

Concepto de implementación del mecanismo
sectorial de mitigación en el sector de los
residuos en

Ecuador



Título: Concepto de implementación del mecanismo sectorial de mitigación en el sector de los residuos en Ecuador

Depósito legal

DC2019000312

ISBN

978-980-422-140-8

Editor

CAF

Vicepresidencia de Desarrollo Sostenible,

Julián Suárez, Vicepresidente Corporativo

Autor

Axel Michaelowa, Alberto Galante, Luca Lo Re, Vanessa Villa, Carlos Illueca (Perspectives Climate Change); Patricio Gómez, Esteban Reyes, Marcelo Castillo (CORPCONSUL); Jan Janssen, Andreas Elmenhorst, Richard Tipping, Francisco De La Torre

Colaboradores

Ministerio del Ambiente, Banco de Desarrollo del Ecuador, GAD Municipal de Loja, GAD Municipal de Babahoyo, GAD Municipal de Quevedo, GAD Municipal de Ibarra entre otros GAD Municipales.

Las ideas y planteamientos contenidos en la presente edición son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no comprometen la posición oficial de CAF.

Diseño gráfico e impresión

Good;)

Comunicación para el desarrollo sostenible

La versión digital de este libro se encuentra en: scioteca.caf.com

© 2018 Corporación Andina de Fomento Todos los derechos reservados

Aviso importante:

***Descargo de responsabilidad
de contenido***

La presente publicación ha sido elaborada con la asistencia de la Unión Europea (UE). El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva de los autores y en ningún caso debe considerarse que refleja los puntos de vista de la Unión Europea.

Ni el Banco Alemán de Desarrollo Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), la UE, CAF y el Ministerio de Ambiente de Ecuador (MAE) ni ninguno de sus directores, funcionarios, empleados, asesores o agentes representan, garantizan o tienen cualquier tipo de compromiso, expresión o implicación, sobre la actualidad, adecuación, precisión, fiabilidad o integridad de cualquier información contenida en este documento, o asume cualquier compromiso de complementar dicha información aun cuando haya más información disponible o a la luz de las circunstancias cambiantes. Se exime cualquier responsabilidad por parte de KfW, la UE, CAF y el MAE o cualquiera de sus directores, funcionarios, empleados, asesores o agentes en relación con cualquier información contenida en este documento.

La publicación ha sido elaborada con base en el documento de CAF: Desarrollo de un concepto de implementación de un mecanismo sectorial de mitigación del cambio climático en el sector de los residuos en Ecuador: Entregable Final. Los contenidos fueron entregados por Axel Michaelowa, Alberto Galante, Luca Lo Re, Vanessa Villa, Carlos Illueca (Perspectives Climate Change); Patricio Gómez, Esteban Reyes, Marcelo Castillo (CORPCONSUL); Jan Janssen, Andreas Elmenhorst, Richard Tipping, Francisco De La Torre, y otras fuentes.

Indice de contenido

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | Introducción | 22 |
| 2. | Descripción del sector | 24 |
| 2.1 | RESUMEN DE ACTIVIDADES PRELIMINARES REALIZADAS | 26 |
| 2.1.1 | Revisión de la información disponible para la descripción del sector | 26 |
| 2.1.2 | Primeras reuniones efectuadas con los actores relevantes para la consultoría | 28 |
| 2.1.3 | Visitas a terreno | 30 |
| 2.2 | DESARROLLO DE LA PLANTILLA DE REPORTE PARA EL MECANISMO SECTORIAL DE MITIGACIÓN | 32 |
| 2.3 | DESCRIPCIÓN DEL SECTOR | 34 |
| 2.3.1 | Descripción General del Sector de Residuos Sólidos | 35 |
| 2.3.2 | Análisis Institucional del Sector | 45 |
| 2.3.3 | Definición de los límites del Mecanismo Sectorial de Mitigación | 52 |
| 2.3.4 | Estructura de generación de las emisiones de GEI en el sector | 55 |
| 2.3.5 | Potencial de mitigación del sector a nivel nacional | 66 |
| 2.3.6 | Políticas relevantes para el sector: Ámbito Nacional | 70 |
| 2.3.7 | Políticas relevantes para el sector: Ámbito Internacional | 79 |
| 2.3.8 | Opciones de Financiamiento Nacional e Internacional | 85 |
| 2.3.9 | Incentivos financieros a nivel Nacional e Internacional | 94 |
| 2.3.10 | Proyectos y actividades de la cooperación de desarrollo internacional | 97 |

3. Concepto del mecanismo sectorial de mitigación 102

3.1 DISEÑO INICIAL DEL MSM Y PRIMERA CARTERA PRELIMINAR DE ACTIVIDADES DE MITIGACIÓN 104

3.1.1 Opciones para el establecimiento de la línea de base 105

3.1.2 Identificación de las mejores tecnologías y prácticas disponibles 108

3.1.3 Criterios iniciales de elegibilidad y primera estimación del potencial de reducción de emisiones 121

3.1.4 Análisis preliminar de costes y de factibilidad económica y financiera 150

3.1.5 Identificación de la cartera preliminar de actividades de mitigación 155

3.1.6 Evaluación del interés y la capacidad de las partes interesadas 160

3.2 DISEÑO DETALLADO DEL MECANISMO SECTORIAL DE MITIGACIÓN 162

3.2.1 Establecimiento de la línea de base 163

3.2.2 Sistema MRV 172

3.2.3 Proceso de priorización de las acciones de mitigación 204

3.2.4 Análisis refinado del potencial de mitigación 209

| | | |
|--------|--|-----|
| 3.2.5 | Análisis refinado de costes y de factibilidad económica y financiera | 216 |
| 3.2.6 | Curva de coste marginal de reducción (curva MAC) | 224 |
| 3.2.7 | Priorización de las acciones de mitigación | 236 |
| 3.2.8 | Determinación del mecanismo del incentivo financiero del MSM | 252 |
| 3.2.9 | Estructura institucional y de gobernanza necesarias | 291 |
| 3.2.10 | Impactos ambientales y de desarrollo sostenible | 298 |
| 3.2.11 | Análisis de posibles barreras de implementación | 302 |
| 3.2.12 | Necesidades de asistencia técnica | 312 |

4. Evaluación de la viabilidad financiera 314

| | | |
|-----|--|-----|
| 4.1 | SUPUESTOS COMUNES A TODOS LOS PROYECTOS PILOTO | 316 |
| 4.2 | CÁLCULO DE CAPTURA Y QUEMA DEL BIOGÁS (SIN GENERACIÓN ELÉCTRICA) | 319 |

5. Recomendaciones y evaluación de riesgos 322

6. Bibliografía 336

Acrónimos y abreviaturas

| | |
|-----------------|---|
| AAN | Autoridad Ambiental Nacional |
| AC | Aplicación Conjunta |
| AFD | <i>Agence française de développement</i> (Agencia Francesa de Desarrollo) |
| AIF | Asociación Internacional de Fomento |
| AME | Asociación de Municipalidades del Ecuador |
| ARCONEL | Agencia de Regulación y Control de la Electricidad |
| BAsD | Banco Asiático de Desarrollo |
| BAU | <i>Business-as-usual</i> (escenario tendencial) |
| BDE | Banco de Desarrollo del Ecuador |
| BEI | Banco Europeo de Inversiones |
| BEV | Banco Ecuatoriano de la Vivienda |
| BID | Banco Interamericano de Desarrollo |
| BIRF | Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento |
| BM | Banco Mundial |
| BNF | Banco Nacional de Fomento |
| BURs | <i>Biennial Update Reports</i> (Reportes de actualización bienales) |
| CER | Certificados de Emisiones Reducidas |
| CFN | Corporación Financiera Nacional |
| CIADI | Centro Internacional de Arreglo de Diferencias Relativas a Inversiones |
| CII | Corporación Interamericana de Inversiones |
| CMNUCC | Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático |
| COOTAD | Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización |
| COP | Conferencias de las Partes |
| COPLAFIP | Código de Planificación y Finanzas Públicas |
| DANIDA | Agencia Danesa de Desarrollo Internacional |

| | |
|---------------|--|
| DDAM | Documento de Diseño de la Actividad de Mitigación |
| EPA | <i>U.S. Environmental Protection Agency</i> (Agencia de Protección del Medio Ambiente) |
| FAT | Fondo de Asistencia Técnica |
| FOCAM | Fomento de Capacidades para la Mitigación del Cambio Climático en Ecuador |
| FOD | <i>First Order Decay</i> (Modelo de descomposición de primer orden) |
| FODEPI | Fondo de Desarrollo de las Nacionalidades y Pueblos Indígenas del Ecuador |
| FOMIN | Fondo Multilateral de Inversiones |
| FSF | <i>Fast-track Financing</i> (Financiación por vía rápida) |
| GADM | Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales |
| GACC | Gestión de la Adaptación al Cambio Climático para Disminuir la Vulnerabilidad Social, Económica y Ambiental |
| GCF | <i>Green Climate Fund</i> (Fondo Verde para el Clima) |
| GEF | <i>Global Environmental Facility</i> (Fondo Mundial para el Medio Ambiente) |
| GEI | Gases de efecto invernadero |
| GIRS | Gestión Integral de Residuos Sólidos |
| GIZ | <i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit</i> (Agencia Alemana de Cooperación Técnica) |
| GRC | Generación de Residuos per Cápita |
| GWP | <i>Global Warming Potential</i> (Potencial de Calentamiento Global) |
| KfW | <i>Kreditanstalt für Wiederaufbau</i> (Banco Alemán de Desarrollo) |
| IECE | Instituto Ecuatoriano de Crédito Educativo |
| IFC | Corporación Financiera Internacional |
| IFEU | <i>Institut für Energie- und Umweltforschung</i> (Instituto para la Investigación de Energía y Medioambiente) |

| | |
|--------------|--|
| IICA | Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura |
| INEC | Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos |
| INP | Instituto Nacional de Preinversión |
| IPADE | Fundación Instituto de Promoción y Ayuda al Desarrollo |
| IPC | Índice de Precios de Consumo |
| IPCC | <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) |
| JICA | <i>Japan International Cooperation Agency</i> (Agencia de Cooperación Internacional de Japón) |
| LAIF | <i>Latin America Investment Facility</i> (Facilidad de Inversión para América Latina) |
| LB | Línea de base |
| LPCCA | Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental |
| MAE | Ministerio del Ambiente de Ecuador |
| MAC | <i>Marginal Abatement Cost Curve</i> (Curva de costo marginal de reducción) |
| MIGA | Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones |
| MDL | Mecanismo para el Desarrollo Limpio |
| MoU | <i>Memorandum of Understanding</i> (Memorando de entendimiento) |
| MRS | Manejo de Residuos Sólidos |
| MRV | Monitoreo, Reporte y Verificación |
| MSM | Mecanismo Sectorial de Mitigación |
| NAMA | <i>Nationally Appropriate Mitigation Actions</i> (Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas) |
| NEFCO | <i>Nordic Environment Finance Corporation</i> (Corporación Nórdica de Financiación para el Medio Ambiente) |
| NMM | <i>New Market Mechanisms</i> (Nuevos Mecanismos de Mercado) |
| NMVOC | <i>Non-Methane Volatile Organic Compounds</i> (Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano) |

| | |
|-----------------------|--|
| ODA | <i>Official Development Assistance</i> (Asistencia Oficial para el Desarrollo) |
| OGE & EE | Optimización de Generación Eléctrica y Eficiencia Energética |
| P4P | <i>Pay for Performance</i> (Remuneración basada en el desempeño) |
| PBC | <i>Facility for Performance Based Climate Finance</i> (Mecanismo de financiación del clima basado en desempeño) |
| PBR | <i>Payment by Results</i> (Pago en función de los resultados) |
| PCE | Programa Cocción Eficiente |
| PET | Polietileno Tereftalato |
| PIB | Producto Interior Bruto |
| PoA | <i>Programme of Activites</i> (MDL Programático) |
| PNGIDS | Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos |
| PNI | Programa Nacional de Preinversión |
| PNUD | Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo |
| PRODESARROLLO | Programa de Inversión para el Desarrollo de los Gobiernos Autónomos Descentralizados y/o Empresas Públicas |
| PROMADEC | Programa de Saneamiento Ambiental para el Desarrollo Comunitario |
| PROSANEAMIENTO | Macro Programa de Saneamiento Ambiental Nacional |

| | |
|------------------|--|
| RBF | <i>Results-based finance</i> (Financiación basada en resultados) |
| REDD+ | <i>Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation</i> (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques) |
| REP | Responsabilidad Extendida del Productor |
| RSD | Residuos sólidos domiciliarios |
| RSU | Residuos sólidos urbanos |
| PPC | Producción Per Cápita |
| SENPLADES | Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo |
| SCC | Subsecretaría de Cambio Climático |
| TCN/BUR | Proyecto GEF/MAE/PNUD Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático y Primer Informe de Actualización Bienal |
| TdR | Términos de Referencia |
| TMB | Tratamiento Mecánico Biológico |
| TULSMA | Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente |
| UE | Unión Europea |

Lista de tablas

| | | |
|----------|---|----|
| Tabla 1 | Resumen de las fuentes de información analizada | 27 |
| Tabla 2 | Resumen de las reuniones efectuadas en la primera parte de la consultoría | 29 |
| Tabla 3 | Resumen de las visitas a terreno efectuadas durante la Misión 1 de la consultoría | 31 |
| Tabla 4 | Caracterización de residuos sólidos en el Ecuador | 36 |
| Tabla 5 | Clasificación de GADM según generación de residuos sólidos | 39 |
| Tabla 6 | Lista completa de Mancomunidades creadas para la gestión de residuos sólidos | 41 |
| Tabla 7 | Proyectos MDL registrados y en etapa temprana del sector residuos sólidos hasta la fecha | 44 |
| Tabla 8 | Resumen de los alcances y límites del sector y proyecto | 55 |
| Tabla 9 | Lista de GEI con efecto directo y su GWP | 57 |
| Tabla 10 | GEI típicamente incluidos o excluidos en proyectos de mitigación en el sector de residuos | 60 |
| Tabla 11 | Concentración de gases típica en un relleno sanitario | 61 |
| Tabla 12 | Potencial de reducción de emisiones de GEI del sector de RSD y asimilables - Escenario BAU y Escenario optimizado | 68 |
| Tabla 13 | Ejemplo de políticas e instrumentos para mitigación en el sector residuos sólidos | 84 |
| Tabla 14 | Estructura de otorgación de créditos por cada una de las instituciones financieras de la banca pública acumulada a octubre del 2014 | 86 |
| Tabla 15 | Precios preferentes para proyectos de generación de energía renovable (Actualización Abril 2018) | 89 |

| | | |
|----------|--|-----|
| Tabla 16 | Incentivos internacionales para la gestión de residuos sólidos en varios países | 96 |
| Tabla 17 | Análisis comparativo de las tecnologías de mitigación recomendadas | 115 |
| Tabla 18 | Etapas relativas a la fase de pre-inclusión de un proyecto al MSM | 123 |
| Tabla 19 | Etapas relativas a la fase de inclusión de un proyecto al MSM | 125 |
| Tabla 20 | Criterios generales de elegibilidad al MSM para actividades de mitigación | 127 |
| Tabla 21 | Selección de los GADM de más de 100.000 habitantes y su producción de RSD | 131 |
| Tabla 22 | Selección de GADM de más de 100.000 habitantes y caracterización de su RSD | 132 |
| Tabla 23 | Resumen de las principales Mancomunidades de residuos del Ecuador | 134 |
| Tabla 24 | Valorización de los datos más relevantes para cada GADM | 141 |
| Tabla 25 | Valoración de los datos más relevantes para cada Mancomunidad | 143 |
| Tabla 26 | Preselección de GADM según los criterios definidos | 145 |
| Tabla 27 | Preselección de GADM y Mancomunidades según los primeros criterios de elegibilidad definidos | 148 |
| Tabla 28 | Evaluación de costes preliminares para la inversión sobre sistemas de captura y quema del biogás en los sitios de disposición preseleccionados | 151 |
| Tabla 29 | Preselección de tecnologías para cada sitio de disposición | 156 |
| Tabla 30 | Parámetros para la elaboración de la línea base | 176 |
| Tabla 31 | GEI dentro de la frontera del proyecto | 187 |
| Tabla 32 | Parámetros clave a ser monitoreados | 191 |
| Tabla 33 | Estimación de costos anuales para la implementación del sistema MRV por sitio de disposición | 203 |

| | | |
|----------|---|-----|
| Tabla 34 | Distinción entre criterios de elegibilidad y criterios de priorización | 204 |
| Tabla 35 | Tabla comparativa entre las primeras estimaciones de reducción de emisiones de GEI preliminares y las estimaciones refinadas con justificación técnica para el cambio | 212 |
| Tabla 36 | Estimación de costes de inversión refinada para los proyectos piloto preseleccionados | 217 |
| Tabla 37 | Estimación de costes de operación y mantenimiento para los proyectos piloto preseleccionados | 219 |
| Tabla 38 | Intereses de los préstamos para los proyectos piloto | 221 |
| Tabla 39 | Costos totales de la implementación de los proyectos piloto preseleccionados sobre el periodo del MSM | 223 |
| Tabla 40 | Costes marginales de reducción para las medidas de mitigación | 232 |
| Tabla 41 | Criterios utilizados para la priorización en la herramienta multicriterio | 237 |
| Tabla 42 | Criterios de evaluación para los criterios de elegibilidad nº 1, 2.1, y 3 de la herramienta multicriterio | 238 |
| Tabla 43 | Criterios de evaluación para el criterio de priorización nº 2.2 de la herramienta multicriterio | 239 |
| Tabla 44 | Criterios de evaluación para el criterio de priorización nº 2.3 de la herramienta multicriterio | 239 |
| Tabla 45 | Criterios de evaluación para el criterio de priorización nº 4.1 de la herramienta multicriterio | 240 |
| Tabla 46 | Criterios de evaluación para el criterio de priorización nº 4.2 de la herramienta multicriterio | 241 |
| Tabla 47 | Criterios de evaluación para el criterio de priorización nº 5.1 de la herramienta multicriterio | 242 |
| Tabla 48 | Criterios de evaluación para el criterio de priorización nº 5.2 de la herramienta multicriterio | 243 |

| | | |
|----------|---|-----|
| Tabla 49 | Criterios de evaluación para el criterio de priorización nº 5.3 de la herramienta multicriterio | 243 |
| Tabla 50 | Asignación de puntaje para los criterios de priorización | 244 |
| Tabla 51 | Evaluación ponderada de los criterios de priorización | 245 |
| Tabla 52 | Priorización preliminar de las acciones de mitigación en el MSM | 246 |
| Tabla 53 | Potencial de mitigación máximo para los proyectos piloto priorizados | 249 |
| Tabla 54 | Potencial de mitigación “conservador” para los proyectos piloto priorizados | 251 |
| Tabla 55 | Métodos de determinación del precio del incentivo de un mecanismo de RBF | 257 |
| Tabla 56 | Descripción de los tipos de riesgos asociados a un mecanismo de RBF y posibles medidas de mitigación de los riesgos | 261 |
| Tabla 57 | Coste marginal de reducción de los proyectos piloto | 266 |
| Tabla 58 | Análisis de la Opción 1 respecto a los costes marginales de reducción de los proyectos piloto | 268 |
| Tabla 59 | Análisis de la Opción 2 respecto a los costes marginales de reducción de los proyectos piloto | 269 |
| Tabla 60 | Análisis de la Opción 3 respecto a los costes marginales de reducción de los proyectos piloto | 270 |
| Tabla 61 | Análisis de la Opción 4 respecto a los costes marginales de reducción de los proyectos piloto | 272 |
| Tabla 62 | Análisis de la Opción 5 respecto a los costes marginales de reducción de los proyectos piloto | 273 |
| Tabla 63 | Análisis de la Opción 6 respecto a los costes marginales de reducción de los proyectos piloto | 275 |

| | | |
|----------|--|-----|
| Tabla 64 | Recomendación de los precios del incentivo financiero del MSM | 277 |
| Tabla 65 | Potencial de mitigación para los proyectos piloto bajo los supuestos tomados para el desarrollo del incentivo financiero del MSM | 279 |
| Tabla 66 | Modelo de desembolso del incentivo financiero exclusivamente con base a la reducción anual de CO ₂ e | 280 |
| Tabla 67 | Ganancia potencial de los proyectos piloto en caso de desempeño alienado al escenario conservador | 282 |
| Tabla 68 | Resumen del esquema de desembolso del incentivo financiero | 284 |
| Tabla 69 | Principales elementos de diseño del Incentivo Financiero bajo el MSM | 288 |
| Tabla 70 | Cobeneficios de desarrollo sostenible conllevados por la implementación del MSM | 299 |
| Tabla 71 | Posibles barreras de diseño e implementación para el Mecanismo Sectorial de Mitigación | 302 |
| Tabla 72 | Ejemplo de reducción de CO ₂ e en el escenario “conservador” para un proyecto piloto | 320 |
| Tabla 73 | Ejemplo de Flujo de caja de un proyecto piloto | 320 |
| Tabla 74 | Recomendaciones para CAF / KFW, las instituciones del Gobierno de Ecuador / MAE y los GADM / Mancomunidades | 324 |
| Tabla 75 | Criterios de evaluación de la probabilidad de ocurrencia de los riesgos | 328 |
| Tabla 76 | Criterios de evaluación de la magnitud o gravedad de los riesgos | 329 |
| Tabla 77 | Criterios de evaluación de la capacidad para influir en el riesgo | 329 |
| Tabla 78 | Evaluación de riesgos | 330 |

Lista de figuras

| | | |
|-----------|---|-----|
| Figura 1 | Reducción de botaderos a cielo abierto | 37 |
| Figura 2 | Ubicación de los sitios de disposición final en el 2014 | 38 |
| Figura 3 | Clasificación de los GADM por generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) | 40 |
| Figura 4 | Límites tecnológicos del mecanismo sectorial de mitigación de GEI | 54 |
| Figura 5 | Emisiones de GEI a nivel nacional desagregadas por sector y su evolución temporal | 58 |
| Figura 6 | Esquema del proceso anaeróbico en rellenos sanitarios | 62 |
| Figura 7 | Tecnologías aplicables a la mitigación de emisiones de GEI en el sector residuos | 64 |
| Figura 8 | Resultados de emisiones netas para el Escenario BAU y el Escenario Optimizado | 68 |
| Figura 9 | Participación de créditos otorgados por Institución | 87 |
| Figura 10 | Participación de créditos otorgados por Línea de Negocio | 87 |
| Figura 11 | Evolución histórica de los instrumentos de financiamiento de mitigación que involucra a los países en desarrollo | 90 |
| Figura 12 | Volúmenes financieros acumulados de los diferentes instrumentos de financiamiento | 91 |
| Figura 13 | Histórico de precios de los Certificados de Emisiones Reducidas (CER). | 93 |
| Figura 14 | Pasos metodológicos aplicado para la definición del diseño del MSM | 103 |
| Figura 15 | Conceptos de escenario BAU y Escenario de mitigación | 106 |
| Figura 16 | Proceso relativo a la fase de pre-inclusión de un proyecto al MSM | 122 |
| Figura 17 | Proceso relativo a la fase de inclusión de un proyecto al MSM | 122 |
| Figura 18 | Criterios de elegibilidad para participar al MSM aplicados para la preselección de los GADM y Mancomunidades en la primera etapa del presente Proyecto | 128 |
| Figura 19 | Metodología para el cálculo de las emisiones de la línea de base | 164 |
| Figura 20 | Definición de los componentes de un sistema de MRV | 180 |
| Figura 21 | Límites generales de un proyecto para captura y quema de biogás | 186 |
| Figura 22 | Propuesta para el sistema de monitoreo, reporte y verificación | 198 |
| Figura 23 | Diagrama de sistema de roles y responsabilidades del MRV | 201 |
| Figura 24 | Criterios de elegibilidad y de priorización completos aplicables a los GADM y Mancomunidades para que participen al MSM | 208 |
| Figura 25 | Borrador de la Curva de Costo Marginal de reducción (MAC) de GEI para el MSM en el sector RSD en Ecuador | 235 |
| Figura 26 | Metodología de cálculo del precio del incentivo financiero del MSM | 263 |
| Figura 27 | Metodología de desembolso del incentivo financiero del MSM | 286 |
| Figura 28 | Ilustración del concepto de logro de la reducción de las emisiones bajo el escenario “conservador” como separador entre el Componente 1 y el Componente 2 del desembolso del incentivo financiero del MSM | 287 |
| Figura 29 | Marco general del MSM y principales partes interesadas | 294 |
| Figura 30 | Ejemplo de resultados de análisis para un proyecto piloto | 321 |

01

Introducción

CAF -banco de desarrollo de América Latina- en cooperación con el Banco Alemán de Desarrollo (KfW) ha creado un Programa de Apoyo respaldado por la Unión Europea a través del capital de la Facilidad de Inversión para América Latina (LAIF, por sus siglas en inglés) con el objetivo de contribuir al desarrollo de iniciativas en países en América Latina a través del diseño y creación de mecanismos sectoriales de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) eficaces y lanzar las primeras actividades piloto basadas en el desempeño dentro de los sectores seleccionados que puedan servir de ejemplo para otros sectores. El Programa de Apoyo tiene un presupuesto global de 10 millones de EUR para el diseño e implementación de dos Mecanismos Sectoriales de Mitigación, lo que significa hasta 5 millones de EUR para cada mecanismo. Se otorgarán incentivos económicos entregados de manera *ex-post* basados en el desempeño de los proyectos piloto implementados en el marco de cada mecanismo, con la meta global de evitar la emisión de 1.000.000 tCO₂e hasta el 31 de diciembre de 2021, a través de la implementación de varios proyectos piloto.

Bajo el marco de este Programa de Apoyo, el Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE) firmó con CAF en enero de 2014 un memorando de entendimiento (MoU, por sus siglas en inglés) para el desarrollo de un concepto de implementación de un mecanismo sectorial de mitigación en el sector residuos del país, orientado a la reducción de las emisiones de GEI provenientes de los residuos sólidos domiciliarios (RSD) y asimilables, por medio de la captura y aprovechamiento del gas metano en los rellenos sanitarios y de otras medidas de mitigación de GEI.

