natural Safety, 2015) (GRAFICO 21).

El tiempo que la Federación otorgó, 12 años, fue considerado para que los municipios pudieran cambiar su infraestructura y cumplir con los requerimientos de la norma. Adicionalmente, estableció medidas que le permitieran soportar la restricción:

- Responsabilidad de los productores y tiendas de retornar los envases y empaques que ponen en el mercado.
- Las autoridades responsables de la disposición final deben establecer esquemas de recolección selectiva y tratamiento para materiales que no tienen un destino específico según la regulación, lo anterior aplica especialmente para residuos orgánicos de los hogares y los residuos de corte de césped y poda de árboles.
- Responsabilidad de los productores de papel de la industria gráfica de retornar lo puesto en el mercado.
- Responsabilidad de los usuarios no residenciales de asegurar que el destino de materiales como papel, cartón, plástico, metales, vidrio y la fracción orgánica será valorizado.

GRÁFICO 21 Tratamiento de residuos en Alemania por año



FUENTE: Eurostat, Municipal waste by waste operations.

3.2.2. Marco legal del instrumento

En la TABLA 12 se resume la normativa relevante aplicable de los países analizados.

TABLA 12 Normativa relacionada con el incentivo a la valorización

País	Norma	Descripción con relación al incentivo a la valorización	Sector
Europa	Directiva 1999/31/EC	Es la directiva en relación con la disposición final y requiere a los países miembros disminuir la cantidad de residuos biodegradables dispuestos en relleno sanitarios en 35% de los residuos producidos en 1995.	RSU
Alemania	Closed Substance Cycle Waste Management Act (1994)	Señala la jerarquía de los residuos y establece condiciones para la incineración de residuos, en relación con el poder calorífico de los materiales y la eficiencia energética (artículo 6). Lo anterior con el ánimo de que se cumpla la jerarquía y se le dé prioridad a opciones como el reciclaje, antes de la valorización energética.	RSU
Alemania	Technical Instructions on Municipal Waste (2005)	Establece la restricción de disponer en rellenos sanitarios residuos que no hayan pasado por un proceso de pretratamiento.	RSU
Alemania	Ordinance Simplifying Landfill Law (2009)	La sección 6 de la norma señala que los residuos solo podrán ser depositados en el relleno sanitario luego de pasar por un proceso de tratamiento	RSU
Holanda	Law on environmental taxes (Wet belastingen op milieugrondslag – Wbm) (Stb. 1994, 923)	La norma introduce un impuesto a la disposición en el relleno sanitario que deberá ser pagado por el propietario del sitio de disposición final.	RSU
Colombia	Ley 1753 de 2015	Crea el incentivo al aprovechamiento en el artículo 88, en el que señala que el valor se calculará con base en la cantidad de residuos no aprovechables que se dispongan en los rellenos sanitarios y será recaudado por las personas prestadoras de este servicio. Adicionalmente, señala que el dinero recaudado por este incentivo debe ser destinado a los prestadores de actividades de aprovechamiento y tratamiento de residuos	RSU

FUENTE: elaboración propia.

3.3. Instrumentos del mercado de energía

Este grupo de instrumentos clasifica algunos mecanismos que han sido implementados en los países analizados, que se relacionan con ajustes que se hacen a la arquitectura de los mercados de energía, buscando específicamente eliminar barreras que pueden tener las energías limpias o renovables para su participación en ellos. En general todos pueden ser clasificados como instrumentos de mercado.

3.3.1. Metas o cuotas de energía limpia

Las metas o cuotas de energía corresponden a la definición de un porcentaje o una cantidad de energía que debe ser producida a partir de tecnologías limpias o renovables en un país (GRÁFICO 22).

GRÁFICO 22 Definición de metas de energía limpia



FUENTE: elaboración propia.

La implementación en cada país generalmente obedece a un interés y objetivo de política pública nacional, para dar cumplimiento a compromisos internacionales de reducción de emisiones o con el objeto de reducir la dependencia a los combustibles fósiles, se realiza a través de una ley o una norma emitida por una autoridad nacional o por las entidades encargadas de desarrollar la política energética (en algunos casos lo hace el Senado, en otros el ministerio sectorial), quienes definen este objetivo, el cual puede ser establecido en términos de capacidad instalada o de energía generada.

Para lograr la materialización de este objetivo o meta, se han utilizado los siguientes esquemas:

- Las subastas que convocan la ejecución de proyectos para asegurar la expansión del parque generador donde se abre un espacio o porcentaje para la participación de tecnologías limpias (caso Perú y California).
- La inducción de un mercado que a partir de la creación de una demanda (obliga al consumo, a abastecerse en una proporción definida a partir de energías limpias o renovables) se viabiliza la oferta de energía producida con estas tecnologías (caso Chile y México).

En el caso de las subastas, una vez definidas las necesidades de expansión del parque de generación o de participación de la energía renovable para satisfacer las necesidades de consumo nacional de energía, la entidad del Estado que dicta la política energética en conjunto con la autoridad reguladora del sector, diseña y convoca la realización de una subasta con la cual se adjudica la nueva capacidad de generación a potenciales agentes interesados en instalarla en el mercado. Generalmente se realiza una subasta específica para adjudicar proyectos de generación de energías renovables. Su diseño considera, entre otras cosas, el tipo de tecnología a emplear, la capacidad o energía requerida, el tiempo de entrada de la planta y la forma de remuneración. Durante la subasta los inversionistas compiten entre ellos presentando ofertas de cantidad y precio³². El criterio de asignación de la subasta es el precio ofrecido por los participantes, con el objetivo de adjudicar los proyectos a los mejores precios posibles.

³² El precio es generalmente un cargo que remunera la capacidad instalada o un cargo de potencia.

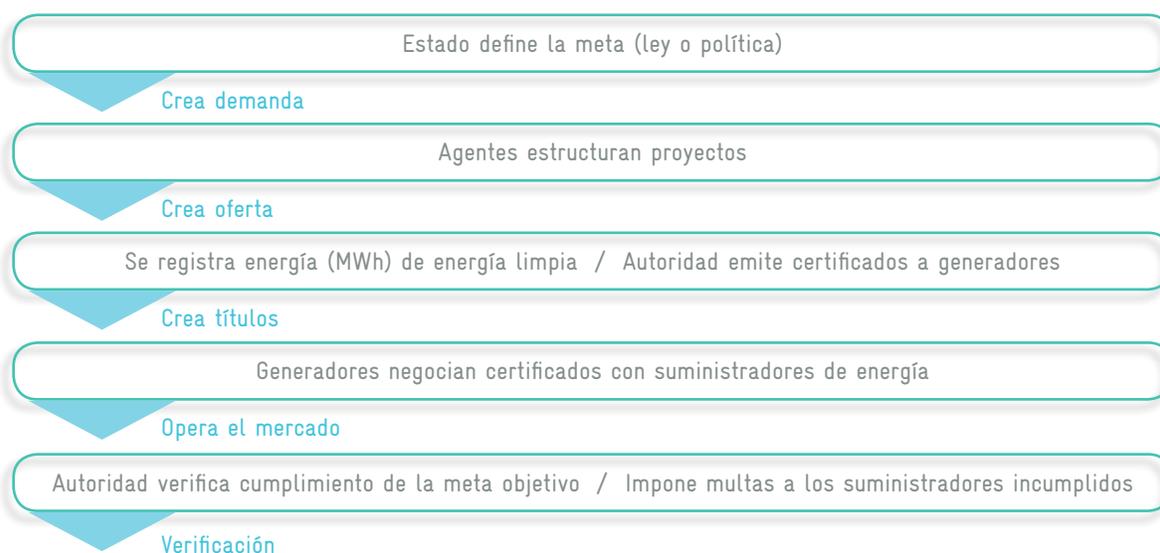
Por su parte, los esquemas de mercado crean una obligación de consumo de energía producida con tecnologías limpias o renovables acorde con la meta definida en la política pública, es decir, se crea una demanda que se convierte en el incentivo para que los agentes interesados en desarrollar este tipo de proyectos compitan entre sí para introducir la oferta con la cual se da cumplimiento a la obligación. La unidad de transacción es la energía generada con tecnologías limpias y el precio de transacción de dicha energía es definido libremente entre las partes.

La autoridad reguladora de la política energética, operadora o fiscalizadora del mercado de energía³³ se encarga de certificar aquellos proyectos con capacidad para generar energía con tecnologías limpias o renovables, lo cual se consigna en los Certificados de Energía Limpia que le permiten al generador recibir un ingreso derivado de la venta del mismo, generalmente se asigna un certificado por cada MWh generado.

Los certificados son asignados a cada generador de energía eléctrica por su producción a partir de fuentes renovables, quienes los venden a los suministradores eléctricos directamente en los contratos de venta de energía o en un mercado independiente, para que estos puedan cumplir la obligación de consumo de este tipo de energía que les fue asignado.

El cumplimiento de la obligatoriedad asignada se demuestra mediante la acreditación a una autoridad definida para tal fin, de los certificados transados por generadores y suministradores eléctricos, estos últimos, demuestran la tenencia de certificados, bien sea porque los obtuvo mediante generación de este tipo de energía o porque los compró en el mercado de certificados (GRÁFICO 23).

GRÁFICO 23 Certificados de Energía Limpia



FUENTE: elaboración propia.

En este esquema participan las autoridades encargadas de desarrollar la política energética de cada país (senado, ministerio sectorial, regulador), en la parte de planeación, operación, expansión y regulación, a fin de establecer el porcentaje o meta objetivo, buscando que sea alcanzable y que no se ponga en riesgo la estabilidad y confiabilidad del sistema eléctrico nacional. Por su parte, los agentes generadores y potenciales inversionistas, así como los proveedores de energía a los consumidores, son los participantes activos de estos mecanismos.

El establecimiento de una meta o cuota de generación o instalación de plantas de generación de energía a partir de fuentes renovables, crea una demanda, por lo que se convierte en un incentivo para el desarrollo de proyectos como respuesta por parte de la oferta para atender la demanda que ha sido inducida por la política pública, la cual solo se hubiera dado en el momento en que los costos de las tecnologías limpias fueran competitivos con relación a las tecnologías de generación convencionales.

³³ En el caso de Chile, el encargado de verificar el cumplimiento es el ente coordinador de la operación del sistema eléctrico nacional, es decir, la entidad análoga al CENACE en México

El establecimiento de metas o cuotas de energía limpia es una actividad común en los países objeto de revisión en el presente estudio. El mercado de California (pionero en 2012) establece metas de introducción de energías renovables, a la fecha se ubica en mínimo 33% para el 2020 y 50% para el año 2050 (California Energy Commission, 2016).

En Perú, el Decreto Legislativo 1002 de 2008, declaró de interés nacional la participación de la energía generada a partir de Recursos Energéticos Renovables (RER) en la matriz energética nacional, por lo que solicitó al Ministerio de Energía establecer cada 5 años el porcentaje objetivo de energía generada a partir de RER (excluyendo las hidroeléctricas) que debe participar dentro del consumo nacional. Para los primeros 5 años se fijó como meta, alcanzar hasta el 5% del consumo de energía eléctrica generado a partir de RER.

Para satisfacer estas necesidades en Perú, a partir del año 2009 el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN)³⁴ ha realizado subastas discriminadas por las distintas tecnologías consideradas renovables, con lo cual se han adjudicado proyectos de generación de energía renovable para alcanzar el porcentaje objetivo. Lo anterior también ha permitido el desarrollo de proyectos de aprovechamiento de RSU para generación de energía eléctrica, entre ellos el proyecto de Huaycoloro, que produce energía que es entregada al Sistema Interconectado Nacional.

En Chile, con el objetivo de promover la Energía Renovable No Convencional (Ley 20.257 de 2008 y 20.698 de 2013), se asignó una obligación o cuota de energía para que las generadoras tradicionales abastezcan sus contratos, de modo que si no generan esa energía la pueden comprar en el mercado a través de certificados. Cuando se prevé que la cuota o la cantidad de certificados no se alcanzan a negociar en el mercado, se desarrollan subastas para asignar obligaciones de energía o de potencia que contribuyan a alcanzar la meta de introducción de energías limpias, es decir, se estimula la oferta por este tipo de proyectos, de modo tal que respondan por la demanda generada. Los grandes consumidores que retiren energía de los sistemas interconectados, deben acreditar a través de certificados que mínimo un 10% de la energía retirada corresponde a energía generada a partir de fuentes renovables o limpias.

La meta establecida en Chile para la incorporación de energías renovables es del 20% de la generación total del país a 2025 y 45% de la nueva capacidad instalada a 2025; para alcanzar este objetivo se han desarrollado mecanismos de mercado, haciendo exigible a grandes consumidores la presentación de certificados que garanticen que un porcentaje de la energía consumida proviene de tecnologías limpias.

3.3.2. Tasa asegurada o regulada

Este instrumento es la tarifa asegurada o regulada para remunerar la energía inyectada a la red por una fuente de generación (conocida como feed-in-tariff); esta tarifa garantiza el pago de una remuneración al agente generador de energía a partir de fuentes renovables o limpias y es previamente aprobada por la autoridad encargada de la regulación económica del sector energético, por cada kWh generado que sea entregado al sistema en un horizonte de tiempo determinado. Este precio (feed in tariff) se fija en un nivel que puede diferir de los precios del mercado (precio spot) y su objetivo es generar un ingreso atractivo al inversionista de tecnologías limpias, precisamente para superar la barrera de mayores precios que enfrentan estas tecnologías de generación (GRÁFICO 24).

El regulador del mercado eléctrico define una metodología para calcular el precio de venta de la energía³⁵ producida a partir de tecnologías limpias o renovables, de tal forma que se obtengan valores suficientes para remunerar los costos de capital de este tipo de tecnologías a unas rentabilidades razonables para los inversionistas. El precio puede ser, por ejemplo, el costo evitado de generación con combustibles fósiles o con tecnologías convencionales, con lo cual se trasladan a los proyectos renovables en forma explícita parte de los beneficios que ellos generan a la sociedad.

En este esquema participan el regulador como entidad encargada de definir la metodología de precio y las condiciones comerciales para la remuneración de la energía inyectada al mercado por parte de fuentes de energías renovables y los proyectos de generación de energías limpias.

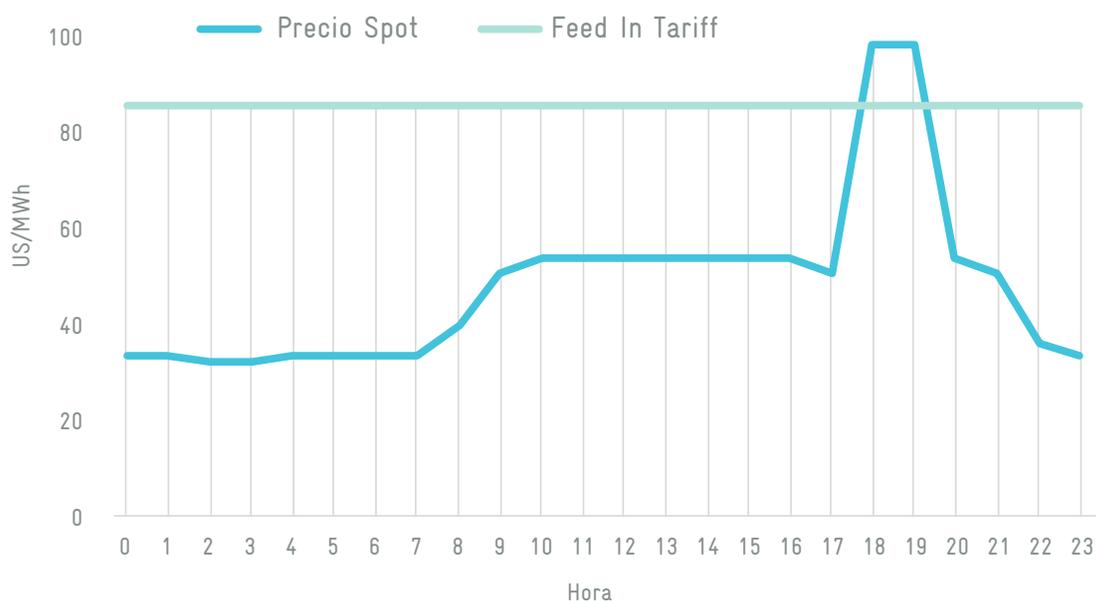
Con la tarifa asegurada o regulada se garantiza al productor de electricidad que durante un tiempo especificado (un período entre 20 y 30 años en los casos de las experiencias revisadas) recibirá un valor que cubre los costos de inversión, operación y

³⁴ Entidad pública encargada de realizar la regulación para estos sectores.

³⁵ Con la metodología se busca determinar el precio que hace viable la instalación de generación con energías renovables



GRÁFICO 24 Tarifa asegurada o regulada



FUENTE: elaboración propia.

mantenimiento que genera este tipo de proyectos, y se obtiene una rentabilidad atractiva para los inversionistas. En resumen, otorgar certeza de precios estimula el desarrollo de proyectos de este tipo.

En Perú este mecanismo ha permitido el desarrollo de proyectos para generación de electricidad con fuentes renovables o limpias; la planta de Huaycoloro, produce energía eléctrica a partir del biogás generado por los RSU del relleno que lleva el mismo nombre y en el año 2010 resultó favorecido en la subasta para entrega de energía al Sistema Interconectado Nacional, a través de un contrato por 20 años a cambio de una tarifa mínima asegurada.

Alemania, Holanda, España, y Brasil también incluyen la implementación de tarifas o ingresos garantizados en su política pública, para la promoción e incorporación de la energía proveniente de los RSU o de lodos de PTAR en su matriz energética.

3.3.3. Primas por generación de energía limpia

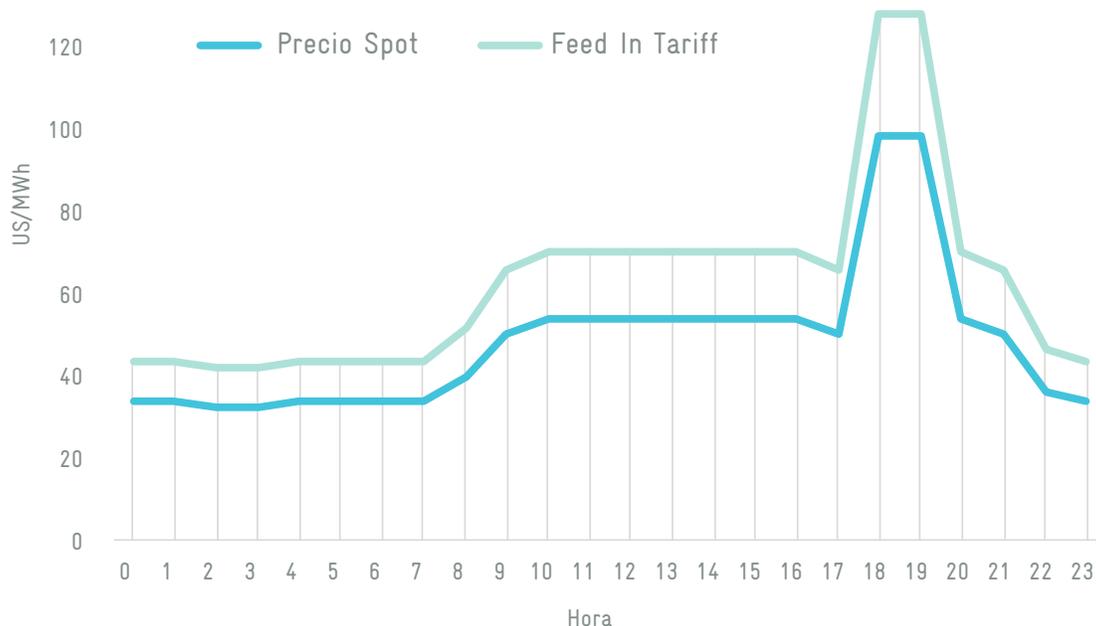
Las primas, pueden definirse como un diferencial entre el precio de la electricidad en el mercado y el precio que viabiliza los proyectos de tecnologías renovables o limpias (GRÁFICO 25).

El procedimiento que se sigue para aplicar el instrumento es el siguiente:

- a) Reconocer características asociadas a algunas tecnologías específicas para otorgar las primas a estas tecnologías, se consideran factores que las hacen diferentes a otras renovables, como el tipo de tecnología, el nivel de tensión entregada a la red, el ahorro o la eficiencia energética y los costos de inversión en los que se incurren.
- b) El regulador del mercado eléctrico (o la entidad que para el efecto se delegue) define el valor de la prima a pagar, así como la fuente de financiación de la misma. La prima se entrega a los generadores por parte del Estado o del operador del mercado eléctrico dependiendo de la fuente de los recursos, esto es, en el primer caso cuando son recursos del presupuesto nacional y en el segundo cuando la prima se recauda de los usuarios o consumidores de energía.

En este esquema participan las autoridades coordinadoras y regulatorias de política energética de cada país (ministerio sectorial o entidad reguladora de la industria energética) para el establecimiento de las necesidades y condiciones de las tecnologías para el otorgamiento de las primas y los agentes generadores que responden a la convocatoria para el desarrollo de plantas o entrega de energía a cambio de esta prima.

GRÁFICO 25 Primas de energía limpia



FUENTE: elaboración propia.

El principal incentivo que genera el otorgamiento de las primas es el de la garantía de un ingreso para el inversionista, que le permita recuperar todos los costos de inversión y de operación, por lo que al tener certeza sobre el retorno de la inversión para este tipo de plantas, es factible que éstas sean atractivas para los inversionistas.

Este esquema es empleado en España para generadores que operan bajo un régimen especial, que incluye generación de energía a partir de fuentes renovables, incluidos en ella los RSU. En este caso, se garantiza a los inversores en este tipo de tecnologías el pago de una prima por un horizonte de tiempo determinado (20 o 30 años), de modo tal que sumada la prima al precio de venta de la energía en el mercado, se viabilice el costo de la inversión del proyecto, es decir, que se obtenga una rentabilidad objetivo. En el caso español, este ha sido un estímulo importante para atraer inversión privada para la generación de energía con tecnologías renovables.

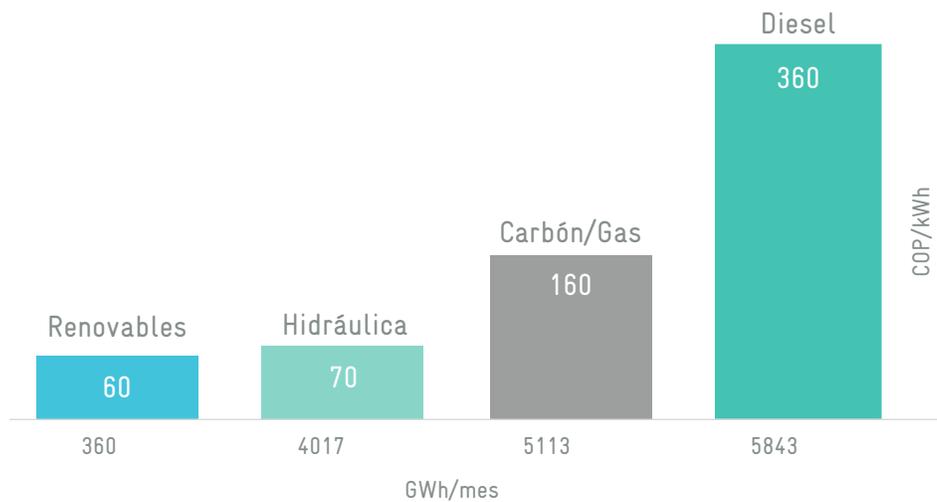
3.3.4. Despacho prioritario de energía y acceso privilegiado a redes

El despacho prioritario de energía es la garantía de que en el mercado de corto plazo, la energía producida tendrá prioridad en el despacho, es decir, será comprada por el mercado (GRÁFICO 26).

El acceso privilegiado a redes garantiza, que en la medida en que en los sistemas de conexión al mercado exista capacidad y en tanto que las metas de incorporación de energías renovables o limpias no se hayan alcanzado, las primeras plantas en ser conectadas al sistema sean aquellas que generen energía a través de fuentes renovables. Asimismo, posibilita que los agentes generadores a partir de fuentes renovables o limpias sean exceptuados del pago total, o una parte, del peaje o cargo para su conexión.

El agente generador con fuentes renovables que desee obtener despacho prioritario de energía o acceso privilegiado a redes debe (a través de las condiciones propias de operación de cada mercado y en cada país) surtir el procedimiento que se sigue, por ejemplo, para cumplir las condiciones de entrega de la energía, estar inscrito o ser representado por un agente en el mercado de energía, entre otras. Una vez cumplido este trámite, el operador del mercado deberá despachar prioritariamente la energía o autorizar su conexión prioritaria a redes.

A través de una modificación de las reglas del mercado eléctrico, el operador centralizado (operador del mercado eléctrico) modifica el costo de generación de la energía limpia o renovable de tal forma que en la optimización del sistema esta energía



FUENTE: elaboración propia.

producida con estas tecnologías siempre quede incluida en la programación de generación y que, de esta forma, se garantice la venta de energía en el mercado por parte de estos proyectos. Lo anterior considerando que, en el mercado de energía de corto plazo, el despacho de energía generalmente se realiza obedeciendo a un criterio de ordenamiento ascendente de costos de generación, de las diferentes unidades implicadas en el mercado.

Para garantizar la inclusión de estos incentivos en el desarrollo de la política, participan las autoridades regulatorias del sector de cada país. En el caso del despacho prioritario de energía participa el operador del mercado o quien haya tomado su lugar y se encargue de controlar el despacho de energía. En el caso de acceso privilegiado a redes participa la autoridad encargada del manejo y control de las redes de transmisión o distribución de energía de cada país y los agentes generadores con fuentes renovables se encargaran de cumplir con los trámites y las condiciones que la regulación impone para acceder a estos incentivos.

Este tipo de instrumentos genera dos tipos de incentivos:

- Garantizan un ingreso para la planta, dado que garantiza la venta de toda la energía generada, por lo que contribuye a financiar la inversión.
- Con el acceso privilegiado a redes se garantiza la posibilidad real de conexión de la oferta de energía generada con el mercado que representa la demanda, asimismo, una disminución de costos relacionada con la excepción del pago o disminución de este, por concepto de peajes o cargos de conexión.

En Perú, estos incentivos se encuentran considerados como adicionales a la garantía de compra de energía y a la tarifa garantizada que se obtiene con las subastas, es decir, que si una planta puede generar más energía de la comprometida en la subasta tiene la posibilidad de vender prioritariamente la energía generada de forma excedentaria, obteniendo con ello un ingreso adicional. De igual forma, la ley permite, en los casos en los que hay posibilidad de conexión a las redes, que las plantas que generan energía renovable tengan prioridad para conectarse a la red frente a otras fuentes o formas de generación.

3.3.5. Incentivos para autogeneración o generación distribuida

Son incentivos de mercado, especialmente diseñados para impulsar el desarrollo de plantas de autoconsumo o la instalación de plantas de generación en ubicaciones cercanas a los centros de consumo, que reduzcan las necesidades de expansión de las líneas de transmisión de alta tensión.

A través de una regulación específica, se permite que este tipo de plantas puedan comercializar sus excedentes de energía con un esquema de participación en el mercado más flexible al que se les exige a los generadores tradicionales, es decir, que puedan vender los excedentes al mercado de energía a través de un comercializador o de contratos, incluso directamente. Una vez diseñado el esquema de comercialización para este tipo de plantas, los agentes autogeneradores o generadores independientes, pueden directamente (o a través de un comercializador que hace las veces de intermediario) negociar las ventas de energía en el mercado, lo que les permite tener acceso al mercado eléctrico.

Para el desarrollo de este incentivo participan las autoridades regulatorias del sector de cada país, quienes diseñan un esquema de comercialización particular para este tipo de plantas; agentes comercializadores que realizan un papel de intermediarios entre los agentes autogeneradores y el mercado, y los agentes autogeneradores o generadores independientes, de esta manera tienen la posibilidad de comercializar parte de la energía generada con un esquema más flexible al de los generadores tradicionales.

Este incentivo permite flexibilizar los requisitos para la comercialización de la energía excedentaria generada por este tipo de plantas, de modo que se convierte en una fuente alterna de financiación de las inversiones y contribuye a tener acceso al mercado eléctrico y a sus precios. Este esquema de flexibilización fue implementado en Colombia a través de una regulación a escala comercial con lo que se busca facilitar el desarrollo de la generación distribuida y la integración de esta energía en el Sistema Interconectado Nacional.

En Brasil, bajo la figura de productor independiente de energía, se han desarrollado proyectos como el de la planta Termoverde de Caieiras, en donde inversores privados desarrollan proyectos y pueden vender directamente la energía a través de contratos entre los oferentes y los demandantes de la energía generada. Este incentivo es especialmente atractivo para las PTAR que se autoabastecen con el biogás generado, dados los elevados costos de la energía.

3.3.6. Comercialización del biogás como gas combustible

Corresponde al establecimiento de las condiciones técnicas, de calidad, seguridad y ambientales el que el biogás generado en las plantas de tratamiento de RSU y lodos de PTAR pueda ser comercializado como gas combustible y que pueda ser inyectado en las redes de distribución.

La implementación se lleva a cabo por las entidades reguladoras del sector, en coordinación con las autoridades ambientales y sanitarias que establecen los requisitos de calidad y seguridad para que el biogás generado en las plantas de tratamiento de RSU y lodos pueda ser purificado e inyectado en las redes de distribución del servicio público, con el fin de preservar la salud de las personas, la calidad de las redes y de los artefactos domésticos para consumo de gas. Posteriormente establece las condiciones de comercialización del mismo, es decir, la forma en la que se pacta el precio. En las experiencias observadas se encuentra que el esquema de comercialización no difiere del esquema diseñado para la comercialización del gas natural.

El incentivo de este instrumento es que crea la posibilidad de un mercado para comercialización del gas, por lo que se desarrolla una demanda del mismo, asegurando con ello otra fuente de financiación para este tipo de proyectos.

Países como India, China y Suiza realizan estas inyecciones de biogás a las redes de tubería una vez superados los criterios mínimos de calidad y seguridad, definidos a la luz de las condiciones físico químicas que hacen al biogás seguro para la salud humana y animal, así como de calidad para los artefactos domésticos que emplean gas. En Colombia se encuentra en consulta una resolución por parte de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) para establecer las condiciones físico químicas y de responsabilidad de la verificación de las mismas, para la comercialización del biogás, posteriormente, se debe desarrollar la metodología para el cálculo de la remuneración por el biogás inyectado.

En Chile ya se encuentran reglamentadas las condiciones técnicas para que el biometano pueda ser inyectado a las redes de gas combustible que atienden, entre otras, la demanda de ciudades como Santiago. Sobre la comercialización de este biogás, esta se realiza bajo un esquema de libre competencia de precios.



3.3.7. Impacto generado por los instrumentos de mercado de energía

En los países objeto de revisión en el marco del presente estudio, se evidencia que estos han desarrollado acciones para introducir las energías renovables o limpias en el mercado de energía de cada país, y que para lograrlo han realizado combinaciones de algunos de los instrumentos presentados en la sección anterior en este documento. A continuación se presenta la introducción de estas energías dentro de la matriz energética de cada país.

Brasil es uno de los países pioneros en América Latina y en el mundo en apoyar las energías renovables, como muestra, en 2015 se ubicó como el tercer país en el mundo en producción de este tipo de energía. Según información del gobierno brasilero se observa que, el 45% de la energía consumida en el país es abastecida con fuentes renovables (incluye generación en pequeñas centrales hidráulicas), discriminadas por tipo de tecnología se tiene que, 7.4% corresponde a energía eólica, 0.1% solar, 1.8% nuclear, 5.1% biomasa, y 70.9% a hidroeléctrica, que incluye la pequeña y gran hidroeléctrica.

El avance de Brasil se demuestra en varias etapas del desarrollo de políticas para la implementación de este tipo de energías, entre ellas ha desarrollado incentivos que permitieron garantizar una tarifa asegurada, el desarrollo de un esquema de comercialización flexible para plantas de generación distribuida y el acceso prioritario para venta de energía o de conexión a redes de transmisión o distribución. También ha desarrollado algunas subastas que permitieron cumplir los objetivos encomendados. Según información del Ministerio de Minas y Energía, la capacidad instalada en Brasil ha pasado de 90,679 MW en 2004 a 150,410 MW en 2016, lo que significa un aumento del 65%.

En España se observa que la introducción de las energías renovables es muy importante dentro de la matriz energética, representó en 2015 el 37.1% de la producción eléctrica total, según información de la Red Eléctrica de España. La capacidad instalada también aumentó de 81,509 MW en 2006 a 105,308 MW en 2016, un aumento cercano al 30%. No obstante la relevancia que tiene la introducción de este tipo de energía, se destaca la necesidad del desmonte de las primas otorgadas en España, debido al desequilibrio del esquema y la presión sobre el presupuesto del Estado, por lo que se recomienda tener especial cuidado en el diseño de estos instrumentos a fin de no sobreestimar la oferta³⁶, de forma tal que se comprometa el esquema. Lo anterior debido a los altos costos que puede suponer el otorgamiento de primas a cargo del presupuesto estatal y la dependencia de ello.

California es otro de los estados pioneros en dar un impulso a las energías renovables, gracias a esto, logró aumentar la capacidad instalada de energía renovable entre los años 2003 a 2013 en aproximadamente un 90%, pasando de 6800 MW a poco más de 13,000 MW (IMCO, 2015; Hsia-Kiung & Morehouse, 2015), de esto se observa que cerca de un 1% de la capacidad instalada corresponde a generación de energía a partir de residuos urbanos. El aumento de la capacidad instalada, corresponde a la necesidad de atender las obligaciones del consumo de energía generada a partir de fuentes renovables, que son muy ambiciosas y que se proyectan a 2030 en un 50%.

En Chile, la diversificación de la matriz energética, muestra que a 2015 se tiene una capacidad instalada de 2170 MW de potencia, para generación de energía a través de fuentes renovables que representa 10.9% de la matriz energética chilena, asimismo, según información del Centro Nacional para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables, se espera que en 2017 esa cifra aumente en 2400 MW, lo que indica que se duplicaría la capacidad instalada de energía renovable. De la energía generada a partir de fuentes renovables, se tiene que un 32.63% corresponde a proyectos de biomasa, aunque no es posible discriminar el tipo de biomasa, se tiene certeza de la incorporación de proyectos de generación de energía a partir de RSU y lodos de PTAR, por ejemplo, el proyecto de Los Colorados. Adicionalmente, en el caso chileno también se evidencia el desarrollo de un mercado para la comercialización del biogás como gas combustible que es introducido a las redes de distribución de gas y que compite libremente con precios en el mercado, esto posibilitado por el aumento del precio de gas natural importado.

En Perú se ha buscado fomentar el cumplimiento de las metas de generación con energías renovables a través del acceso prioritario a redes y el despacho prioritario de los excedentes de la energía producida; esto posibilita ingresos adicionales que contribuyen a financiar la inversión. Las dos primeras subastas han permitido que la capacidad instalada de energías renovables aumente en 180 MW y resulte en una generación total de aproximadamente 2800 GWh/año. En este caso se desarrollaron subastas específicas para estimular el uso de biomasa, permitiendo así el ingreso de una planta de generación de energía eléctrica a partir de RSU ubicada en Lima.

³⁶ La sobreestimulación se presentó porque la prima se otorgó en función del diferencial entre el costo y el precio del mercado, sin la definición de una meta o porcentaje objetivo de introducción de este tipo de energía por año, sino que se otorgó a todos los proyectos presentados, de forma tal que la prima estimuló a los inversionistas para presentar una gran cantidad de proyectos y presentarlos para viabilización y aprobación del Estado, de modo que con la aprobación esto supuso un otorgamiento de primas que excedieron las expectativas y se convirtieron en compromisos de pago que se asumieron con recursos del presupuesto nacional, lo que motivó la necesidad de reestructurar el otorgamiento de las mismas.

En el caso Colombiano, las reformas normativas para la introducción de las energías renovables son muy recientes, por lo que aún no se pueden apreciar resultados significativos, no obstante se evidencia que la normatividad avanza con el fin de lograr la incorporación de las mismas y como resultado de ello, ya se tiene un esquema flexibilizado de comercialización de energía a gran escala para los autogeneradores; asimismo, se encuentra en periodo de consulta una resolución para determinar las condiciones de seguridad o calidad del biogás para que pueda ser inyectado a las redes de transporte y distribución.

3.3.8. Marco legal de los instrumentos

Con relación a los mercados de energía limpia se identifica la normativa plasmada en la TABLA 13.

TABLA 13 Normativa relacionada sobre los mercados de energía limpia

País	Norma	Descripción	Sector
Chile	Ley 19.940 (corta i) de 2004	Regula el sistema de transporte, establece nuevo régimen de tarifas para sistemas eléctricos medianos e introduce adecuaciones de la ley de servicios eléctricos. En su artículo 71-7 establece que los generadores con fuentes no convencionales que inyecten excedentes al sistema en una cantidad inferior a 20,000 kW estarán exentos del pago o de una porción del peaje por el uso del sistema de transmisión.	RSU Lodos PTAR
Chile	Ley 20.018 (Ley corta ii) de 2005	Modifica el marco normativo del sector eléctrico. En el artículo 79 mantiene la excepción al pago parcial o total del peaje para los generadores con fuentes no convencionales por el uso de los sistemas de transmisión troncales.	RSU Lodos PTAR
Chile	Ley 20.257 de 2008	Modificaciones a la Ley de Servicios Eléctricos respecto de la generación de energía eléctrica con Energía Renovable No Convencional (ERNC). Establece en el literal 2 del artículo único, la obligación para que las empresas eléctricas que efectúen retiros de energía eléctrica desde los sistemas con capacidad superior a 200 MW para comercializarla en el respectivo año, deben asegurar que un porcentaje de esta energía proviene de una fuente de generación renovable no convencional. Inicialmente el porcentaje se fijó en 10%. También establece que la empresa que no cumpla con el porcentaje asignado se hará acreedora a una multa. En esta misma ley se define los RSU como parte de la energía generada a partir de la biomasa, es decir, como una fuente no convencional.	RSU Lodos PTAR
Chile	Ley 20698 de 2013	Propicia la ampliación de la matriz energética mediante ERNC. Modifica lo dispuesto en la Ley 20.257 de 2008 y amplía la obligación de adquisición de energía a partir de fuentes renovables no convencionales, de un 10% al 20%. De igual forma establece al Ministerio de Energía la obligación para que anualmente realice licitaciones públicas de bloques anuales de ERNC para satisfacer las necesidades, determinando algunas de las consideraciones para que estas se realicen.	RSU Lodos PTAR
EUA (California)	Assembly Bill 32 de 2006	Adopta distintos mecanismos para lograr en términos eficientes y viables las reducciones de gases de efecto invernadero.	RSU Lodos PTAR
EUA (California)	Senate Bill N° 1078	Adoptada en 2002 y acelerada en 2006, establece obligaciones para que vendedores de electricidad al por menor certifiquen un porcentaje de la energía sea adquirida de fuentes de recursos de energía renovables, inicialmente se exigió un 20% del consumo hasta 2010, pasando a 33% en 2020 y 50% en 2030.	RSU Lodos PTAR
Europa	Directiva Europea 2009/28/CE	Relativa al fomento de energías renovables, modifica las directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE. Establece en su artículo 1 un marco común para el fomento de la energía procedente de fuentes renovables, fija objetivos nacionales obligatorios en relación con la cuota de energía procedente de fuentes renovables para el consumo bruto final. La directiva define en el artículo la energía renovable como la procedente de: biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás, entre otras fuentes. En su artículo 3 establece las condiciones para que los estados miembros fijen el porcentaje objetivo de consumo de energía renovable a 2020. De igual forma, establece la obligatoriedad de la definición de un plan de acción y entre otras cosas, de la necesidad de divulgación de la importancia del uso de este tipo de energía y las ventajas ambientales que representa, así como la posibilidad de realizar proyectos conjunto entre estados miembros.	RSU Lodos PTAR

Continúa en la siguiente página.