Esta publicación está basada en el entregable final de la consultoría para el desarrollo del Concepto de Implementación del Mecanismo Sectorial de Mitigación en el sector de residuos sólidos de Ecuador. La consultoría fue desarrollada entre octubre de 2014 y abril de 2015. En el capítulo 2, se proporciona una descripción del sector de RSD en el Ecuador. En el capítulo 3, se presenta el proceso de selección de las acciones de mitigación y los resultados logrados para el diseño del Mecanismo Sectorial de Mitigación (MSM). La evaluación de la viabilidad financiera y económica de las actividades de mitigación piloto se detalla en el capítulo 4. Por último, se presentan en el capítulo 5 la evaluación de la disponibilidad de los actores seleccionados para participar en el MSM, la hoja de ruta de cada proyecto piloto y las recomendaciones para los próximos pasos hacia la implementación de los proyectos.

Se agradece la participación y aportes del Ministerio del Ambiente del Ecuador, en particular la Subsecretaría de Cambio Climático y el Programa Nacional para la Gestión Integral de los Desechos Sólidos (MAE-PNGIDS), así como la participación del Banco de Desarrollo del Ecuador (BDE) y otras entidades gubernamentales, junto con los Gobiernos Autónomos Descentralizados que suministraron valiosos insumos de información, experiencia y criterios para el logro de los objetivos del estudio.

02

Descripción del sector

El objetivo de este capítulo es describir el estado actual del sector de los Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) del Ecuador, con base al análisis de la información recopilada, recibida y contrastada con la obtenida en las reuniones de presentación del MSM y las visitas de campo realizadas en el marco de la consultoría.

En la sección 2.1 se proporciona un resumen de las actividades realizadas para la elaboración del presente informe. Se presenta la información revisada (sección 2.1.1), las reuniones efectuadas con las contrapartes (sección 2.1.2) y las visitas a terreno (sección 2.1.3).

En la sección 2.2 se describe el trabajo efectuado para la elaboración de la Plantilla de reporte para el Mecanismo Sectorial de Mitigación y de sus actividades.

A continuación, en la sección 2.3 se proporciona una descripción detallada del sector de los RSD del Ecuador elaborada bajo diferentes niveles de análisis.

El objetivo de este capítulo es describir el estado actual del sector de los Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) del Ecuador, con base al análisis de la información recopilada, recibida y contrastada con la obtenida en las reuniones de presentación del MSM.

2.1

Resumen de actividades preliminares realizadas

En esta sección se presenta un resumen de las actividades preliminares realizadas al inicio de la consultoría: se describe el análisis de la información disponible y recibida (sección 2.1.1), junto con las actividades desarrolladas durante la primera misión (reuniones mantenidas – sección 2.1.2 - y visitas al terreno – sección 2.1.3).

2.1.1 REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE PARA LA DESCRIPCIÓN DEL SECTOR

Con el objetivo de proporcionar un diagnóstico lo más detallado posible de la situación actual del sector de los Residuos Sólidos Domiciliarios en el Ecuador, se ha procedido a revisar una serie de información. Una parte de dicha información ha sido recopilada directamente por los consultores, otra parte ha sido obtenida a través del sitio web del Ministerio del Ambiente y otra parte ha sido proporcionada por funcionarios de dicho Ministerio, del Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS), de la Subsecretaría de Cambio Climático (SCC) y otras fuentes. Se proporciona una visión de conjunto de la información analizada en la siguiente tabla.

Una parte de dicha información ha sido recopilada directamente por los consultores, otra parte ha sido obtenida a través del sitio web del Ministerio del Ambiente y otra parte ha sido proporcionada por funcionarios de dicho Ministerio, del Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS), de la Subsecretaría de Cambio Climático (SCC) y otras fuentes.

TABLA 1. Resumen de las fuentes de información analizada

| DOCUMENTO | AÑO | ASPECTOS RELEVANTES |
|--|-------------------------------------|--|
| Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS) <i>Página web del Ministerio del Ambiente</i> | 2014 | <ul style="list-style-type: none"> • Resumen histórico del PNGIDS. • El objetivo del Programa es diseñar un plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos GIRS y fortalecimiento de los servicios de aseo, aprovechamiento de residuos y disposición final. Posteriormente se incluyen aprovechamiento energético y recuperación de residuos como la agregación de valor a estos en cada etapa del proceso de la cadena de tránsito desde la generación hasta la disposición final. |
| Presentación análisis de situación actual del PNGIDS | Nov. 2014 | <ul style="list-style-type: none"> • Parámetros de generación de residuos. • Existe clasificación de Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal (GADM) por generación de residuos. • Caracterización residuos. • Tipo de disposición: relleno sanitario. • Aprovechamiento residuos: inorgánicos 10% GADM (2012) - 52% GADM (2014) y orgánicos 47% GADM (2012) - 55% GADM (2014). • Existen 18 mancomunidades conformadas en el país con 82 GADM. Para el año 2015 existirán 30 modelos mancomunados. |
| Presentación análisis de situación actual del PNGIDS | Mar. 2014 | <ul style="list-style-type: none"> • Parámetros de generación de Residuos. • Existe clasificación de GADM por generación de residuos. • Caracterización residuos. |
| Base de datos de la Subsecretaría de Cambio Climático (SCC) de los proyectos del Mecanismo para el Desarrollo Limpio (MDL) en el Ecuador | Dic. 2014 <i>(Último acceso)</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Contiene el detalle de los proyectos MDL que han sido presentados en la SCC del MAE, se incluye los que están registrados, los que están en alguna de las fases del proceso hasta registro y los que están en fase de diseño. Describe el tipo de proyecto, el proponente y la estimación de reducciones de GEI. |

| DOCUMENTO | AÑO | ASPECTOS RELEVANTES |
|--|--------------|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Manual de uso de la calculadora de Manejo de Residuos Sólidos (MRS) – Herramienta de cálculo de GEI | Jul. 2011 | <ul style="list-style-type: none"> El manual proporciona antecedentes y explicaciones sobre el uso de la calculadora MRS-GEI. No es necesario estudiar el manual antes de usar la calculadora MRS-GEI. La forma más rápida de aprender a utilizar la herramienta es iniciarla y seguir las instrucciones proporcionadas directamente. El manual proporciona información de antecedentes y datos básicos. Los títulos de las secciones principales en el manual se refieren a las diferentes hojas de cálculo en la calculadora MRS-GEI. |
| <ul style="list-style-type: none"> Listado de Mancomunidades de Residuos Sólidos del Ecuador | Dic. 2014 | <ul style="list-style-type: none"> Mancomunidades conformadas para la gestión de residuos sólidos incluyendo los GADM que las integran. |
| <ul style="list-style-type: none"> Base de datos del Ministerio del Ambiente y del PNGIDS con información de Residuos Sólidos por Provincia y por Cantón. | 2014 | <ul style="list-style-type: none"> Parámetros de generación anual para cada uno de los 221 GADM. Caracterización residuos. |
| <ul style="list-style-type: none"> Ecuador: Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático | Abr. 2012 | <ul style="list-style-type: none"> La política ambiental de Ecuador plantea la gestión de mitigación y adaptación a la variabilidad climática (entre otros) a través de la definición de una estrategia en la gestión de los residuos. El sector agrícola es la principal fuente de emisión de metano (CH₄), seguido por el sector residuos; el metano generado en el sector residuos ha registrado una subida de acerca 76% desde 1990 al 2006. |

Fuente: Los autores, 2015

2.1.2 PRIMERAS REUNIONES EFECTUADAS CON LOS ACTORES RELEVANTES PARA LA CONSULTORÍA

A continuación, se presenta una visión de conjunto de las reuniones mantenidas en la primera parte de la consultoría, que tenían por objetivo el lanzamiento de la misma, el alineamiento de las expectativas de todas las partes, así como la recopilación de información sensible que pueda ayudar a completar la descripción del sector.

TABLA 2. Resumen de las reuniones efectuadas en la primera parte de la consultoría

| Fecha | Tema de la reunión | Partes interesadas presentes |
|-----------------------|---|--|
| 14 de Octubre de 2014 | Reunión de presentación del estudio “Desarrollo de un Concepto de Implementación de un Mecanismo Sectorial de Mitigación en el Sector Residuos Sólidos en Ecuador” realizada en el Ministerio del Ambiente en la ciudad de Quito. | <ul style="list-style-type: none"> • Ministerio del Ambiente. • Subsecretaría de Cambio Climático del Ministerio del Ambiente. • Programa Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos del Ministerio del Ambiente. • CAF. • Grupo consultor |
| 14 de Octubre de 2014 | Reunión de presentación del estudio “Desarrollo de un Concepto de Implementación de un Mecanismo Sectorial de Mitigación en el Sector Residuos Sólidos en Ecuador” realizada en la sede de CAF de la ciudad de Quito. | <ul style="list-style-type: none"> • Subsecretaría de Cambio Climático del Ministerio del Ambiente. • Programa Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos del Ministerio del Ambiente. • CAF. • Banco de Desarrollo del Ecuador (BDE) e Instituto Nacional de Preinversión (INP) • Grupo consultor |
| 15 de Octubre de 2014 | Reunión de presentación del estudio “Desarrollo de un Concepto de Implementación de un Mecanismo Sectorial de Mitigación en el Sector Residuos Sólidos en Ecuador” realizada en el Municipio de Loja. | <ul style="list-style-type: none"> • GADM Municipal de Loja. • Subsecretaría de Cambio Climático del Ministerio del Ambiente. • Programa Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos del Ministerio del Ambiente. • CAF. • Dirección Provincial de Loja del Ministerio del Ambiente. • Perspectives - Corpcosul. |

| Fecha | Tema de la reunión | Partes interesadas presentes |
|-------------------------|---|---|
| 16 de Octubre de 2014 | Reunión de presentación del estudio “Desarrollo de un Concepto de Implementación de un Mecanismo Sectorial de Mitigación en el Sector Residuos Sólidos en Ecuador” realizada en el Municipio de Babahoyo. | <ul style="list-style-type: none"> • GADM Municipal de Babahoyo. • GADM Municipal de Quevedo. • Subsecretaría de Cambio Climático del Ministerio del Ambiente. • Programa Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos del Ministerio del Ambiente. • CAF. • Dirección Provincial de Los Ríos del Ministerio del Ambiente. • BDE – Guayas. • Grupo consultor |
| 17 de Octubre de 2014 | Reunión de presentación del estudio “Desarrollo de un Concepto de Implementación de un Mecanismo Sectorial de Mitigación en el Sector Residuos Sólidos en Ecuador” realizada en el Municipio de Ibarra. | <ul style="list-style-type: none"> • GADM Municipal de Ibarra • Subsecretaría de Cambio Climático del Ministerio del Ambiente. • Programa Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos del Ministerio del Ambiente. • CAF. • Dirección Provincial de Imbabura del Ministerio del Ambiente. • Grupo consultor |
| 10 de Noviembre de 2014 | Reunión de presentación del estudio “Desarrollo de un Concepto de Implementación de un Mecanismo Sectorial de Mitigación en el Sector Residuos Sólidos en Ecuador” realizada en el Municipio de Santo Domingo | <ul style="list-style-type: none"> • GADM Municipal de Ibarra • Programa Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos del Ministerio del Ambiente. • CAF. • Dirección Provincial de Santo Domingo de los Tsáchilas del Ministerio del Ambiente. • Grupo consultor |

Fuente: Los autores, 2015

2.1.3 VISITAS A TERRENO

Durante la primera misión del presente Proyecto se efectuaron algunas visitas a sitios de disposición de residuos que estaban considerados como potencialmente relevantes para el MSM. En la siguiente tabla, se presenta un resumen de las estas visitas. Una visita adicional se efectuó en noviembre del 2014.

TABLA 3. Resumen de las visitas a terreno efectuadas durante la Misión 1 de la consultoría

| Fecha | Sitio de la visita | Partes interesadas presentes |
|-------------------------|---|---|
| 15 de Octubre de 2014 | Relleno Sanitario de la Ciudad de Loja. | <ul style="list-style-type: none"> • GADM Municipal de Loja. • Subsecretaría de Cambio Climático del MAE. • Programa Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos del MAE. • Banco de Desarrollo de América Latina - CAF. • Dirección Provincial de Loja del MAE. • Grupo consultor |
| 16 de Octubre de 2014 | Celda Emergente de la Ciudad de Babahoyo. | <ul style="list-style-type: none"> • GADM Municipal de Babahoyo. • GADM Municipal de Quevedo. • Subsecretaría de Cambio Climático del MAE. • Programa Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos del MAE. • Banco de Desarrollo de América Latina - CAF. • Dirección Provincial de Los Ríos del MAE. • BDE – Guayas. • Grupo consultor |
| 17 de Octubre de 2014 | Sitio de ubicación del antiguo botadero de basura de la ciudad de Ibarra. | <ul style="list-style-type: none"> • Programa Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos del MAE. • La visita fue realizada por Corpconsul y PNGIDS |
| 10 de Noviembre de 2014 | Complejo Ambiental de Santo Domingo | <ul style="list-style-type: none"> • GADM Santo Domingo • Programa Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos del MAE. • Banco de Desarrollo de América Latina - CAF. • Dirección Provincial de Los Ríos del MAE. • Grupo consultor |

Fuente: Los autores, 2015

2.2

Desarrollo de la plantilla de reporte para el mecanismo sectorial de mitigación

La consultoría preveía el desarrollo de la plantilla de reporte para el MSM. El diseño del MSM incluye el desarrollo de varios elementos, entre otros: el concepto y alcance del MSM, las tecnologías involucradas en las actividades de mitigación, los criterios de elegibilidad / aplicabilidad, la estimación de la reducción de emisiones de GEI por el MSM en su conjunto, el análisis de los cobeneficios de desarrollo sostenible, las barreras a la implementación, el cronograma del MSM y su marco institucional.

Con el fin de resumir la información clave de manera estructurada en un único documento centralizado, se ha desarrollado la “Plantilla de Reporte para el MSM”. Esta plantilla ha sido concebida de manera que pueda ser utilizada también para reportar otros mecanismos sectoriales de mitigación en otros sectores y/o países, y está compuesta por cinco secciones principales, que incluyen varias subsecciones:

1. Descripción básica del MSM
 - a. Información básica sobre el MSM
 - b. Información sobre los proponentes y participantes en el MSM

El diseño del MSM incluye el desarrollo de varios elementos, entre otros: el concepto y alcance del MSM, las tecnologías involucradas en las actividades de mitigación, los criterios de elegibilidad / aplicabilidad, la estimación de la reducción de emisiones de GEI por el MSM en su conjunto, el análisis de los cobeneficios de desarrollo sostenible, las barreras a la implementación, el cronograma del MSM y su marco institucional.

2. Detalles del MSM
 - a. Concepto del MSM
 - b. Datos de emisiones y línea de base
3. Barreras a la implementación del MSM
 - a. Tipos de barreras (políticas e institucionales, económicas y regulatorias, tecnológicas, de conocimiento, sociales, físicas, financieras y otras)
4. Análisis financiero
 - a. Estimación de los costes y estructura financiera
5. Marco general de Medición, Reporte y Verificación (MRV)
 - a. Descripción del Sistema MRV (Medición, Reporte, Verificación y Marco Institucional)

La “Plantilla de Reporte para el MSM” es el resultado de un análisis cruzado de varios documentos: el documento “ANNEX 2 - Sector Mitigation Scheme - Program Idea Note” (proporcionado por CAF en la Convocatoria de propuestas para el presente Proyecto); el Documento de Proyecto de los Programas de Actividades (PoA) del MDL; el documento “Resumen del Proyecto” del Proyecto Clima del Gobierno de España²; y el documento de “NAMA Support Project” de la segunda convocatoria de la NAMA Facility³.

En paralelo y siguiendo el mismo enfoque, se ha desarrollado una plantilla para el reporte de cada uno de los proyectos piloto de mitigación incluidos en el MSM (“Mitigation Activity Idea Note”). La estructura de dicha plantilla refleja la del MSM (ver más arriba), aunque tiene algunos ajustes adaptados al nivel de los proyectos.

1 Ver: https://cdm.unfccc.int/Reference/PDDs_Forms/PDDs/PDD_form09.doc (último acceso: 24.04.2015)

2 Ver: http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/fondo-carbono/Proyectos_Clima.aspx (último acceso: 24.04.2015)

3 Ver: <http://www.nama-facility.org/call-for-projects/documentsforcalls.html> (último acceso: 24.04.2015)

2.3

Descripción del sector

En esta sección se proporciona una descripción detallada del sector de los RSD del Ecuador elaborada bajo diferentes niveles de análisis. Primeramente, en la sección 2.3.1 se proporciona una descripción general del sector de los RSD en el Ecuador, analizando las características y las cantidades de los residuos (apartado 2.3.1.1), la evolución de los cierres de botaderos (apartado 2.3.1.2), describiendo las actividades de aprovechamiento de residuos (apartado 2.3.1.3), proporcionando una clasificación de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADM) según su generación de RSD (apartado 2.3.1.4), describiendo las Mancomunidades de residuos sólidos (apartado 2.3.1.5), y por último proporcionando el estado de los proyectos MDL en el sector de residuos en el Ecuador (apartado 2.3.1.6).

En la sección 2.3.2, se presenta una descripción y análisis de las instituciones existentes en el Ecuador que tienen relación con este proyecto, indicando el marco institucional vigente y la dimensión política e institucional actual. A continuación, se ilustran los límites del MSM en la sección 2.3.3. En la sección 2.3.4 se proporciona una descripción de la estructura de generación de emisiones de GEI en el sector de RSD del Ecuador, seguida por una primera estimación preliminar del potencial de mitigación del mismo (ver sección 2.3.5). A continuación, en la sección 2.3.6 se efectúa un

análisis del marco normativo actualmente vigente en el país en temas medioambientales y de residuos. En la sección 2.3.7 se detalla un análisis sobre el marco internacional de las políticas de cambio climático y más en particular sobre aquellas relativas al sector de los residuos. Las posibles fuentes de financiamiento para proyectos de mitigación del cambio climático en el sector residuos tanto a nivel nacional como a nivel internacional se presentan en la sección 2.3.8, del mismo modo se presenta un análisis sobre los incentivos financieros a nivel nacional e internacional en la sección 2.3.9. Por último, se incluye un análisis de las actividades de cooperación de desarrollo internacional en la sección 2.3.10.

2.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SECTOR DE RESIDUOS SÓLIDOS

2.3.1.1 Cantidades y características de los residuos sólidos

En el año 2013 el Ecuador produjo alrededor de 4,2 millones de toneladas de residuos sólidos domiciliarios (PNGIDS, 2013). Según la base de datos actualizada al año 2014 en formato Excel del PNGIDS (Matriz PNGIDS, 2014⁴), que contiene la situación de los RSD y asimilables a nivel nacional, en los 221 cantones del Ecuador se generan 11.473,05 t/día de RSD (correspondientes, en 2014 a 4,18 millones de toneladas de RDS⁵), con un valor de la producción per cápita (PPC) de 0,70 kg/hab*día, con un máximo de 1,13 kg/hab*día y con un mínimo de 0,11 kg/hab*día.

De la misma base de datos se ha determinado que la caracterización de los residuos existentes es la siguiente:

En esta sección se proporciona una descripción detallada del sector de los RSD del Ecuador elaborada bajo diferentes niveles de análisis.

⁴ Disponible en formato de hoja electrónica, actualmente no disponible en la web.

⁵ Este valor debe considerarse todavía no definitivo, debido a que la elaboración del presente informe la base de datos del PNGIDS no contiene datos definitivos por el 2014.

TABLA 4. Caracterización de residuos sólidos en el Ecuador

| Definición | Orgánicos (%) | Cartón (%) | Papel (%) | Plástico (%) | Vidrio (%) | Chatarra (%) | Otros (%) |
|---------------|---------------|------------|-----------|--------------|------------|--------------|-----------|
| Promedio | 61,57 | 4,65 | 5,47 | 11,08 | 3,02 | 2,33 | 11,88 |
| Máximo | 85,16 | 22,69 | 31,00 | 40,00 | 11,00 | 16,93 | 43,84 |
| Mínimo | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Desv. Estand. | 12,24 | 3,27 | 4,24 | 5,72 | 2,23 | 2,41 | 8,56 |

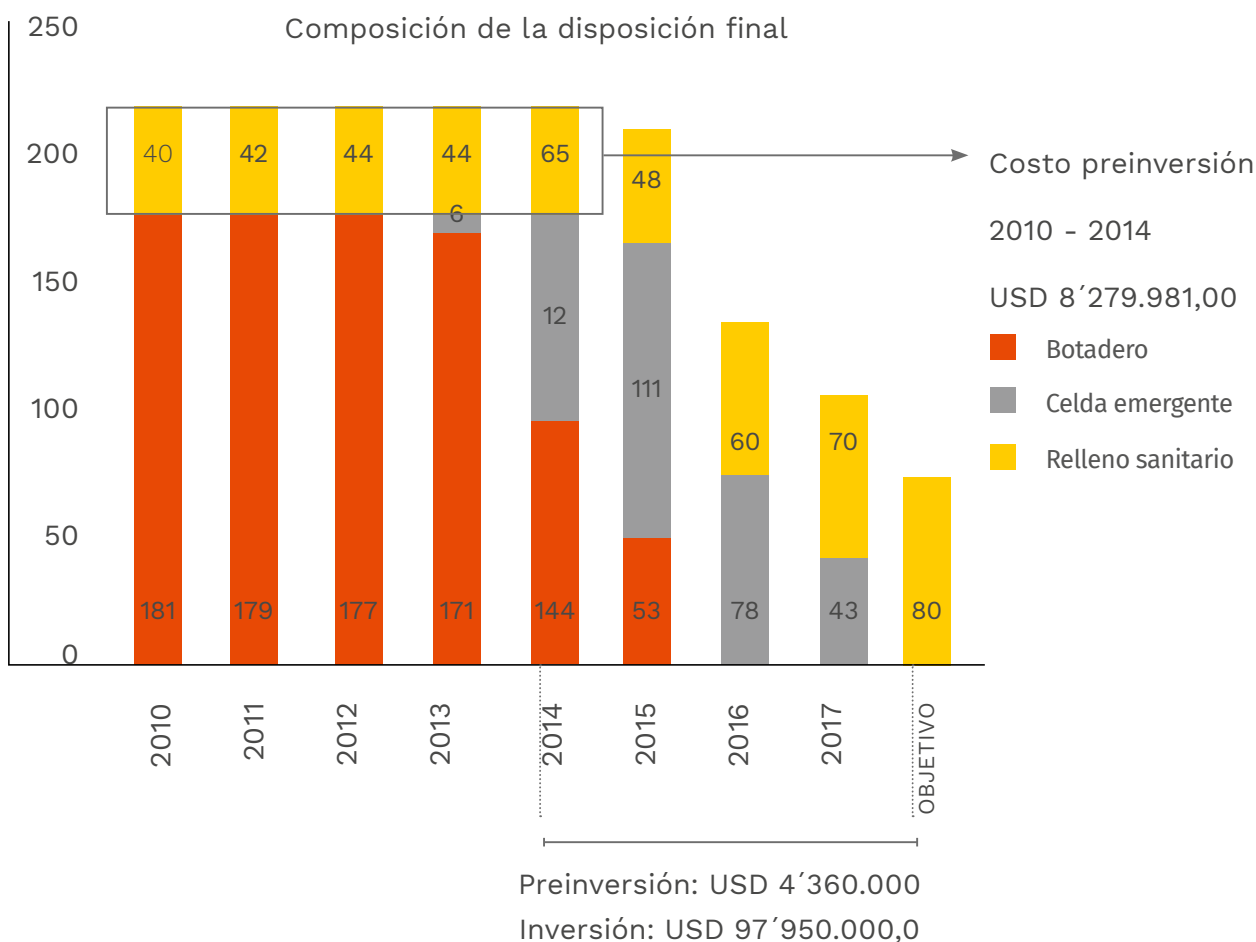
Fuente: PNGIDS – MAE, 2014

2.3.1.2 Evolución de los cierres de botaderos y de la implementación de rellenos sanitarios

Según el PNGIDS, en el año 2012 existían en el Ecuador 177 botaderos y 44 rellenos sanitarios. Para 2014, se proyectó que los botaderos a cielo abierto se reducirían a 144 y los rellenos sanitarios alcanzarían los 65, manteniendo 12 celdas emergentes en funcionamiento. Uno de los objetivos del PNGIDS es que al finalizar su gestión **al año 2017 se hayan realizado los cierres técnicos de todos los botaderos existentes** y que, en el año 2018, solamente los rellenos sanitarios existan como centros de disposición final de materiales no reciclables y no combustibles, materiales peligrosos, ceniza y escombros que surjan de los procesos de aprovechamiento energético de los RSD.

En la siguiente figura se muestra la reducción proyectada de los botaderos a nivel del país.

FIGURA 1. Reducción de botaderos a cielo abierto

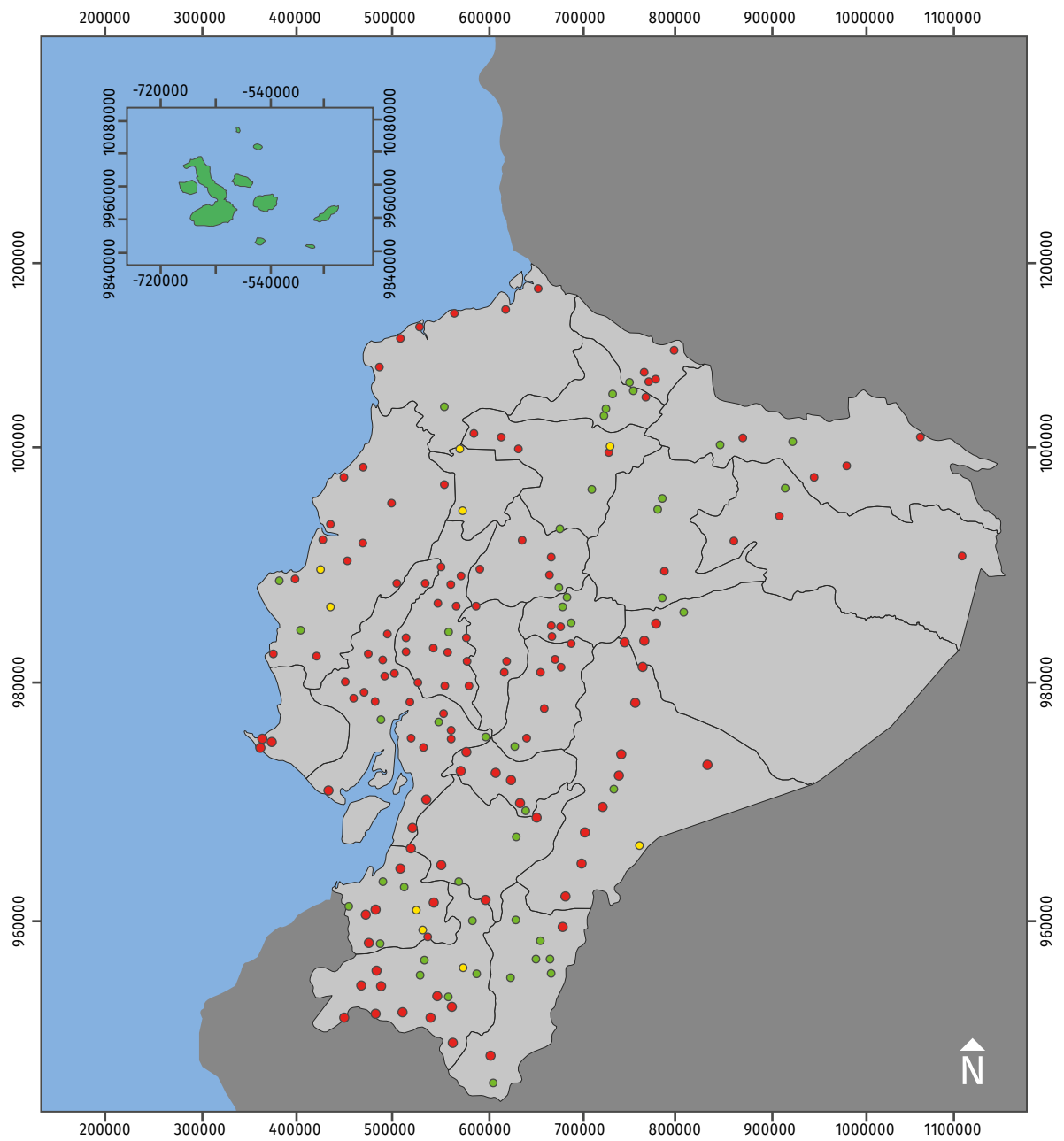


Fuente: PNGIDS - MAE 2014

Entre los años 2010 a 2014 el monto de la preinversión fue de 8.279.981 USD, previéndose una cantidad adicional de 4.360.000 USD hasta el año 2017, con una inversión que se estima será de 97.950.000 USD, para poder cumplir el objetivo del programa.

De la información analizada y conforme a las expectativas del PNGIDS, la disposición final de los RSD está evolucionando de los botaderos a cielo abierto a los rellenos sanitarios, con la meta de que en 2017 haya terminado la práctica de depositar los residuos sólidos directamente sobre el suelo, de manera que se puedan reducir estos pasivos ambientales. Sin embargo, se debe considerar que la disposición de los RSD en rellenos sanitarios producirá una mayor producción de GEI por efecto de la descomposición anaerobia de los desechos orgánicos.

FIGURA 2. Ubicación de los sitios de disposición final en el 2014



LEYENDA

- Rellenos sanitarios (65 Cantones 29%)
 - Celdas Emergentes (12 Cantones %)
 - Botaderos (114 Cantones 65%)
 - División cantonal
- 0 30 60 120 180 240
Kilometros



Fuente: PNGIDS – MAE, 2013

2.3.1.3 Proyectos de Aprovechamiento de Residuos

De la información proporcionada por el PNGIDS sobre el aprovechamiento de los RSD, en el año 2012, 10 GADM tenían proyectos de reciclaje, mientras que se proyecta aumentar esta tecnología a 52 municipios durante el año 2014. De igual forma, en el 2012, 47 GADM realizaban el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos ya sea con proyectos de compostaje o de humus, mientras que en el 2014 se proyecta un aumento a 55 cantones.

El PNGIDS estima que en el año 2013 se aprovechaba alrededor del 12% de los residuos inorgánicos con fines de reciclaje y aproximadamente el 8% de los residuos orgánicos.

2.3.1.4 Clasificación de GADM según generación de residuos

El PNGIDS clasifica a los GADM según su generación de residuos sólidos diaria, conforme a lo indicado en la siguiente tabla.

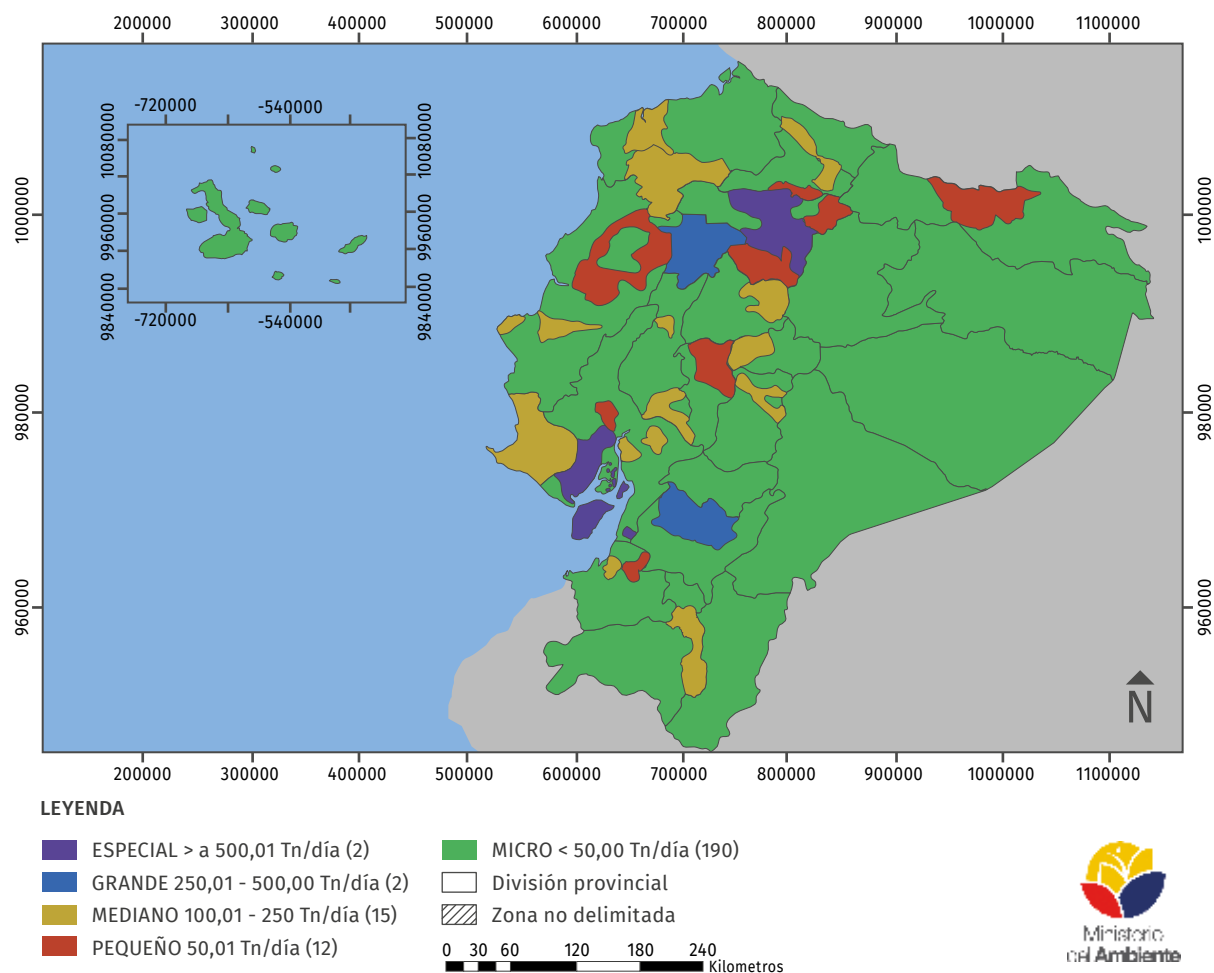
TABLA 5. Clasificación de GADM según generación de residuos sólidos

| Clasificación de GADM | Generación de Residuos (t/día) | Cantidad de GADM (%) | Número | Producción Per Cápita de Residuos (kg/hab día) | Cobertura del Servicio de Recolección (%) |
|-----------------------|--------------------------------|----------------------|--------|--|---|
| Especial | >500 | 0,9 | 2 | 0,98 | 94,29 |
| Grande | 251 - 500 | 0,9 | 2 | 0,75 | 85,29 |
| Mediano | 101 - 250 | 6,8 | 15 | 0,68 | 80,99 |
| Pequeño | 51 -100 | 5,4 | 12 | 0,61 | 72,87 |
| Micro | <50 | 86,0 | 190 | 0,56 | 57,60 |

Fuente: PNGIDS – MAE, 2014

Los resultados de esta clasificación están ilustrados de manera geográfica en la siguiente figura.

FIGURA 3. Clasificación de los GADM por generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)



Fuente: PNGIDS 2014

2.3.1.5 Mancomunidades de Residuos Sólidos

En términos generales una Mancomunidad es una asociación voluntaria de GADM que crea una entidad a la que los municipios delegan parte de sus competencias. En este sentido el MAE, por medio del PNGIDS, promueve la creación de estas asociaciones con el fin de manejar conjuntamente los sistemas de residuos sólidos y/o un solo sitio de disposición final o relleno sanitario.

En relación a las mancomunidades debemos indicar que, según la base de datos proporcionada por el PNGIDS, existen 20 mancomunidades conformadas que abarcan 94 GADM: 8 de ellas cuentan con una empresa pública municipal mancomunada, 3 de ellas con empresa pública en proceso de conformación y las restantes no cuentan con este organismo. Se proporciona una lista completa de mancomunidades creadas para la gestión de residuos sólidos en la Tabla 6.

Cabe señalar que los GADM que componen las mancomunidades de la provincia de Los Ríos, esto es “Mancomunidad del Norte”, “Mancomunidad Abras de Mantequilla” y “Mancomunidad del Sur”, actualmente se encuentran integrados en la mancomunidad “Mundo Verde”. Por otra parte, la “Mancomunidad Centro Norte” de la provincia de Manabí está conformada por 5 GADM pero 2 de ellos (Sucre y San Vicente), no están incluidos en el manejo de los residuos sólidos. Por último, de acuerdo con la información proporcionada por el PNGIDS, en la “Mancomunidad de Imbabura” se debe descartar a los GADM de Ibarra y Otavalo, pues el primer GADM tiene un proyecto propio y el segundo ha decidido no mancomunarse.

TABLA 6. Lista completa de Mancomunidades creadas para la gestión de residuos sólidos

| MANCOMUNIDADES CREADAS PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS | | | | | |
|---|---------------------|--|----------------|-----------------------------|------------------------------------|
| # | PROVINCIA | NOMBRE | NUMERO DE GADM | POBLACION (Censo INEC 2010) | POBLACION (Proyección PNGIDS 2014) |
| 1 | AZUAY | Mancomunidad de la Cuenca Alta del Río Paute | 5 | 88.641 | 92.132 |
| 2 | TUNGURAHUA | Mancomunidad del Tungurahua | 2 | 70.070 | 72.830 |
| 3 | CHIMBORAZO – GUAYAS | Mancomunada Bucay, Pallatanga y Cumandá | 3 | 35.108 | 54.601 |
| 4 | CAÑAR | Mancomunidad del Pueblo Cañari | 4 | 94.631 | 104.404 |
| 5 | AZUAY | Mancomunidad de la Cuenca del Río Jubones | 4 | 50.885 | 52.888 |
| 6 | MANABÍ | Mancomunidad de Manabí | 3 | 86.075 | 89.565 |
| 7 | MANABÍ | Mancomunidad Costa Limpia | 3 | 315.257 | 354.930 |

MANCOMUNIDADES CREADAS PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

| # | PROVINCIA | NOMBRE | NUMERO DE GADM | POBLACION (Censo INEC 2010) | POBLACION (Proyección PNGIDS 2014) |
|----|-----------------------------|--|----------------|-----------------------------|------------------------------------|
| 8 | MANABÍ | Mancomunidad Centro Norte | 3 | 98.018 | 184.180 |
| 9 | BOLÍVAR | Mancomunidad de Bolívar | 3 | 134.900 | 140.962 |
| 10 | SANTA ELENA | Mancomunidad Municipal para el Manejo Integral de Residuos Sólidos, de los Cantones La Libertad, Salinas y Santa Elena | 3 | 308.693 | 326.287 |
| 11 | LOJA | Mancomunidad de la Cuenca Alta del Río Catamayo | 5 | 67.502 | 69.051 |
| 12 | LOJA | Mancomunidad del Bosque Seco | 5 | 69.956 | 72.141 |
| 13 | EL ORO | Mancomunidad de El Oro | 4 | 68.118 | 70.800 |
| 14 | TUNGURAHUA | Mancomunidad del Frente Sur-Occidental | 4 | 46.282 | 48.104 |
| 15 | CHIMBORAZO | No posee | 3 | 134.213 | 142.885 |
| 16 | LOS RÍOS | Mancomunidad del Norte | 4 | 317.671 | 330.181 |
| 17 | LOS RÍOS | Mancomunidad Abras de Mantequilla | 5 | 199.477 | 207.332 |
| 18 | LOS RÍOS | Mancomunidad del Sur | 3 | 203.119 | 211.119 |
| 19 | LOS RÍOS - GUAYAS - BOLIVAR | Mancomunidad del Mundo Verde o Del Buen Vivir o Sumak Kawsay | 20 | 979.082 | 1.048.345 |
| 20 | IMBABURA | No posee | 4 | 112.195 | 121.906 |

Fuente: PNGIDS, 2014 e INEC, 2010

2.3.1.6 PROYECTOS MDL EN EL SECTOR RESIDUOS EN EL ECUADOR

En esta sección se proporciona un análisis sobre los proyectos en el sector residuos del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) presentados al registro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) hasta la fecha. Este análisis puede servir como base para evaluar la posibilidad de incluir en el MSM algunos de estos proyectos, dependiendo de su estado actual y del potencial de

mitigación previsto. Además, dicho análisis puede ayudar a identificar cuáles son las tecnologías ya desarrolladas o en desarrollo en el país en el sector residuos, y a evaluar los factores de éxito y posibles retos enfrentados a la hora del desarrollo de proyectos de mitigación en particular en el sector residuos sólidos. Cabe señalar que el MSM, objeto del presente estudio, no es un MDL Programático (PoA, por sus siglas en inglés).

En la base de datos del MDL proporcionada por la SCC del MAE, se indica que en el Ecuador existen 95 proyectos MDL, de los cuales 31 corresponden a proyectos Registrados, es decir, son proyectos que cuentan con la aceptación formal por parte de la CMNUCC para la posible verificación de la reducción de emisiones asociadas al proyecto y la certificación de éstas. De los restantes, la mayoría se encuentra en la fase de validación y otros cuentan con la carta de aprobación pero no iniciaron la validación. Finalmente, 22 proyectos cumplieron una Nota de Idea de Proyecto (PIN) para reconocimiento del MAE, pero no siguieron adelante con el proceso de validación como proyecto MDL.

De los proyectos registrados, 9 son de captura de metano:

- 7 representan proyectos privados y de recuperación del metano para quema o generación eléctrica, en donde el gas proviene de la descomposición de aguas contaminadas en procesos agrícolas-industriales, normalmente procesos anaeróbicos;
- Los 2 proyectos restantes corresponden a la disposición final y manejo de desechos sólidos de la ciudad de Quito. El primero, para captura de biogás, se desarrolla en el antiguo botadero de Zámbriza con un estimado de reducciones de GEI de 77.188 tCO₂e/año. Fue registrado por el MDL en el año 2007 y cuenta con un período de acreditación no renovable de la primera fase de 10 años, hasta febrero de 2017. El segundo, se desarrolla en el relleno sanitario de El Inga con una estimación de reducciones de GEI de 213.935 tCO₂e/año, fue registrado en el año 2011 y tiene un período de acreditación renovable como MDL de 7 años, hasta junio de 2017.

En los proyectos que se encuentran en fase de validación no se ha encontrado ninguno que sea de captura de gas o manejo de desechos sólidos. En la fase de análisis de viabilidad (registro) o “consideración temprana”, como se

les ha denominado en la Tabla 3, se encuentran 4 proyectos: el primero es de compostaje en la provincia de Esmeraldas y no se dispone de información; el segundo es de reciclaje de botellas de Polietileno Tereftalato (PET) y tampoco se dispone de información; los 2 restantes se relacionan con desechos sólidos en los rellenos sanitarios de las ciudades de Cuenca y Ambato.

Para el caso de la ciudad de Cuenca, la Empresa de Aseo de la ciudad presentó un PIN de proyecto MDL para captura y utilización de biogás. Actualmente la empresa ha construido un sistema de recolección de gas en el relleno y se utiliza para alimentar sistemas de generación eléctrica.

El proyecto a desarrollarse en la ciudad de Ambato fue presentado por el GADM municipal considerando el relleno sanitario como fuente de emisión de gas, con una estimación de reducciones de 25.975 tCO₂e/año.

En la siguiente tabla se presentan los proyectos registrados y en fase de conceptualización que corresponden al sector residuos sólidos.

TABLA 7. Proyectos MDL registrados y en etapa temprana del sector residuos sólidos hasta la fecha

| Estado | Proyecto | Proponente de proyecto | Ubicación/ Provincia | Tipo | Fecha de Registro | Reducciones Estimadas (tCO ₂ -eq/año) |
|-------------|--|---|----------------------|--|-------------------|--|
| Registrado | Zámbiza landfill Gas Project | Alquimatec S.A. Noblre Carbon Credits Limited | Pichincha | Biogas Relleno Sanitario | 8-mar-07 | 77.188,00 |
| Registrado | Landfill biogas extraction and combustion plant in El Inga I and II landfill (Quito, Ecuador) | Corporacion de Salud Ambiental de Quito, "Vida para Quito" Gasgreen Group s. R. L. - Private entity | Pichincha | Disposición final y manejo de desechos | 8-ene-11 | 213.935,00 |
| C. Temprana | Recuperación de Biogás en el relleno sanitario de Ambato | ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE AMBATO | Tungurahua | Relleno Sanitario | | 25.975,00 |
| C. Temprana | Construcción de la planta de captura y utilización de biogás del relleno sanitario Pichicay en la ciudad de Cuenca | EMAC | Azuay | Biogas-Relleno Sanitario | | |

Fuente: SCC MAE, 2014

2.3.2 ANÁLISIS INSTITUCIONAL DEL SECTOR

En este capítulo se realiza una descripción y análisis de las instituciones existentes en el Ecuador que tienen relación con el MSM, así como las acciones que realizan en este contexto.

2.3.2.1 Ministerio del Ambiente

El Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), es la autoridad ambiental nacional, que en el marco de sus atribuciones legales le corresponde la definición e implementación de planes y políticas ambientales, estableciendo estrategias de coordinación administrativa y de cooperación con los distintos organismos públicos y privados.

El Ministerio del Ambiente (MAE) tiene entre sus competencias el “control y regulación de la gestión de los residuos sólidos” por medio de la Subsecretaría de Calidad Ambiental y la “determinación de las políticas y medidas para enfrentar el cambio climático”, para lo cual cuenta con la Subsecretaría de Cambio Climático.

Dependiendo de la Subsecretaría de Calidad Ambiental se encuentra el Programa Nacional para la Gestión Integral de los Desechos Sólidos⁶ (PNGIDS), entidad que fue creada en abril de 2010 a fin de impulsar la gestión de los residuos sólidos en los municipios del Ecuador. Con un enfoque integral y sostenible, busca disminuir la contaminación ambiental que, en ese año 2010, se producía por la inadecuada disposición final de los residuos: de 221 municipios, 160 disponían en botaderos a cielo abierto y los restantes 61 los disponían en sitios parcialmente controlados.

El objetivo general del programa es el de *diseñar e implementar un plan nacional de gestión integral de residuos sólidos sustentado en el fortalecimiento de los servicios de aseo, aprovechamiento de residuos y disposición final bajo parámetros técnicos.*

6 Información tomada de la página web del Ministerio de Ambiente (MAE)

Para cumplir este objetivo se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Diseñar e Implementar una política de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Diseñar e implementar un Modelo estandarizado de Gestión Integral de Residuos Sólidos con base a parámetros geográficos, poblacionales, generación y caracterización de los residuos sólidos.
- Gestionar equipamiento e insumos técnicos necesarios para incrementar la calidad de los servicios de aseo (recolección y barrido), potenciar la recuperación de materiales reciclables, fomentar el aprovechamiento de residuos tanto para reciclaje como para transformación energética y garantizar una adecuada disposición final y tratamiento técnico de lixiviados.
- Impulsar la industria nacional de reciclaje y aprovechamiento energético.
- Implementar la gestión integral de desechos peligrosos y especiales, aplicando el principio de responsabilidad extendida del productor e importador, potenciando el reciclaje sustentable.

Inicialmente la meta del programa fue que, al año 2014, el 70% de la población del país disponga sus desechos en un relleno sanitario técnicamente manejado. Sin embargo, posteriormente el plazo de ejecución se amplió hasta el año 2017 con el nuevo objetivo de eliminar completamente los botaderos de todos los municipios del país.

El PNGIDS financia los estudios y diseños de cierre técnico de botaderos y celdas emergentes, mientras que los GADM deben buscar el financiamiento para la ejecución de las obras, generalmente por medio de préstamos reembolsables del Banco de Desarrollo del Ecuador (BDE).

La Subsecretaría de Cambio Climático⁷ (SCC), que fue creada mediante Acuerdo Ministerial No. 226; RO. 622 de 19 de enero de 2012 y cuenta con dos direcciones (la Dirección Nacional de Adaptación y la Dirección Nacional de Mitigación), tiene a su cargo la generación de información, la formulación de políticas y la articulación en territorio.

7 Ibídem

En septiembre de 2013 el MAE expidió el Acuerdo Ministerial 089, en el cual se establece la Autoridad Nacional para la aplicación de NAMA, a fin de garantizar su aporte y alineamiento con el marco estratégico y legal del cambio climático. Bajo este marco, una de las atribuciones de la SCC, como Coordinador de la Autoridad Nacional para NAMA, es promover la realización de estudios, diagnósticos, informes técnicos, u otra documentación especializada, que permita avanzar en la construcción de una plataforma de trabajo adecuada para la identificación, preparación, diseño e implementación de NAMA a nivel nacional. Es así que la Dirección Nacional de Mitigación, a través del Proyecto Fomento de Capacidades para la Mitigación del Cambio Climático (FOCAM), ha venido impulsando este proceso bajo un enfoque participativo. Uno de los componentes del citado proyecto consiste en desarrollar Documentos de Concepto para tres NAMA en el sector energético. Esto ha permitido el fortalecimiento de capacidades en el marco de la asistencia técnica suministrada a los actores e instituciones clave para el diseño de sus NAMA, por ejemplo mediante la organización de dos talleres para la “Estructuración y Desarrollo de NAMA”, el primero en 2013.

2.3.2.2 Banco de Desarrollo del Ecuador

El Banco de Desarrollo del Ecuador (BDE) es una persona jurídica autónoma de derecho privado con finalidad social y pública. El objetivo del BDE es *financiar programas, proyectos, obras y servicios del sector público, tales como Ministerios, GADM Provinciales GADM Municipales, GADM Parroquiales, etc., que se relacionen con el desarrollo económico nacional.*

Por este medio se financia la ejecución de proyectos de inversión, que contribuyan al desarrollo económico y social del país, en sectores considerados como prioritarios por la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) y que cuenten con los estudios técnicos pertinentes.

Para las operaciones de crédito el BDE cuenta con programas para: preinversión, asistencia técnica e inversión.

El Banco de Desarrollo del Ecuador ha incluido en su Plan Operativo un programa denominado “PRODUCTIVO”, que permite conceder financiamiento a los GADM en el ámbito de sus competencias, como el manejo de residuos sólidos.

El BDE otorga Asistencia Técnica a través del asesoramiento directo o la contratación de servicios especializados de empresas públicas o privadas, impulsa a los GADM Municipales y a sus Empresas Públicas a mejorar la gestión administrativa, financiera, comercial y operacional de los servicios de agua potable, saneamiento y desechos sólidos, para este fin cuenta con el programa PATGES.

El Programa de Saneamiento Ambiental Nacional, “PROSANEAMIENTO”, es la integración de los programas mediante los cuales el BDE financia proyectos de los sectores de agua potable, saneamiento y gestión de desechos sólidos.

2.3.2.3 Instituto Nacional de Preinversión

El Instituto Nacional de Preinversión (INP) es una entidad adscrita a SENPLADES, cuyo objetivo es mejorar la calidad de la inversión pública mediante la adecuada realización y certificación de estudios de preinversión, promoviendo el desarrollo de los sectores estratégicos especialmente, de acuerdo a los preceptos de la Constitución de la República y a los objetivos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo.

Operativamente sus objetivos se determinan en:

- Incrementar la calidad y cantidad de estudios de preinversión concluidos, como insumos adecuados para el ciclo de inversión pública.
- Implementar y socializar una normativa de preinversión ágil y adecuada dentro del sector público.
- Implementar un programa integral de fortalecimiento institucional que contribuya a mejorar la calidad de los productos y servicios que brinda el Instituto a sus clientes internos y externos.

El INP es la entidad que realiza la certificación de proyectos que requieren la priorización por parte de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.

2.3.2.4 Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo

La Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) es la Institución pública encargada de realizar la planificación nacional en forma participativa, incluyente y coordinada.

Tiene la misión de administrar y coordinar el Sistema Nacional Descentralizado de Planificación Participativa, como medio de desarrollo integral del país a nivel sectorial y territorial; establecer objetivos y políticas estratégicas, sustentadas en procesos de información, investigación, capacitación, seguimiento y evaluación; orientar la inversión pública y promover la democratización del Estado, a través de una activa participación ciudadana, que contribuya a una gestión pública transparente y eficiente.

SENPLADES realiza la priorización de los proyectos de inversión que serán financiados por el Gobierno Nacional.