País	Norma	Descripción	Sector
España	Ley 54 de 1997	Regulación del sector Eléctrico. Establece, en el artículo 3 de la sección 1, la obligación de las comunidades autónomas de fomentar las energías renovables de régimen especial. En el capítulo II se establece el régimen especial de producción eléctrica en el que se consideran plantas cuya potencia sea inferior a 50 MW y se utilicen energías renovables no consumibles, entre otras, la biomasa, energía primaria de residuos no renovables. El artículo 30 establece las obligaciones y derechos de los productores del régimen especial. Entre los derechos se encuentra la posibilidad de incorporación de la totalidad de energía al sistema. Da percepción de una prima que complementa el régimen retributivo, incluso cuando la capacidad instalada sea superior a 50 MW. De igual forma, se modifica el plan de fomento de la energía renovable para armonizarlo con las disposiciones de la Unión Europea.	RSU Lodos PTAR
Alemania	Ley de la Energía Renovable Alemania (EEG) año 2000 y sus modificaciones 2009 y 2012	Regulación del sector eléctrico Alemán, en su artículo 1 se establece la meta de incrementar la proporción de energía renovable en el suministro de electricidad, estableciendo en 2020 una meta del 20%. Según el artículo 2, se regula la conexión de las centrales, el acceso prioritario a las redes y la compensación por la energía consumida. El artículo 3 define como energía renovable la de la biomasa, que incluye la generada a partir de RSU y gases de vertederos. La ley establece las obligaciones de retribución para cada tipo de planta.	RSU Lodos PTAR
Perú	Decreto Legislativo 1002 de 2008	Promoción e inversión para generación de electricidad con el uso de energías renovables. Establece la declaratoria de interés para introducir la energía generada a partir de RER en la matriz energética nacional, asimismo, según el artículo 2, establece un porcentaje objetivo para la introducción dentro de la energía que se genera para satisfacer el 5% del consumo nacional. En el artículo 3 define la energía considerada RER y se incluye dentro de ella la biomasa que agrupa, entre otros, a los RSU. Según su artículo 5, la generación a partir de RER tiene despacho prioritario, para lo cual se considera que tiene costo variable, iguala cero. Para la venta de la energía, se vende en el corto plazo al precio de ese mercado y recibe una prima adicional por parte del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin). El artículo 7 establece las pautas para el pago de tarifas reguladas, estas se subastarán por parte del Osinergmin, con las pautas dadas por el Ministerio de Energía, como una oferta de prima para los proyectos seleccionados. Las diferencias para asumir los costos obedecerán a aportes de los usuarios a través de recargos en los peajes de conexión. En su artículo 8 se establece la prioridad para que los generadores RER puedan conectarse a las redes eléctricas de distribución y transmisión.	RSU Lodos PTAR
Perú	Decreto supremo 012 de 2011	Aprueba la modificación del reglamento de generación de electricidad con energías renovables. Establece en el título II, las condiciones de las subastas para la generación con RER indicando, entre otras, la forma de determinar la energía requerida, su composición y las condiciones para el desarrollo de la misma. En el título III marca las condiciones para la concesión definitiva y el contrato, en el título V, establece las condiciones para la comercialización y tarifas para generación con RER. En este último se brindan condiciones especiales para el pago por conexión a redes de distribución y transmisión.	RSU Lodos PTAR
Brasil	Ley 10.762 de 2003 y, Ley 11.943 de 2009	Programas de incentivos a las Fuentes Alternativas de Energía Eléctrica (PROINFA). Y revisión PROINFA. La ley inicial y su modificación contemplan, en el artículo 3, la institución del programa, con el objetivo de aumentar la participación de energía eléctrica producida por emprendimientos autónomos concebidos a partir de la biomasa, entre otros, para integrarlas al sistema interconectado nacional. Para ello se aseguraba la compra de la energía generada por un periodo de hasta 20 años, por parte de la empresa estatal ELETROBRAS. También se asegura una remuneración por cada tipo de tecnología, para asumir los costos, estos serán trasladados a los usuarios finales, excepto a los que tienen el beneficio de la tarifa social de energía eléctrica.	RSU Lodos PTAR
Brasil	Ley 12.111 de 2009	Disposiciones sobre sistemas aislados (Incorpora ERNC en la generación). Según su artículo 1, los licenciatarios o concesionarios de los sistemas aislados deben cumplir con su mercado haciendo una oferta en la licitación o subasta que realizará la Agencia Nacional de Energía Eléctrica. Se establecen los costos fijos y variables que pueden ser incluidos, y se determina la forma en que serán remunerados.	RSU Lodos PTAR

Continúa en siguiente página.



País	Norma	Descripción	Sector
Brasil	Ley 9.074 de 1995	En el capítulo II referido a los servicios de energía eléctrica, sección II, define la figura de productor independiente de energía como aquel que recibe la autorización para producir energía eléctrica para el comercio total o parcial por su cuenta y riesgo. Definiendo para ello reglas reguladas o libres para la comercialización de energía dependiendo de si tiene concesiones o ventas por contratos.	RSU Lodos PTAR
Colombia	Ley 1715 de 2014	Regula la integración de Fuentes No Convencionales de Energía de carácter renovable al Sistema Energético Nacional, para ello establece en el capítulo II las disposiciones para la generación de electricidad con FNCE.	RSU Lodos PTAR
Colombia	Resolución CREG 024 de 2015	Regula la actividad de autogeneración a gran escala, definiendo para ello las condiciones de conexión y medida, respaldo y suministro de energía y las condiciones para la venta de excedentes.	RSU Lodos PTAR

FUENTE: elaboración propia con base en la legislación respectiva.

3.4. Incentivos fiscales

3.4.1. Descripción general del instrumento

Otro de los incentivos desarrollados para viabilizar este tipo de proyectos son las exenciones fiscales (ecológicos en el caso de Europa, de importación de maquinaria y equipo en Brasil y Colombia, impuestos locales, aranceles e impuestos al valor agregado, entre otros), generalmente asociadas al establecimiento de una tasa impositiva igual a cero para la importación de bienes y servicios. Entre estos bienes se resalta la adquisición de maquinaria, previo aseguramiento de la utilización de los mismos por un periodo de tiempo determinado.

Antes de la aprobación de la exención por parte de la autoridad tributaria de cada país, se debe haber surtido el trámite de aprobación y certificación de este tipo de proyectos por parte de la entidad encargada del desarrollo de los mismos (por ejemplo: Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Ambiente o entidad reguladora o planificadora).

Por lo general, los países que recurren a estos tipos de incentivos fiscales buscan mejores o más eficientes tecnologías con base en beneficios ambientales y económicos, pero al mismo tiempo se pretende que no sean desarrolladas por la industria nacional o que ésta no tenga en mente desarrollarlas.

3.4.2. Marco legal del instrumento

La normatividad relacionada con los instrumentos fiscales en los países analizados se describe en la TABLA 14.

TABLA 14 Normativa relacionada con los instrumentos fiscales

País	Norma	Descripción	Sector
Perú	Decreto legislativo 1058 de 2008	Promueve la inversión en la actividad de generación con recursos hídricos y con otros recursos renovables. Para ello establece en su artículo 1 el objetivo de que los proyectos de generación RER gocen del régimen de depreciación acelerada para efectos del impuesto de renta. Para efectos, la tasa será no mayor a 20% como tasa global.	RSU Lodos PTAR
Perú	Ley 29.567 de 2011	Prorrogar vigencia de incentivos tributarios, decreto legislativo 1058 de 2008, referido a la aplicación del régimen de depreciación acelerada.	RSU Lodos PTAR
Brasil	Ley 10.438 de 2002 Ley 10.762 de 2003 Ley 10.762 de 2003	Programas de incentivos a las Fuentes Alternativas de Energía Eléctrica (PROINFA) y revisión del PROINFA. Establece beneficios tributarios para la importación de maquinaria y equipo para el desarrollo de los proyectos de generación.	RSU Lodos PTAR
Brasil	Ley 11.943 de 2009	Régimen Especial de Incentivos para el Desarrollo de Infraestructura (REIDI). Permite que en el sector de la energía algunos de los incentivos considerados para el desarrollo de proyectos de infraestructura, entre otros, sean la suspensión o exención de impuestos como el del Valor Agregado para importaciones, que inciden en el ingreso por concepto de: venta de máquinas, aparatos o instrumentos; equipamientos nuevos, incorporación de obras de infraestructura a su activo; venta de materiales de construcción adquiridos o importados, prestación de servicios y pago de servicios importados.	RSU Lodos PTAR
Colombia	Ley 1715 de 2014	Regula la integración de Fuentes No Convencionales de Energía de carácter renovable al Sistema Energético Nacional. Para ello establece en su capítulo II incentivos tributarios y fiscales para la generación con energías no convencionales, tales como la reducción de un porcentaje de inversión para la declaración del impuesto de la renta (artículo 11); subvenciones para reducción del IVA (artículo 12); exenciones de derechos arancelarios (artículo 13) y depreciación acelerada (artículo 14)	RSU Lodos PTAR
Colombia	Decreto MME 2143 de 2015	Establece lineamientos para la aplicación de incentivos definidos en ley 1715 de 2014. Así como las condiciones generales para que puedan ser aplicados, y los alcances de cada uno de los referidos en la ley citada.	RSU Lodos PTAR
Colombia	Estatuto tributario artículo 424-4 y 428. Mecanismo de Desarrollo Limpio, Resolución 551 de 2009. Resolución 978 de 2007	Exención de impuestos de IVA por inversiones en mejoramiento de medio ambiente y sistemas de control.	RSU
	Estatuto tributario artículo 158. Decreto N° 3172 de 2003 y la Resolución N° 136 de 2004	Exención de impuestos en la importación de equipos de mejoramiento ambiental para empresas con certificados de reducción en emisiones.	Lodos PTAR
	Estatuto tributario Ley 1450 de 2011	Deducción de impuesto de renta y complementarios para inversiones en control y mejoramiento del medio ambiente.	
	Estatuto tributario Ley 1450 de 2011	Deducción del impuesto de la renta de las donaciones a las entidades ambientales y de carácter científico	
Colombia	Decreto 2667 de 2012, Resolución 372 de 1998, Resolución 1433 de 2004, Resolución 2145 de 2005	Tasas retributivas a vertimientos de aguas residuales, con base en el principio de "quien contamina paga".	RSU Lodos PTAR
	Ley 24 de 2001	El artículo 33 define las deducciones por "actividades de investigación y desarrollo de innovación tecnológica", específicamente su apartado 4 señala que tendrán derecho a una deducción de la cuota íntegra del 10 por 100 del importe de las inversiones realizadas para la compra de bienes de activo material nuevos, destinados al aprovechamiento de combustible de RSU y el tratamiento de residuos biodegradables procedentes de estaciones depuradoras de aguas residuales, de efluentes industriales o de RSU para su transformación en biogás, entre otros.	RSU Lodos PTAR

FUENTE: elaboración propia con base en la legislación respectiva.

3.5. Instrumentos económicos para la financiación de inversiones

3.5.1. Descripción general del instrumento

Este incentivo consiste esencialmente en apoyos económicos gubernamentales que propenden a crear fondos para impulsar el desarrollo de los proyectos en la etapa de preinversión, a través del impulso a la investigación y el desarrollo de tecnologías limpias, o en la etapa de inversión mediante fondos para garantizar la estabilidad de los ingresos esperados por el inversor. El financiamiento de estos fondos en algunos casos corresponde a recursos del presupuesto nacional o es transferido a través de la tarifa a los usuarios finales.

El inversionista interesado en acceder a estos recursos, debe presentar el estudio de viabilidad del proyecto a consideración de la entidad que otorga financiación.

Los principales problemas asociados a los subsidios y esquemas de financiación consisten en que se distorsiona la tarifa, se aprueban proyectos sin asegurar la viabilidad y sostenibilidad de la etapa de operación o se construyen plantas que no operan o lo hacen a baja capacidad.

Bajo este esquema, se aplican incentivos que buscan encontrar fuentes de financiación que contribuyan a viabilizar el proyecto, es decir, se busca otorgar condiciones flexibles para el otorgamiento de recursos reembolsables o no reembolsables que permitan respaldar las inversiones, este otorgamiento puede hacerse a través de instituciones bancarias o financieras de carácter público o privado. Algunos de los incentivos más reconocidos son: tasa de interés y plazos preferentes; fondos de crédito para apalancamiento de proyectos y, para la inversión inicial, acceso a líneas de crédito condonable.



3.5.2. Marco legal del instrumento

Sobre los subsidios y esquemas de financiación se identifica la normativa en la TABLA 15.

TABLA 15 Normativa relacionada con subsidios y esquemas de financiación

País	Norma	Descripción	Sector
Perú	Decreto Legislativo 1002 de 2008	Promueve la inversión para generación electricidad con el uso de energías renovables. En su artículo 10 se establece la coordinación entre distintas entidades, Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e innovación Tecnológica (CONCYTEC), el Ministerio de Minas y Energía, y los gobiernos regionales para el desarrollo de proyectos de investigación sobre energía renovables. Asimismo, el artículo 12 establece que, para promocionar la investigación y el desarrollo de proyectos de generación de energía eléctrica a partir de RER, el Ministerio de Minas y Energía podrá disponer de recursos de los fondos recaudados para estos fines por las leyes anuales de presupuesto, por los fondos provenientes de endeudamiento externo y por los aportes y financiamientos directos de recursos provenientes de la cooperación internacional.	RSU Lodos PTAR
Perú	Decreto supremo 012 de 2011.	Se establece, en su artículo 23, la prioridad de la utilización de los fondos financieros para el desarrollo de proyectos sobre energía renovable, que cuenten con mayor seguridad de suministro y con financiamiento parcial de otras fuentes.	RSU Lodos PTAR
Brasil	Ley 10.438 de 2002 y 10.762 de 2003.	Programas de incentivos a las Fuentes Alternativas de Energía Eléctrica (PROINFA) y Revisión del PROINFA. Sus artículos 6 a 12 establecen las condiciones para el otorgamiento de créditos blandos por parte de bancos estatales principalmente, para asegurar el desarrollo de los proyectos. En su artículo 13, crea la Cuenta de Desarrollo Energético dirigido al desarrollo de energía en los estados.	RSU Lodos PTAR
Brasil	Ley 11.943 de 2009	Fondo de garantía a emprendimientos de energía eléctrica. Según el artículo 1, el fondo tiene por finalidad prestar garantías para el desarrollo de proyectos de producción y transmisión de energía eléctrica. Este fondo es concebido con patrimonio propio y naturaleza privada y se capitaliza con los aportes de los accionistas, el gobierno federal y los estados.	RSU Lodos PTAR
Brasil	Ley 12.111 de 2009	Disposiciones sobre sistemas aislados (incorpora ERNC en la generación). Su artículo 3 establece la cuenta de consumo de combustibles, que contribuye a financiar la producción de energía en los sistemas aislados y condiciones definidas por la ley, condicionado al cumplimiento de las normas que rigen al sector eléctrico.	RSU Lodos PTAR
Colombia	Ley 1715 de 2014	Regula la integración de Fuentes No Convencionales de Energía de carácter renovable al Sistema Energético Nacional. Establece en su capítulo II la creación del FENOGE (Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía) para financiar programas de autogeneración y de investigación de programas de energías renovables. El capítulo IV, establece el desarrollo y promoción de las FNCER, que consiste en el diseño de proyectos para el aprovechamiento energético de subproductos o residuos (artículo 18).	RSU Lodos PTAR

FUENTE: elaboración propia con base en la legislación respectiva.

3.6. Instrumentos de cambio climático

3.6.1. Comercio de certificados de reducción de emisiones

Los mercados de carbono son lugares físicos o no físicos donde se intercambian contratos de compra y venta de cierta cantidad de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Se pueden dividir en mercados internacionales, como es el caso del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), en mercados domésticos y en mercados voluntarios. Estos se describen en la **TABLA 16**.