2.3.2.5 Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADM) son instituciones descentralizadas que gozan de autonomía política, administrativa y financiera, y están regidos por los principios de: solidaridad, subsidiariedad, equidad interterritorial, integración y participación ciudadana.

Los GADM están determinados conforme al territorio de su jurisdicción, así se tienen los GADM: provinciales, municipales y parroquiales.

En la Constitución de la República se define que los GADM poseen las competencias exclusivas de: planificar el desarrollo cantonal y formular los planes de ordenamiento territorial; ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón; planificar, construir y mantener la vialidad urbana; planificar, regular y controlar el tránsito y el transporte público dentro de su territorio cantonal; planificar, construir y mantener la infraestructura física y los equipamientos de salud y educación, así como los espacios públicos destinados al desarrollo social, cultural y deportivo, de acuerdo con la ley, entre otras

competencias. (Art. 264).

También determina que los gobiernos autónomos descentralizados municipales gozarán de autonomía política, administrativa y financiera, y se regirán por los principios de solidaridad, subsidiaridad, equidad interterritorial, integración y participación ciudadana.

La planificación garantizará el ordenamiento territorial y será obligatoria en todos los GADM. El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) establece la organización político-administrativa del Estado ecuatoriano en el territorio; el régimen de los diferentes niveles de gobiernos autónomos descentralizados municipales y los regímenes especiales, con el fin de garantizar su autonomía política, administrativa y financiera. Además, desarrolla un modelo de descentralización obligatoria y progresiva a través del sistema nacional de competencias, la institucionalidad responsable de su administración, las fuentes de financiamiento y la definición de políticas y mecanismos para compensar los desequilibrios en el desarrollo territorial.

El Artículo 55 del COOTAD, establece las competencias exclusivas de los GADM municipales, entre las cuales se tienen, como por ejemplo prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, **manejo de desechos sólidos**, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

En la organización estructural de los GADM municipales, el concejo municipal es el órgano de legislación y fiscalización. Está integrado por el alcalde o alcaldesa, que lo preside con voto dirimente, y por los concejales o concejalas que son elegidos por votación popular.

Tanto el alcalde como los concejales tienen un periodo de funciones de cinco años. El alcalde o alcaldesa es la primera autoridad del ejecutivo del gobierno autónomo descentralizado municipal, ejerce la representación legal del GADM y decide el modelo de gestión administrativa, mediante el cual deben ejecutarse el plan cantonal de desarrollo y el de ordenamiento territorial, los planes de urbanismo y las correspondientes obras públicas.

En el nivel operativo los GADM generalmente cuentan

con Direcciones Municipales de Obras Públicas, Higiene y Salubridad, Medio Ambiente y Servicios Públicos, dependiendo de la estructura orgánica específica, una de estas unidades es la encargada del manejo de la gestión de los residuos sólidos, en algunos casos estas funciones las ejercen los Comisarios de Higiene.

En algunos GADM el **manejo de los residuos sólidos está bajo la administración de empresas públicas municipales**, como el caso de Quito y Cuenca, o **concesionado a empresas privadas** como en Guayaquil. Dependiendo de su estructura organizacional, los GADM pueden realizar por cuenta propia la planificación y los estudios y diseños de gestión integral de residuos sólidos. Sin embargo, por lo general estas actividades son contratadas con consultores o empresas privadas, debido a que los GADM no cuentan con suficientes recursos humanos para ejecutar los estudios de factibilidad y diseño de los proyectos.

2.3.2.6 Asociación de Municipalidades Ecuatorianas

La Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME) es una instancia asociativa de GADM municipales y metropolitanos que promueve la construcción de un modelo de gestión local descentralizado y autónomo, con base en la planificación articulada y la gestión participativa del territorio, a través del ejercicio de la representación institucional, asistencia técnica de calidad y la coordinación con otros niveles de gobierno y organismos del Estado.

Los objetivos de la AME se resumen en los siguientes puntos:

- Velar por el respeto y garantía de los intereses municipales, ejerciendo para ello, la representación institucional de los GADM Municipales y Metropolitanos ante las instancias nacionales e internacionales.
- Profundizar el proceso de descentralización y autonomía a través de la asistencia técnica especializada y coordinación directa con los organismos nacionales encargados de dirigir el proceso.
- Fortalecer las capacidades de los GADM Municipales y Metropolitanos para la asunción de competencias y el cumplimiento de los fines institucionales.
- Apoyar la construcción de gobernanza local

a través de la consolidación de modelos participativos, incluyentes y solidarios.

- Trabajar de forma conjunta con el gobierno central para el estudio y preparación de planes y programas en beneficio de los territorios.
- Fortalecer la institucionalidad de AME a través de la profesionalización y constante innovación.

2.3.3. DEFINICIÓN DE LOS LÍMITES DEL MECANISMO SECTORIAL DE MITIGACIÓN

De acuerdo con los aportes iniciales de CAF y lo analizado durante el desarrollo del estudio, los límites o alcances principales del MSM son los siguientes:

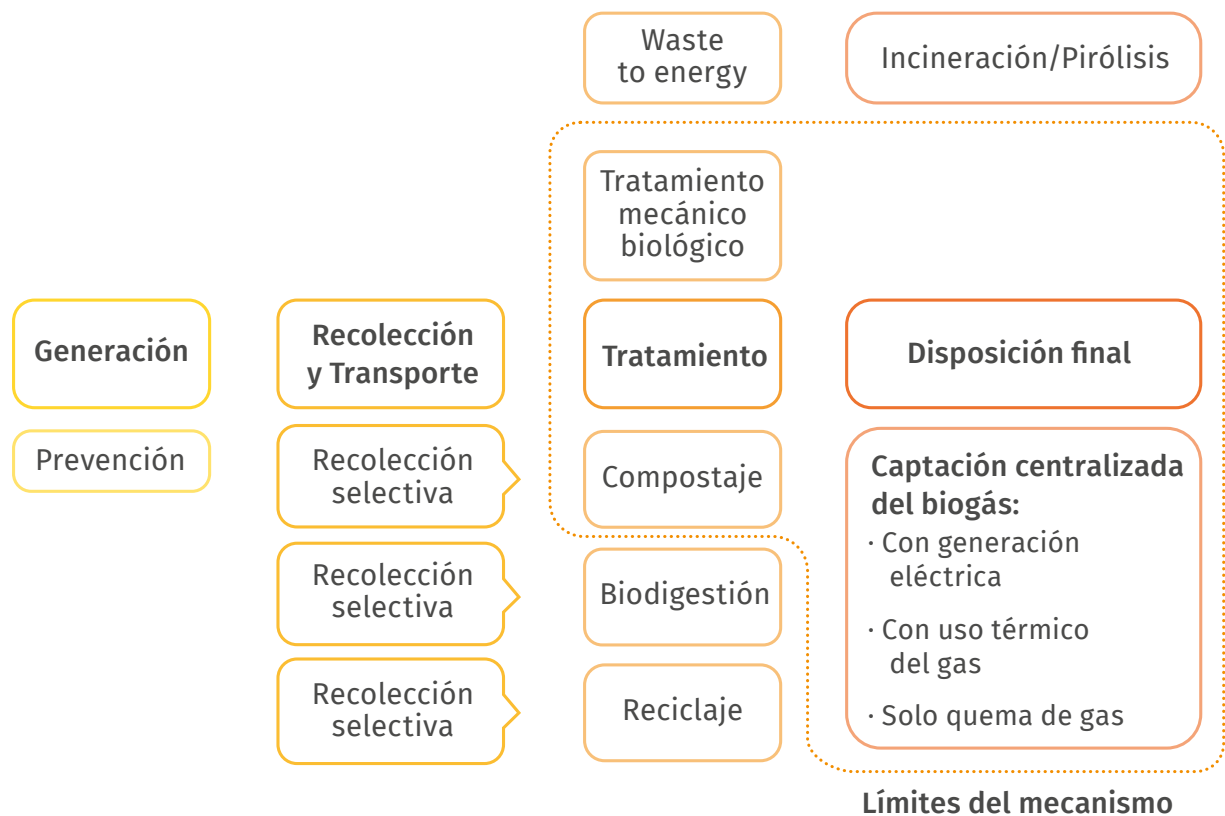
- **Geográfico:** Para definir el concepto de implementación del mecanismo sectorial de mitigación, se toma en cuenta **toda la extensión del Ecuador**.
- **Desarrolladores de los proyectos y Partes interesadas:** El mecanismo está orientado a **municipalidades o mancomunidades de municipios** que operen proyectos de gestión de residuos sólidos. Para poder tener acceso al “subsidio por desempeño” del mecanismo de mitigación, los desarrolladores de los proyectos deben obligatoriamente recibir una línea de crédito del BDE.
- **Nº de actividades de mitigación:** Idealmente se espera un máximo de 5 **proyectos** específicos de mitigación en el país, cada uno asociado a un municipio o una mancomunidad. Sin embargo, para poder lograr la meta de reducción de emisiones de 500.000 tCO₂e hasta 2021, eventualmente podría aumentarse este número de proyectos y la meta de reducción de emisiones.
- **Tipos de residuos:** El análisis se limita al sector de **residuos sólidos domiciliarios (RSD) y asimilables** como comerciales, institucionales, de mercados, restaurantes, poda de jardines y barrido, excluyendo los residuos líquidos, industriales, de petróleos, mineros, de la construcción, de la agricultura, especiales y peligrosos. Por otra parte, como el objetivo del mecanismo sectorial es mitigar los GEI que en este caso se relacionan con el metano generado por la descomposición anaeróbica de los residuos orgánicos,

el **enfoque** particular del concepto de implementación será en los **RSD orgánicos** (mitigación directa de GEI).

- **Tecnologías de mitigación consideradas:** Dado que el mecanismo sectorial tiene como meta de reducción de emisiones de 500.000 tCO₂e hasta 2021, a lograr en lo posible con 5 proyectos, las actividades de mitigación deben ser de alto impacto en un corto plazo. De acuerdo con la experiencia del equipo consultor, las tecnologías más prometedoras en este sentido son: **el Compostaje, el Tratamiento Mecánico Biológico (TMB) y la Quema centralizada de biogás en botadero o en relleno sanitario** (en lo posible con aprovechamiento energético del biogás).
- **Tecnologías de mitigación excluidas:** En primera instancia, se excluyen todas las medidas con baja relevancia respecto a su potencial de mitigar las emisiones GEI, como son la **minimización, la recolección, la transferencia y el transporte de los residuos**. Cabe recalcar que el impacto del transporte de los RSD bajo las posibles actividades de mitigación no está considerado dentro de los límites del MSM, debido a que esto no implicaría un impacto significativo en términos de reducciones de GEI porque el recorrido de los camiones transportadores de residuos será prácticamente el mismo en relación a las tecnologías de mitigación y la línea base. En segunda instancia se excluyen las tecnologías complejas o con tiempos de implementación largos, como son la **biodigestión, el reciclaje y el aprovechamiento energético de los residuos como combustible alternativo (waste-to-energy)**. Respecto a dichas tecnologías, cabe mencionar lo siguiente: la biodigestión es una tecnología de alto costo cuyo enfoque está en los residuos orgánicos industriales y no tanto en los RSD; el reciclaje requiere una segregación en origen (en las viviendas), lo que es un proceso largo hasta lograr tasas altas de reciclaje; y el aprovechamiento energético de los residuos como combustible alternativo es una tecnología que depende netamente de empresas privadas y no de municipalidades o mancomunidades, lo que en principio complicaría entre otros el pago del “subsidio por desempeño”.

En la siguiente figura se muestran los límites tecnológicos de la gestión de los residuos sólidos domiciliarios sobre los cuales se concentra el presente mecanismo de mitigación. Dicha figura presenta un esquema del sistema de manejo de los RSD, en donde se puede visualizar el efecto del tipo de recolección (convencional o selectiva) sobre el destino de los residuos sólidos y su tratamiento. En este contexto, el límite del mecanismo de mitigación de GEI (señalado en el gráfico) incluye: i) la captura y quema centralizada de biogás en botadero o en relleno sanitario (con o sin aprovechamiento energético), ii) compostaje y iii) tratamiento (p.ej. TMB).

FIGURA 4. Límites tecnológicos del mecanismo sectorial de mitigación de GEI



Fuente: Los autores, 2015

Los alcances y límites explicados anteriormente, tanto del sector como del mecanismo sectorial de mitigación, están resumidos en la siguiente tabla.

TABLA 8. Resumen de los alcances y límites del sector y proyecto

| Ítem | Alcance o Límite |
|---|--|
| Geográfico | <ul style="list-style-type: none"> • Toda la extensión geográfica del Ecuador |
| Desarrolladores de los proyectos y Partes interesadas | <ul style="list-style-type: none"> • Mecanismo orientado a municipalidades o mancomunidades de municipios que operen proyectos de gestión de residuos sólidos, y que reciben una línea de crédito del BDE |
| N° de actividades de mitigación | <ul style="list-style-type: none"> • Idealmente hasta 5 proyectos; número aumentable en caso de que estos no permitan lograr la meta de reducción de emisiones de 500.000 tCO₂e hasta 2021 |
| Tipos de residuos considerados | <ul style="list-style-type: none"> • Residuos sólidos domiciliarios (RSD) y asimilables |
| Tecnologías de mitigación consideradas | <ul style="list-style-type: none"> • Captura y quema centralizada de biogás en botadero o en relleno sanitario (en lo posible con aprovechamiento energético del biogás), Compostaje y Tratamiento Mecánico Biológico (TMB) |
| Tecnologías de mitigación excluidas | <ul style="list-style-type: none"> • Minimización, recolección, transferencia y transporte, biodigestión, reciclaje y aprovechamiento energético de los residuos como combustible alternativo (<i>waste-to-energy</i>) |

Fuente: Los autores, 2015

2.3.4 ESTRUCTURA DE GENERACIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI EN EL SECTOR

2.3.4.1 Emisiones de GEI: Contexto del Ecuador

De acuerdo con la CMNUCC se puede distinguir entre GEI con efecto directo y GEI con efecto indirecto. Los **GEI con efecto directo** contribuyen al efecto invernadero tal como son emitidos a la atmósfera, mediante la absorción de la radiación infrarroja irradiada desde la superficie de la tierra y la capa inferior de la atmósfera, atrapándola e irradiándola de nuevo hacia la superficie del planeta, provocando así el calentamiento de la tierra.

Los principales GEI con efecto directo son: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarburos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

Los **GEI con efecto indirecto** son precursores de ozono troposférico, además de contaminantes del aire ambiente de carácter local y en la atmósfera se transforman a GEI con efecto directo, bien a través de reacciones con otros compuestos químicos o bien a través de sus propias transformaciones químicas, influyendo en el curso de la vida atmosférica de otros GEI y afectando a las características de absorción de la atmósfera (influyendo sobre procesos tales como la formación de nubes). Los principales GEI con efecto indirecto son: dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO) y los compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (NMVOC⁸). Estos gases están considerados fuera del alcance de mitigación del presente proyecto.

Los GEI con efecto directo que son actualmente reportados por los países miembros de la CMNUCC⁹ están resumidos en la siguiente tabla. Además, para cada GEI se indica el respectivo Potencial de Calentamiento Global (GWP, por sus siglas en inglés¹⁰), que “*compara el forzamiento radiativo integrado durante un período de tiempo específico (p.ej. 100 años) con una emisión de pulso de una unidad de masa y constituye una forma de comparar el cambio climático potencial asociado con las emisiones de diferentes gases de efecto invernadero.*” (IPCC, 2007¹¹). Los valores reportados son aquellos calculados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés¹²) sobre un horizonte temporal de 100 años.

8 Del acrónimo en inglés: *Non-Methane Volatile Organic Compounds*

9 Ver: http://unfccc.int/ghg_data/ghg_data_unfccc/items/4146.php (último acceso: 24.04.2015)

10 GWP: *Global Warming Potential*

11 Ver: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-5.html (último acceso: 24.04.2015)

12 IPCC: *Intergovernmental Panel on Climate Change*

13 Ver IPCC: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html (último acceso: 24.04.2015)

TABLA 9. Lista de GEI con efecto directo y su GWP

| GEI con efecto directo (Fórmula química o familia química) | Denominación industrial y posibles fuentes | Potencial de Calentamiento Global (Horizonte temporal = 100 años) ¹³ |
|--|--|---|
| | Dióxido de carbono | |
| CO ₂ | Quema de combustibles fósiles (carbón, derivados de petróleo y gas), producción de cemento y cambio de uso de suelo. | 1 |
| | Metano | |
| CH ₄ | Descomposición anaerobia (cultivo de arroz, rellenos sanitarios, estiércol), minas y pozos petroleros. | 25 |
| | Óxido nitroso | |
| N ₂ O | Producción de fertilizantes, quema de combustibles fósiles (motores). | 298 |
| | Hexafluoruro de azufre | |
| SF ₆ | Emitido en procesos de manufactura donde se usa como fluido dieléctrico | 22.800 |
| | Hidrofluorocarbonos | |
| HFCs | Emitidos en procesos de manufactura y usados como refrigerantes | 124 - 14.800 |
| | Perfluorocarbonos | |
| PFCs | Emitidos en procesos de manufactura y usados como refrigerantes | 7.390 – 17.700 |

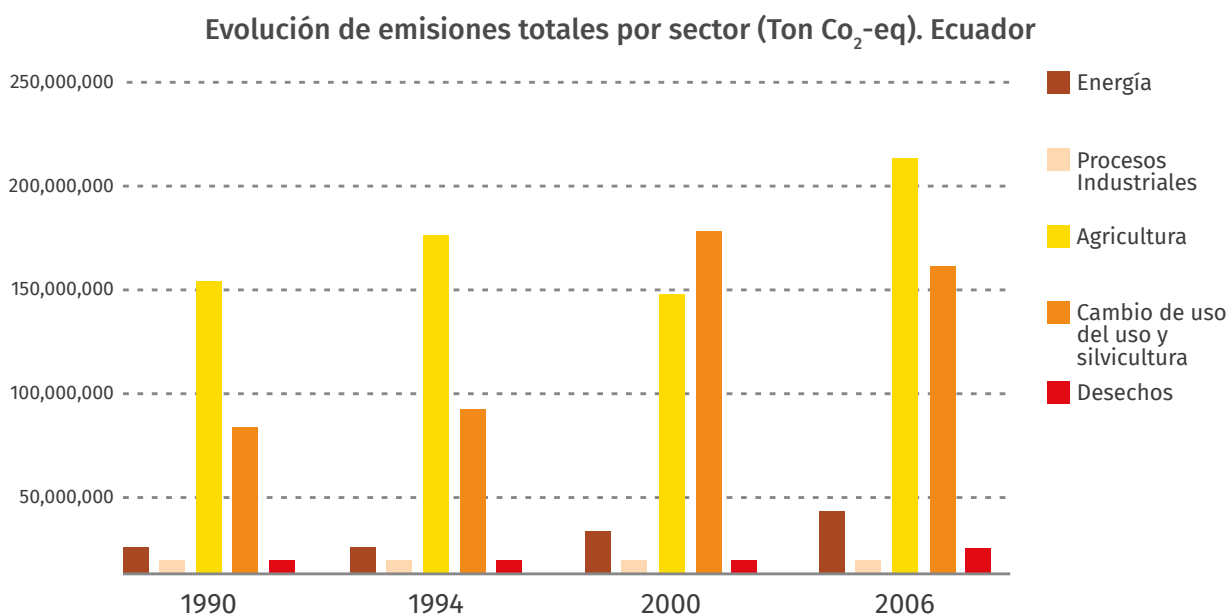
Fuente: IPCC, 2014

En el contexto ecuatoriano, la “Segunda Comunicación Nacional del Ecuador sobre Cambio Climático a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático”¹⁴, publicada en abril 2012, analiza la evolución de las emisiones de GEI con efecto directo (principalmente CO₂, CH₄ y N₂O) en los diferentes sectores del país, siguiendo la clasificación de reporte de la CMNUCC: energía, procesos industriales, agricultura, cambio de uso de suelo y silvicultura, y desechos.

¹⁴ Descargable del siguiente sitio web (último acceso: 24.04.2015): http://unfccc.int/essential_background/library/items/3599.php?rec=j&preref=7663#beg

Las emisiones de GEI están calculadas en el Inventario de Emisiones de GEI del Ecuador, que fue desarrollado siguiendo la metodología del IPCC del 1996¹⁵. Como se ilustra en la Figura 3, según la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) 2012 – 2015 del Ecuador, que hace referencia al mismo Inventario de Emisiones de GEI del Ecuador de la Segunda Comunicación Nacional, los sectores que emiten más GEI a nivel absoluto en el Ecuador son el sector “agricultura” y el sector “cambio de uso de suelo y silvicultura”. Para más consideraciones sobre el sector “desechos” y su contribución en términos de GEI, véase el siguiente apartado.

FIGURA 5. Emisiones de GEI a nivel nacional desagregadas por sector, y su evolución temporal



Fuente: Estrategia Nacional Cambio Climático (2012-2015), 2012

¹⁵ Guía para los Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del IPCC, revisada a 1996 (último acceso: 24.04.2015): www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.html - En la guía IPCC 1996, se describe el concepto de “estructura de nivel” (Tier, en inglés) para el desarrollo de los inventarios GEI. El Nivel 1 está conocido como “método por defecto” o “método del balance de masa”, porque prevé el uso extenso de valores por defecto. Utilizando este método la precisión en los factores (p.ej. factor de emisión) y otros parámetros usados en la estimación de las emisiones resulta bastante aproximada y el nivel de incertidumbre es relativamente elevado. El nivel 2 considera algunos datos tecnológicamente apropiados (dependiendo del sector) y otros valores por defecto. Su precisión es considerada más elevada que la del nivel 1. En la Segunda Comunicación Nacional del Ecuador sobre Cambio Climático a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático no está especificado que tipo de nivel se considera.

2.3.4.2 Emisiones de GEI en el Sector Residuos y su generación

Las guías del IPCC 2006 para inventarios nacionales de GEI (IPCC 2006) indican que la disposición de residuos sólidos (incluyendo residuos municipales, industriales y otros tipos de residuos sólidos) produce principalmente **metano (CH₄)**. Esto es debido a la degradación de la materia orgánica contenida en los residuos con base a una serie de reacciones y procesos que se dan en su interior. En los sitios de disposición ocurre la producción de cantidades más pequeñas de dióxido de carbono biogénico (CO₂) y de compuestos volátiles orgánicos diferentes al metano (NMVOCs), así como la producción de cantidades también pequeñas de óxido nitroso (N₂O), óxidos nitrogenados (NO_x) y monóxido de carbono (CO). Sin embargo, para el presente mecanismo sólo se considera el CH₄ por ser este gas el **principal GEI generado por el sector residuos** como se ha mencionado anteriormente. De hecho, tal como indica el IPCC 2006, las emisiones de CO₂ generadas por la descomposición de material orgánico bajo condiciones aeróbicas no son contabilizadas en los inventarios GEI en la sección de residuos, pero sí para el sector de Agricultura y el sector de Silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU), ya que una cantidad equivalente de dióxido de carbono se considera removida de la atmósfera durante el ciclo de vida de la biomasa viva (p.ej. durante el crecimiento de las plantas). Las emisiones de NMVOCs, NO_x y CO son cubiertas en las guías bajo otras convenciones, mientras que las emisiones de N₂O de los sitios de disposición son consideradas insignificantes.

Se presenta a continuación un esquema general sobre los principales GEI con efecto directo que generalmente se incluyen o excluyen en proyectos de mitigación en el sector residuos. Cabe señalar que, en el marco del presente proyecto, dicha lista será ajustada a la hora de la definición de las medidas de mitigación, dependiendo de las tecnologías seleccionadas para los proyectos bajo el MSM.

**TABLA 10. GEI típicamente incluidos o excluidos
en proyectos de mitigación en el sector de residuos**

| FUENTE | GEI | | JUSTIFICACIÓN/EXPLICACIÓN |
|--|------------------|----------|--|
| Línea de base | CH ₄ | Incluido | Mayor fuente de emisiones en la línea base |
| | N ₂ O | Excluido | En los rellenos sanitarios, las emisiones de N ₂ O son de escala mucho más pequeñas comparadas con las de CH ₄ |
| | CO ₂ | Excluido | Las emisiones de CO ₂ provenientes de la descomposición de residuos frescos no son tenidas en cuenta. Esta fuente de emisión se supone muy pequeña. |
| | CO ₂ | Incluido | Es la mayor fuente si la generación de electricidad se incluye en la actividad del proyecto, se vierte a la red o si desplaza la generación eléctrica mediante el uso de combustibles fósiles en la línea de base |
| Emisiones por generación de electricidad (en caso de tecnologías que consideran la generación de energía eléctrica) | CH ₄ | Excluido | Excluido por simplificación, siguiendo un principio conservador. |
| | N ₂ O | Excluido | Excluido por simplificación, siguiendo un principio conservador. |
| | CO ₂ | Incluido | Puede ser una fuente importante de emisiones. Incluye generación de calor para el proceso de tratamiento mecánico/térmico, comienzo de la actividad del gasificador, combustibles fósiles auxiliares requeridos por el incinerador, etc. No incluye transporte |
| Emisiones por consumo in-situ de combustibles fósiles debido a la actividad del proyecto distinta de la generación eléctrica | CH ₄ | Excluido | Excluido por simplificación. Esta fuente de emisión se supone muy pequeña |
| | N ₂ O | Excluido | Excluido por simplificación. Esta fuente de emisión se supone muy pequeña |
| | CO ₂ | Incluido | Puede ser una fuente importante de emisiones |
| Actividad del proyecto | CH ₄ | Excluido | Excluido por simplificación. Esta fuente de emisión se supone muy pequeña |
| | N ₂ O | Excluido | Excluido por simplificación. Esta fuente de emisión se supone muy pequeña |
| | CO ₂ | Incluido | Puede ser una fuente importante de emisiones debido a las distancias incrementales de transporte |
| Emisiones por transporte incremental | CH ₄ | Excluido | Excluido por simplificación. Esta fuente de emisión se supone muy pequeña |
| | N ₂ O | Excluido | Excluido por simplificación. Esta fuente de emisión se supone muy pequeña |
| Emisiones del proceso de tratamiento de los residuos | CO ₂ | Excluido | Excluido por simplificación. Esta fuente de emisión se supone muy pequeña |
| | N ₂ O | Excluido | Excluido por simplificación. Esta fuente de emisión se supone muy pequeña |
| | CH ₄ | Incluido | Fugas de CH ₄ - fuente potencial de emisiones del proyecto. |

Fuente: Los autores, 2015 (basado en metodologías MDL¹⁶)

16 Principales metodologías MDL analizadas: ACM0001 y ACM0022

Las concentraciones típicas de gases en un relleno sanitario se muestran en el cuadro siguiente.

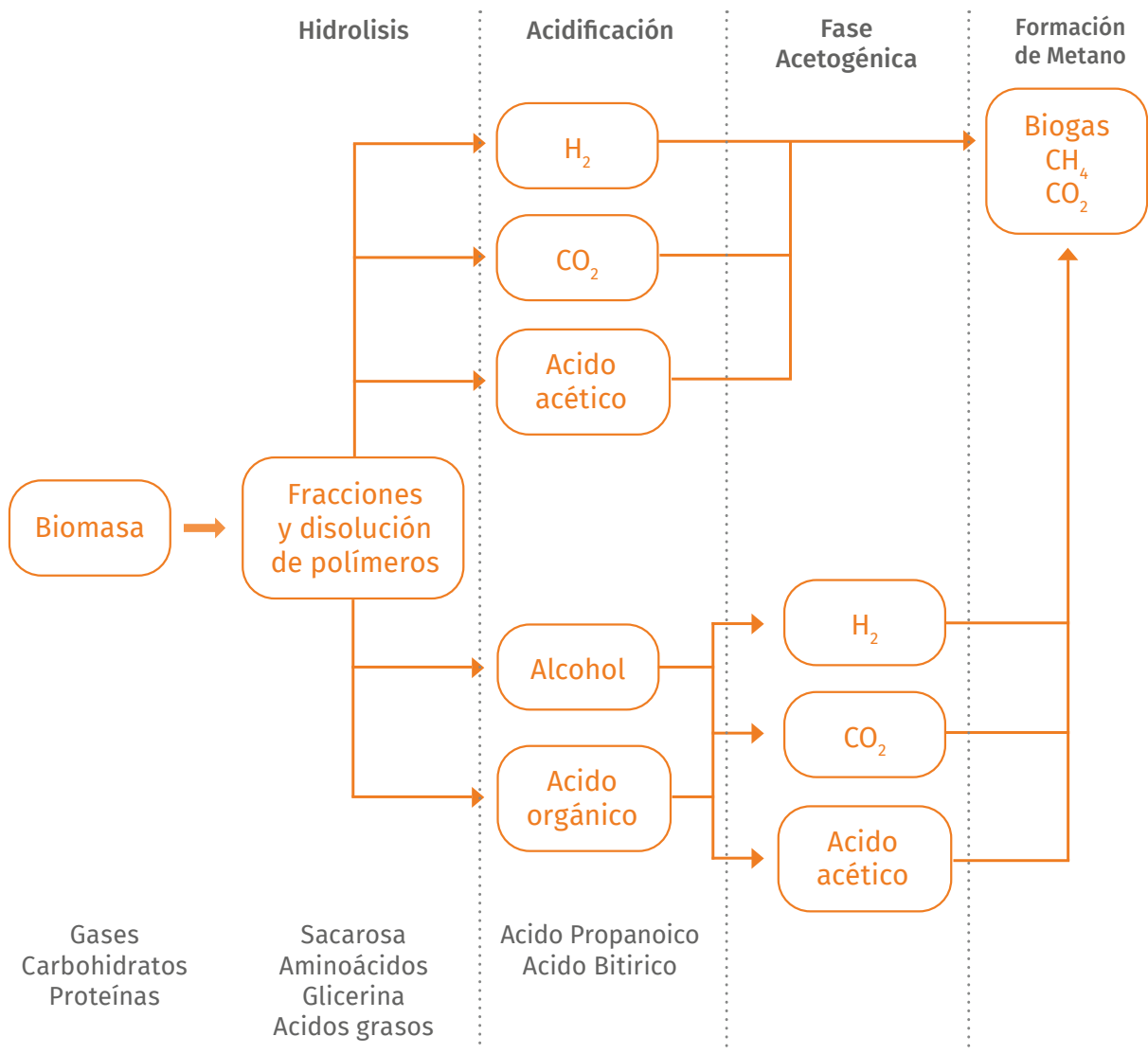
TABLA 11. Concentración de gases típica en un relleno sanitario

| COMPONENTE | CONCENTRACIÓN TÍPICA | COMENTARIOS |
|--|-------------------------------|--|
| Componentes con concentración elevada | | |
| Metano (CH ₄) | 40 - 65 % (Volumen %) | Se encuentra generalmente entre 50-60% |
| Dióxido de carbono (CO ₂) | 20 - 55 % (Volumen %) | Se encuentra generalmente entre 35-45% |
| Aire | 0 - 40 % (Volumen %) | - |
| Vapor de agua | Depende de la temperatura | Se trata en general de vapor saturado |
| Gases con baja concentración | | |
| Hidrocarburos | 0 - 100 mg / m ³ | La concentración de los hidrocarburos baja con el tiempo |
| Hidrocarburos halogenados | 20 - 1000 mg / m ³ | |
| H ₂ S | 0 - 800 mg / m ³ | - |
| NH ₃ | 0 - 50 mg / m ³ | - |
| Cl _{total} | 5 - 600 mg / m ³ | Generalmente < 100 mg / m ³ |
| F _{total} | 1 - 100 mg / m ³ | Generalmente < 50 mg / m ³ |

Fuente: Röben, Eva, DED / Ilustre Municipalidad de Loja, 2002

Las concentraciones presentadas en la tabla precedente son el resultado de las fases del proceso de degradación de la parte orgánica de los residuos sólidos. Este proceso, llamado de “biodegradación anaerobia”, consiste en una serie de procesos en los que los microorganismos degradan la materia orgánica de los residuos sólidos en ausencia de oxígeno. El proceso tiene cuatro fases, como se ilustra en la siguiente figura: (1) Fase de hidrólisis, (2) Fase de acidogénesis, (3) Fase de acetogénesis, y (4) Fase de metanogénesis.

FIGURA 6: Esquema del proceso anaeróbico
en rellenos sanitarios



Fuente: Adaptado de Marco Ritzkowski. Hamburg University Technology, 2008

a) Emisiones de GEI en el Sector Residuos en el Contexto Ecuatoriano

En el contexto ecuatoriano, el cálculo efectuado en el Inventario de Emisiones de GEI del Ecuador para el sector “desechos” incluye el manejo de desechos sólidos y líquidos, y no es posible obtener un valor desagregado para los residuos sólidos. Como se puede ver más arriba (ver Figura 5 en la sección 2.1.4.1), el sector “desechos” tiene una importancia relativamente baja a nivel nacional en términos de emisiones de GEI.

Sin embargo, **este sector representa la segunda fuente de emisiones de metano (CH₄) a nivel nacional**, después del sector “agricultura”. Además, entre 1990 y 2006 las emisiones de CH₄ de este sector han registrado un **aumento de casi el 76%**, pasando de 4,5 MtCO₂e en 1990 a **7,9 MtCO₂e en 2006** (ENCC, 2012).

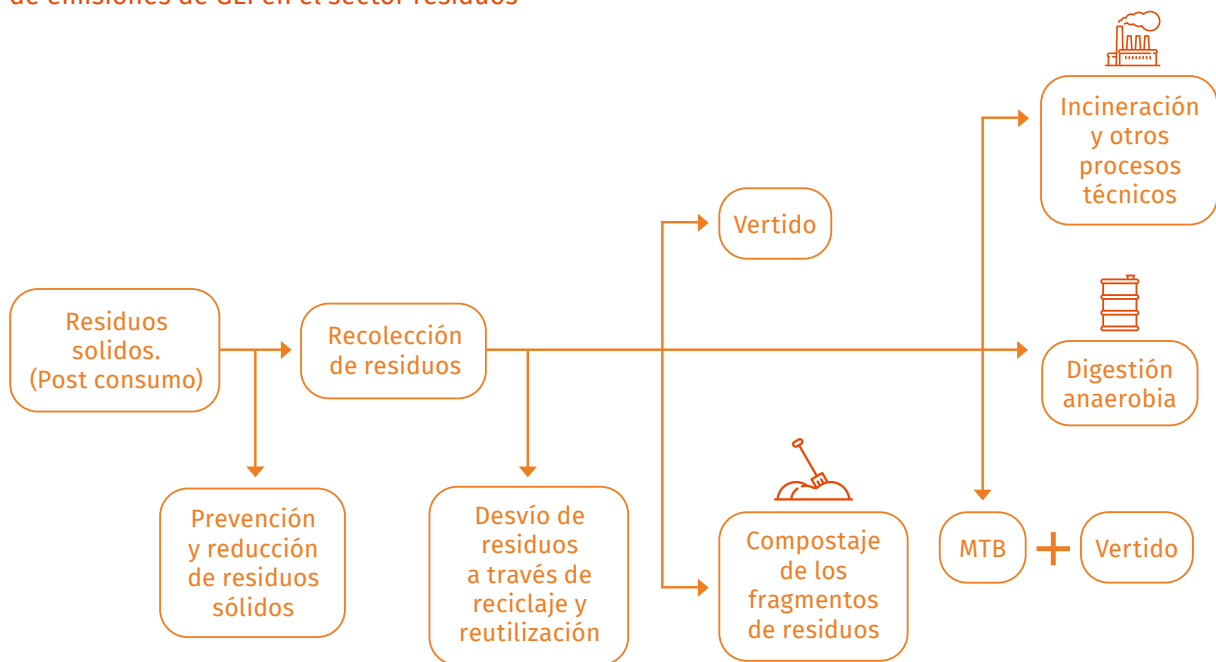
2.3.4.3 Tecnologías aplicables a la mitigación de emisiones de GEI en el sector

Existe una amplia gama de tecnologías probadas para reducir las emisiones de GEI. Estas tecnologías van desde medidas prácticas de fácil aplicación (p.ej. captura y quema de biogás) hasta soluciones con alta tecnología (p.ej. aprovechamiento energético de residuos como combustible alternativo en hornos o calderas), que están disponibles en el mercado y en el conocimiento de especialistas, para mitigar las emisiones y proporcionar beneficios tanto para mejorar la salud pública, como para la protección de los suelos, prevención de la contaminación e incluso suministro energético a nivel local.

Estas tecnologías permiten o bien (1) reducir directamente las emisiones de metano (CH₄) mediante la recuperación y utilización del mismo en los sitios de disposición final, así como el mejoramiento de su operación; o bien (2) evitar la generación significativa de GEI mediante la implementación de métodos de compostaje o tratamiento mecánico biológico de los residuos orgánicos e incineración avanzada. Además, la minimización, el reciclaje y la reutilización de residuos sólidos representan un potencial importante y creciente de reducción indirecta de GEI mediante la conservación de materias primas, mejora de la eficiencia de energía y recursos, y la reducción del uso de combustibles fósiles.

En la figura siguiente se muestran varias de las tecnologías aplicables a la mitigación de emisiones de GEI en el sector residuos sólidos, de menor a mayor avance de tecnología.

FIGURA 7. Tecnologías aplicables a la mitigación de emisiones de GEI en el sector residuos



Fuente: IPCC. Climate Change 2007: Working Group III: Mitigation of Climate Change, 2007

Del gráfico anterior, se puede mencionar como primer paso la necesidad de implementar **políticas y acciones para la prevención y minimización de los residuos**: por ello, se debe poner especial énfasis en la educación del no desperdicio, la reutilización y el reciclaje.

Posteriormente, como tecnologías intermedias, se puede considerar la implementación de **sistemas de recuperación de gas** en una etapa inicial del desarrollo de los rellenos sanitarios a fin de aumentar la eficacia a largo plazo de recolección de gas, ya sea para ser quemado ó para la generación de energía posteriormente. También se pueden considerar otros procesos biológicos, con menos tecnología, asequibles y sostenibles de **compostaje y digestión anaerobia** para los residuos sólidos biodegradables separados en la fuente.

Como tecnologías avanzadas, se pueden mencionar: los **procesos térmicos** para generación de energía a **partir de los desechos**, el aumento de la **combustión industrial** mediante el uso de fuentes de alimentación de varias porciones de **desechos** para reemplazar los combustibles fósiles, la **gasificación y pirólisis** de porciones de desechos separados en la fuente unido a **tecnologías de separación** perfeccionadas y de bajo costo para producir

combustibles y fuentes de alimentación, el **gas del relleno** para la **calefacción** industrial o comercial, la generación de **electricidad** in situ o como fuente de alimentación para **combustibles** sintéticos de gas natural.

Dentro de la categoría de procesos avanzados, se tiene la aplicación de tratamientos conjuntos, como el **mecánico biológico**, para posteriormente una disposición final, sin emisión de gases ni lixiviados.

De manera general y como resumen de los métodos de mitigación de la emisión de GEI, que resultan potencialmente aplicables a la realidad del país, se pueden mencionar:

1. Captura de biogás en rellenos sanitarios

- Con generación eléctrica
- Con entrega de gas purificado para procesos de terceros
- Sin generación eléctrica / sin aprovechamiento del biogás (sólo destrucción del metano)

2. Tratamiento Mecánico Biológico (TMB)

3. Compostaje de residuos orgánicos

4. Biodigestión de residuos orgánicos

5. Reciclaje

6. Aprovechamiento energético de residuos (Waste-to-Energy)

7. Capa de Oxidación de Metano en botaderos

Como se explica en el apartado 2.3.3 (ver Figura 4), se sugiere limitar las tecnologías previstas en el presente mecanismo de mitigación priorizando aquellas que maximicen la relación costo-eficacia considerando: plazo de implementación del MSM (de 2016 a 2021), expectativas relacionadas con la cantidad de proyectos (hasta 5 proyectos piloto), potencial de mitigación (meta: 500.000 tCO₂e reducidas) y subsidio económico basado en resultados disponible (4 Millones de EUR). Con base a estos factores, se recomienda considerar tres tecnologías principales: captura y quema del biogás (sin generación eléctrica / sin aprovechamiento del biogás / sólo destrucción del metano), Tratamiento Mecánico

Biológico (TMB) y Compostaje de residuos orgánicos. Los detalles sobre el funcionamiento de estas tecnologías y la justificación de su inclusión para su consideración en el MSM pueden encontrarse en la sección 3.1.2.

2.3.5 POTENCIAL DE MITIGACIÓN DEL SECTOR A NIVEL NACIONAL

A continuación, se presenta una primera aproximación del potencial de mitigación de GEI del sector RSD y asimilables en el Ecuador. Para este fin se ha utilizado la herramienta “Calculadora MRS-GEI”¹⁷, desarrollada por IFEU y patrocinada por la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GIZ) y el Banco Alemán de Desarrollo (KfW). El objetivo de este análisis preliminar es evaluar si el objetivo de mitigación del presente proyecto (es decir, reducir 500.000 tCO₂e de 2016 a 2021) es realista y alcanzable con la cartera de proyectos presente en el país.

Para la alimentación de los datos del modelo, se han utilizado los parámetros de población proporcionados por el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC) y los datos de generación per cápita de residuos sólidos y la composición de los mismos, de la información proporcionada por el PNGIDS del MAE. Para la simulación del modelo, se utilizaron las instrucciones proporcionadas en el Manual del Modelo. Los principales parámetros adoptados para el modelo aplicado son:

- **Año de análisis:** 2020.
- **Población:** 17.510.643 habitantes (Proyección INEC al año 2020).
- **PPC:** 0,90 Kg/hab/día al año 2020 (Fuente: Presentación PNGIDS noviembre 2014; proyectado con base a un crecimiento del 2% anual).
- **Composición de RSD:** Porcentajes con base a datos del resumen nacional del PNGIDS.
- **Factor de emisión de Electricidad de la Red Nacional:** El valor actual país se estima en 0,4850 tCO₂/MWh del

17 Herramienta descargable en: <http://www.giz.de/expertise/html/4685.html>

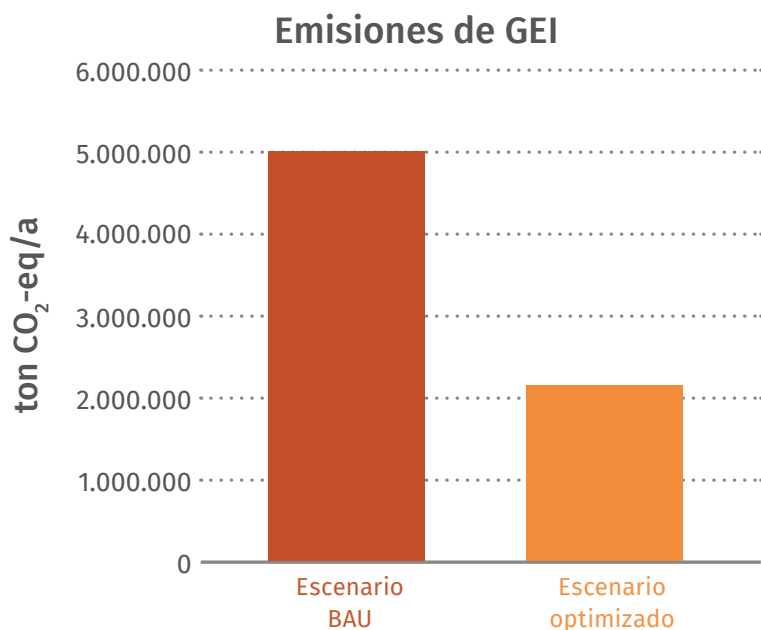
margen combinado para proyectos termoeléctricos e hidroeléctricos año 2012. Dado que el país cambia a un sistema de generación mayoritariamente hidroeléctrico en los próximos años, se estima que para el año 2020 el factor de emisión sería del orden de $0,10 \text{ tCO}_2/\text{MWh}^{18}$.

- **Escenarios de modelación:** Se realiza la modelación en dos escenarios, un escenario BAU (business-as-usual) o tendencial y un escenario optimizado.
- **Escenario BAU:** Las proyecciones se basan en la situación de recuperación de materiales reciclables y de residuos orgánicos existentes, considerando que hasta el 2020 se desarrollan sistemas de gestión integral a nivel de país, contemplando componentes de reciclaje y compostaje. En cuanto a la disposición final se contempla que mayoritariamente se depositan los RSD en rellenos sanitarios sin recolección de biogás (72%), seguidos en menor porcentaje (15%) de rellenos con extracción activa de biogás. Así mismo se considera que la eficiencia de captura de gas es del 15% y que mayoritariamente se quema el biogás (50% del biogás extraído), se ventea un 45% y solamente un 5% del biogás se utiliza para generación de energía
- **Escenario optimizado:** En este escenario se asume que se maximizan los esfuerzos para la minimización de los GEI en el Ecuador, mediante un aumento considerable de sistemas de gestión integral a nivel de país, contemplando componentes de reciclaje y compostaje, y sistemas de extracción activa y quema centralizada del biogás. Se considera que mayoritariamente se implementan rellenos sanitarios con extracción activa de biogás (59%) y que los rellenos sin extracción son del orden del 30%. La eficiencia de captura de gas se asume de un 50% y el tratamiento del biogás es para el 70% de los casos quema, para el 20% generación de energía y para el restante 10% solamente venteo del biogás.

El potencial de reducción de las emisiones de GEI del sector de RSD y asimilables, obtenido a través de la simulación del modelo en ambos escenarios mencionados, se muestra en el gráfico y la figura siguientes:

¹⁸ Se revisaron varios documentos para determinar este valor. Solo existen estimaciones referidas al año 2012: sin embargo, cabe recalcar que la realidad del país está cambiando con la entrada de 7 centrales hidroeléctricas en la red eléctrica del país, por lo que prácticamente la casi totalidad de la generación de electricidad va a ser hidroeléctrica o eólica. Por tanto, se comprobó el valor con el más cercano para esta aproximación, es decir el factor de red de Brasil ($0,05 \text{ tCO}_2/\text{MWh}$ con una generación renovable del orden del 90%).

FIGURA 8. Resultados de emisiones netas para el Escenario BAU y el Escenario Optimizado



Fuente: Los autores, 2015

TABLA 12. Potencial de reducción de emisiones de GEI del sector de RSD y asimilables - Escenario BAU y Escenario optimizado

| Parámetro | Escenario BAU (año 2020) | Escenario optimizado (año 2020) |
|---|-----------------------------|------------------------------------|
| Total de emisiones GEI (t CO ₂ e/año) | 5.006.855 | 2.122.897 |
| Diferencia de GEI comparado con BAU (t CO ₂ e/año) | 0 | -2.883.958 |

Fuente: Los autores, 2015

Como se observa en esta primera aproximación, en el escenario BAU resulta en una emisión de alrededor de 5 MtCO₂e/año al año 2020. Cabe mencionar que esta herramienta utiliza todavía el factor de calentamiento global (Global Warming Potential) de “21” para la conversión del CH₄ a CO₂e, mientras que el factor actual establecido por el IPCC es de “25”. Aplicando el factor de “25”, se estarían emitiendo alrededor de 6 MtCO₂e/año al año 2020 (emisión BAU).

Sin embargo, hay una diferencia importante en comparación al Inventario de Emisiones de GEI del Ecuador del año 2006, donde se contabilizaban alrededor de 8 MtCO₂e en el sector de residuos (ver sección 1.1.4.2). Se estima que la diferencia se debe a que el sector de residuos del inventario no sólo incluía RSD y asimilables, sino además residuos sólidos industriales y residuos líquidos, además de diferencias metodológicas.

Por otra parte, de acuerdo a la tabla anterior, existiría un potencial de mitigación de GEI en el sector de RSD a nivel nacional de casi 2,9 MtCO₂e/año (aplicando el factor “21”), o de casi 3,5 Mt CO₂e/año (con el factor “25”), implementando el Escenario optimizado en comparación al Escenario BAU. Una gran parte de la mitigación provendría de la captación de biogás en los rellenos sanitarios, con o sin generación eléctrica.

Aspectos importantes a considerar

- Debido a la construcción de rellenos sanitarios, reemplazando botaderos, en el marco del PNGIDS, las emisiones de metano provenientes de los sitios de disposición del país aumentarán de manera significativa en un escenario BAU. Este efecto se da por el hecho que en el futuro una mayor parte de los RSD será depositado en rellenos sanitarios que por un lado forman un ámbito anaeróbico que favorece la formación de metano, y por otro los proyectos no obligatoriamente comprenden la captación activa del gas, mientras que los botaderos y la disposición dispersa que representan la realidad actual para una parte importante de los RSD del país generan menos CH₄.
- En un “escenario optimizado” exigente, donde se supone que se maximizan los esfuerzos para la minimización de los GEI y que cuente con un apoyo externo fuerte, p.ej. en el marco de un NAMA o un programa “Pay-for-Performance” masivo, se podría lograr a medio plazo (2020) disminuir las emisiones del sector hasta la mitad.
- Cabe destacar que el “escenario optimizado” no representa un diseño específico de un programa de mitigación con sus tecnologías e inversiones involucradas, sino que muestra la viabilidad de reducir las emisiones de manera significativa bajo condiciones favorables, y a medio plazo.

2.3.6 POLÍTICAS RELEVANTES PARA EL SECTOR: ÁMBITO NACIONAL

En el presente apartado se proporciona un análisis de la legislación aplicable a la regulación de los GEI en el sector de residuos sólidos en el Ecuador, que parte desde los preceptos constitucionales hasta las políticas públicas de cambio climático y residuos sólidos.

En este sentido se desarrolla la identificación de normativa relativa a cambio climático y aplicación o relación jurídica con la gestión de desechos sólidos, para finalmente identificar la aplicación de las normas (leyes y reglamentos) en la mitigación de GEI y la captación de biogás.

2.3.6.1 Marco constitucional del cambio climático en el Ecuador

La Constitución de la República establece los preceptos generales a la mitigación del cambio climático y limitación de gases efecto invernadero y establece mecanismos de gestión estatal para la gestión de desechos sólidos como las competencias. El Art. 414 de la Carta Magna establece que *“El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo”*.

Complementariamente, en materia de residuos sólidos la Constitución de la República establece como competencia exclusiva de los gobiernos autónomos descentralizados municipales prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley. De ésta manera de conformidad con lo dispuesto en el Art. 415 ibídem *“... Los gobiernos autónomos descentralizados municipales desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción, reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos...”*.

2.3.6.2 Convenios internacionales

El Convenio de Viena, al cual el Ecuador se adhirió en abril de 1990, adquiriendo el compromiso de realizar investigación e intercambiar información sobre los efectos de las actividades humanas en la modificación de la capa de ozono, así como la adopción de medidas legislativas y administrativas para la elaboración de políticas que ayuden a limitar, reducir y prevenir actividades que pudieran afectar la capa de ozono.

Otro instrumento parte del ordenamiento jurídico ecuatoriano es el **Protocolo de Montreal**, vigente en el país desde abril de 1990 y sus posteriores enmiendas adquiriendo así los compromisos del Protocolo que hacen referencia a la reducción y eliminación de la producción y uso de gases efecto invernadero (GEI) causantes de la reducción de la capa de ozono en el planeta. Estos gases incluyen los clorofluorocarbonos (CFCs) y los hidroclorofluorocarbonos (HCFCs).

Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático en vigencia en el Ecuador desde el 18 de Enero de 1993, establece la obligación, contenida en el Convenio, de promover y apoyar en cooperación el desarrollo, la aplicación y la difusión, incluida la transferencia, de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal en todos los sectores pertinentes, entre ellos la energía, el transporte, la industria, la agricultura, la silvicultura y la gestión de desechos. Se constituye en una responsabilidad del Estado que debe ser regulada nacionalmente para su aplicación en el territorio en todos los niveles de gobierno en el marco de cada una de sus competencias exclusivas.

El Protocolo de Kioto de la CMNUCC vigente en el Ecuador desde 1998, en el marco de desechos, promueve el desarrollo sostenible y establece cumplir los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones, la elaboración de políticas y formulación de programas nacionales con el sector de gestión de los desechos.

2.3.6.3 Legislación ecuatoriana sobre cambio climático y residuos sólidos

Si bien no existe legislación específica sobre reducción de GEI vinculada a la gestión de residuos sólidos, la normativa ambiental relativa a la prevención y control de la contaminación y de desechos sólidos establece lineamientos generales para ser considerados en los mecanismos de mitigación referidos.