TABLA 16 Comercio de certificados de reducción de emisiones

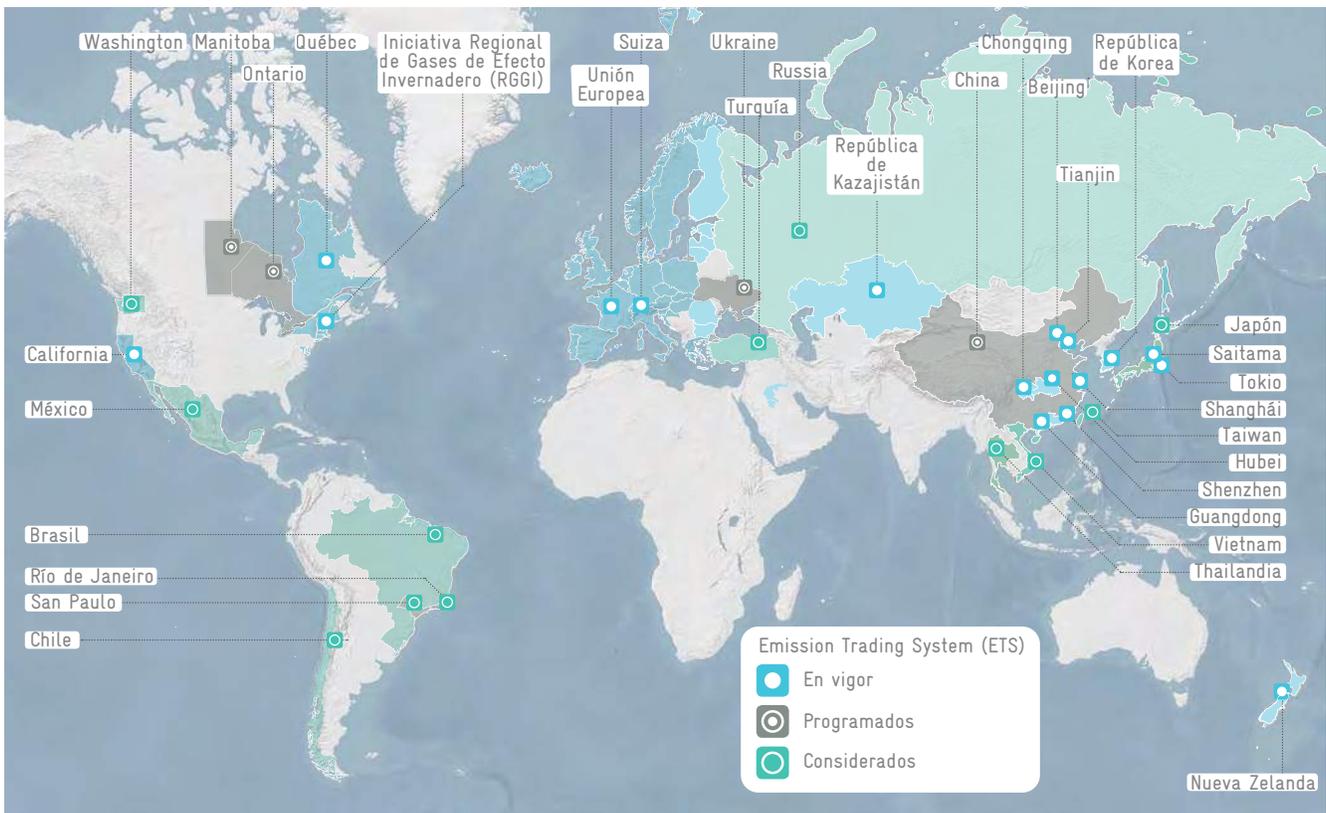
Mercados Internacionales	<p>Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) establecidos en el Protocolo de Kioto para reducción de GEI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mecanismo de mercado. • Certificados de reducción de emisiones con estándares internacionales. • De acuerdo al Protocolo de Kioto, se diferencia entre países desarrollados (Anexo I) y en desarrollo (No Anexo I). Las Partes no incluidas en su Anexo I (países en desarrollo) se benefician de las actividades de proyectos que tengan por resultado reducciones certificadas de emisiones. Las Partes incluidas en su Anexo I (países desarrollados) utilizan las reducciones certificadas de emisiones, resultantes de esas actividades, de proyectos para contribuir al cumplimiento de una parte de sus compromisos. • Cada país debe cumplir con su compromiso de reducción de GEI, ya sea por medio de la reducción de éstas en su propio territorio o por su contribución a la reducción en países en vías de desarrollo. • El país debe demostrar la reducción de GEI a través de la ejecución de estos proyectos en países en vías de desarrollo. • No existe un incentivo tan directo para un cambio a tecnologías menos contaminantes como sucede en los mercados domésticos. • Sí están regidos por una obligación regulatoria de cumplir con una meta establecida sobre reducción de GEI. • No existe un número máximo o mínimo de certificados de reducción de emisiones.
Mercados Voluntarios	<p>Créditos VER (Verified Emissions Reductions).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Iniciativas individuales. • Mecanismo de mercado. • Transacciones bilaterales (Over the Counter, OTC). • Sistema donde cada empresa busca demostrar reducción de GEI por la compra de reducciones que haya sido realizada por un tercero. • Cuatro estándares con mayor cantidad de bonos transados: Verified Exchange (VCS), Climate Action Reserve (CAR), Chicago Exchange (CCX) y Gold Standard (GS). • No están regidos por una obligación regulatoria de cumplir con una meta establecida sobre reducción de GEI o de cubrir compensaciones actuales o para cubrirse frente al riesgo de imposiciones futuras o, finalmente, como una inversión. • No existe un número máximo o mínimo de certificados de reducción de emisiones. • La empresa por lo general puede mejorar la eficiencia en sus procesos productivos o cambiar de tecnología hacia una fuente de energía menos intensiva en carbono; adquirir permisos adicionales de aquellas empresas que redujeron sus emisiones y tener permisos para negociar o utilizar créditos de compensación nacionales o internacionales de sectores que, por lo general, no están regulados.
Mercados Domésticos	<p>Iniciativas nacionales o regionales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mecanismo de mercado. • Estándares nacionales o regionales. • Transacciones bilaterales (Over the Counter, OTC). • Sistema cap-and-trade, donde la autoridad pone el límite máximo sobre las emisiones totales de uno o más sectores de la economía o los GEI que estarán regulados, y las empresas de estos sectores deben contar con un permiso por cada tonelada de emisiones que emiten o del porcentaje de emisiones que exija la autoridad (que en muchos casos puede ser cubierta a través de energía renovable). • Una vez que la autoridad establece el límite, distribuye los permisos comerciales que pueden ser de forma gratuita (con base en emisiones históricas o estándares de desempeño) o mediante subasta. • Al final de cada ciclo o periodo que designe la autoridad, cada empresa debe presentar suficientes permisos para cubrir el porcentaje de cuota de sus emisiones totales. • La empresa por lo general puede mejorar la eficiencia en sus procesos productivos o cambiar de tecnología hacia una fuente de energía menos intensiva en carbono; adquirir permisos adicionales de aquellas empresas que redujeron sus emisiones y tener permisos para negociar o utilizar créditos de compensación nacionales o internacionales de sectores que por lo general no están regulados.

FUENTE: elaboración propia con base en la legislación respectiva.

Aunque los precios en el mercado internacional de los CER generados a través de MDL, se han reducido drásticamente, aún siguen vigentes y pueden ser comercializados. Es necesario precisar que los CER todavía son comercializados de manera unilateral entre los interesados o en países o empresas donde deben cumplir con metas de reducción de GEI, además de comercializarse en mercados internos desarrollados.

En la actualidad, según el “International Carbon Action Partnership” (2015a) existen 17 sistemas de comercio de emisiones a nivel mundial que involucran distintos países en cuatro continentes, y una decena de países que están próximos a implementar alguno (GRÁFICO 27).

GRÁFICO 27 Mapa mundial de sistemas de comercio de emisiones



FUENTE: International Carbon Action, 2016.

En Europa existe un mercado doméstico de transacción de reducción de emisiones denominado European Union Emission Trading System (EU ETS). Fue creado en el año 2005 con el objetivo de que los países europeos cumplan con sus compromisos cuantitativos de reducción de emisiones, tanto los asumidos en el Protocolo de Kioto como en compromisos futuros. Dentro de la Unión Europea existen casos exitosos como los desarrollados en Suecia, Bélgica, Noruega y Reino Unido, donde el programa implementado logró reducir en cierta medida los GEI y generó la implementación de tecnología basada en energía renovable (Ellerman y otros, 2008).

Finalmente, según el International Carbon Action Partnership (2015) la mayoría de iniciativas de mercados domésticos en el mundo se centran en emisiones de GEI en los sectores de industria y energía, seguidas de las iniciativas de transporte, construcción de edificios o instalaciones en éstos y por último las de silvicultura o el manejo de residuos.

3.6.2. Marco legal de instrumento

En la TABLA 17 se resume el marco normativo de mercados de emisiones selectos.

TABLA 15 Normativa de mercados de emisiones del Protocolo de Kioto, UE y California

País	Norma / Acuerdo	Descripción
	Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático del año 1998, específicamente el referente al artículo N° 12 (UNFCCC, 1998)	Es el marco legal por el que cualquier proyecto tiene la intención de recurrir al MDL.
	7° Convención de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2001)	Se establecen las reglas y condiciones de MDL, las cuales son consagradas como los Acuerdos de Marrakech. Una de sus principales conclusiones es que no pone restricciones a las tecnologías que deseen participar de los proyectos, salvo a aquellos proyectos relacionados con la generación de energía nuclear.
Unión Europea	(European Union Emission Trading System – EU ETS)	Programa complejo y amplio, debido a la participación de distintos países y sus diferencias (sociales, económicas, entre otras), así como debido a su implementación en cada país y, principalmente, al alcance que se estipula para cada fase.
Unión Europea	Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de octubre de 2003	Establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad Europea y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE
Unión Europea	Directiva 2004/101/CE de 27 de octubre de 2004	Establece un régimen para el comercio de derechos de emisiones de gases de efecto invernadero en la Comunidad Europea con respecto a los mecanismos de proyectos del Protocolo de Kioto
Unión Europea	Directiva 2009/29/CE de 23 de abril de 2009	Perfecciona y amplía el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de GEI, por el cual se extiende la vida del programa hasta el 2020.
EUA (California)	Ley de Soluciones al Calentamiento Global (Global Warming Solutions Act), 2006	Reducir los GEI a los niveles de 1990 para el año 2020.
EUA (California)	Programa "Renewables Portfolio Standard" (RPS) establecido en 2002 (Proyecto de Ley del Senado N° 1078), acelerado en 2006 (Proyecto de Ley del Senado N° 107) y expandido en 2011 (Proyecto de Ley del Senado N° 2)	Estipula una serie de porcentajes para distintos años, entre 2013 y 2030, para que las empresas prestadoras del servicio de energía ofrezcan la energía proveniente de energías renovables
EUA (California)	Programa de Topes y Comercio (cap-and-trade), y el desarrollo en el año 2011 de un mercado de Créditos Transables de Energía Renovable (Tradable Renewable Credits – TRECs) (CPUC Dec. 12-95-217, January 16, 2011)	Programa temporal (hasta 2013) que instaló un sistema de límites máximos y comercio de derechos de emisión (cap and trade) durante la fase de desarrollo del mercado en el estado de California.

FUENTE: elaboración propia con base en la legislación respectiva.



3.7. Estudios de caso

A continuación se presentan las conclusiones de los siguientes estudios de caso a nivel internacional:

- **Estudio de caso 1.** Olinda Alpha Landfill (California) – Certificados de Energía Renovable y obligaciones de generación de energía limpia.
- **Estudio de caso 2.** Planta de Incineración de Bizkaia (España) – Tarifas de energía, tarifas de manejo de residuos y primas garantizadas.
- **Estudio de caso 3.** Planta de Termoverde de Caieira (Brasil) – Contratos fijos de venta de energía, productor independiente de energía, incentivos fiscales, apoyo financiero estatal y certificados de reducción de emisiones.
- **Estudio de caso 4.** Generación de energía con el biogás del Relleno Sanitario de Huaycoloro (Perú) – Tarifas fijas o primas, contratos de suministro de largo plazo y prioridad en el despacho, beneficios fiscales.

Para más detalles consultar los anexos de esta publicación.

Una vez llevadas a cabo las entrevistas a representantes de estos estudios de caso se pueden concluir o resaltar los siguientes aspectos:

- En cada caso las instalaciones se sostienen con una combinación de fuentes de financiación; por ejemplo, la planta de incineración de Bilbao tiene ingresos (20%) por tasa de manejo de residuos sólidos y (80%) por venta de energía y primas por energía limpia; por otro lado, en el relleno sanitario Olinda, de California, se reciben ingresos por la comercialización de CER y venta de energía, lo que hace viable la operación.
- La planta de incineración recibe residuos de 100 municipios de la provincia de Vizcaya, con lo que logra economías de escala que hacen viable la operación, lo cual se logró gracias a la iniciativa de realizar el manejo de residuos sólidos en un esquema provincial (regional).
- Los ingresos por tarifa de residuos son materializados en contratos y un precio asegurado: en la planta de Bilbao se llevó a cabo un contrato a 20 años para la construcción y operación de la misma, las responsabilidades de los cumplimientos normativos se le asignaron al operador.
- El costo del CER en California es mayor al de otras tecnologías gracias al portafolio de energías renovables establecido por el estado de California.
- En el relleno sanitario de Huaycoloro hay un inversionista privado que sostiene parte de la operación ya que los ingresos por los certificados de MDL no son suficientes, de hecho no se están comercializando con la esperanza de que sus precios suban.
- Debido a que la tarifa pagada al relleno sanitario de Huaycoloro por remuneración del tratamiento de residuos es inferior, incluso al costo de operación del relleno, no es considerada un ingreso para financiar la instalación de la planta de generación de energía.





4.1. Matriz FODA

A continuación se presentan los resultados de la matriz FODA para la implementación de proyectos de generación de energía a partir de RSU y lodos de PTAR en México.

4.1.1. Fortalezas

- El país tiene avances normativos que guían la gestión de RSU a alternativas más amigables con el medio ambiente. Asimismo, ha definido los roles y los responsables para que las metas se materialicen.
- Normativamente se han definido instrumentos económicos, fiscales y de mercado, que aplicados de manera correcta permiten dar viabilidad a los proyectos de valorización energética a partir de RSU y lodos de PTAR.
- Además de estar normada por la ley tiene metas específicas con relación al manejo de RSU: para el año 2018 los municipios, en coordinación con las entidades federativas y demás instancias administrativas y financieras, además del apoyo técnico de la Secretaría de Desarrollo Social, deberán desarrollar y construir la infraestructura para el manejo de residuos sólidos que no emitan metano a la atmósfera (en centros urbanos de más de 50,000 habitantes) y cuando sea viable, deberán implementar la tecnología necesaria para la generación de energía eléctrica a partir de las emisiones de gas metano.
- La implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales es uno de los proyectos en el Programa Nacional de Infraestructura (PNI) 2014-2018. El sector hidráulico tiene recursos por valor de 417,756 millones de pesos en 84 proyectos, dentro de los cuales 18 son dedicados a la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales.
- En el área de cambio climático se han estimado emisiones de GEI, incluyendo las generadas por RSU, lo cual permite cuantificar en parte las externalidades generadas por el tratamiento en rellenos sanitarios.
- Se han inscrito varias NAMA que tienen por objetivo mitigar las emisiones de GEI en el sector de RSU.
- La asignación de recursos por parte de entidades, como la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) y el Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN), así como la participación de actores privados en el manejo de residuos sólidos y el tratamiento de aguas residuales, evidencia mejoras en la prestación de los servicios de recolección (Couto y Hernández, 2016) y el incremento en la cobertura de tratamiento de aguas residuales (BID, 2013).

4.1.2. Debilidades

- Los instrumentos existentes, identificados en la sección 2, no se han aplicado a la valorización energética por los costos políticos que representan, por carencia de vigilancia y sanción o por atención a otros aspectos que se consideran prioritarios.
- La promoción de la valorización energética de aguas residuales no es explícita en la normativa y reglamentación.
- No existen mecanismos de recolección de información confiables para la elaboración y diseño de políticas públicas, puesto que cada municipio recopila los datos sin una metodología definida.
- Existen regiones en las que la cobertura de la recolección es aún inferior al 50%, como Baja California Sur, Guerrero y Puebla (Jiménez, 2016).

- Existe una baja cultura de pago del servicio de manejo de residuos por parte de la población, que se traduce en bajo recaudo y carencia de recursos para cubrir los CAPEX y OPEX.
- La implementación de la LGPGIR y la LGCC es incipiente.
- Las municipalidades carecen de conocimiento técnico para la implementación de nuevas tecnologías.
- El seguimiento, control y sanciones para el cumplimiento de la normativa ambiental es deficiente.
- La NAMA registrada “Disposición y Aprovechamiento de Desechos, Residuos Sólidos y Biomasa en México”, aún no se pone en práctica por falta de financiamiento.
- El otorgamiento de recursos no se realiza con base en esquemas fundamentados en resultados, por lo que en algunos casos, las inversiones no logran la eficiencia ni los impactos deseados durante la etapa de operación.
- Solo el 0.85% de la recolección de RSU en México se realiza de forma selectiva (INEGI, 2012). Las tecnologías para la valorización de residuos sólidos requieren ciertas características y composición de los residuos, dependiendo del método de tratamiento. Por lo anterior se requerirá implementar sistemas de recolección y separación de residuos.

4.1.3. Oportunidades

- Las ciudades medias y las zonas metropolitanas generan gran cantidad de residuos, dada la producción per cápita superior a 1 kg/hab-día y a la densidad de la población (Jiménez, 2015), lo cual permite obtener economías de escala en los sistemas de tratamiento. Estas áreas geográficas pueden ser el principal objetivo para la implementación de estos proyectos para después ampliar su cobertura a los municipios colindantes. Adicionalmente, el 95% de los municipios con más de 100,000 habitantes cuentan ya con sistemas de recolección y disposición final en rellenos sanitarios (Jiménez, 2015), es decir, que ya han superado los principales retos en la gestión de residuos sólidos y pueden avanzar en el sistema de tratamiento.
- Acceder a mercados internacionales de bonos de carbono, ya sea voluntarios o no, como es el caso de Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL).
- Acceder al mercado nacional de bonos de carbono en desarrollo. Específicamente al Ejercicio de Mercado del Sistema de Comercio de Emisiones que vienen desarrollando MéxiCO₂ y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- Existen fondos de recursos a los cuales se puede acceder para financiar las inversiones.
- Aprovechar la estructura de costos variables del Mercado Eléctrico Mayorista para, en la etapa de operación, obtener despacho prioritario de energía, debido a sus menores costos variables frente a otras tecnologías.
- El diseño de remuneración tarifaria de los esquemas de comercialización de energía de los generadores exentos, para ampliar esta figura y posibilitar el otorgamiento de incentivos para la venta de energía excedente por parte de generadores, a partir de tecnologías que utilicen los RSU y los lodos de PTAR.
- Aprovechamiento del biogás producido como gas combustible para usos industriales, comerciales o residenciales; desarrollando para ello, un esquema regulatorio para introducirlo en las redes de gas o para la venta como Gas Natural Vehicular (GNV), sujeto a un esquema de eliminación de sustancias altamente contaminantes y corrosivas.
- Estimular el desarrollo de proyectos de autogeneración o generación asistida a través de generadores exentos, con la posibilidad de entregas de energía a la red para respaldar la diversificación de la matriz energética y otorgar respaldo de confiabilidad al sistema.
- El interés de las industrias de plantas de valorización de residuos para ingresar en economías emergentes.

4.1.4. Amenazas

- Baja cultura de pago por el servicio de manejo integral de residuos, por parte de los hogares.
- Alta incertidumbre en los mercados de carbono.
- Desbalance en los ingresos y costos del proyecto que puede ser provocada porque los ingresos provenientes por la comercialización de los certificados de reducción de emisiones son generados a partir del segundo o tercer año del proyecto y los procesos de inscripción de los proyectos dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio tienen un tiempo para su gestión y puesta en marcha.
- El Fondo para el Cambio Climático no presenta un flujo de ingresos económicos predeterminado y constante, que garantice su ejecución y la de los proyectos, ya que sus recursos financieros provienen de los recursos anuales que señale la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, así como de las variables contribuciones, pago de derechos y aprovechamientos, donaciones, aportaciones que efectúen gobiernos de otros países y organismos internacionales.
- La meta de energía limpia para introducir al sistema eléctrico mexicano, definida por la ley, no está separada para las diferentes fuentes de generación, por lo que inicialmente esta tecnología no puede competir en igualdad de condiciones con otras fuentes de generación de energía limpia, debido a sus costos de instalación y potencialidad.
- A pesar de ser una energía limpia, la producida a partir de residuos, enfrenta costos de inversión más altos que otras tecnologías limpias, por lo que le resta competitividad en un esquema de libre mercado, como es el de los Certificados de Energía Limpia. En un esquema de competencia de libre mercado, es necesario aprovechar todos los potenciales de generación, no obstante, en México no existe un esquema de disposición de residuos, por lo que los proyectos de generación de energía no tienen una disponibilidad garantizada de residuos que posibilite el desarrollo de economías de escala.
- La posible disminución del costo de energía puede representar una amenaza para los proyectos de generación de energía a partir de RSU y lodos de PTAR, ya que los mismos se instalaron principalmente para el autosuministro, con el ánimo de eliminar los altos costos que la anterior regulación suponía.
- Los fondos para apoyos a energías limpias, que dependen del presupuesto nacional, deben guardar consistencia con las necesidades y las metas de introducción de estas energías en la matriz energética y se pueden volver una carga insostenible para el erario público, lo que puede afectar su viabilidad en el tiempo.
- Los costos asociados al proceso de purificación del biogás, disminuyen la competitividad de este energético en un esquema regulatorio que posibilite la introducción del gas a las redes o para comercialización como GNV.
- Cuando los proyectos se encuentran alejados de las redes de transmisión, los altos costos de las conexiones pueden hacerlos inviables; en especial en los casos en que no se diseñen incentivos para que las redes sean pagadas por toda la demanda, por ejemplo, bajo el concepto de activos de uso.
- El desconocimiento cultural y la incertidumbre asociada al rompimiento del statu quo, hace que los nuevos procesos de comercialización de energía limpia o renovables no se perciban como seguros y no se acceda a incentivos desarrollados para este tipo de proyectos.
- Los ingresos por venta de certificados de carbono no son una fuente considerable para el proyecto ni garantizan su viabilidad financiera.