Sin embargo, la legislación sobre residuos sólidos es amplia y difusa, y no existe una ley que de forma específica tenga por objeto la regulación de la gestión integral de desechos sólidos.

En la legislación nacional se utiliza de forma sinonímica y también diferenciada los términos residuos y desechos lo que en la práctica produce interpretaciones y posibles dudas en la aplicación de la técnica legislativa para la estructuración y elaboración de la normativa local de los GADM. A pesar de contar en la normativa técnica nacional una clasificación de desechos, en otras normas se utilizan diferentes clasificaciones generando dispersión normativa.

En cuanto a la legislación ambiental, la **Ley de Gestión Ambiental** establece como uno de los principios de la gestión ambiental nacional el reciclaje y reutilización de desechos y se establece como una de las facultades de la Autoridad Ambiental Nacional (AAN), coordinar con los organismos competentes sistemas de control para la verificación del cumplimiento de las normas de calidad ambiental referentes a desechos y agentes contaminantes.

El **Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomías y Descentralización**, COOTAD, establece la competencia exclusiva de los gobiernos autónomos descentralizados municipales de prestar los servicios públicos de manejo de desechos sólidos. A dicho efecto, se deben observar las políticas nacionales y sus estrategias emitidas por la autoridad ambiental nacional a través del sistema nacional descentralizado de gestión ambiental.

La **Ley Orgánica de Salud** dispone en materia de desechos que la autoridad sanitaria nacional dictará las normas de cumplimiento obligatorio para el manejo de todo tipo de desechos y residuos que afecten la salud humana.

2.3.6.4 Normativa secundaria

La normativa secundaria es muy amplia y dispersa, siendo la principal normativa a nivel nacional en materia de desechos sólidos el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) en el que se encuentra contenido el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos, las Políticas de Desechos Sólidos y la norma técnica de regulación de desechos sólidos previsto como anexo de dicho Libro.

Otras normas secundarias como el **Reglamento para el Manejo de los Desechos Sólidos**, expedido en agosto de 1992, con su última reforma en diciembre de 2006, regula los servicios de almacenamiento, barrido, recolección, transporte, disposición final y demás aspectos relacionados con los desechos sólidos cualquiera sea la actividad o fuente. En materia de reutilización y reciclaje de desechos sólidos únicamente establece como propósitos la recuperación de valores económicos y energéticos que hayan sido utilizados en el proceso primario de elaboración de productos; y, la reducción de la cantidad de basura producida, para su disposición final sanitaria.

2.3.6.5 Políticas públicas sobre cambio climático y residuos

En materia de cambio climático el Ecuador ha desarrollado varias políticas públicas que incorporan aspectos vinculados al sector de residuos sólidos y a la mitigación de los GEI.

En virtud de lo anotado se declara mediante el **Decreto Ejecutivo 1815 de julio del 2009 como política de Estado la adaptación y mitigación al cambio climático**. El MAE estará a cargo de la formulación y ejecución de la estrategia nacional y el plan que permita generar e implementar acciones y medidas tendientes a concienciar en el país la importancia de la lucha contra este proceso natural y antropogénico y que incluyan mecanismos de coordinación y articulación interinstitucional en todos los niveles del Estado. Complementariamente, **la Política No. 3 de las Políticas Ambientales nacionales vigentes desde**

noviembre del 2009 establece la gestión a la adaptación al cambio climático para disminuir la vulnerabilidad social, económica y ambiental”, y como estrategia se plantea “Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en los sectores productivos y sociales”.

El **Plan Nacional de Desarrollo 2013-2017 en su Objetivo 7: Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global**, establece la política 7.10 Implementar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático para reducir la vulnerabilidad económica y ambiental con énfasis en grupos de atención prioritaria.

La **Política de Estado la Estrategia Nacional de Cambio Climático del 2013** determina los sectores y subsectores prioritarios para la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Ecuador, entre ellos el manejo de desechos sólidos y líquidos.

Desde un enfoque administrativo mediante el Acuerdo Ministerial 89 de diciembre del 2013 se establece la **Autoridad Nacional para Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación** conformada por las instancias representativas: El/la Ministro/a del Ambiente quien la preside; y, Coordinación: La Subsecretaría de Cambio Climático del Ministerio del Ambiente como coordinador de la Autoridad Nacional para Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación y facilitador de los mecanismos de financiamiento climático.

En la misma lógica de la política señalada supra, los **Lineamientos Generales Para Planes, Programas y Estrategias De Cambio Climático De Gobiernos Autónomos Descentralizados** vigentes desde julio del 2014 establecen las directrices para la elaboración de Planes, Programas y Estrategias de Cambio Climático de los GADM que manifiesten su voluntad de obtener la Carta de Aprobación del Ministerio del Ambiente una vez cumplido el procedimiento establecido.

En este mismo contexto se desarrolla una herramienta clave para generar proyectos dirigidos a reducir los GEI a través de las **normas de la Autoridad Ambiental Nacional para Carbono Neutral** estableciéndose las funciones de dicha autoridad para el desarrollo de procedimientos del sello de carbono neutral y procedimientos para la obtención, del mismo, para dicho efecto se han

instrumentalizado los **Mecanismos para otorgar el Reconocimiento Ecuatoriano Ambiental “Carbono Neutral”** publicados mediante el Acuerdo Ministerial 264 publicado en el Registro Oficial 349 de 7 de octubre de 2014, y el **Instructivo para Calificar y Registrar Consultores de Carbono Neutral**.

Complementariamente se establecen los **Lineamientos del Plan Nacional de Cambio Climático (PNCC)**, como un instrumento en continua actualización, de carácter transversal en las políticas del Gobierno Nacional, que busca fortalecer la coordinación con los actores del sector público con enfoque sectorial implica identificar y agrupar las medidas y acciones en el ámbito de la mitigación, adaptación y el fortalecimiento de condiciones.

La **Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC)** expedida mediante el Acuerdo Ministerial No. 095 de fecha 19 de julio de 2012, publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 9 del 17 de junio del 2013.

Políticas nacionales relevantes en materia de residuos sólidos

Las políticas de residuos sólidos se encuentran comprendidas en el Libro VI de la Calidad Ambiental, Título II Políticas Nacionales de Residuos Sólidos, del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, y dispone que: *El Estado Ecuatoriano declara como prioridad nacional la gestión integral de los residuos sólidos en el país, como una responsabilidad compartida por toda la sociedad, que contribuya al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas intersectoriales nacionales*. Algunas de las políticas sobre residuos son:

- Prevención y minimización de los impactos de la gestión integral de residuos sólidos al ambiente y a la salud, con énfasis en la adecuada disposición final.
- Impulso y aplicación de mecanismos que permitan tomar acciones de control y sanción, para quienes causen afectación al ambiente y la salud, por un inadecuado manejo de los residuos sólidos.

- Armonización de los criterios ambientales y sanitarios en el proceso de evaluación de impacto ambiental y monitoreo de proyectos y servicios de gestión de residuos sólidos.
- Construcción de una cultura de manejo de los residuos sólidos a través del apoyo a la educación y toma de conciencia de los ciudadanos.
- Garantía de sostenibilidad económica de la prestación de los servicios, volviéndolos eficientes y promoviendo la inversión privada.

Se han desarrollado otras políticas públicas específicas como la **Política de Industrialización Reciclaje y Tratamiento Desechos Sólidos y Líquidos**, emitida mediante el Acuerdo Ministerial # 397 publicado en Registro Oficial Suplemento # 71 de 20 de noviembre de 2009 con la que se establece la industrialización del reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos, de igual forma se declara como sector estratégico la industria del reciclaje y la generación de energía eléctrica a partir de desechos sólidos.

Las **Políticas Generales para Gestión Integral de Plásticos en el Ecuador** publicadas mediante el Acuerdo Ministerial # 19 en el Registro Oficial # 218 de 03 de abril de 2014 establecen lineamientos con relación a las formas de producción del sector plástico del país, mediante el fomento de: producción más limpia, eficiencia energética, responsabilidad social; bajo el principio de prevención y responsabilidad extendida.

2.3.6.6 Regulación sobre biogás captado en los sitios de disposición

Conforme a lo anotado, la Constitución de la República establece preceptos macro relativos a la soberanía energética y la vinculación con la aplicación y promoción en el sector público y privado de la eficiencia energética, el desarrollo, y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como las energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en peligro el equilibrio ecológico conforme lo establecen los artículos 15 y 413 ibidem.

Los preceptos constitucionales se encuentran incorporados en las políticas públicas nacionales de cambio climático y residuos sólidos consideradas en el presente análisis, por tanto, al considerarse el uso de biogás como una energía alternativa conforme a lo que establece la Resolución del CONELEC con la cual se realiza la Codificación de la Regulación No. CONELEC 001/13 para: “La participación de los generadores de energía eléctrica producida con Recursos Energéticos Renovables No Convencionales”, la captación de biogás para la generación de energía se encuentra amparada como una política pública, en razón de la promoción de energías renovables, para lo cual hay que someterse a los procedimientos establecidos en materia ambiental y energética. En consecuencia, de lo anotado la captación de biogás y su utilización como energía se somete a la condición de energías renovables y alternativas, que en la legislación de Ecuador se encuentra fundamentalmente regulada en el sector eléctrico. En este sentido los Preceptos constitucionales que recoge la Ley del Régimen del Sector Eléctrico establece en su artículo 63 que el Estado fomentará el desarrollo y uso de los recursos energéticos no convencionales a través de los organismos públicos, la banca de desarrollo, las universidades y las instituciones privadas.

El CONELEC es la autoridad competente para otorgar los títulos habilitantes respectivos y determinar tratamiento preferente como generador no convencional, para lo cual deberá cumplir los requisitos establecidos para el efecto.

Complementariamente el “Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones” establece varios incentivos de índole tributaria a aquellos proyectos de energía producida con recursos energéticos renovables no convencionales como eólica, biomasa, fotovoltaica, como reducción del impuesto a la renta. Estos incentivos son concordantes con las disposiciones contenidas en la Ley de Gestión Ambiental y en las políticas ambientales al establecer los incentivos a actividades productivas que se enmarquen en la protección del medio ambiente, el manejo sostenible de los recursos naturales y tecnologías y procedimientos ambientalmente sostenibles.

ACTUALIZACIÓN (ABRIL 2018)

El 8 de junio del 2016, por medio de la Resolución No. 031/16, el Directorio de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (Arconel) acogió los informes de la Administración de contenidos y derogó la Codificación de la Regulación No. CONELEC 001/13 para la “Participación de los generadores de energía eléctrica producida con recursos energéticos renovables no convencionales”. Solo los proyectos de generación de energía eléctrica que ya habían obtenido el Certificado de Calificación u oficio expedido por la Arconel, tuvieron la posibilidad de obtener el correspondiente Título Habilitante, dentro un plazo determinado. Los que estaban en el proceso de solicitud dieron por terminado el trámite.

2.3.6.7 Conclusiones preliminares acerca del marco normativo de la mitigación de GEI en el sector de residuos sólidos

- La Constitución de La República establece varios lineamientos relativos a la mitigación y adaptación del cambio climático desde las obligaciones del Estado para incentivar la aplicación de tecnologías alternativas y ambientalmente amigables hasta la eficiencia energética mediante la aplicación de mecanismos de conservación y de prevención y control de la contaminación ambiental. Estos preceptos, vinculados a las disposiciones constitucionales para la gestión de desechos sólidos fundamentalmente, en cuanto a las competencias exclusivas de los GADM municipales para la prestación del servicio del manejo de desechos sólidos, se articulan en la aplicación de instrumentos para la prevención de la contaminación fundamentados en las prohibiciones relativas a desechos peligrosos, incentivos de energías renovables y el régimen de responsabilidad ambiental a ejercerse en el marco de la justicia ambiental.
- La normativa de residuos sólidos no vincula su gestión con la disminución de los GEI, puesto que se concentra en las fases para la gestión integral de desechos.
- La regulación de GEI en el sector de residuos sólidos se encuentra establecida como política pública y estrategias nacionales, mas no en normas jurídicas en donde se establezca la obligatoriedad de realizar la captación de biogás en el sector de residuos sólidos.
- En el Ecuador las políticas públicas sobre cambio climático establecen las directrices para la generación de proyectos dirigidos a mitigar los GEI, promover mecanismos productivos sustentables y prestación de servicios vinculados a la prevención de la contaminación, desarrollar una institucionalidad rectora y la participación institucional de los diferentes niveles de gobierno en la gestión operativa de las políticas. Éstas políticas públicas han identificado como sector prioritario para ser aplicadas y promover la disminución de GEI el sector de residuos sólidos, a través de la captación de biogás como energía no convencional. Por tanto los municipios en ejercicio de su competencia exclusiva para el manejo de desechos sólidos podrán generar proyectos y mecanismos de captación de biogás para la generación de energía.

En la legislación ecuatoriana no existe una regulación que establezca la obligación de captar el biogás de forma activa en la gestión de residuos sólidos. Sin embargo, en el cierre técnico de los botaderos sí se debe considerar la implementación de captura pasiva de biogás mediante la instalación de chimeneas, si bien no es obligatoria la quema de este biogás. A pesar de este requerimiento, en la práctica algunos sitios no tienen chimeneas de venteo, otros disponen de ellas pero no funcionan o no están operativas, y otros disponen de ellas y sí que se encuentran operativas.

2.3.7 POLÍTICAS RELEVANTES PARA EL SECTOR: ÁMBITO INTERNACIONAL

2.3.7.1 Antecedentes

El cambio climático y los efectos asociados del calentamiento global han sido reconocidos como una de las mayores amenazas para nuestro planeta. En particular, los países en desarrollo corren altos riesgos debidos a su vulnerabilidad frente el cambio climático, que puede llevar a graves daños, no solamente desde un punto de vista económico, sino también desde un punto de vista social y medioambiental. Para reducir el impacto de estos posibles efectos, es necesario establecer un marco de colaboración internacional basado en los principios de responsabilidad, equidad, cooperación y solidaridad.

El Quinto Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático¹⁹ (*IPCC*, por sus siglas en inglés) confirmó que el calentamiento del sistema climático es inequívoco y que las actividades humanas están cambiando el clima de nuestro planeta (IPCC, 2014). La influencia humana sobre el sistema climático de la Tierra es un fenómeno claro y científicamente probado. Los recientes niveles de emisiones antropogénicas de GEI son los más altos en la historia del planeta.

Este Informe, así como numerosos otros estudios, demuestran claramente que las emisiones de GEI (ver capítulo 2.3.2) deben reducirse drásticamente para

¹⁹ Ver: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/> (último acceso: 24.04.2015)

mantener los efectos asociados al cambio climático entre límites razonablemente controlables. Durante las últimas décadas, se ha registrado un fuerte crecimiento en las emisiones de GEI, especialmente de los países emergentes y en desarrollo. Por lo tanto, la implementación de medidas de mitigación podría representar una vía de desarrollo sostenible hacia una transición a economías con bajas emisiones de GEI.

En este contexto, la CMNUCC, que representa el primer tratado internacional sobre el tema del Cambio Climático, fue adoptada en 1992 en la Sede de las Naciones Unidas en Nueva York para “estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera para impedir interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático” (CMNUCC, 1992). La CMNUCC entró en vigor en 1994 y la componen 195 partes²⁰. A partir del año 1995 (COP1 en Berlín) la CMNUCC organiza anualmente las Conferencias de las Partes (COP) para evaluar el progreso en la lucha contra el cambio climático.

En la tercera COP (COP3 en Kioto) en el año 1997, las Partes establecieron el “Protocolo de Kioto”, definiendo las obligaciones jurídicamente vinculantes para los países desarrollados a reducir sus emisiones de GEI. El Protocolo de Kioto entró en vigor en 2005: los países industrializados que lo ratificaron se comprometieron a reducir las emisiones de GEI de un 5% respecto a los niveles de 1990 durante un período inicial de compromiso de cinco años (2008 a 2012).

En la COP16 en Cancún en 2010 las Partes definieron el objetivo de **limitar la temperatura global en 2°C** en comparación con la temperatura de la época preindustrial. De esta manera, la CMNUCC establece un marco general para los esfuerzos internacionales para abordar el desafío del cambio climático.

Cuando se estableció, la CMNUCC no incluía la posibilidad de usar mecanismos de mercado de carbono flexibles como instrumentos para la lucha frente al cambio climático. Bajo el primer periodo de compromiso del Protocolo de Kioto se han introducido tres mecanismos de flexibilidad del mercado de carbono: el Mecanismo

²⁰ Ver: http://unfccc.int/essential_background/convention/status_of_ratification/items/2631.php (último acceso: 24.04.2015)

de Desarrollo Limpio (MDL), Aplicación Conjunta (AC) y el sistema de comercio de los certificados de emisiones (ETS). El segundo período de compromiso del Protocolo de Kioto comenzó el 1 de enero de 2013 y durará hasta el 31 de diciembre de 2020. Si bien los mecanismos continúan, solamente una parte de los países industrializados se ha comprometido. Por esta razón, en el marco internacional de la política del cambio climático la cuestión de los nuevos mecanismos de mercado de carbono está creciendo.

Mientras que el MDL se basaba en proyectos específicos de mitigación, los nuevos mecanismos pueden tener un alcance más amplio. En particular, hasta 2020 los países en desarrollo no estarán sujetos a límite de emisiones vinculante bajo la CMNUCC. Por lo tanto, ellos se integran actualmente en el régimen de política climática internacional a través de un proceso de “compromiso y revisión” (*pledge-and-review* en inglés). Actualmente, los países en desarrollo **implementan voluntariamente Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas** (NAMA, por sus siglas en inglés) para garantizar que sus emisiones de GEI se reduzcan por debajo del “escenario tendencial” o *business-as-usual* (BAU, por sus siglas en inglés), y por lo tanto contribuir al esfuerzo (casi) global de limitar la temperatura mundial en 2°C respecto a los niveles preindustriales. Las NAMA pueden estar respaldadas por financiación, transferencia de tecnología o desarrollo de capacidades por parte de los países industrializados.

2.3.7.2 Desarrollo de mecanismos sectoriales de mitigación en el marco de la CMNUCC

En la COP13 de Bali en el año 2007 comenzaron las negociaciones de las Partes para encontrar un acuerdo vinculante y definir la estructura de un régimen climático para el período posterior al primer periodo de compromiso del Protocolo de Kioto (es decir, post-2012). Durante la COP en Bali se desarrolló un plan de acción (conocido como el “Plan de Acción de Bali”) para facilitar las negociaciones de la COP 15 en 2009. Como parte de medidas de mitigación, se discutieron los mecanismos sectoriales de cooperación y las medidas específicas para determinados sectores. Los debates se centraron principalmente en el concepto de los Nuevos Mecanismos

de Mercado (NMM, por sus siglas en inglés). Los NMM son enfoques sectoriales que tienen como objetivo cubrir grandes sectores económicos (p.ej. el sector “agricultura”, el sector “transporte”, el sector “desechos”, etc.) que permitan reducir las emisiones de GEI en una escala más grande que la de los mecanismos de proyectos únicos, como en el caso de los proyectos bajo el MDL.

Los países de la Unión Europea (UE), junto con Japón, Australia y Nueva Zelanda fueron algunos de los principales promotores de los NMM; la UE, por ejemplo, había desarrollado e introducido el concepto de “mecanismo de crédito sectorial” y del “intercambio de cuotas de emisiones sectoriales” ya en la COP14 en Poznan en 2008. Sin embargo, los debates sobre los NMM han sido difíciles; si bien, de un lado, los mecanismos sectoriales contaban con el apoyo de los países industrializados, por otro lado, los países en desarrollo se mostraron escépticos respecto a su introducción. En particular, los gobiernos de Bolivia y Venezuela han presentado una fuerte oposición a los NMM y han bloqueado eficazmente todas las negociaciones sobre este tema.

Aunque las negociaciones a la hora de la COP15 en Copenhague en 2009 no consiguieron lograr un acuerdo para un nuevo tratado vinculante que suceda al Protocolo de Kioto, la gran mayoría de los países miembros aceptó un acuerdo político que incluya una referencia a los NMM. En la COP16 en Cancún en 2010 las Partes decidieron considerar el establecimiento de uno o más mecanismos de mercado en virtud de las negociaciones de la CMNUCC para mejorar la relación coste-eficacia de las medidas de mitigación y promoverlas. La COP17 en Durban en 2011 aceptó una “definición” de los NMM en el marco de la CMNUCC. La definición e implementación de los NMM debería ser finalizada a más tardar en el año 2015 cuando en la COP21 en París se intentará lograr un acuerdo jurídicamente vinculante para los países miembros de las CMNUCC a partir de 2020.

2.3.7.3 Sector Residuos Sólidos y Cambio Climático en el contexto internacional

A nivel internacional, los proyectos de mitigación del cambio climático en el sector residuos sólidos generalmente están respaldados por estrategias políticas y marcos normativos que fomentan la reducción de emisiones de GEI en el sector a través de tecnologías adecuadas, como por ejemplo las tecnologías de aprovechamiento energético de los residuos, o a través de políticas de reciclaje, reutilización o minimización de los mismos. En algunos casos en los países desarrollados, las políticas de cambio climático están estrechamente relacionadas a las políticas de gestión de residuos: esto es el caso de algunos países industrializados, como el Japón y la UE (IPCC, 2007).

En la mayoría de los casos, los instrumentos de políticas utilizados para la mitigación en el sector residuos prevén la formulación y aplicación de normativas. Sin embargo, otras medidas de mitigación como el reciclaje, la minimización de los residuos y la implementación de algunas tecnologías de gestión de residuos pueden ser fomentadas a través de incentivos económicos. Generalmente, en los países industrializados se establecen incentivos para el reciclaje y la minimización de la generación de residuos en la fuente²¹, mientras que para los países en desarrollo la prioridad política y medioambiental es limitar su vertido directo al medioambiente. Entre las medidas de mitigación en el sector residuos sólidos a nivel global se encuentran: la reducción de las emisiones de GEI de los rellenos sanitarios, el uso de tecnologías de aprovechamiento energético de los desechos (p.ej. incineración u otros procesos térmicos para “waste-to-energy”), la minimización de los residuos y el reciclaje, y la recuperación de biogás en rellenos sanitarios a través de proyectos del MDL. Estos conceptos están resumidos en la siguiente tabla.

²¹ Ver por ejemplo el caso de la minimización de residuos a la fuente adoptado por la ciudad de Zúrich en Suiza: <http://www.siemens.com/entry/cc/en/greencityindex.htm> y http://www.siemens.com/entry/cc/features/greencityindex_international/all/en/pdf/report_en.pdf (último acceso: 24.04.2015)

**TABLA 13. Ejemplo de políticas e instrumentos
para mitigación en el sector residuos sólidos**

| POLÍTICAS Y MEDIDAS | ACTIVIDAD AFECTADA | GEI | TIPO DE INSTRUMENTO |
|---|--|------------------------------------|---|
| Reducción de las emisiones de GEI de los rellenos sanitarios | | | |
| Estándar de desempeño del relleno sanitario para reducir las emisiones de metano (CH ₄) a través de la captura y/o la quema del biogás, con o sin recuperación de energía | Gestión de rellenos sanitarios | CH ₄ | Normativas e incentivos económicos |
| Reducción de la materia orgánica biodegradable de los desechos dispuestos en rellenos sanitarios | Disposición de residuos biodegradables | CH ₄ | Normativas |
| Subvenciones para la construcción de plantas de incineración combinada con estándares de eficiencia energética | Estándares de rendimiento de las plantas de incineración | CH ₄ CO ₂ | Normativas |
| Exención de impuestos para la electricidad generada por la incineración de los residuos con recuperación de energía | Recuperación de energía de la incineración de los residuos | CH ₄ CO ₂ | Incentivos económicos |
| Promoción de la minimización de la generación de los residuos y del recicló | | | |
| Responsabilidad ampliada del productor | Fabricación de productos; | | |
| | Recuperación de productos usados; | CH ₄ CO ₂ | Normativas; Programas Voluntarios |
| Sistemas de tarificación puntual («pagar por tirar») | Disposición de los residuos | Gases fluorados | |
| | Recuperación de productos usados; | | |
| | Disposición de los residuos | CH ₄ CO ₂ | Incentivos económicos |

| POLÍTICAS Y MEDIDAS | ACTIVIDAD AFECTADA | GEI | TIPO DE INSTRUMENTO |
|---|--|------------------------------------|---|
| Impuesto sobre el vertido de residuos | Recuperación de productos usados; | CH ₄ | Normativas |
| | Disposición de los residuos | CO ₂ | |
| Recogida selectiva en origen y recuperación de fracciones de residuos específicas | Recuperación de productos usados; | CH ₄ | Subvenciones |
| | Disposición de los residuos | CO ₂ | |
| Promoción del uso de productos reciclados | Fabricación de productos | CH ₄ CO ₂ | Normativas; Programas Voluntarios |
| Proyectos MDL y Ejecución Conjunta (EC) en el sector de la gestión de los residuos sólidos | | | |
| Proyectos MDL y Ejecución Conjunta | Recuperación del biogás en rellenos sanitarios | CH ₄ CO ₂ | Mecanismos del Protocolo de Kioto (incentivo económico) |

Fuente: Adaptado de IPCC, 2007

2.3.8 OPCIONES DE FINANCIAMIENTO NACIONAL E INTERNACIONAL

El objetivo de esta sección es proporcionar una visión en conjunto sobre las principales opciones de fuentes de financiamiento a nivel nacional e internacional para medidas de mitigación en el sector de residuos sólidos y proporcionar la estructura para incentivos financieros a nivel nacional e internacional para proyectos de mitigación en el sector, a los que potencialmente los promotores de proyectos piloto (GADM/Mancomunidades) en el marco del MSM podrían acceder en paralelo al incentivo financiero proporcionado por CAF-KfW-UE.

2.3.8.1 Fuentes de Financiamiento Nacional

Se han considerado en este análisis de fuentes de financiamiento nacional exclusivamente fuentes de banca pública, debido a que el proyecto es de gestión pública.