4.2. Principales barreras

A partir del análisis realizado sobre los instrumentos diseñados y empleados en México, y de algunas experiencias internacionales, se identificaron las principales barreras para los proyectos de valorización energética:

a) Los recursos recaudados para el manejo de RSU y aguas residuales en los municipios son insuficientes y no se determinan con base en los costos reales de la actividad.

Las tasas recaudadas por concepto de servicio de manejo de residuos no cubren los costos de administración, operación, mantenimiento e inversiones. En la **TABLA 18** se presenta una estimación del déficit aproximado que presentan tres municipios sobre lo facturado con relación al costo real del servicio.

En el caso del alcantarillado es más común la aplicación de las tarifas por parte de los municipios que en el caso del manejo de los RSU. Sin embargo, como se ha mencionado lo recaudado en alcantarillado no corresponde a los costos reales del servicio. Lo anterior supone tres posibles consecuencias:

Los municipios buscarán las alternativas de mínimo costo, incluso si son las que tienen más impactos ambientales, con el ánimo de no reducir los recursos que destinan a la solución de otros problemas que consideran prioritarios o inmediatos.

- En el caso en que existen calamidades, los recursos se desplazan a las mismas, afectando al presupuesto de manejo de RSU y aguas residuales.
- Los usuarios no perciben el costo del servicio y en consecuencia hacen un uso desmesurado de él.

b) Los altos costos de inversión y operación de los proyectos para la generación de energía a partir de RSU y lodos de PTAR, hacen a estas tecnologías menos competitivas frente a otras limpias y renovables.

Las tecnologías para la valorización energética presentan altos costos de inversión y operación en relación con otras tecnologías: por ejemplo, el CAPEX en una planta de incineración con capacidad de 200,000 t/año es aproximadamente 63 USD/t y el OPEX es de 38 USD/t; en contraste con el CAPEX de un relleno sanitario 17 USD/t, y el OPEX de 11 USD/t. En el sector de la energía se ha promovido la demanda de energías limpias con los CEL, sin embargo, el desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento energético de RSU y PTAR enfrenta una barrera en los costos de inversión en plantas de distintas tecnologías, que les impide competir en igualdad de condiciones en un libre mercado de certificados (**GRÁFICO 28**). El esquema de obligaciones de adquisición de energía limpia permite y estimula la competencia en un libre mercado, por lo que los costos de inversión juegan un papel importante en las valoraciones económicas.

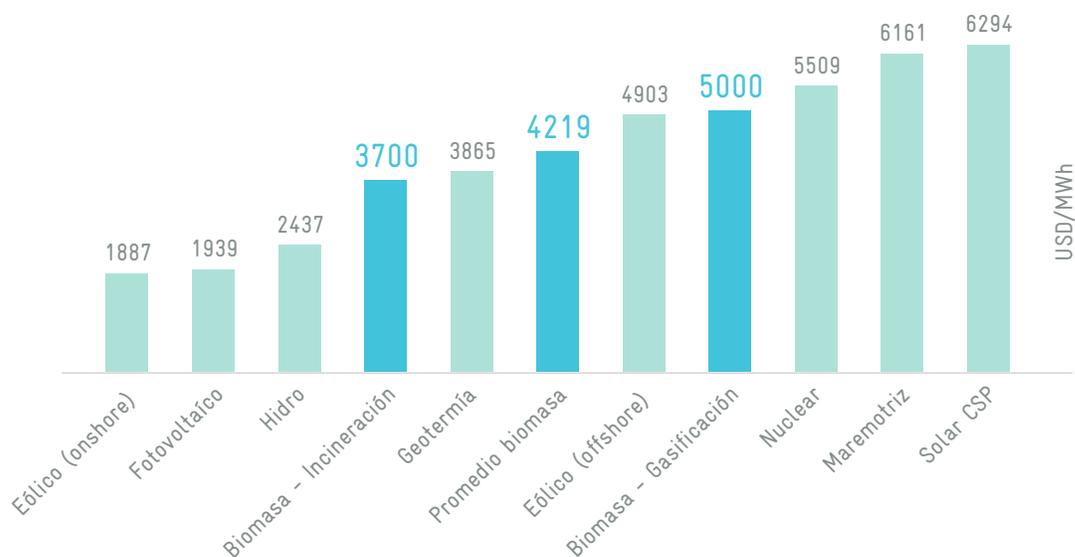
En este momento, una instalación de valorización energética podría recibir recursos de las tarifas por el manejo de residuos, los ingresos por venta de energía y la venta de los certificados. Así, de acuerdo con los cálculos de los consultores para distintos tamaños de planta para las tecnologías de incineración y gasificación los valores por tonelada presentados en las **TABLAS 19 Y 20**.

TABLA 18 Déficit en relación con el valor cobrado y el costo del esquema para el manejo de RSU

Municipio	Tarifa USD/mes	Tarifa USD/t	Costo Recolección y Disposición final USD/t	Déficit USD/t
Torreón	3.03	31.51		-30.69
Puebla	3.28	34.14	62.2	-28.06
Mérida (Residencial media)	2.45	25.55		-36.65

FUENTE: cálculos propios con datos de Montes, SEMARNAT, Unión Europea y BID.

GRÁFICO 28 Costo de generación de un kW de energía por energético



FUENTE: adaptado de Energy Intelligence Group, 2015 y Bloomberg New Energy Finance.

TABLA 19 Déficit en distintos tamaños de una planta de gasificación (USD/t)

Tamaño de planta (t/mes)	39,000	9000
CAPEX (USD/t)	74	103
OPEX (USD/t)	27	34
Ingresos por manejo RSU, Energía y MDL	56	55
Déficit (USD/t)	45	82

FUENTE: elaboración propia.

TABLA 20 Déficit en distintos tamaños de una planta de incineración (USD/t)

Tamaño de planta (t/mes)	39,000	9000
CAPEX (USD/t)	74	102
OPEX (USD/t/año)	22	28
Ingresos por manejo RSU, Energía y MDL	80	80
Déficit (USD/t)	16	50

FUENTE: elaboración propia.

c) Carencia de esquemas regionales que permitan aprovechar las economías de escala de estas tecnologías.

En este tipo de inversiones es prioritario garantizar el abastecimiento continuo de RSU o lodos de PTAR y que el volumen genere economías de escala. En los EUA, ninguna planta de incineración tiene capacidad por debajo de 250 t/día. Lo anterior sucede porque una planta de incineración con capacidad de 130 t/día puede tener costos operacionales de 48 USD/t, mientras que en una planta con capacidad de 1300 t/día sus costos disminuyen a 22 USD/t.

En México cada una de las entidades federativas cuenta con al menos un relleno sanitario, e incluso algunas como San Luis de Potosí tienen 26. En total México cuenta con 1881 sitios de disposición final (INEGI, 2012), entre rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto, lo que significa que existen en promedio 7 sitios de disposición final por cada 10 municipios y que a cada sitio llegan en promedio 46 t/día.

Esta barrera requiere instrumentos que permitan desviar los residuos de los distintos tiraderos y rellenos sanitarios, para que se dirijan a las plantas de valorización, además de acciones por parte del gobierno, que incentiven a los municipios a ejecutar esquemas de regionalización. Por otra parte, es necesario que se establezcan contratos con los inversionistas, en los que se asegure la entrega de cantidades mínimas de biomasa.

d) Los recursos que ingresan por concepto de cambio climático se priorizan para otros sectores.

Los recursos asignados para el tema de cambio climático en México ascendieron aproximadamente a los 40,663 millones de pesos para el año 2015, 7.8% superior al año anterior. Al analizar la información de los principales ramos: medio ambiente y recursos naturales y energía, se observa que en el primer caso tuvo un crecimiento del 26.1%; mientras que, en el segundo caso una reducción de casi el 60%. Por otro lado, México es uno de los principales receptores de recursos financieros a nivel internacional para el tema de cambio climático. Según CEMDA (2015), México recibió aproximadamente 740 millones de dólares estadounidenses etiquetados como financiamiento para cambio climático en el año 2013 (mitigación y adaptación), estando en segundo lugar por detrás de Brasil. Este monto recibido en México, principalmente está destinado para el sector de eficiencia energética (31%), energías renovables (20%), agua (9%), entre otros.

La TABLA 21 desglosa el Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) para acciones de mitigación de emisiones de GEI y la adaptación al cambio climático del 2013 al 2015.

TABLA 21 Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) para acciones de mitigación de emisiones de GEI y la adaptación al cambio climático

Ramo	Anexo 15 – PEF 2013	Anexo 15 – PEF 2014	Anexo 16 – PEF 2015
Total (millones de pesos)	34,515	37,701	40,663
Crecimiento Total (porcentaje)		9.23%	7.85%
Medio Ambiente y Recursos Naturales (millones de pesos)	11,484	13,126	16,551
Energía (millones de pesos)	668,188	3,769	1,510

FUENTE: <http://financiamientoclimatico.mx/analisis-anual-2014/> - <http://financiamientoclimatico.mx/analisis-anual-2014/>

Sin embargo, a pesar de que México tiene acceso tanto a financiamiento nacional como a internacional, el sector de RSU y lodos de PTAR todavía no es considerado como importante para el financiamiento de reducción de gases de efecto invernadero (GEI). Situación que es evidente al analizar los diferentes presupuestos y también por experiencias como la implementación de la NAMA Disposición y Aprovechamiento de Desechos, Residuos Sólidos y Biomasa en México (MX-20), la cual todavía no arranca ya que está en proceso de fuentes de financiamiento. En tal sentido, se debe generar normatividad o resoluciones para que cierto porcentaje de los ingresos que recibe el país para financiamiento de cambio climático esté dirigido a energías renovables, y en este caso específico a valorización de RSU, por ejemplo, se podría crear un fondo destinado a garantizar la estabilidad de las empresas que participan en el mercado de carbono en México, a través de garantizar precios relativamente estables de los certificados de carbono o incentivos a aquellas empresas que logren reducir sus emisiones de GEI por debajo de metas establecidas, o la creación de bonos verdes por parte de las instituciones públicas del Estado para incentivar proyectos de valorización de residuos sólidos.

e) Barreras administrativas, culturales y de información

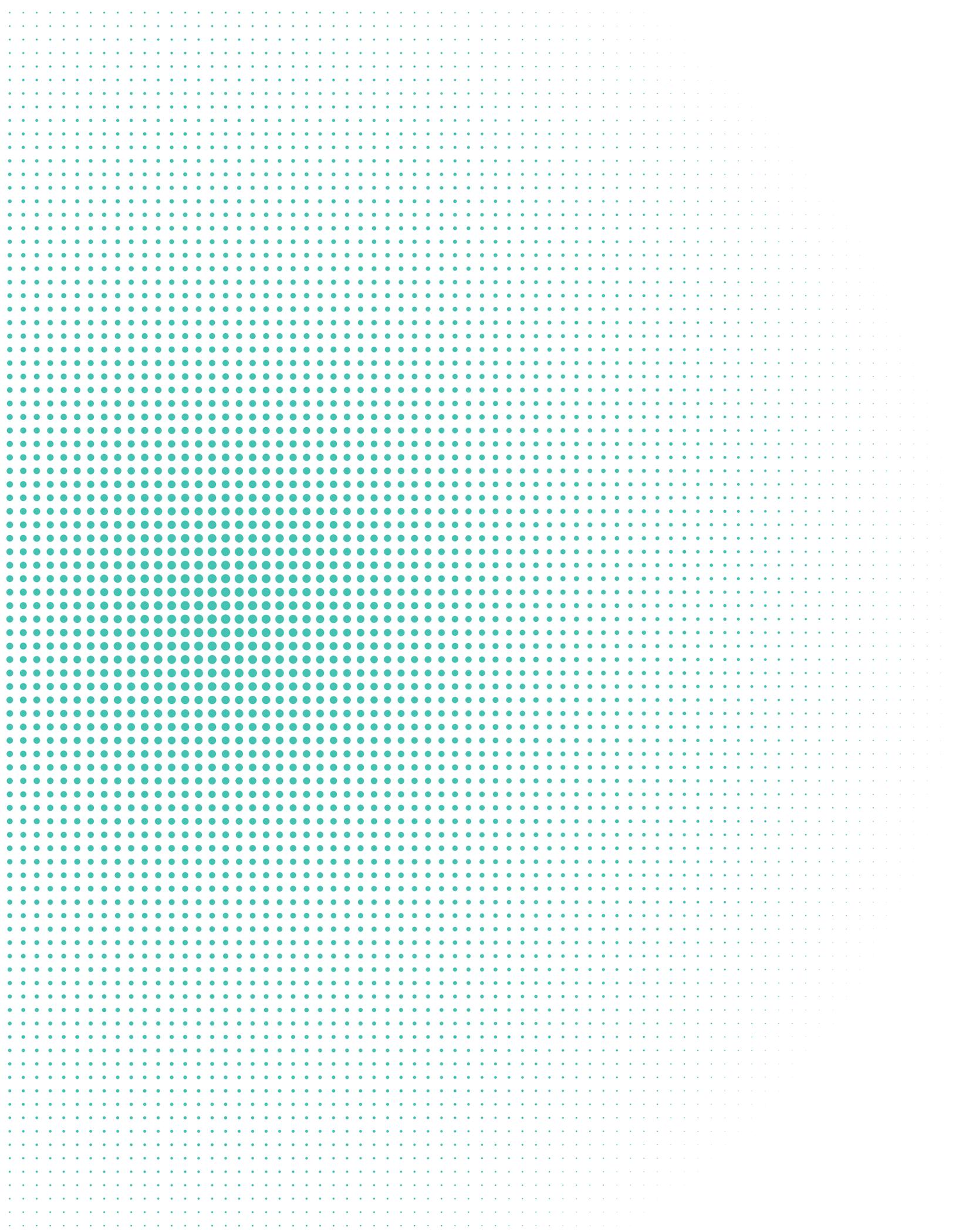
Antes de la reforma, la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables se hacía bajo figuras de autoabastecimiento o pequeño generador, entre otras, las cuáles podían generar energía para su autoconsumo y en caso de existencia de excedentes estos solamente podían ser vendidos al mercado a través de la CFE. En el nuevo esquema se pueden constituir en generadores y acceder así al libre mercado a través de contratos bilaterales o subastas, sin embargo, este esquema aún es reciente y a la fecha no se hacen exigibles los Certificados de Energía Limpia, por lo que la incertidumbre respecto de la información comercial, técnica y legal puede desmotivar estos tipos de generación.

Por otra parte, dado el nuevo esquema de comercialización, los inversionistas presentan dudas respecto de las posibilidades de acceder a algunos incentivos, tales como la posibilidad de venta de energía directamente y no a través de la CFE, venta de Certificados de Energía Limpia, acceder a beneficios de prioridad en acceso a redes o del despacho de energía en el Mercado Eléctrico Mayorista por menores costos variables; por lo que la no inclusión de éstos dentro de las valoraciones económicas de las plantas, hacen que no se estime viable realizar inversiones en una tecnología con poco desempeño, como el que hasta ahora se presenta en México.

Lo anterior sumado a percepciones culturales respecto de la cantidad de solicitudes y trámites necesarios para acceder a beneficios, como pueden ser los de tipo fiscal, hacen que se desestimen otros incentivos que pueden apalancar las inversiones y hacer viables las plantas en las etapas de construcción y operación.

También, dada la falta de conocimiento técnico de los municipios, es necesario que los proyectos tengan acompañamiento en la construcción y operación por parte del oferente y en alguna medida por parte de la SEMARNAT. La entidad, además de realizar los estudios, debe invitar a los municipios y regiones para que lleven el trabajo en conjunto y contar con un listado de proveedores, preferiblemente que tengan experiencias exitosas.

La superación de este tipo de barreras no puede plantearse a partir del diseño de un instrumento aplicado en las experiencias internacionales, más bien, corresponde a un ejercicio de coordinación por parte de las distintas autoridades interesadas en el desarrollo de este tipo de proyectos, para la divulgación de los beneficios que ellos reportan y en la medida de lo posible, facilitar el acceso a la información y la explicación de las mismas, a fin de mostrar los proyectos en su verdadera dimensión.



De acuerdo con la matriz FODA y las barreras descritas en la sección anterior, aquí se formulan las recomendaciones con la cuales se considera que es posible fomentar las tecnologías de tratamiento de RSU y lodos de PTAR con fines de valorización energética, se relacionan con los instrumentos fiscales, económicos y de mercado que permitirán lograr dicho objetivo y al final se propone una hoja de ruta.

5.1. Recomendación 1: Establecer mecanismos de cobro a los usuarios, que permitan recuperar los costos del manejo de RSU y tratamiento de aguas residuales

Es importante que los municipios utilicen su facultad para cobrar a los habitantes los costos reales del manejo de RSU y aguas residuales, de modo que las inversiones y la operación no se vean afectadas por falta de recursos.

La facultad para el cobro del manejo de residuos está ya establecida normativamente, sin embargo, se sugiere establecer metodologías de uso obligatorio con base en las cuales los estados y municipios puedan determinar el valor a cobrar, de forma que se recuperen los costos y se utilicen mecanismos de recaudo efectivos.

En consecuencia, para la implementación de esta recomendación se aconseja la hoja de ruta de la **TABLA 22** y, adicional a las actividades mencionadas en ella, se recomienda establecer mecanismos de control de gasto a través de incentivos y desincentivos, por ejemplo, en Colombia se maneja un esquema denominado “certificación”, en el cual los municipios deben demostrar que han cumplido con los requisitos exigidos por el Decreto 4973 de 2009 y, en el caso de que no cumplan con los mismos, sus recursos no son entregados directamente, sino que son entregados a la Gobernación³⁷ (por ejemplo, al Estado) y solo hasta que demuestre el cumplimiento se le volverán a entregar.

Por otra parte, en Colombia, quien presta el servicio de manejo de RSU o lodos de PTAR es quien cobra directamente la tarifa, la vigilancia se realiza por parte de la SSPD y las Corporaciones Autónomas Regionales, quienes verifican que el servicio se esté prestando a los usuarios con calidad y continuidad, y que se cumplan los criterios ambientales. Otro ejemplo está relacionado con el Plan de Incentivos Municipales a la Mejora y la Gestión en Perú, en el cual los municipios obtienen recursos adicionales sujetos a mejoras en distintos aspectos, dentro de ellos se encuentra el tratamiento de residuos y, por el contrario, hay recortes al presupuesto cuando se observa detrimento de los servicios.

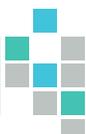
³⁷ De acuerdo con la división política de Colombia, la Gobernación es el ente encargado de la dirección de los municipios.

TABLA 22

Hoja de Ruta para la Recomendación 1

Actividad	Alcance	Responsables	Plazo	Valor aprox. USD
<p>Elaborar un estudio de costo-beneficio</p>	<p>Adelantar un estudio económico con el objeto de valorar los beneficios y costos asociados al tratamiento de residuos con fines de valorización energética de los residuos urbanos y lodos de PTAR.</p> <p>El alcance del estudio incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La valoración de las externalidades negativas del inadecuado manejo de residuos y su disposición en rellenos sanitarios o tiraderos a cielo abierto. • La valoración de los costos de la generación de energía a partir de residuos y lodos de PTAR. • La comparación de los costos con las externalidades como criterio que permita justificar, desde el punto de vista económico, la implementación de este tipo de proyectos y el traslado de dichos costos a la población. • Las actividades específicas a realizar son: <ul style="list-style-type: none"> • Determinación de una línea base. • Proyección de las condiciones actuales (business as usual). • Identificación de los proyectos factibles (potencial de generación de energía con residuos urbanos y lodos de PTAR). • Evaluación técnico-económica de estos proyectos. • Determinación de la reducción de externalidades (emisión de GEI y otras externalidades negativas). • Construcción de curvas de abatimiento para encontrar proyectos o potencial viable de promover. <p>En resumen, este estudio debe servir para establecer si se cumple lo siguiente:</p>  <p>El costo adicional por tratamiento de residuos debe ser menor que este diferencial (beneficio por implementar el aprovechamiento energético)</p>	<p>SEMARNAT y SENER</p>	<p>4 meses</p>	<p>20,000</p>
<p>Actualizar el diagnóstico básico Integral y realizar un diagnóstico de aguas residuales</p>	<p>Actualizar el diagnóstico de 2012 para determinar el estado del manejo de residuos sólidos de los municipios, con el fin de disponer de información confiable que permita definir políticas públicas efectivas. De igual forma, es necesario determinar la cantidad de lodos y el tipo de tratamiento de las aguas residuales que actualmente se genera en cada municipio. Para tal efecto, se recomienda definir y estandarizar una metodología y un sistema de recolección periódica de datos y que se realicen análisis de información, cuyos resultados se socialicen entre los municipios, a manera de benchmarking.</p>	<p>SEMARNAT</p>	<p>12 meses</p>	<p>60,000</p>
<p>Actualizar la política de gestión integral de RSU</p>	<p>Con base en los resultados del diagnóstico, se debe actualizar la política nacional de gestión integral de residuos sólidos, incorporando criterios de guarden consistencia con la jerarquía del tratamiento de los residuos, el cierre de tiraderos a cielo abierto y el cobro a los usuarios.</p>	<p>SEMARNAT</p>	<p>12 meses</p>	<p>Personal asignado a la Secretaría</p>
<p>Establecer una metodología obligatoria para la definición de tarifas para el cobro del manejo de residuos, por parte de los estados y municipios</p>	<p>Expedir un reglamento en el que defina la metodología que los estados deben aplicar para regular y establecer las bases para el cobro a los habitantes y para que el municipio efectúe el cobro a los hogares. La misma debe guiar a los estados sobre cómo elaborar un estudio de costos y los valores a recaudar para recuperar las inversiones y solventar los costos de operación, de acuerdo con distintas fuentes financiación. Adicionalmente, la metodología debe indicar los mecanismos para distribuir el recaudo entre los hogares y grandes generadores y el mecanismo de actualización de los valores. Y por último, debe señalar que la aplicación de las nuevas tarifas se realice progresivamente, de modo que no impacte cuantiosamente el flujo de ingresos de los usuarios.</p>	<p>SEMARNAT</p>	<p>8 meses</p>	<p>45,000</p>

Continúa en siguiente página.



Continuación de GRÁFICA 22.

Actividad	Alcance	Responsables	Plazo	Valor aprox. USD
Modificar la guía para la elaboración de los Programas Municipales de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos.	Se recomienda adoptar metodologías diferenciadas, según una clasificación o tipología municipal previamente definida, éstas deben obligar al mejoramiento de los sistemas de manejo de residuos, de modo que aquellos municipios con tiraderos a cielo abierto inicien la disposición en rellenos sanitarios y que aquellos que tienen rellenos sanitarios inicien proyectos de valorización. Las metodologías deben exigir la estimación de los costos actuales del esquema de manejo de RSU y la identificación del déficit, según lo recaudado. Además, deben exigir la especificación de las fuentes de financiación para la inversión y operación de las distintas actividades del manejo integral*. Por último, las metodologías debe estimular la preferencia por esquemas regionales de manejo de residuos sólidos.	SEMARNAT	6 meses	25,000
Modificar los programas de financiación, incorporando criterios basados en resultados	Incluir dentro de los requisitos de los programas PRORESOL y PROSANEAR el cobro por el manejo de residuos sólidos y aguas residuales a los habitantes del municipio. Adicionalmente, condicionar la condonación de los recursos a la verificación de resultados durante la etapa de operación.	FONADIN SEMARNAT y CONAGUA	Próximos pliegos	Personal asignado a la Secretaría
Recaudar el cobro del manejo de residuos a través de la factura de energía	Establecer una reglamentación, a través de la cual se obligue a las empresas que realizan la facturación de la energía eléctrica a que incluyan en sus facturas el cobro del servicio público de manejo de residuos, como mecanismo para mejorar el recaudo del servicio, teniendo en cuenta la cobertura y susceptibilidad de corte de este servicio por falta de pago.	SENER	4 meses	15,000
Definir mecanismos jurídicos y financieros de contratación	Desarrollar instrumentos que mejoren los estándares de contratación municipales, de manera que se genere mayor estabilidad jurídica y financiera y se incentive la participación del sector privado.	CONAGUA SEMARNAT	2	9,500

* Al respecto se recomienda revisar la Resolución 754 de 2014 emitida por el Ministerio de Vivienda colombiano.
FUENTE: elaboración propia.

5.2. Recomendación 2: Asegurar demanda para la energía generada con RSU/Lodos PTAR

Si bien, México adoptó cuotas de energía limpia para la modificación de su matriz energética, debe tenerse en cuenta que la energía generada a partir de RSU y lodos de PTAR es más costosa que la proveniente de otras fuentes de energías limpias, por lo cual es conveniente definir una meta particular para dichas cuotas.

Para el desarrollo de esta propuesta se requiere, en primer lugar, ejecutar el estudio de costo-beneficio al que se hizo mención en la recomendación 1. Una vez realizada esta evaluación económica y, en caso de que el beneficio supere el costo, sería factible y conveniente que la SENER defina una meta específica de generación de energía limpia a partir de RSU y lodos de PTAR, como un porcentaje de la meta de energía limpia que se establezca para cada año, con el objetivo de incentivar el desarrollo de este tipo de proyectos.

A partir de lo anterior se recomienda determinar una meta específica de introducción de energía generada a partir de RSU y aguas residuales en la matriz energética, actividad que debe ser desarrollada en conjunto por la SEMARNAT y la SENER. La SEMARNAT aportará su conocimiento sobre el potencial de estas fuentes y los esquemas de regionalización (estudio del que se hablará en la recomendación 3). La SENER establecerá los potenciales de generación de energía eléctrica y con base en ese potencial se establecerá la meta particular de introducción anual de estas tecnologías, indicando la capacidad de generación que se estima factible instalar con la optimización en la recolección de residuos. Esta meta de generación de energía a partir de residuos y lodos PTAR entraría a formar parte del mercado de Certificados de Energía Limpia.

Como parte de este instrumento, y para complementar el perfil de ingresos requerido por los proyectos de generación de energía a partir de residuos urbanos y lodos de PTAR, se propone utilizar la figura de los generadores exentos, quienes además de no requerir aprobación de operación por parte de la Comisión Reguladora de Energía (CRE), como se exige a los generadores tradicionales (artículo 17 de la LIE), pueden tener una contraprestación por la energía vendida que se define con base en una metodología específica que expide la misma CRE, con base en el valor económico de producir la correspondiente energía. En particular se propone que:

- Los generadores de energía a partir de residuos urbanos y lodos de PTAR sean clasificados como generadores exentos.
- La metodología con la cual se defina la contraprestación por la venta de esta energía, reconozca los costos asociados a estas tecnologías.

En la TABLA 23 se resumen las recomendaciones para asegurar la demanda de energía generada con RSU/Lodos PTAR.

TABLA 23 Hoja de Ruta para la Recomendación 2

Actividad	Alcance	Responsables	Plazo	Valor aprox. USD
Definir el potencial factible de generación de energía a partir de residuos urbanos y lodos de PTAR	Con los diagnósticos actualizados (recomendación 1) y el estudio de regionalización realizado (recomendación 3), podrán estimar la capacidad de generación que se puede instalar considerando la disponibilidad de residuos y las características de los mismos.	SEMARNAT y SENER	9 meses	15,000
Elaborar y adoptar una metodología de contraprestación de la energía.	En aplicación del artículo 21 de la LIE, diseñar una metodología de contraprestación de la energía que entregarán al sistema los proyectos de generación a partir de residuos urbanos y lodos de PTAR, considerando los costos específicos de esta tecnología. La CRE como entidad competente para determinar esta contraprestación que reciben los generadores exentos, deberá realizar un estudio que le permita diseñar una metodología específica para la remuneración (definición del precio de venta) de la energía que entreguen al mercado los proyectos de aprovechamiento energético de residuos urbanos y lodos PTAR. En este estudio se deben identificar: <ul style="list-style-type: none"> • Costos de inversión específicos para las tecnologías de aprovechamiento energético. • Costos de operación y mantenimiento. • Rentabilidad asociada a este tipo de proyectos. • Definición de una fórmula que permita calcular el precio de venta de la energía. 	CRE	8 meses	25,000
Definir la meta de generación de energía con RSU/lodos PTAR como parte del esquema de Certificados de Energía Limpia	Realizar un estudio jurídico para determinar el mecanismo legal a través del cual se hace el ajuste del mercado de CEL, para introducir la energía a partir de RSU y PTAR como una porción de la obligación de energía limpia, bien sea a través de la subasta o de la meta de energía.	SENER	9 meses	15,000
Clasificar la energía de RSU/Lodos PTAR como generadores exentos	Realizar un estudio jurídico para establecer el mecanismo normativo, mediante el cual se pueden clasificar como generadores exentos a los proyectos de generación de energía a partir de residuos urbanos y lodos de PTAR, de tal forma que puedan acceder a la retribución por venta de energía que sea definida por la CRE para este tipo de tecnologías.	SENER	12 meses	15,000

FUENTE: elaboración propia.



5.3. Recomendación 3: Restringir la disposición final en rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto

Establecer restricciones o desincentivos a la disposición final de residuos aprovechables en rellenos sanitarios, dependiendo de la capacidad del municipio y de su avance en materia de manejo de residuos sólidos, y eliminar los botaderos a cielo abierto.

En Colombia el cierre de la mayoría de los tiraderos de residuos se dio gracias a la implementación de las siguientes medidas:

- a) Prohibición a la disposición en tiraderos a cielo abierto.
- b) Supervisión, vigilancia y sanciones por parte de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, las autoridades ambientales y la Procuraduría General de la Nación, ante el incumplimiento de las normas.
- c) Prohibición a los operadores de rellenos sanitarios, de imponer restricciones injustificadas de disposición de residuos provenientes de otros municipios, diferentes a aquel donde se localiza el relleno sanitario.
- d) Prohibición de cobrar la actividad de disposición final a los usuarios, cuando ésta se realice en lugares no autorizados;
- e) Aplicación del incentivo a la regionalización, que consiste en cobrar un mayor valor por tonelada a la disposición de los residuos provenientes de otros municipios y otorgar dichos recursos a los municipios que permitan ubicar el relleno sanitario regional.
- f) Inversión por parte del gobierno nacional para estructurar proyectos regionales.

Actualmente, México cuenta con la Norma Oficial Mexicana 083 de 2003 mediante la cual se establecen las condiciones mínimas que debe cumplir un sitio de disposición final, es decir, que la restricción de disponer en tiraderos ya existe. La norma estableció un procedimiento para el cierre de tiraderos que consistía en desarrollar una evaluación de conformidad (Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad), la cual es una verificación del cumplimiento por parte de una entidad autorizada por la Entidad Mexicana de Acreditación. Una vez llevada a cabo, esta evaluación debía ser presentada a la autoridad competente (cualquiera en los tres niveles de gobierno), ésta a su vez debía emitir una aprobación para indicar que el sitio cumplía o no con la norma. Quienes no cumplieran debían entonces presentar un Plan de Regularización a las autoridades ambientales estatales y federales, en el que se estableciera cómo modificar las condiciones del sitio para adecuarlo a la norma o cómo clausurarlo. Si la autoridad ambiental a quien fue presentado descartaba su adecuación debía procederse a clausurar el sitio.

Pese a que la norma cumplió 10 años en vigencia y aún el 18% de los residuos sólidos se disponen de manera inadecuada, la propuesta de modificación a la norma contempla el mismo procedimiento. Por lo que se recomienda proponer una modificación de dicha norma, de conformidad con las actividades que se listan en la **TABLA 24**.

TABLA 24 Hoja de Ruta para la Recomendación 3

Actividad	Alcance	Responsables	Plazo	Valor aprox. USD
Desarrollar normatividad para la valorización	<p>Si bien, la valorización energética ha sido promovida en la LGPGIRS, es necesario complementarla con reglamentación para el desarrollo de la actividad.</p> <p>Esta reglamentación debe incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> Definición de los distintos tipos de valorización como métodos biológicos, térmicos, fisicoquímicos y otros. Señalar el destino óptimo, de acuerdo con los tipos de valorización según la composición de residuo. Definir criterios de eficiencia energética. Requisitos técnicos obligatorios para cada tipo de proceso de valorización. Obligaciones de los usuarios sobre la presentación de residuos. Otros aspectos de orden administrativo como emisión de licencias ambientales, registro, requerimientos 	SEMARNAT	3 meses	38,000
Modificar el procedimiento de verificación de la NOM-083-2003	<p>La figura establecida de un actor externo que informe a la autoridad ambiental se considera correcta. Sin embargo, es necesario especificar en la norma la autoridad responsable y que dicha facultad no se delegue a una entidad que dependa del municipio, ni tenga intereses particulares sobre el mismo.</p> <p>Por otra parte, el procedimiento no debe terminar en la elaboración de un documento, sino que la Unidad de Verificación debe revisar que se cumpla lo anunciado en el Plan de Regularización y denunciar ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) cuando los procedimientos no se lleven a cabo o que se realicen de forma inadecuada o irregular.</p>	SEMARNAT	10 meses	25,000
Realizar un estudio de regionalización	<p>A partir de la información actualizada del diagnóstico básico integral, se recomienda realizar un estudio que permita identificar el potencial de regionalización de tratamiento de residuos sólidos.</p> <p>En el estudio se definirán los criterios de regionalización y se identificarán las regiones potenciales para implementar proyectos regionales de valorización energética. Esto permitirá aprovechar las economías de escala, los instrumentos de política pública y de regulación.</p>	SEMARNAT	9 meses	15,000
Desarrollar un instrumento económico para desincentivar la disposición final	<p>Una vez implementadas las recomendaciones dadas anteriormente se sugiere que en el mediano plazo (6 a 9 años), o una vez se hayan logrado esquemas regionales, se adopte un instrumento económico similar al impuesto al relleno sanitario.</p> <p>Este instrumento económico puede ser generado por la SEMARNAT dada la facultad otorgada por el XXIII del artículo 7 y 8 de la LGPGIR.</p> <p>Lo anterior requiere de la elaboración de un estudio a través del cual se haga el diseño del instrumento, incluyendo la verificación de las facultades, forma de cobro y destino de recursos.</p> <p>Los recursos que se generen con este instrumento, se destinarán a la financiación de las inversiones de las instalaciones de tratamiento y valorización.</p>	SEMARNAT	Una vez se eliminen los tiraderos a cielo abierto y se mejore la disposición final de residuos	23,000

FUENTE: elaboración propia.



5.4. Mantener los instrumentos actuales

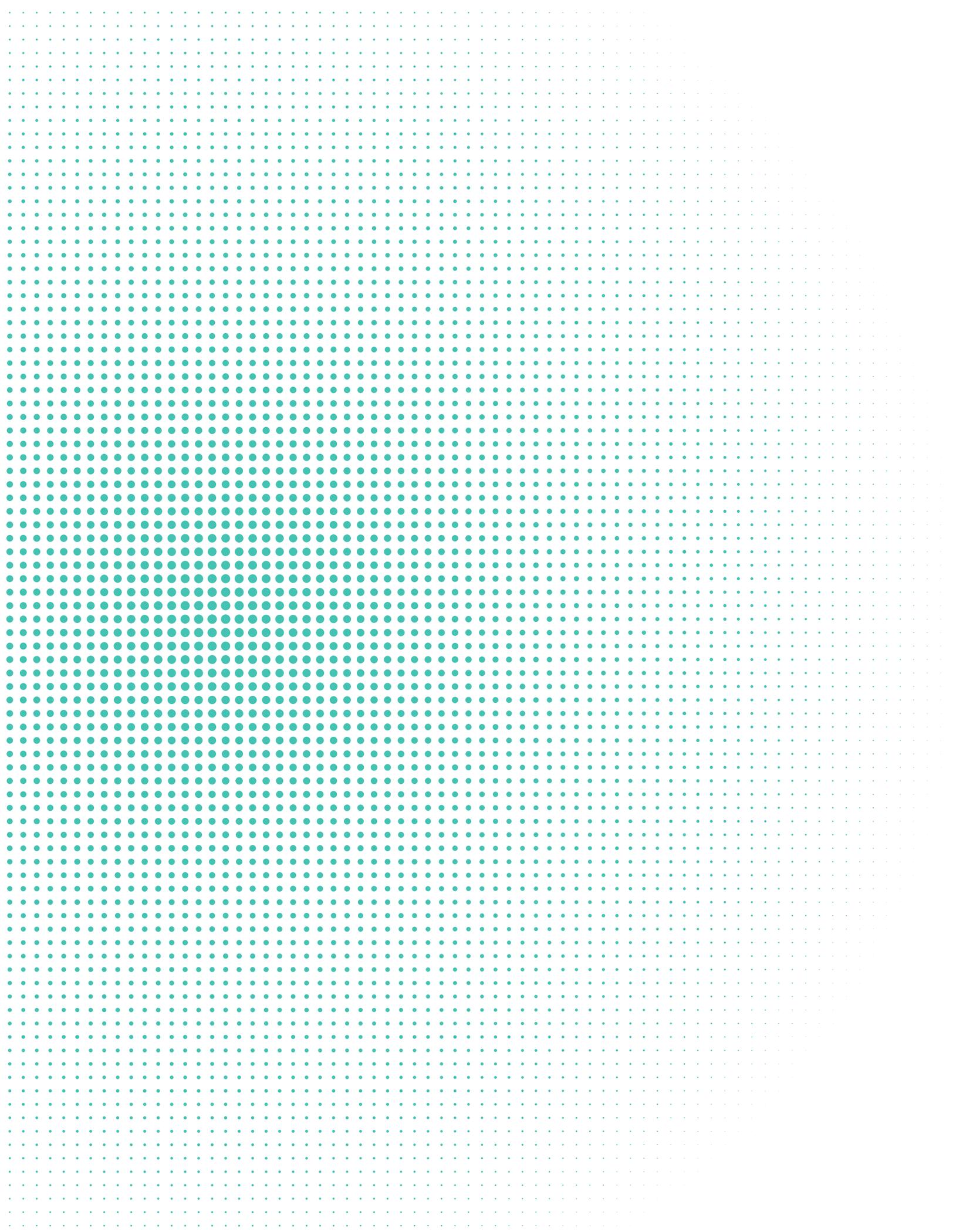
Se recomienda continuar aplicando los instrumentos que se identificaron en la sección 2 y agruparlos en un portafolio para que los inversionistas cuenten con información centralizada sobre las fuentes de financiación y los beneficios que adquieren por llevar a cabo estos proyectos.