En el Ecuador el financiamiento público está a cargo de seis instituciones financieras que son financiadas con recursos del Estado Central. Dichas instituciones financieras son:

- Banco Ecuatoriano de la Vivienda (BEV);
- Banco Nacional de Fomento (BNF);
- Banco de Desarrollo del Ecuador (BDE);
- Corporación Financiera Nacional (CFN);
- Instituto Ecuatoriano de Crédito Educativo (IECE);
- Fondo de Desarrollo Indígena (FODEPI).

Estos bancos e instituciones otorgan créditos a los ecuatorianos para su destino en actividades comerciales, microempresariales, consumo, vivienda, educación e inversión pública.

Se reporta la estructura de colocación acumulada de créditos a octubre del 2014, por cada una de las instituciones financieras de la banca pública, en la tabla siguiente.

TABLA 14. Estructura de otorgación de créditos por cada una de las instituciones financieras de la banca pública acumulada a octubre del 2014

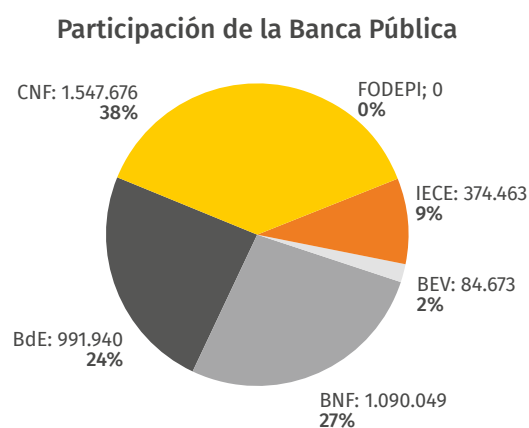
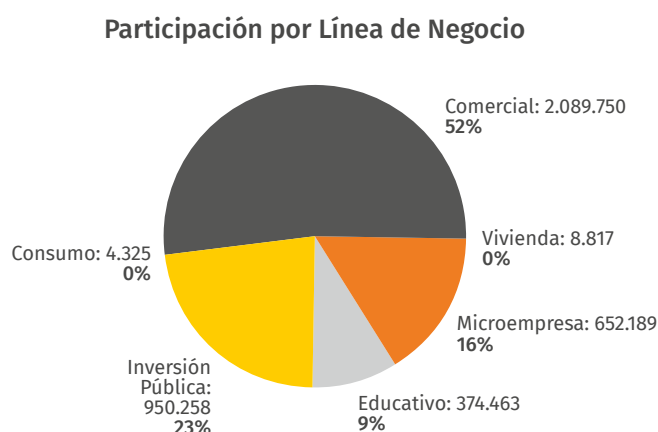
| BANCA PÚBLICA - CARTERA BRUTA POR LÍNEA DE NEGOCIO A Octubre del 2014 (En miles de USD) | | | | | | | |
|--|-----------|---------|----------|---------------|-----------|-------------------|-----------|
| INSTITUCIÓN FINANCIERA | Comercial | Consumo | Vivienda | Micro-empresa | Educativo | Inversión Pública | TOTAL |
| Banco Ecuatoriano de la Vivienda - BEV | 75.983 | 0 | 8.690 | 0 | 0 | 0 | 84.673 |
| Banco Nacional de Fomento - BNF | 447.756 | 4.325 | 0 | 637.969 | 0 | 0 | 1.090.050 |
| Banco de Desarrollo del Ecuador - BDE | 41.683 | 0 | 0 | 0 | 0 | 950.258 | 991.941 |

BANCA PÚBLICA - CARTERA BRUTA POR LÍNEA DE NEGOCIO

A Octubre del 2014 (En miles de USD)

| INSTITUCIÓN FINANCIERA | Comercial | Consumo | Vivienda | Micro-empresa | Educativo | Inversión Pública | TOTAL |
|---|------------------|--------------|--------------|----------------|----------------|-------------------|------------------|
| Corporación Financiera Nacional - CFN | 1.533.329 | 0 | 127 | 14.220 | 0 | 0 | 1.547.676 |
| Instituto Ecuatoriano de Crédito Educativo IECE | 0 | 0 | 0 | 0 | 374.463 | 0 | 374.463 |
| Fondo de Desarrollo Indígena - FODEPI | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 2.098.751 | 4.325 | 8.817 | 652.189 | 374.463 | 950.258 | 4.088.803 |

Fuente: Superintendencia de Bancos del Ecuador, 2014

FIGURA 9. Participación de créditos otorgados por Institución**FIGURA 10.** Participación de créditos otorgados por Línea de Negocio

Fuente: Superintendencia de Bancos del Ecuador, 2014

De las figuras precedentes, y en particular la Figura 9, se puede deducir que la institución financiera que mayor participación tiene, es la CFN con un valor de 1.548 millones de USD que representa un 38% del total de la cartera, le sigue el Banco Nacional de Fomento con un valor de 1.090 millones de USD que representa un 27% y en tercer lugar se encuentra el BDE con un valor de 992 millones de USD que representa un 24% del total de la cartera; siendo la cartera total 4.089 millones de USD.

En cambio la Figura 10 indica que la Banca Pública atiende mayoritariamente el crédito comercial con un valor 2.099 millones de USD que representa un 52% del total de la cartera, complementariamente el microcrédito con un valor de 652 millones de USD que representa un 16% y que entre los dos cubren un 68% contribuyendo así, a la productividad del país; a continuación se encuentra la cartera en inversión pública y que es exclusivamente atendida por el BDE principalmente a los GAD, con un valor de 950 millones de USD y que representa un 23% de la cartera total.

Como puede comprobarse, la única institución que financia inversión pública a GADM y Mancomunidades es el BDE, del cual es preciso matizar que dicha financiación es para inversión, no para operación. En conclusión, para cubrir los costos de operación y mantenimiento no se podrá solicitar un crédito al BDE, dichos costos deberán ser cubiertos por el propio proyecto o en caso de existir un déficit deberá ser cubierto por el Municipio vía subsidio. Cabe mencionar que el BDE cuenta con fondos provenientes de la CAF y KfW a través del Programa de Saneamiento Ambiental para el Desarrollo Comunitario (PROMADEC), lo cual es una fuente de financiación relevante para las potenciales Actividades de Mitigación desarrolladas por los GADM dentro del MSM.

a) Fuentes de autofinanciamiento

- **1) Tarifas de residuos sólidos:** esta tasa de servicio se constituye en un ingreso que los GADM cuentan en el período de operación y mantenimiento, en su gran mayoría es recaudada dentro de la planilla de energía eléctrica, debido a la mayor cobertura de contribuyentes y eficiencia de cobro; no obstante, algunos GADM recaudan por medio de la planilla de agua potable, impuesto predial o planilla autónoma de recolección de residuos. Estas modalidades de cobro lamentablemente generan una altísima cuenta por cobrar. De acuerdo con la nueva “Ley orgánica del servicio público de energía eléctrica”, a partir de enero 2016 las empresas de distribución y comercialización eléctrica podrán continuar cobrando este servicio, solamente a través de una factura independiente.

ACTUALIZACIÓN (ABRIL 2018)

La Regulación No. CONELEC – 004/11 del 2011 del Tratamiento para la energía producida con Recursos Energéticos Renovables No Convencionales tuvo vigencia hasta el 20 de mayo de 2013. Por lo tanto, esta no aplica para los proyectos del MSM. Esta regulación tuvo un impacto positivo y permitió el desarrollo de los proyectos de generación de energía en Quito y Cuenca.

- 2) **Tarifas preferenciales para la generación de energía eléctrica renovable:** El Gobierno ecuatoriano impulsa un cambio en la matriz de energética, y, mediante Regulación No. CONELEC – 004/11 del 2011, ha definido el marco regulatorio para el establecimiento de proyectos de energías renovables no convencionales como: eólica, biomasa, biogás, fotovoltaica, geotermia y centrales hidroeléctricas de hasta 50 MW de capacidad instalada. La intención del Gobierno es pasar del 0,01% de participación de este tipo de energía dentro de la oferta suministrada en el 2006, al 1,61% en el 2016. Mediante Resolución No. 017/12 del 2012, se determina los nuevos precios preferentes que se pagarán por este tipo de energía que ingrese al sistema interconectado del país, así:

TABLA 15. Precios preferentes para proyectos de generación de energía renovable (Actualización Abril 2018: valores no vigentes)

| CENTRALES | Territorio Continental USD/kWh | Territorio Insular de Galápagos USD/kWh |
|-------------------------|-----------------------------------|--|
| EÓLICAS | 9,13 | 10,04 |
| FOTOVOLTAICAS | 40,03 | 44,03 |
| SOLAR TERMOELÉCTRICA | 31,02 | 34,12 |
| CORRIENTES MARINAS | 44,77 | 49,25 |
| BIOMASA Y BIOGÁS < 5 MW | 11,05 | 12,16 |
| BIOMASA y BIOGÁS > 5 MW | 9,60 | 10,56 |
| GEOTÉRMICAS | 13,21 | 14,53 |

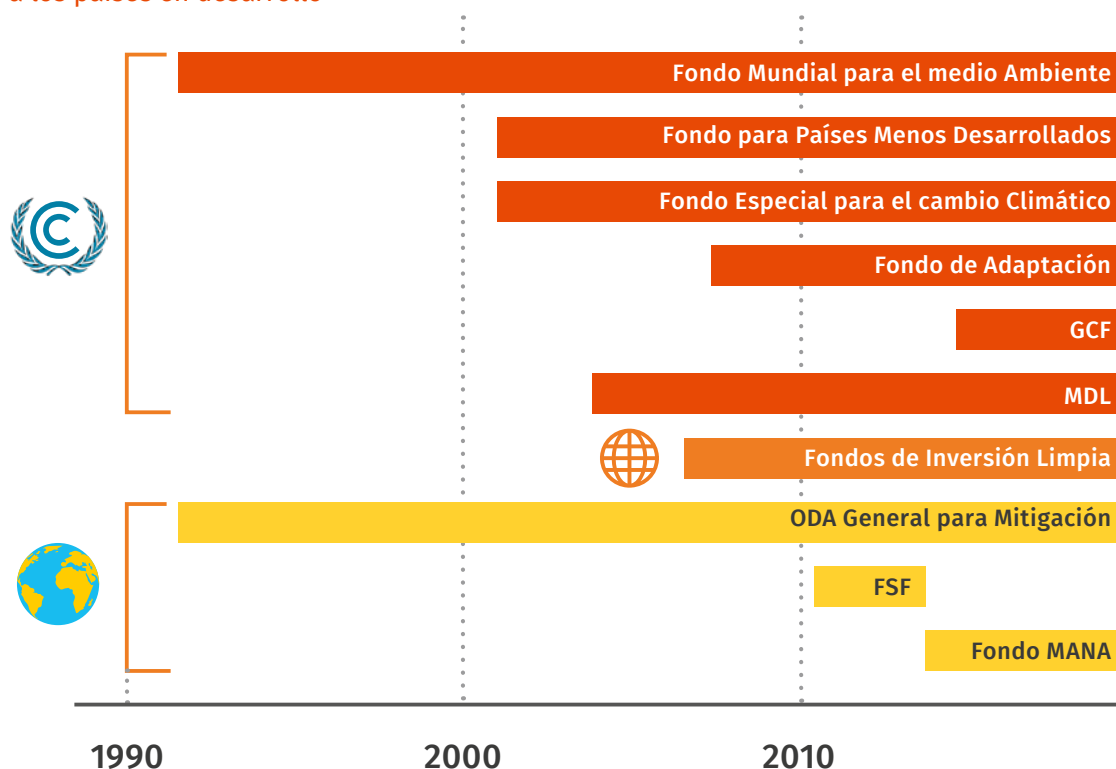
Fuente: Resolución No. 017/12.
Directorio del Consejo Nacional de Electricidad – CONELEC

- 3) **Mecanismos de financiamiento del Gobierno:**
El PNGIDS, junto con el Instituto Nacional de Preinversión (INP), apoyan a los GADM con recursos no reembolsables para los estudios de diseño y cierres técnicos de botaderos de basura. Hasta el año 2013, el BDE entregaba créditos a los GADM para la ejecución de proyectos de rellenos sanitarios, con un subsidio de hasta el 70% aproximadamente; sin embargo, este subsidio se eliminó para redistribuirlo a otro sector.

2.3.8.2 Fuentes de Financiamiento Internacional

Las fuentes de financiamiento internacional para proyectos de mitigación son múltiples y relacionadas con el panorama de la política del cambio climático (ver sección 2.1.7). Desde el establecimiento de la CMNUCC en 1992, el volumen de financiamiento internacional de mitigación ha experimentado un incremento sustancial (ver Figura 11 y Figura 12).

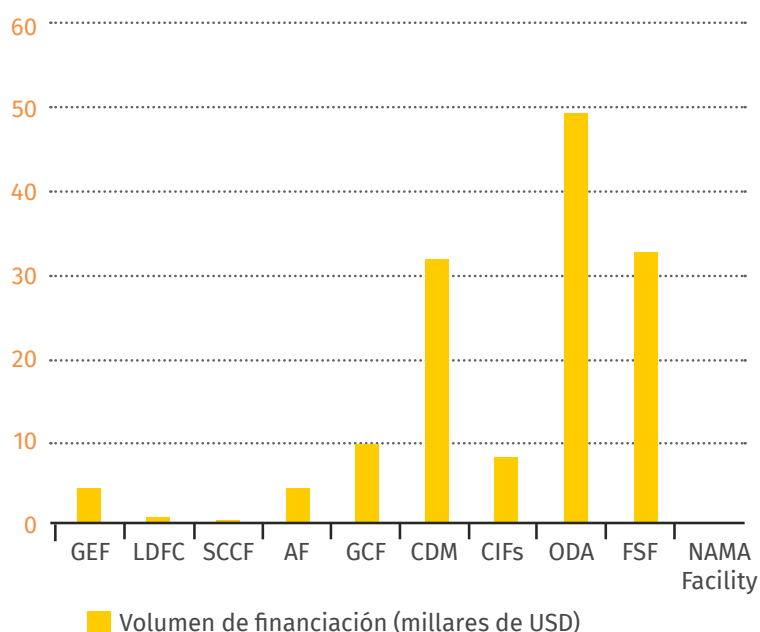
FIGURA 11. Evolución histórica de los instrumentos de financiamiento de mitigación que involucra a los países en desarrollo



Fuente: Ilustración propia, 2014; Notas: FSF = "Fast-track Financing" (en español: financiación por vía rápida), GCF: "Green Climate Fund" (en español: Fondo Verde para el Clima)

En este sentido, una de las más importantes contribuciones a los esquemas de financiamiento se da a finales del 2014 en el marco de la COP 20 en Lima. Varios países habían anunciado “promesas de mitigación” como contribuciones financieras al Fondo Verde para el Clima (GCF)²², alcanzando un nivel de 9.6 billones de dólares estadounidenses²³. El GCF fue adoptado como mecanismo financiero de la CMNUCC a finales de 2011. Su objetivo es contribuir a la consecución de los objetivos de mitigación y adaptación al cambio climático de la comunidad internacional. Con el tiempo se espera que este instrumento se convierta en el principal mecanismo de financiamiento multilateral para apoyar las acciones climáticas en los países en desarrollo. El GCF se estableció en diciembre de 2010, durante la COP16 en Cancún.

FIGURA 12. Volúmenes financieros acumulados de los diferentes instrumentos de financiamiento



Fuente: Los autores, 2015.

En el panorama actual de las fuentes de financiación internacional, existen las siguientes principales líneas de vehículos de financiamiento:

22 Ver <http://www.gcfund.org/> (último acceso: 27.04.2015)

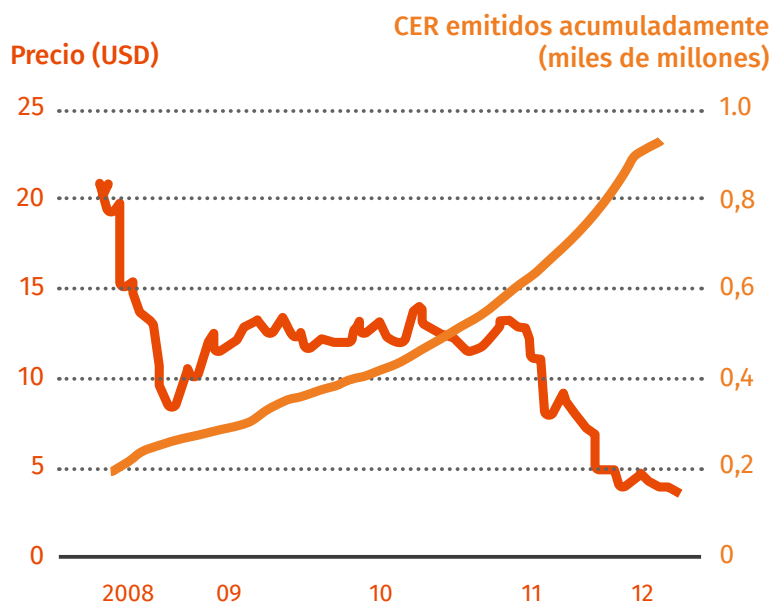
23 El valor de los compromisos antes de la COP20 en Lima era de 9,3 billones de USD; al final de la COP20, los compromisos llegaron a 10,2 billones de USD; la subida del cambio de moneda del USD respecto al EUR ha reducido el volumen desde 10,2 billones de USD a 9,6 billones de USD (cambio del 6 de enero de 2015)

- **Varios Fondos Multilaterales bajo la CMNUCC:** financiados a través de la contribución de los países industrializados;
- **Fondos Multilaterales administrados por el Banco Mundial:** financiado por la contribución de los países industrializados;
- **El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL):** regulado por la CMNUCC pero que moviliza pagos desde los países industrializados para la adquisición de Certificados de Emisiones Reducidas (CER), que disponen de un mercado propio;
- **Flujos financieros bilaterales:** principalmente como Asistencia Oficial para el Desarrollo (ODA, por sus siglas en inglés), algunas veces a través de vehículos específicos como el Fondo NAMA (NAMA Facility) Anglo-Alemán, o bajo etiquetas (p.ej. “Fast-track Financing” - en español: “financiación por vía rápida” - resultado del acuerdo de la CMNUCC de Copenhague, que desbloqueó USD 30 billones entre el 2010 y el 2012 para proyectos relacionados con la lucha contra el cambio climático.

Desde el año 2012, el mercado del MDL está en una fase de crisis, debido a la expiración del primer periodo de compromiso del Protocolo de Kioto (2008-2012) que ha llevado el precio de los CER a bajar desde cerca de 20 USD por tCO₂e reducida (agosto 2008) hasta un precio menor de 5 USD por tCO₂e en 2012 (ver Figura 13). Al momento de redactar el presente informe, los valores actuales de los CER son de 0,45 USD por tCO₂e²⁴. Esto implica que los proyectos MDL ya no son rentables debido al bajo precio de las certificaciones.

24 Valor de sCER: €0,40/t (Point Carbon/Thomson Reuters - Carbon Market Trader del 11 de marzo de 2015). El valor en USD ha sido calculado aplicando la tasa de cambio del 15.05.2015: 1 USD = 0,88 EUR.

FIGURA 13. Histórico de precios de los Certificados de Emisiones Reducidas (CER).



La figura muestra la evolución del precio de los CER y la cantidad acumulada de CER emitidos entre los años 2008 y 2012. Origen de datos: Thomson Reuters Point Carbon, 2012

Por tanto, otros mecanismos “híbridos” (p.ej. los Fondos de Mecanismos de Kioto del Banco Mundial – no reportados en la Figura 12 arriba) están tomando más relevancia en el panorama internacional de la financiación para el cambio climático.

Además, existen varios bancos de desarrollo que pueden atender créditos a proyectos de mitigación en el Ecuador:

- **CAF - Banco de desarrollo de América Latina:** conformado por 18 países de América Latina, el Caribe y Europa, así como por 14 bancos privados de la región andina. Promueve un modelo de desarrollo sostenible, mediante operaciones de crédito, recursos no reembolsables y apoyo en la estructuración técnica y financiera de proyectos del sector público y privado de Latinoamérica.
- **Banco Interamericano de Desarrollo (BID):** conformado por el Banco Interamericano de Desarrollo, la Corporación Interamericana de Inversiones (CII) y el Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN).
- **Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF – Institución del Banco Mundial):** Coordina con sus miembros afiliados la Asociación Internacional de Fomento (AIF), Corporación Financiera Internacional (IFC), Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones (MIGA) y el Centro Internacional de Arreglo de Diferencias Relativas a Inversiones (CIADI).

- **Banco Europeo de Inversiones:** (BEI - propiedad de los Estados miembros de la Unión Europea, que suscriben conjuntamente su capital mediante contribuciones que reflejan su peso económico en la Unión). No utiliza fondos del presupuesto de la UE sino que se financia en los mercados financieros. Actualmente ha aprobado dos operaciones de crédito en el Ecuador.
- **Banco Asiático de Desarrollo (BAsD):** organización financiera multilateral para el desarrollo económico de Asia y el Pacífico. Su objetivo principal es la erradicación de la pobreza y facilitar ayudas para mejorar el desarrollo de la población de la región a través de asistencia técnica y financiera. Cuenta con 67 miembros. Estados Unidos y Japón son sus principales accionistas.
- **Banco Alemán de Desarrollo (KfW):** Destina sus recursos en el fomento de inversión pública y medianas empresas de reciente fundación y la financiación de proyectos de infraestructura, técnicas de ahorro de electricidad y construcción de viviendas.

2.3.9 INCENTIVOS FINANCIEROS A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL

Esta sección tiene por objetivo proporcionar una descripción de la estructura existente y planificada para incentivos financieros a nivel nacional e internacional en el sector de residuos sólidos.

2.3.9.1 Incentivos nacionales

Una vez analizada la composición de la cartera de la banca pública del Ecuador en la sección 1.1.8.1, se puede evidenciar que la única institución financiera nacional que puede atender este tipo de proyectos es el BDE; el cual en su planificación para el 2014 tenía previsto colocar 2.500 millones de USD en proyectos de agua potable, alcantarillado y manejo de desechos sólidos, de los cuales 1.700 millones de USD son préstamos no reembolsables, es decir se constituyen en un aporte directo del Gobierno Nacional en favor de Municipios, Consejos Provinciales y Juntas Parroquiales – GADM. Sin embargo, este subsidio se eliminó.

El nivel de endeudamiento y capacidad de pago de los GADM está definido según los parámetros estipulados en Código de Planificación y Finanzas Públicas (COPLAFIP), particularmente en su Art. 125.

El BDE destina créditos con plazo de hasta 7 años y tasas de interés de alrededor del 7,7%, dependiendo del nivel adquisitivo del GADM, así como de su capacidad de pago. Por otro lado el BDE ha promovido con éxito en los años 2012 y 2013 entre los GADM, un programa de crédito denominado PROVERDE, que consiste en dos componentes: el primero constituido en un “Fondo de Financiamiento de Proyectos” conformado por incentivos de financiamiento, créditos y recursos no reembolsables; y, el segundo un fondo concursable anual, orientado a institucionalizar el “Premio Verde Banco del Estado”, que es entregado como un reconocimiento a los GADM que presenten prácticas ‘verdes’ innovadoras.

En relación con estas fuentes de financiamiento del Banco de Desarrollo del Ecuador, el Gobierno Nacional a través del Ministerio del Ambiente, ha creado el PNGIDS con el objetivo primordial de impulsar la gestión de los residuos sólidos en los municipios del Ecuador, con un enfoque integral y sostenible, mediante la creación de proyectos de rellenos sanitarios técnicamente manejados.

Los principales actores del Programa son: el PNGIDS, la Asociación de Municipalidades del Ecuador (AME), el BDE (cuyo apoyo se basa en el financiamiento a través del programa “productivo”), el Instituto Nacional de Preinversión, el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (cuya labor es la regulación del mercado de abonos orgánicos) y el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (en temas de aprovechamiento y generación energética).

2.3.9.2 Incentivos internacionales

Se han analizado algunos ejemplos de incentivos internacionales para la gestión de residuos sólidos en varios países. A continuación, se proporciona un resumen de dicho análisis en la siguiente tabla.

**TABLA 16. Incentivos internacionales para la gestión
de residuos sólidos en varios países**

| PAÍS | EJEMPLO DE INCENTIVOS FINANCIEROS |
|--------------|--|
| Alemania | <ul style="list-style-type: none"> • Impuesto a los empaques junto con un sistema de recolección obligatorio de empaques (Punto Verde) • Reembolso de depósito obligatorio para botellas PET (desde 2001) • Impuesto al volumen de residuos (municipal) con excepción de los reciclables |
| Austria | <ul style="list-style-type: none"> • Impuesto del uso del relleno (desde 1989) e incineración (desde 2006) • Subsidio a la construcción de incineradores combinados con estándar de eficiencia de energía |
| Bélgica | <ul style="list-style-type: none"> • Impuesto de uso del relleno (regional, Flanders desde 1990) • Subsidio por instalaciones de reciclaje, compostaje e incineración de las municipalidades de Flandes • Impuesto al volumen de residuos (municipal, Flandes) con excepción de los reciclables |
| Dinamarca | <ul style="list-style-type: none"> • Impuesto de uso del relleno e incineración (desde 1987) |
| Japón | <ul style="list-style-type: none"> • Subsidio para la construcción de incineradores combinados con los estándares de eficiencia de energía • Impuesto al volumen de residuos (municipal) a excepción de los reciclables |
| Países Bajos | <ul style="list-style-type: none"> • Impuesto al uso del relleno (desde 1995) • Exoneración de impuestos por electricidad generada por incineradores de residuos |
| Noruega | <ul style="list-style-type: none"> • Impuesto al uso del relleno (desde 1999) • Exoneración de impuesto por la disposición de residuos con recuperación de energía |
| España | <ul style="list-style-type: none"> • Impuesto al uso del relleno (nivel regional, desde 2004) |
| Suiza | <ul style="list-style-type: none"> • Impuesto al volumen de residuos (municipal) con excepción de los reciclables |
| Suecia | <ul style="list-style-type: none"> • Impuesto al uso del relleno (desde 2000) |
| Reino Unido | <ul style="list-style-type: none"> • Impuesto al uso del relleno (desde 1996) • Esquema de cuotas de comercialización del relleno (2005-2013) |
| EEUU | <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de reembolso de depósitos para contenedores de bebidas (a nivel estatal) |

Fuente: Los autores, 2015

Mientras que el uso adecuado de impuestos por uso de los rellenos, así como los impuestos basados en el volumen han sido efectivos en el contexto de varios países industrializados, la efectividad en la situación ecuatoriana depende crucialmente de la capacidad de las instituciones públicas de reforzar dichos impuestos, así como establecer los niveles de tasas costo-cobertura y sistemas eficientes de cobro.