Sobre el instrumento de exención del permiso de generación se recomienda modificar su base de aplicación a 10 MW para cobijar a los generadores de energía a partir de RSU y lodos de PTAR.

5.5. Recomendaciones para la implementación de las hojas de ruta

A continuación se realiza un listado de recomendaciones para la implementación de las actividades que se anunciaron en las hojas de ruta:

- La aplicación de instrumentos, sin adecuada vigilancia y participación de las entidades federales podrá resultar en que no se logren los objetivos esperados.
- El desarrollo de estudios y la vigilancia de la ejecución de las inversiones, requiere que se cuente con reportes constantes de información por parte de los prestadores del servicio y los municipios, por lo cual es necesario coordinar con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) la aplicación de una metodología única de reporte que incluya parámetros de calidad, periodicidad y datos requeridos, así como los mecanismos de análisis y divulgación de la información.
- La venta de los materiales reciclables puede constituir ingresos para el esquema de manejo de residuos sólidos, a la vez que se involucran personas con vulnerabilidad social en sistemas formales. Es importante que la implementación de los instrumentos económicos no dé la señal de que se están desplazando los RSU del reciclaje.
- Se recomienda revisar los modelos de contratos elaborados por la banca multilateral, por ejemplo, en la página web <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/> del Banco Mundial.
- Las federaciones y los municipios deberían contar con una contabilidad separada de los recursos destinados para la gestión de manejo de residuos sólidos y de aguas residuales de las demás responsabilidades.
- Deben adoptarse mecanismos que promuevan y permitan la participación tanto en las etapas de inversión como de operación, para que los sistemas sean operados por operadores especializados.
- Se recomienda promover la participación ciudadana en la implementación de las recomendaciones de este estudio, tanto como la de los municipios, personas jurídicas y naturales.
- Previo a la implementación de los proyectos se deben realizar estudios de factibilidad y considerar las estrategias para mejorar la separación en la fuente de los residuos.



Recientemente, México ha avanzado y expedido un marco normativo con el cual introduce una reforma sustancial del mercado energético y define las condiciones para la promoción de las energías limpias o renovables, en seguimiento a la tendencia latinoamericana relativa a esta materia. Estas reformas facilitan, entre otras cosas, la participación de diferentes generadores en el mercado de energía y crean un esquema de obligatorio cumplimiento enfocado a generar un mercado de energías limpias o renovables.

De igual forma, en el sector de RSU, aguas residuales y cambio climático, la normativa ha avanzado para que el tratamiento que se realiza a los desechos mitigue los impactos sobre el medio ambiente, promoviendo el reciclaje, compostaje y valorización energética y obligando al tratamiento de aguas residuales previo vertimiento; así como estableciendo compromisos y metas de disminución de emisiones de GEI.

Pese a lo anterior, en la práctica existen barreras que afectan el cumplimiento de la política pública en materia de instrumentos económicos para la valorización energética de residuos, las cuales están relacionadas principalmente con:

- Carencia de recaudo de recursos específicos para estas actividades.
- Altos costos de inversión y operación de las tecnologías de valorización energética de RSU y lodos de PTAR que afectan su competitividad en precios frente a otras tecnologías (por ejemplo, eólica o solar), y en el caso de los residuos frente a otras alternativas de disposición de los residuos (por ejemplo, relleno sanitario), dado que los cobros de la gestión de residuos que se aplican en México no alcanzan para recuperar los costos.
- El país aún cuenta con problemas de cobertura de recolección de residuos, disposición final inadecuada y vertimientos sin tratamiento; condiciones necesarias para avanzar en el tratamiento de los residuos para valorización energética.

El estudio encuentra que estas barreras se podrán suprimir en el momento en que se realice una adecuada vigilancia, control y sanción. También cuando se motive a los municipios a trabajar conjuntamente para desarrollar proyectos regionales que viabilicen las inversiones y generen economías de escala.

Como resultado de esta consultoría, se recomienda adoptar directrices para que los municipios cobren a los hogares la prestación del servicio, impulsar la demanda de energía proveniente de RSU y lodos de PTAR a partir del establecimiento de metas de energía específicas para dichas fuentes y, a mediano o largo plazo, restringir la disposición final en rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto.

Publicaciones

- Banco Mundial (2015). *Manual de pago por desempeño*.
- Banco Interamericano de Desarrollo (2013). *Tratamiento de aguas residuales en México*. Nota Técnica # IDB-TN-521.
- (2015). *Situación de la Gestión de Residuos en América Latina y El Caribe*.
- Beck, F., Martinot, E. (2004). Renewable energy Policies and Barriers. *Encyclopedia of Energy*, ed. Cutler Cleveland (Academic Press/Elsevier Science, San Diego, pp. 365-383.
- Berthoud, M. *Final treatment of MSW and C&I waste in Germany and neighboring countries. How to cope with emerging overcapacities*.
- California Energy Commission (2016). *California Renewable Energy Overview and Programs*. Consultado en: <http://www.energy.ca.gov/renewables>
- Carbon Action Partnership (2015a). *Panorama del Comercio de Emisiones*. Consultado en: https://icapcarbonaction.com/es/?option=com_attach&task=download&id=373
- (2015b). *¿Qué es el Comercio de Emisiones?* Consultado en: https://icapcarbonaction.com/es/?option=com_attach&task=download&id=371
- CDM Watch (2010). *Manual del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) - Un recurso para ciudadanos, activistas y ONGs*. Consultado en: http://carbonmarketwatch.org/wp-content/uploads/2012/03/CDM-Toolkit_Espanol.pdf
- Chisari, O., Estache, A., Lambardi, G., Romero, A. (2011). *The trade balance effects of infrastructure services regulation. International Economics & Economic Policy*.
- Fischer C., Lehner M., Lindsay Mckinnon D. (2012). *Overview of the use of landfill taxes in Europe*.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2001). *Regulación de la industria de agua potable. Volumen II: Regulación de las conductas*.
- Comisión Nacional del Agua (2015). *Situación del subsector agua potable, drenaje y saneamiento*.
- Comisión Reguladora De Energía (2014). *Preguntas frecuentes sobre la nueva regulación en temas eléctricos*, Ciudad de México, México.
- Couto, I. y Hernandez, A. (1er. semestre 2012). Participación y rendimiento de la iniciativa privada en la gestión integral de los residuos sólidos urbanos en la frontera México-Estados Unidos. *Gestión y Política Pública, Vol. XXI (Nº 1)*, pp. 215-261.
- Departamento Nacional de Colombia (2015). *Estrategia Nacional para el Desarrollo de la Infraestructura Sector Aseo*.
- Ellerman, D. y Joskow, P. L. (2008). *The European Union's Emissions Trading System in Perspective*. Consultado en: <https://www.c2es.org/docUploads/EU-ETS-In-Perspective-Report.pdf>
- Environmental Protection Agency (2012). *United States of America Waste Statistics*.
- European Environmental Agency (2013). *Municipal Waste Management in Germany*.
- Federal Ministry For The Environment, Nature Conservation, Building And Natural Safety (2015). *Waste Policy*.
- G-Advisory (2015). *Estudio sobre los impactos socio-económicos y ambientales de la valorización energética de los residuos urbanos (RU) en España y Andorra*.
- Gasca, Sergio (agosto 2016). Conferencia *Bioenergéticos en México una visión de política pública*.
- Gesellschaft Für Internationale Zusammenarbeit (2015). *Economic instruments in solid waste management Applying economic instruments for sustainable solid waste management in low and middle-income countries*.

- Guash, J (2003). *Concessions: Bust or Boom? An Empirical Analysis of Ten Years of Experience in Concessions in Latin America and Caribbean*. Washington DC, The World Bank Institute.
- De Hsia-Kiung, K. y Morehouse, E. (2015). *Carbon Market California. A Comprehensive Analysis of The Golden State's Cap-and-Trade Program*. Consultado en: https://www.edf.org/sites/default/files/content/carbon-market-california-year_two.pdf
- IMCO (2015). *CEL's consideraciones para promover su inversión*. Consultado en: http://imco.org.mx/wp-content/uploads/2015/04/2015_CELs_DocumentoCompleto3.pdf
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2011). *Situación y potencial de generación de Biogás. Estudio técnico PER 2011-2020*. Madrid, España.
- International Renewable Energy Agency (2015). *Energías Renovables en América Latina 2015: Sumario de políticas*.
- Jimenez Martínez, N. (marzo 2015). La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México: entre la intención y la realidad. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*. (Nº 17), pp. 29-56.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente Español (2016). *Plan estatal marco de gestión de residuos*.
- Paez, P. y Silva, J. (2011). Las Teorías de la Regulación y Privatización de los Servicios Públicos. *Administración & Desarrollo*, Vol. 38, (Fascículo 52), pp. 39-56.
- PNUMA. *Introducción al MDL. Mecanismo de Desarrollo Limpio*. Publicado en SF. Consulta en: <http://cd4cdm.org/Publications/brochure%20spanish/MDL%20Intro%20con.pdf>
- Puente, Carlos (2013). *Programa de residuos sólidos municipales (PRORESOL)*.
- Scharff, H. (2014). *Landfill reduction experience in The Netherlands*.
- Scholes, P. (2014). The future of landfill tax. *Local Authority Waste & Recycling*, Vol. 22 (Nº 4).
- Secretaría de Energía de México. Tabla de permisos de generación e importación de energía eléctrica, administrados al 30 de junio de 2016.
- Revista Solvi, Soluciones para la Vida* (2016).
- Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1998). Consultado en: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- Unión Europea. *Taxes in Europe Data Base V2*. Consultado en http://ec.europa.eu/taxation_customs/tedb/legacy/taxDetail.html?id=874/1424159279&taxType=Other%20indirect%20tax
- Verschuuren, J. y Fleurke, F. (2014). *Report on the legal implementation of the EU ETS at Member State level*. Consultado en http://entracte-project.eu/uploads/media/ENTRACTE_Report_Legal_Studies.pdf
- Zabalgardi (2011). *Memoria de Actividades*.
- Zanotti, A. (2016). *Termoverde Caieiras - Biogas Thermoelectric Plant - Brazil*. Consultado en: http://research.gsd.harvard.edu/zofnass/files/2016/08/12_TermoverdeCaieiras_EN_Final-version.pdf

Legislación, Normatividad y Decretos

Jefatura del Estado España (2011). *Economía Sostenible*. Consultado en: <https://www.boe.es/boe/dias/2011/03/05/pdfs/BOE-A-2011-4117.pdf>

Ministerio de Industria, Energía y Turismo (2014). *Real Decreto 413/2014*, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos. Consultado en: <https://www.boe.es/boe/dias/2014/06/10/pdfs/BOE-A-2014-6123.pdf>

Ministerio de Medio Ambiente de España (2007). *Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia Horizonte 2007-2012-2020*. Consultado en: <http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/documentacion/est-cc-energ-limp-tcm7-12479.pdf>

(2007). *Medidas urgentes de la estrategia española de cambio climático y energía limpia -EECCCEL-*. Consultado en: http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/documentacion/plan_med_urg_tcm7-12480.pdf

(2009). Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR). Consultado en: <https://www.boe.es/boe/dias/2009/02/26/pdfs/BOE-A-2009-3243.pdf>

Ministerio del Ambiente de Perú (2014). *Estrategia Nacional ante el Cambio Climático*. Consultada en: http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/07/Estrategia-Nacional-ante-el-Cambio-Climatico_ENCC.pdf

(2016). *El Perú y el Cambio Climático. Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Consultada en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/05/Tercera-Comunicaci%C3%B3n.pdf>

Presidencia de la República de Brasil (29 de diciembre de 2009). *Política Nacional sobre Cambio Climático*. Consultado en: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm

Presidencia de la República de Perú (11 de junio de 2014). *Ley N° 30215 de Mecanismos Retributivos por Servicios Ecosistémicos*. Consultado en: http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/06/ley_302105_MRSE.pdf

(21 de julio 2011). *Ley N° 29763 Ley Forestal y de Fauna Silvestre*. Consultado en: <http://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/29763.pdf>

Unión Europea (4 de diciembre de 2000). *Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la incineración de residuos*. Consultado en: http://www.zabalgarbi.com/resources/multimedia/DIRECTIVA_2000-76_es._INCINERACI%C3%93N_1.pdf

(13 de octubre de 2003). *Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo*. Consultado en: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02003L0087-20140430&from=EN>

(27 de octubre de 2004) *Directiva 2004/101/CE del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad con respecto a los mecanismos de proyectos del Protocolo de Kioto.*
Consultado en: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004L0101&from=EN>

(19 de noviembre de 2008) *Directiva 2008/98/CE sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.* Consultado en: http://www.zabalgarbi.com/resources/multimedia/DIRECTIVA_DE_RESIDUOS_2008.98_.pdf

(23 de abril de 2009). *Directiva 2009/29/CE del Parlamento Europeo y del Consejo por la se modifica la Directiva 2003/87/CE para perfeccionar y ampliar el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.*
Consultado en: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0029&from=en>

Diario Oficial de la Federación (miércoles 5 de septiembre de 2007). Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público. México.

Entrevistas

Arbour Jeff, Section Manager of Environmental Services en County of Orange California.

Kashani Mike, Director of Southern California Commercial Real Estate Division.

Montes de Oca, María Fernanda. Directora de Gestión Integral de Residuos de la SEMARNAT.

Rotter Susanne, Head of Department of Circular Economy and Recyclingen Technische Universität Berlin.

Segura William, Exgerente de proyectos de Petramás SAC, Huaycoloro, Perú.

Siebel Maarten, Associate Professor of Environmental Biotechnology en UNESCO - IHE Institute for Water Education.

Páginas Electrónicas

<https://compranet.funcionpublica.gob.mx/web/login.html>

<http://www.dof.gob.mx/>



FACULTADES CON RELACIÓN A LA VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SEGÚN LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

TABLA 25 Facultades con relación a la valorización de residuos según LGPGIR

Organismo	Facultad
Federación (SEMARNAT)	Promover, en coordinación con otros organismos, la creación de infraestructura para el manejo integral de RSU con participación de inversionistas y representantes de sectores sociales interesados (artículo 7, inciso XXIII).
Federación (SEMARNAT)	Diseñar y promover, ante las dependencias competentes, el establecimiento y aplicación de incentivos, económicos, fiscales y de mercado, que tengan por objeto favorecer la valorización, entre otros aspectos (artículo 7, inciso XXII).
Entidad Federativa	Promover, en coordinación con otros organismos, la creación de infraestructura para el manejo integral de RSU con participación de inversionistas y representantes de sectores sociales interesados (artículo 9, inciso VII).
Entidad Federativa	Diseñar y promover ante las dependencias competentes el establecimiento y aplicación de instrumentos económicos, fiscales y de mercado que tengan por objeto favorecer la valorización, entre otros aspectos (artículo 9, inciso XVI).
Municipio	Otorgar las autorizaciones y concesiones de una o más de las actividades que comprende la prestación de los servicios de manejo integral de RSU (artículo 10, inciso V).
Municipio	Participar y aplicar, en colaboración con la Federación y el gobierno estatal, instrumentos económicos que incentiven el desarrollo, adopción y despliegue de tecnología y materiales que favorezcan el manejo integral de RSU (artículo 10, inciso IX).
Secretaría (SEMARNAT)	Suscribir convenios con el sector privado, las autoridades de las entidades federativas y municipales, así como con otras dependencias y entidades federales, para cumplir el incentivo a la valorización de RSU, entre otros objetivos (artículo 22, inciso II del reglamento).
Secretaría (SEMARNAT)	La Secretaría puede solicitar al prestador del servicio el proyecto ejecutivo y desarrollo de un protocolo de pruebas, mientras no existan normas oficiales mexicanas que regulen tecnologías de incineración, gasificación, plasma, termólisis, entre otras (artículo 50 del reglamento).

FUENTE: Adoptado de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.



ESTUDIOS DE CASO EN MÉXICO

B.1. Estudio de caso 1 - Proyecto de cogeneración de energía en Nuevo León

El permiso fue otorgado a Bioenergía de Nuevo León, SA de CV (BENLESA), en el municipio de Monterrey, en el estado de Nuevo León y el proyecto se detalla en la TABLA 26.

TABLA 26 Estudio de caso 1 – Cogeneración de energía en Nuevo León, Monterrey

Ubicación	Monterrey, Nuevo León
Tipo de residuo	Residuo Sólido Urbano
Descripción del proyecto	Extracción, mediante la perforación de pozos en el relleno sanitario en el municipio de Salinas Victoria, Nuevo León, para el aprovechamiento de biogás que provee energía eléctrica para el alumbrado público y el metro de Monterrey.
Estado del proyecto	En operación
Tipo de tecnología	Química
Nombre de tecnología	Combustión interna con motogeneradores
Capacidad de tratamiento (t/año o m ³ /año)	1300 millones t/año de biogás.
Capacidad de generación	16 MW
Clase de inversionista	Público y Privado
Costos (miles de pesos)	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión (CAPEX) = 570,858 • Operación (OPEX) = Sin información disponible.
Forma para recuperación de las inversiones	Asociación Público-Privada
Detalle	<p>La totalidad de las inversiones provinieron de Bioenergía de Nuevo León SA de CV (BENLESA), una asociación público-privada entre SIMEPRODE: Sistema Integral para el Manejo Ecológico y Procesamiento de Desechos (pública) y Bioeléctrica de Monterrey (privada).</p> <p>Dado que la energía de este proyecto es menos costosa el proyecto se financia por sí mismo (ahorro para los clientes de cerca de 12%). Adicionalmente, se cuenta con bonos por la destrucción de metano.</p>

FUENTE: recopilación propia, con base en entrevistas y fuentes públicas.

B.2. Estudio de caso 2 - Proyecto de generación de energía en Hidalgo

El permiso fue otorgado a Aguas Tratadas del Valle de México, SA de CV, en el municipio de Atotonilco, en el estado de Hidalgo, y se detalla en la TABLA 27.

TABLA 27 Estudio de caso 2 – Generación de energía en Atotonilco, Hidalgo

Ubicación	Atotonilco, Hidalgo
Tipo de residuo	Lodos de PTAR
Descripción del proyecto	A partir de la planta de tratamiento de aguas residuales se obtiene biogás con el cual se obtiene energía para el autosuministro de la planta.
Estado del proyecto	En operación
Tipo de tecnología	Química
Nombre de tecnología	Biodigestión
Capacidad de tratamiento (t/año o m³/año)	35,000 litros por segundo
Capacidad de generación	16 MW
Clase de inversionista	Público y Privado
Costos (miles de USD)	Inversión (CAPEX) = 29,343.60
Forma para recuperación de las inversiones	Autoconsumo de energía
Detalle	Financiado parcialmente por el Fondo Nacional de Desarrollo de México, que aportó hasta el 49% del costo total del proyecto estimado en 9389 millones de pesos, que equivalen aproximadamente a 686 millones de dólares estadounidenses. El 20% restante ha sido financiado por los socios del consorcio y el 31% a través de créditos bancarios comerciales.

FUENTE: recopilación propia, con base en entrevistas y fuentes públicas.

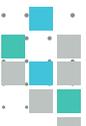
B.3. Estudio de caso 3 - Proyecto de generación de energía en Estado de México

El permiso fue otorgado al municipio de Atlacomulco en el estado de México, y se detalla en la TABLA 28.

TABLA 28 Estudio de caso 3 – Generación de energía en Atlacomulco, Estado de México

Ubicación	Atlacomulco (Estado de México)
Tipo de residuo	Residuo Sólido Urbano
Descripción del proyecto	Extracción de biogás para generación de energía
Estado del proyecto	En operación
Tipo de tecnología	Química
Nombre de tecnología	Biodigestión
Capacidad de tratamiento (t/año o m³/año)	10,959 t/año
Capacidad de generación	No hay datos disponibles
Clase de inversionista	Público y Privado
Costos (millones de USD)	Inversión (CAPEX) = 15.260
Forma para recuperación de las inversiones	<ul style="list-style-type: none"> • Pagos de alguna entidad pública • Consumo en la planta y las actividades de la administración municipal.
Detalle	No hay datos disponibles

FUENTE: recopilación propia, con base en entrevistas y fuentes públicas.



ESTUDIOS DE CASO INTERNACIONALES

C.1. Estudio de caso 1 - Certificados de Energía Renovable y Obligaciones de Generación de Energía Limpia en EUA

Tal como se manifestó en secciones anteriores, el estado de California, EUA, ha establecido metas de introducción de energías renovables en su matriz energética, lo que le ha posibilitado el desarrollo de proyectos como el de Olinda Alpha Landfill, proyecto localizado en el Condado de Orange al sur de California y que es operado por OC Waste & Recycling. Este vertedero empezó a servir de recolector de residuos desde el año 1960, y tiene permiso hasta el 2021, con aprovechamiento hasta el año 2030. Este vertedero puede recibir hasta 8000 t/día de residuos. En 2013 recibió cerca de 5300 t/día (Swana, 2014).

En 2010, a partir de una iniciativa público privada que involucra al Condado de Orange y a Broadrock Renewables LLC, se empieza la construcción de una planta para el aprovechamiento del biogás obtenido de los residuos mediante la generación de energía eléctrica, energía que por su forma de producción es considerada renovable. En el año 2012 se pone en marcha el proyecto. La planta tiene una capacidad instalada de generación de energía eléctrica de 32.5 MW, y corresponde a una inversión cercana a los 130 millones de dólares estadounidenses.

La energía generada por la planta es entregada a la red regional y es comprada por autoridades del condado de Orange para ser utilizada a nivel local, asimismo, la energía generada al ser considerada limpia o renovable puede vender certificados de energía renovable (CER), toda vez que California estableció a las compañías de energía eléctrica adquirir una tasa mínima de energía limpia. Un certificado se emite por cada MWh de electricidad generado de una fuente de energía renovable.

Lo anterior significa que, más allá de la venta de energía, un ingreso adicional para este tipo de plantas es el obtenido por la venta de los certificados, y en EUA un incentivo adicional consiste en que los certificados pueden ser vendidos sin considerar los límites geográficos o las restricciones de las líneas de transmisión, por lo que el mercado se hace más grande al permitir que corporaciones con instalaciones en distintos estados puedan adquirir los certificados. Esto es atractivo para los generadores de energía que deben cumplir con metas, ya que con el solo hecho de comprar CER están cumpliendo con sus obligaciones y no tienen que establecer contratos con fuentes (Kashani, comunicación personal, octubre de 2016).

Los precios de los CER varían en función de la tecnología, la oferta y la demanda locales y las regulaciones en los mercados, para el caso de Olinda Landfill es de 50 dólares estadounidenses. En el Estado de New Jersey, por ejemplo, la regulación requiere un porcentaje específico de energía solar por lo cual estos bonos son considerablemente más costosos (Kashani, comunicación personal, octubre de 2016).

Cabe señalar que se requiere el uso en conjunto de la venta de energía y el ingreso por bonos como incentivos para la sostenibilidad del proyecto (Arbour, comunicación personal, octubre de 2015), ya que cada uno de manera independiente no es suficiente para la viabilidad financiera del proyecto, no obstante, si se combinan y se suman con una tarifa por la disposición final de residuos, los proyectos son viables financieramente, porque ambientalmente se consideran importantes debido a la reducción de emisiones de gases efecto invernadero.

C.2. Estudio de caso 2 - Tarifas de energía, tarifas de manejo de residuos y primas garantizadas en España

La planta de incineración Zabalgardi, SA se encuentra localizada en Bilbao (España) y transforma en energía eléctrica 230,000 t/año de RSU procedentes de 100 municipios de la provincia de Vizcaya. La cantidad generada alcanza para proveer el 30% de la demanda energética doméstica de esta provincia.

La conformación de la empresa corresponde a una alianza público privada en la que el accionario privado tiene el 65% y el público 35% y la planta es resultado de las políticas de valorización de residuos impuestas por la UE en la Directiva 2008/98/CE, las medidas tomadas por el Estado Español para la configuración de la matriz energética y para mitigación de emisión de GEI. Los ingresos de la planta están configurados de la siguiente manera:

- 25%: ingresos por tratamiento de residuos sólidos.
- 73%: ventas de energía y primas de producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables.
- 2%: ventas de chatarras.

El ingreso por venta de residuos sólidos lo obtiene por un contrato firmado con Garbiker AB, SA, una empresa creada por la Diputación Foral de Vizcaya, cuyo objeto social es la gestión de los residuos, a través de ella la provincia lleva a cabo la recolección, transporte y tratamiento de residuos. En el año 2001 Garbiker AB, SA y Zabalgardi, SA firmaron un contrato, de duración 20 años, con el objeto de valorizar energéticamente mediante incineración los residuos generados en el Territorio Histórico de Vizcaya. En dicho contrato se establece que Zabalgardi, SA debe llevar a cabo la construcción de la planta y Garbiker AB, SA se compromete a entregarle un determinado volumen de residuos y pagarle 9100 pesetas por tonelada incinerada (55€/t), valor que se actualiza anualmente.

Garbiker AB, SA, recupera los costos de su gestión cobrando a los municipios por la recolección, transporte y tratamiento de residuos sólidos, para el año 2015 cada tonelada gestionada fue cobrada en 80 euros (sin IVA). Los municipios a su vez cobran a los hogares las tasas por manejo de residuos para recuperar estos ingresos, a través de impuestos.

Los ingresos por las primas de Energía en Zabalgardi, SA corresponden al Régimen Especial y están regulados por el Real Decreto 436/2004, el Real Decreto 661/2007 y el Real Decreto 413/2014.

Los ingresos generados por la gestión de residuos sólidos, la venta de energía y las primas otorgadas por el Gobierno Español hacen viables y rentables estos proyectos. En promedio, una planta de incineración en España, sin contar con las primas, exhibe los costos e ingresos presentados en la TABLA 29.

TABLA 29 Valores promedio de costos e ingresos de plantas incineradoras

Parámetro	Unidad	Precio
Costos de inversión inicial	M€ ₂₀₁₂ /MW	3.2
Costos de inversión de actualización	M€ ₂₀₁₂ /MWhe	7.8
Ingresos por tratamiento de residuos	€/t-RU	57
Ingresos por venta de energía	€/MWhe	87
Gastos de operación	€/MWhe	146

FUENTE: adaptado de G-Advisory, 2015.

C.3. Estudio de caso 3 - Contratos fijos de venta de energía, productor independiente de energía, incentivos fiscales, apoyo financiero estatal y certificados de reducción de emisiones en Brasil.

La planta Termoverde Caieiras, SA se encuentra localizada en el estado de San Pablo, Brasil, y en ella se genera energía eléctrica a partir de RSU del relleno sanitario Caieriras, mediante la figura de productor independiente de energía. Esta planta recibe cerca de 8000 t/día de residuos urbanos e industriales, y tiene una capacidad instalada de 29.5 MW. Para efectos del presente estudio se considera la nueva planta inaugurada en septiembre de 2016.

Anteriormente, entre 2006 y 2009 en el relleno de Caieiras se produjo energía a partir de RSU como respuesta a una iniciativa de financiación del Ministerio de Minas y Energía que otorgaba incentivos a través de contratos de venta de energía fijos.

La nueva planta opera bajo la figura de productor independiente de energía que según la Ley 9.074 de 1995, corresponde a la persona jurídica o consorcio que recibe permiso del Estado para producir electricidad para ser comercializada en parte, o totalmente, y bajo su responsabilidad y riesgo. Esto implica que nuevos inversionistas pueden entrar en el negocio de generación de energía eléctrica y que autónomamente pueden comprar y vender energía de forma competitiva y flexible.

Lo anterior implica que la venta de energía generada en esta planta corresponderá a las dinámicas del mercado y las negociaciones que se hagan entre las partes, ya que para ella no se ha garantizado una compra de la energía generada a un precio garantizado, que inicialmente fue el instrumento utilizado en Brasil para el desarrollo de energías renovables. En este caso, el incentivo consiste en la posibilidad de vender la energía generada en el mercado a través de contratos negociados entre las partes, esto bajo las consideraciones realizadas por los inversores.

Más allá de las decisiones tomadas por los inversionistas privados, en Brasil existen incentivos de tipo fiscal y económico que contribuyen, en gran medida, a apalancar la inversión en este tipo de energías y que son valorados positivamente por los inversionistas. En este caso, el desarrollo de esta planta corresponde a una iniciativa privada, que contó con la posibilidad de aplicar a incentivos de tipo económico y fiscal que las disposiciones legales, a nivel federal y estatal, otorgaban para este tipo de proyectos. Es decir, que los apoyos federales y estatales contribuyeron a respaldar la inversión, tanto como las expectativas por la venta de bonos de carbono y de energía y una tarifa por disposición de residuos, que son otros de los ingresos de la planta considerandos para el cálculo del retorno de la inversión.

En este caso, puntualmente, se destacan los incentivos de tipo económico y fiscal, es así como se puede encontrar el Régimen Especial de Incentivos para el Desarrollo de Infraestructura (REIDI), aprobado por la Ley 11.488 de 2007, que se considera un incentivo fiscal que contribuye a la financiación de obras de infraestructura, el cual se otorga a la persona jurídica que tenga aprobados proyectos para la implementación de obras de infraestructura en diferentes sectores, entre ellos el de la energía.

Los apoyos otorgados principalmente consisten en la suspensión o exención de impuestos como el del Valor Agregado para importaciones que inciden en el ingreso por:

- Venta de máquinas, aparatos, instrumentos, equipamientos nuevos, para incorporar obras de infraestructura a su activo
- Venta de materiales de construcción adquiridos o importados
- Prestación de servicios
- Pago de servicios importados.

El apoyo del estado de San Pablo se encuentra reflejado en la exención del Impuesto sobre Circulación de Mercancías y Servicios (*Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços*) que se entiende como un Impuesto al Valor Agregado (IVA) que se aplica a la circulación e importación de bienes, y a los proveedores de transportes entre estados, servicios de comunicación y electricidad, impuesto que para este estado en forma general es del 18% y que debido a la exención del mismo se materializa en 0% para el desarrollo de este tipo de proyectos.

Dentro de los incentivos económicos obtenidos para el desarrollo de la planta se contemplan créditos del Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) a través de la línea de fondo climático, con lo que se viabilizó la etapa de inversión del proyecto, la cual se recupera con la venta de energía y la venta de bonos verdes. La venta de energía se hace en el mercado libre a través de subastas privadas y la venta de bonos corresponde principalmente a las dinámicas de los mercados y de los precios internacionales.

Con relación a la comercialización de bonos de carbono el Centro de Tratamiento de Basura CTR Caieiras ya está inscrito como proyecto de MDL de la ONU, ya que reduce significativamente las emisiones de GEI gracias a la recolección controlada del biogás y su combustión a través de un sistema de quema. Adicional a esto, el proyecto Termoverde Caieiras está directamente alineado con las reducciones, ya que tienen como objetivo convertir el biogás suministrado en energía eléctrica. De acuerdo con lo informado por el responsable del proyecto (Valorización Energética - Solvi), el proyecto Termoverde Caieiras será incluido dentro del proyecto CTR Caieiras para participar en el Mercado de Desarrollo Limpio (Zanotti, 2016).

La planta Termoverde Caieiras tiene como objetivo la producción de certificados de reducción de emisiones equivalentes a 300,000 tCO₂/año, a partir de julio de 2016, mitigando hasta el año 2020 cerca de 1700 millones de toneladas (Solvi, 2016). Por otro lado, Solvi tiene la expectativa de producir aproximadamente 300,000 CER, mientras que CTR Caieiras producirá 574,000 en 2016 (Zanotti, 2016).

C.4. Estudio de caso 4 - Tarifas fijas o primas, beneficios fiscales, contratos de suministro de largo plazo y prioridad en el despacho en Perú.

La planta de Huaycoloro, en Perú, es operada por Petramás SAC, en ella se genera energía eléctrica a partir de RSU dispuestos en el relleno sanitario; este relleno recibe alrededor del 42% de los RSU que genera la ciudad de Lima.

A partir de octubre de 2011 la planta, que cuenta con una capacidad de 4.8 MW, genera energía eléctrica que es entregada a la red de transmisión del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN). La posibilidad de venta de esta energía se vio fortalecida por la normativa desarrollada en Perú con el objetivo de introducir las energías renovables en la matriz energética nacional, según lo dispuesto en el Decreto Legislativo 1002 de 2008, que declara de interés nacional y necesidad pública el desarrollo de nueva generación eléctrica mediante fuente renovables y establece incentivos para los proyectos de este tipo de generación.

La política elaborada y desarrollada en Perú corresponde a instrumentos de mercado, fiscales y económicos. En los instrumentos de mercado, la política pública adoptada a través de las distintas leyes escogió el incentivo de tarifas fijas o primas, para garantizar al inversionista la posibilidad de recuperar la inversión. En la práctica esto se materializa concediendo contratos de 20 años para el suministro de energía eléctrica generada con fuentes renovables al SEIN, con una tarifa garantizada, otorgándole la prioridad en el despacho para la venta de excedentes de energía (en el caso de haberlos) y otorgándoles acceso prioritario a las redes.

Basado en lo anterior, el Ministerio de Energía y Minas del Perú, con apoyo, supervisión y fiscalización del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin), que se encarga, entre otras cosas, de la regulación de estos sectores en Perú, determinó las necesidades de introducción de energías renovables dadas las potencialidades del país en las diversas tecnologías y convocó a las subastas que la ley contemplaba para el otorgamiento de los contratos de suministro de energía para estas tecnologías. En el año 2009 se convocó a la primera subasta de generación de electricidad a partir de recursos energéticos renovables (definidos tipo de tecnología y cantidades de energía requeridas), para la cual fue necesario realizar dos convocatorias. La evaluación económica de los proyectos presentados se realizaba con base en los precios de reserva o máximos definidos por una consultoría especializada que contemplaba: tipo de tecnología, costos de inversión, costos de explotación y rentabilidad en un periodo de 20 años. Surtido el trámite anterior, en 2010 fueron asignados los primeros contratos para el suministro de energía eléctrica con fuentes renovables al SEIN.

Con base en el marco normativo y en el desarrollo de la primera subasta, en 2010 Petramás SAC obtuvo la buena pro³⁸ para el suministro de energía por 20 años al Estado peruano en el marco del incentivo de precio mínimo garantizado, toda vez que la energía generada se produce a partir de una fuente renovable, como lo es el biogás generado a partir de RSU en las plataformas del relleno sanitario Huaycoloro. En el marco del contrato suscrito, la empresa se comprometió a entregar 28,294.80 MWh por año, para ello la planta construida cuenta con una central de generación de 4.8 MW instalada, una sala de control, una subestación de transformación de voltaje de 480 V a 22,900 V, una red de transmisión de 5.5 km y una subestación de recepción para la interconexión con las redes del SEIN.

³⁸ El acto concreto de elección que hace la Administración Pública [peruana] respecto a una persona natural o jurídica cuya propuesta ha obtenido el mejor puntaje en un determinado proceso de selección; constituyéndose a su favor un derecho expectatio mediante el cual podrá contratar con el Estado en un momento posterior <http://www.osce.gob.pe/consucode/userfiles/image/otorga.pdf>



En el marco de esta primera subasta el precio garantizado para los 20 años del contrato fue de 110 USD/MWh, lo que sumado a los incentivos obtenidos a través del Banco Mundial y por concepto del manejo de residuos y venta de bonos ambientales hacían viable la operación de la planta. No obstante, debe advertirse que a la fecha en Perú se han desarrollado tres subastas adicionales, en donde las tarifas garantizadas han venido disminuyendo, por lo que los altos costos de inversión para esta tecnología pueden no hacerla competitiva frente a otras tecnologías que han disminuido costos de instalación, como pueden ser la energía fotovoltaica.

En la planta de Huaycoloro la tarifa garantizada es un incentivo, toda vez que el precio es competitivo, pero para la implementación de nuevos proyectos debe considerarse la alineación con otros incentivos por manejo de residuos y certificados ambientales, para que permita garantizar una rentabilidad al inversionista que posibilita el desarrollo de estos proyectos.

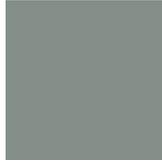
Otros de los incentivos fiscales a los que se puede acceder se manifiestan en la etapa de construcción, en ella se puede practicar exenciones impositivas a la maquinaria, herramienta y equipos importados para el desarrollo del proyecto.

En marzo de 2007, en el marco del Protocolo de Kioto, Petramás SAC registró el primer proyecto MDL en relleno sanitario de Perú (Proyecto N° 708), con la finalidad de reducir las emisiones de biogás que provocan el cambio climático. El proyecto tiene como meta mitigar aproximadamente 1,988,387 tCO₂e en los primeros siete años, 4,691,514 en los primeros 14 años y 7,968.248 en los primeros 21 años del proyecto. Debido a que actualmente los precios de CER que se obtienen a través del MDL están cercanos a cero, los bonos que tiene Petramás SAC están siendo guardados para que en un futuro se puedan comercializar. También se está indagando sobre la posibilidad de usarlos en otros mercados (mercados voluntarios) (entrevista con personal de Petramás SAC).

Tocando otro tema, en el relleno sanitario se recibe la tarifa por concepto de disposición final (por ejemplo: *gate fee*) equivalente a 4 y 5 USD/t, valores que alcanzan marginalmente para cubrir los gastos de la disposición como lo es el movimiento de tierras y la compactación de los residuos (Segura, comunicación personal, octubre 2016).

Este proyecto, principalmente, funciona gracias a que se logró un buen precio en la primera subasta de energía y al músculo financiero con el que cuenta la empresa que lo respalda, pues los CER y las tarifas de disposición final no cumplen con las expectativas del inversionista.

Como se manifestó inicialmente, para el desarrollo de este tipo de proyectos se puede hacer una combinación de incentivos. Dentro de los incentivos fiscales, la normativa peruana contempla la posibilidad para que se pueda realizar la depreciación acelerada de activos por hasta 5 años, a una tasa no mayor del 20% anual, para efectos del impuesto de renta. Si bien, en el marco de la planta de Huaycoloro, Petramás SAC tiene la disponibilidad de aplicar a este incentivo, la empresa no lo usa dado que el porcentaje que representa esta actividad, dentro de todas sus actividades, no es significativo en comparación con los trámites que se requieren para obtenerlo.



© Publicado por: Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit
(GIZ) GmbH

- Cooperación Alemana al Desarrollo -

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40
53113 Bonn, Deutschland
T +49 228 44 60-0
F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1 - 5
65760 Eschborn, Deutschland
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15
E info@giz.de
I www.giz.de

Agencia de la GIZ
en México:

Torre Hemicor, PH
Av. Insurgentes Sur 826
Col. Del Valle, CP 03100
Ciudad de México, México
T +52 55 5536 2344
F +52 55 5536 2344
E giz-mexiko@giz.de
I www.giz.de/mexico