2.3.10 PROYECTOS Y ACTIVIDADES DE LA COOPERACIÓN DE DESARROLLO INTERNACIONAL

El proceso de mitigación de los GEI es un esfuerzo global y de carácter público y por lo tanto requiere cooperación internacional para que sea efectivo. A partir de los primeros años de 1990, este esfuerzo global se ha encuadrado en el marco de las Naciones Unidas, comenzando por la CMNUCC y continuado por el Protocolo de Kioto en 1997. Al momento de redactar el presente informe, se prevé finalizar un nuevo acuerdo global vinculante para todos los países miembros de la CMNUCC en la COP21 en París en 2015. Los compromisos (o “contribuciones”) de estos países deberían ser vinculantes a partir del año 2020.

En términos de apoyo específico al sector residuos en el marco de la cooperación internacional, se puede mencionar los siguientes programas, fondos y agencias:

- **Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF):** Tiene por objetivo financiar acciones tendientes a contrarrestar los efectos del cambio climático.
- **Banco Mundial (BM):** Tiene a su cargo dos fondos Climáticos de Inversión, el Fondo de Tecnología Limpia y el Fondo Estratégico del Clima.
- **Banco Interamericano de Desarrollo (BID):** Adaptación, Mitigación, Fortalecimiento de las instituciones públicas y privadas y Acceso a Mercados de Carbono.

- **Agencia Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ):** Apoyar en la implementación de la Convención Marco sobre el Cambio Climático, cuyo objetivo es reducir las emisiones de GEI, y en la adaptación a las consecuencias del cambio climático.
- **Agencia Danesa de Desarrollo Internacional (DANIDA):** Contribuir a la reducción de la pobreza y ayudar a la gente a tomar las riendas de su propio destino.
- **Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA):** Prestar asistencia a los países en desarrollo que ya están haciendo esfuerzos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- **Agencia Francesa de Desarrollo (AFD):** Ayudar a los países en sus proyectos de desarrollo económico y de infraestructura, haciendo hincapié en los objetivos de los proyectos de sostenibilidad.
- **Corporación Nórdica de Financiación para el Medio Ambiente (NEFCO):** Institución financiera internacional creada por los cinco países nórdicos de Europa. NEFCO financia inversiones verdes de crecimiento y proyectos de cambio climático en todo el mundo.

Por otro lado, en el panorama de la cooperación internacional, las NAMA son un conjunto de actividades factibles definidas de manera soberana por un país y que conducen a reducción de emisiones de GEI de una manera medible, reportable y verificable.

En el caso de los países en vías de desarrollo como el Ecuador, las NAMA pueden ser ejecutadas con recursos propios del país que las propone o pueden ser desarrolladas con apoyo de los países industrializados (países Anexo 1 de la CMNUCC). En el primer caso se denominan "NAMA Unilateral" mientras en el segundo caso se denominan "NAMA apoyadas", convirtiéndose entonces en un mecanismo de financiamiento climático y cooperación internacional para el desarrollo sostenible.

Como se ha mencionado anteriormente, el Proyecto FOCAM de Ecuador se encuentra actualmente elaborando tres NAMA destinadas a apoyar el esfuerzo que está realizando el Gobierno en varios ámbitos de acción, para promover un desarrollo más limpio y reducir las emisiones de GEI.

2.3.10.1 Descripción de proyectos de cooperación internacional en el país en el sector residuos

En lo referente a la cooperación técnica internacional en el sector de los residuos sólidos en el Ecuador, actualmente el país cuenta con la participación de varias instituciones. La principal es la Unión Europea (UE) que ha establecido con el Gobierno mesas de trabajo sobre todo lo relacionado con el aprovechamiento de los residuos sólidos reciclables. En estos proyectos participan ONG, universidades y comunidades. Se habían previsto que se realicen el mes de febrero de 2015; sin embargo, al momento de redactar el presente informe no se dispone de información cierta sobre el estado de avance de estos proyectos.

La cooperación de la Unión Europea con Ecuador en temas ambientales se ha venido dando desde hace varios años, en donde se incluye también la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS). El apoyo en esta área ha permitido impulsar proyectos en algunos municipios, es así que en el “Boletín de Cooperación No. 2” de 2012 establece que, hasta ese año, la UE había ofrecido asistencia técnica y financiera al Ecuador a través de 11 proyectos de sistemas de GIRS en 18 municipios.

El enfoque integral de estos proyectos incluye varios componentes, tales como la educación ambiental, el fortalecimiento de la gestión pública, la conservación ambiental, la construcción de rellenos sanitarios, el equipamiento de trabajadores municipales y la asociación de microempresas de reciclaje. En los últimos años la UE ha asistido con proyectos de GIRS a los GADM Municipales de Quinindé, Playas y La Concordia.

La Fundación Instituto de Promoción y Ayuda al Desarrollo (IPADE) es una ONG de origen español que ha promovido la creación de varias mancomunidades de manejo de residuos sólidos, entre las cuales se cuentan: Cuenca Alta del Río Paute, del Tungurahua, Pallatanga - Bucay - Cumandá, Pueblo Cañari, Cuenca del Río Jubones y Manabí.

En 2014 el MAE suscribió un convenio de cooperación técnico-científico con el Consorcio Estatal Sueco *Boras Waste Recovery AB*, con el objetivo de generar una alianza estratégica en materia de gestión de residuos sólidos a través de la implementación de tecnologías limpias para las islas Santa Cruz, San Cristóbal e Isabela en Galápagos.

El Gobierno de Finlandia, por medio de su Ministerio de Asuntos Exteriores, en convenio con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), han apoyado al GADM Municipal de Loja en el desarrollo del proyecto *“Diseño de Factibilidad de Una Planta de Producción de Energía, Material Reciclable y Bioabonos a partir de Residuos Sólidos Municipales Mediante Tecnología de Tratamiento Mecánico Biológico (WTE - MBT) para la Ciudad de Loja”*.

También se cuenta con la cooperación técnica del Gobierno Turco por medio de la Agencia TIKa para apoyar a los GADM Municipales en el manejo de residuos sólidos y la cooperación suiza en fortalecimiento de capacidades de aprovechamiento de residuos.

03

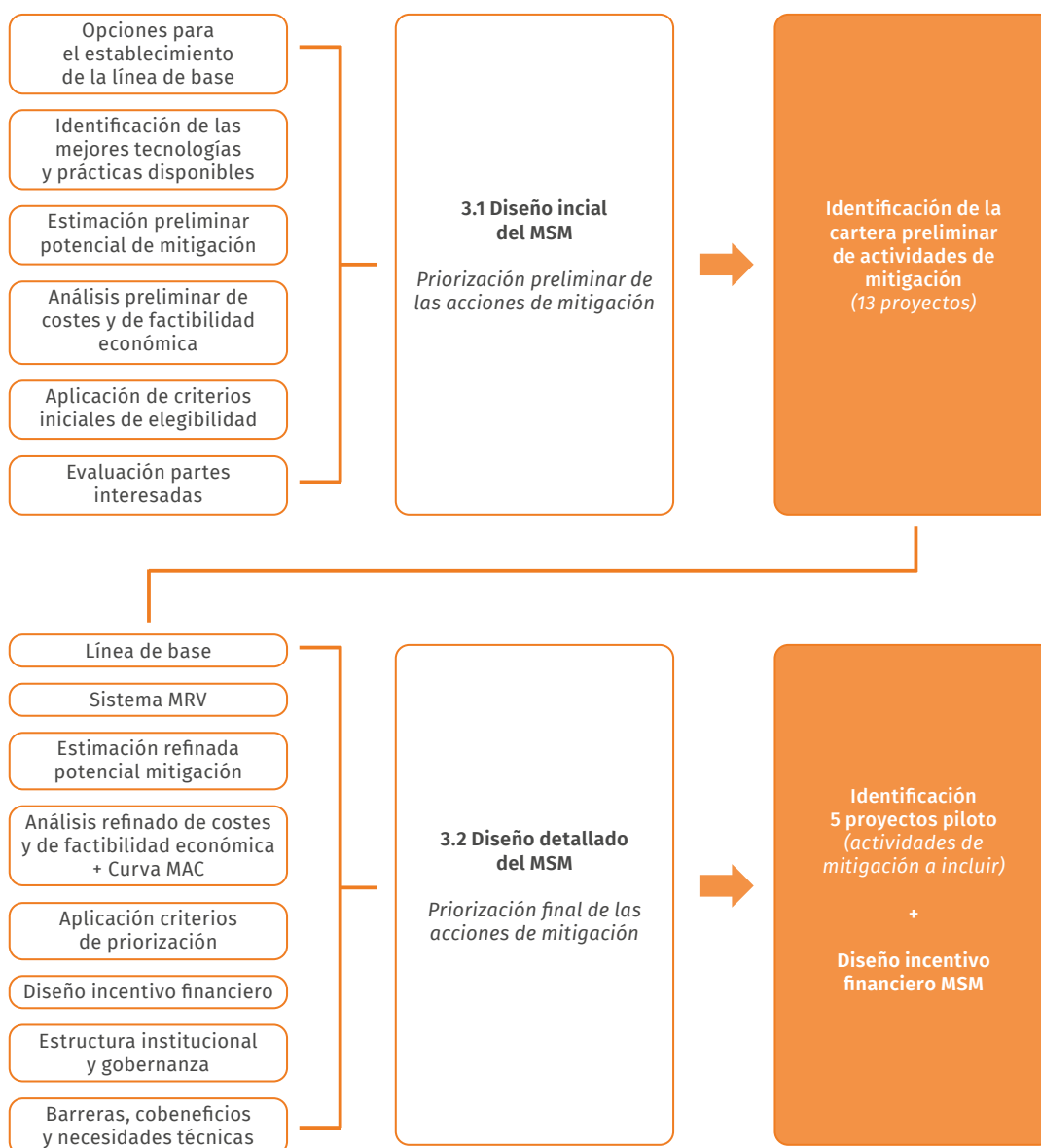
Concepto
del mecanismo
sectorial de
mitigación

El objetivo de este capítulo es diseñar el MSM y definir los procedimientos metodológicos para llegar a la lista de la cartera de actividades de mitigación priorizadas, con base al análisis de la información del capítulo 2. y de otros datos recopilados durante el desarrollo de la consultoría.

Primeramente, en la sección 3.1 se proporciona el diseño inicial del MSM y el resultado de la priorización preliminar de las acciones de mitigación propuestas. A continuación, en la sección 3.2 se presenta el diseño detallado del MSM.

Los pasos metodológicos seguidos para elaborar el concepto del MSM están presentados en la siguiente figura.

FIGURA 14. Pasos metodológicos aplicado para la definición del diseño del MSM



Fuente: Los autores, 2015

3.1

Diseño inicial del MSM y primera cartera preliminar de actividades de mitigación

El objetivo de esta sección es ilustrar el diseño inicial del MSM y el resultado de la priorización preliminar de las acciones de mitigación propuestas. Por ello, en la sección 3.1.1 se describen las opciones para el establecimiento de la línea de base. En la sección 3.1.2 se presenta un análisis de tecnologías y del potencial de reducción de emisiones. Se detallan los criterios preliminares de elegibilidad en la sección 3.1.3. A continuación, en la sección 3.1.4 se proporciona un análisis preliminar sobre los costes, la viabilidad económica y financiera, y las necesidades de financiación típicas de las Actividades de Mitigación elegibles y luego, las fuentes de financiación existentes para la implementación de los proyectos. Con base a los criterios presentados en las secciones anteriores, se presenta la identificación de la cartera preliminar de actividades de mitigación en la sección 3.1.5, detallando el proceso utilizado para la primera priorización. Por último, se presenta el resultado de la evaluación del interés y de la capacidad de las partes interesadas en participar al MSM en la sección 3.1.6.

3.1.1 OPCIONES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA LÍNEA DE BASE

El IPCC define los “escenarios” como *imágenes alternativas de lo que podría acontecer en el futuro, y constituyen un instrumento apropiado para analizar de qué manera influirán los parámetros determinantes en las emisiones futuras, y para evaluar el margen de incertidumbre de dicho análisis* (IPCC, 2006).

Las emisiones de GEI asociadas a un escenario se pueden denominar “escenarios de emisiones”, que el IPCC define como una *representación plausible de futuros desarrollos de emisiones de sustancias que son potencialmente radiactivamente activas (p.ej. GEI) basados en un conjunto coherente y consistente de supuestos sobre parámetros conductores (tales como demografía, desarrollo socioeconómico, y cambios tecnológicos) y sus relaciones clave* (IPCC, 2006).

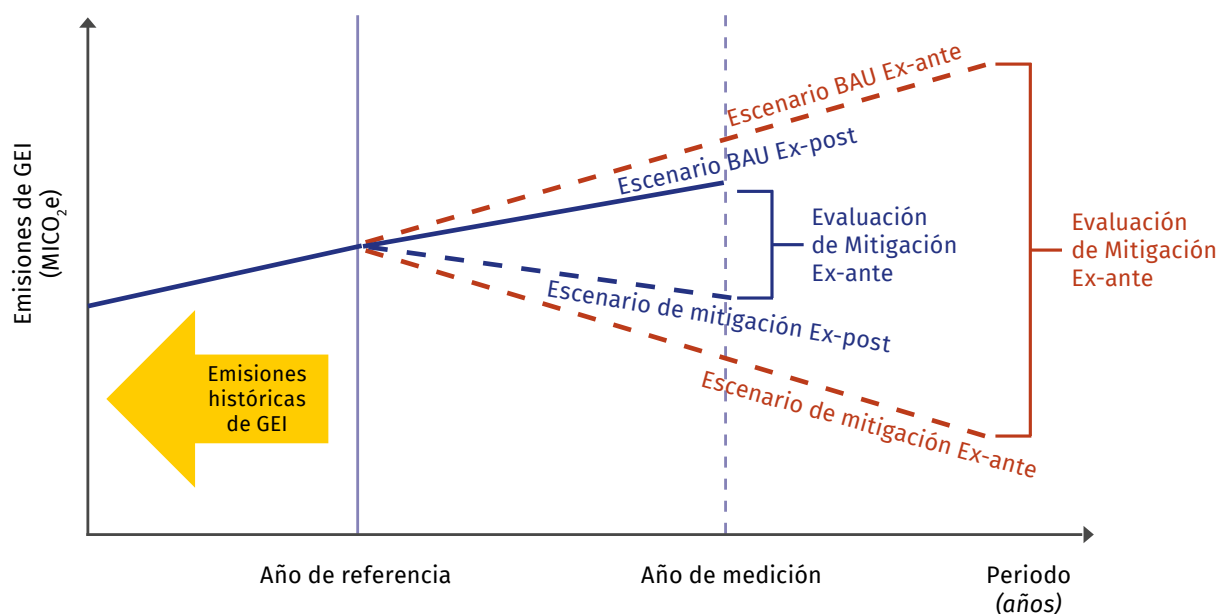
Tal como muestran los escenarios de emisiones en los reportes IPCC, el rango de posibles desarrollos futuros se incrementa con la duración del periodo para el cual se elabora el escenario, puesto que los parámetros claves que conducen a los escenarios se desarrollarán en formas muy distintas dependiendo de los supuestos definidos para su construcción. En cualquier caso, para poder estimar las reducciones de emisiones de GEI en un momento futuro es preciso:

- 1. Establecer el “escenario tendencial, de continuidad o BAU – “business-as-usual”²⁵ (situación presente proyectada al futuro) y el “escenario de mitigación” (situación futura considerando determinadas medidas de reducción de GEI no incluidas en el escenario BAU).
- 2. Estimar el **nivel de emisiones de GEI** que serían emitidos a la atmósfera con las condiciones supuestas en cada uno de los escenarios planteados (en el escenario BAU = **ausencia del mecanismo de mitigación**).
- 3. La comparación entre ambos escenarios permitirá estimar las reducciones de emisiones de GEI logradas mediante la implementación del proyecto o programa de mitigación.

²⁵ Por simplificación, haremos siempre alusión a “escenario BAU” para referirnos a escenario tendencial o de continuidad.

Como se explicará más adelante en el presente informe, la evaluación del escenario BAU y del escenario de mitigación puede realizarse *ex-ante* (antes de la implementación de las medidas) y después evaluarse *ex-post* (después de la aplicación de las medidas durante el período de ejecución). La siguiente figura ilustra todos los conceptos anteriores.

FIGURA 15: Conceptos de escenario BAU y Escenario de mitigación



Fuente: Los autores, 2015

Por otra parte, cabe plantearse la pregunta de si el nivel de emisiones de la línea de base debería ser idéntico al del escenario BAU ó si deberían ser diferentes. A este respecto, en el contexto internacional el nivel de emisiones de un escenario BAU usualmente es igual a la línea base²⁶. Para el caso del sector de los residuos sólidos en Ecuador, se propone suponer que el escenario BAU es igual a la línea de base.

A continuación, se presentan los criterios principales para la fijación de la línea de base (escenario y emisiones) y los parámetros que derivan de estos criterios. Estos criterios serán considerados en el diseño del sistema MRV.

26 Por ejemplo, en la comunicación nacional de EEUU de 2010 se intercalan los términos BAU y línea de base sin incluir una definición clara ni hacer una distinción entre ambos.

- **Enfoques aplicables:** para calcular la línea de base (basado en las directrices de la CMNUCC para proyectos MDL):
 - 1. Cálculo de la línea de base en función de los datos existentes o históricos;
 - 2. Si no hay datos existentes, se pueden considerar los datos de tecnologías que representan una línea de acción económicamente atractiva para las mismas circunstancias del proyecto;
 - 3. Tomar en consideración los datos promedio de los últimos 5 años de proyectos o actividades similares (en circunstancias sociales, económicas, medioambientales y tecnológicas) que han sido realizados y cuyo rendimiento está entre los mejores 20% de su categoría (3/CMP.1, Anexo, párrafo 48).²⁷
- **Incertidumbres genéricas en los parámetros que definen el escenario BAU:** usualmente el BAU se relaciona con muchos parámetros cuyo desarrollo es difícil de predecir, especialmente en el largo plazo, p.ej. Producto Interno Bruto (PIB), la población y los patrones de consumo.

Para calcular las reducciones de emisiones del MSM del sector de los residuos en Ecuador se propone construir la **línea de base** en función de los **datos existentes o históricos** de los últimos años y suponer que el escenario tendencial, de continuidad o *business-as-usual* (BAU) es igual a la línea de base. Para ello, será necesario desarrollar un escenario BAU que cubra la totalidad del periodo en el cual se fija la implementación del mecanismo (2016-2021) incluyendo las prácticas históricas, actuales y futuras previstas en el PNGIDS (p.ej. botaderos y rellenos sin captura activa de biogás, ausencia de tecnología TMB). Se considera que este es un enfoque **adecuado y realista**, puesto que hasta el momento el PNGIDS no ha establecido metas sobre mitigación del cambio climático que complementen su objetivo de contribuir a la minimización del impacto ambiental y mejorar la calidad de vida de la población del país mediante la implementación de procesos de gestión integral de desechos sólidos urbanos. Además, para que esta línea de base sea suficientemente **ambiciosa y mitigar las incertidumbres genéricas** en los parámetros que definen el escenario BAU, se definirán algunos de sus parámetros de manera **conservadora**.

Por todo lo anterior, **las emisiones** asociadas al **escenario BAU** o línea de base, **reflejarán las emisiones de GEI que habría en ausencia de la implementación de las medidas de mitigación previstas en el MSM y representarán, por tanto, el nivel de GEI respecto del cual se calcularán las reducciones logradas** mediante la implementación del mecanismo.

²⁷ <http://finanzascarbono.org/glosario/escenariobl/#E> y <http://www.cdmrulebook.org/292.html> (último acceso: 27.04.2015)

3.1.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS MEJORES TECNOLOGÍAS Y PRÁCTICAS DISPONIBLES

Para poder estimar las reducciones de emisiones de GEI en un momento futuro respecto al escenario tendencial, de continuidad o BAU, es necesario construir un “escenario de mitigación” considerando determinadas medidas de reducción de GEI no incluidas en el escenario BAU. La comparación entre ambos escenarios permitirá estimar las reducciones de emisiones de GEI de una determinada medida o proyecto. Por este motivo, se han identificado las mejores prácticas y tecnologías de mitigación disponibles, que permitirán que las emisiones de GEI asociadas al sector residuos sean menores que las emisiones que habría en ausencia de la aplicación de dichas prácticas / tecnologías.

Los límites tecnológicos de la gestión de los RSD en los cuales se concentra el presente mecanismo de mitigación de GEI están presentados en la Figura 4 en la sección 2.3.3. En la misma sección, se explica que tecnologías recomendadas para el presente mecanismo de mitigación de GEI se reducen a las siguientes:

- **Captura centralizada del biogás:**
en botadero o relleno sanitario²⁸:
 - a) con generación eléctrica;
 - b) sin aprovechamiento energético
(sólo destrucción del GEI);
- **Tratamiento Mecánico Biológico:** (TMB) de los RSD mezclados, previo a la disposición final;
- **Compostaje:** de los residuos sólidos orgánicos, recolectados previamente en forma selectiva.

A continuación, para facilitar la lectura, se presentan fichas para cada una de las opciones de mitigación, con toda la información relevante para su entendimiento y su posterior evaluación. Seguidamente, en la Tabla 17 a continuación se presenta un resumen comparativo de los principales aspectos de cada tecnología, tomando en consideración las características del mecanismo sectorial de mitigación del cambio climático.

²⁸ Cabe mencionar que en los GADM y Mancomunidades preseleccionados no se ha detectado la posibilidad de un uso térmico del biogás proveniente de los sitios de disposición final.



Solicitar foto en calidad de impresión

Fotografía: RS El Inga de Quito, Ecuador

Captura centralizada del biogás en botadero o relleno sanitario con/sin generación eléctrica

DESCRIPCIÓN

- **Proceso:** Captura centralizada del biogás (metano) en botadero o relleno sanitario.
 - Alternativa a) con generación eléctrica
 - Alternativa b) sin aprovechamiento energético (sólo destrucción del GEI)
- **Residuos:** RSD y asimilables que se disponen en el relleno o botadero
- **Obras requeridas:** Impermeabilización superficial, chimeneas, tuberías, bomba (captación forzada), antorcha (quema centralizada). Alternativa a) requiere además: Sistema de purificación del biogás generadores eléctricos y conexión a línea de transmisión
- **Productos:** Alternativa a): Electricidad, Alternativa b): Sin producto
- **Alcance:** Apto sólo para botaderos o rellenos sanitarios medianos a grandes

POTENCIAL DE MITIGACIÓN GEI

- **Tipo de Mitigación:** Directa de CH₄, además de indirecta para Alternativa a)
- **Efectividad:** Capta y destruye entre 30 y 70% del metano generado en el botadero/relleno
- **Proyectos MDL:** ACM0001: Nº Global: 225 MDL / 4 PoA; Nº LatAm: 114 MDL / 1 PoA (Brasil). AMS-III.G.: Nº Global: 225 MDL / 1 PoA; Nº LatAm: 8 MDL / 1 PoA (Colombia).

EXPERIENCIAS

- **Ecuador:** 2 proyectos: RS El Inga en Quito y RS Cuenca, ambos con generación eléctrica
- **Latinoamérica:** Hay muchos proyectos MDL
- **Internacional:** Hay muchos proyectos dentro y fuera del MDL

CO-BENEFICIOS - CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL SECTOR

- **Sociales:** Empleo
- **Económicos:** Oportunidades de negocio, suministro de energía eléctrica (Alternativa a))
- **Ambientales:** Aumento energías renovables (Alternativa a)), disminución de riesgos de explosión e incendio, reducción de olores.

PARÁMETROS PRINCIPALES DE MRV (MONITOREO, REPORTE Y VERIFICACIÓN)

- Cantidad de gas capturado
- Fracción de metano en el gas, % de destrucción del metano
- **Alternativa a):** Electricidad generada

Captura centralizada del biogás en botadero o relleno sanitario con/sin generación eléctrica

BARRERAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y VIABILIDAD

- **Viabilidad tecnológica:** Tecnología probada en otros países, hay experiencia en Ecuador. Requiere asistencia técnica con profesionales altamente cualificados. Para la Alternativa a) se debe verificar la posibilidad de abastecimiento eléctrico.
- **Factibilidad legal:** La legislación ecuatoriana sólo exige chimeneas pasivas para la extracción del biogás en rellenos sanitarios y cierre de botaderos
- **Contexto político:** En principio se enmarca en las estrategias del país, p.ej. de energías renovables, aunque se pretende cambiar la prioridad a energías hidroeléctricas.
- **Ámbito organizacional y Actores:** Número limitado de actores/empresas que manejan la tecnología.
- **Viabilidad financiera:** Alternativa a) genera ingresos por la generación de electricidad; Alternativa b) sólo genera costos. Ambas alternativas no se autofinancian, requieren un subsidio (p.ej. a través de un precio preferencial por un mecanismo similar al que fue aplicado anteriormente por Arconel) u otro financiamiento.
- **Tiempo de impacto:** Puede implementarse a corto plazo en botaderos en proceso de cierre, rellenos existentes, o a **mediano plazo** en nuevos rellenos a construir.

OTROS ASPECTOS CLAVE

- Alternativa a) con generación eléctrica tiene mayor impacto de mitigación que Alternativa b).
 - Ambas alternativas no se autofinancian
 - Para la Alternativa a) existe la posibilidad de contar con ingreso subvencionado por venta de electricidad a través de ARCONEL (como es el caso de los RS de Cuenca y Quito), aunque probablemente tampoco se autofinancia con ese subsidio. (Actualización Abril 2018: Actualmente, no es vigente ni la Regulación CONELEC 004/11, ni la Regulación CONELEC 001/13, por lo tanto esto ya no aplica).
 - La producción de gas depende del sector geográfico (en mayor altura, ambiente seco y/o frío: se genera menos gas) y debe calcularse para cada sitio específicamente.
 - La mitigación de ambas alternativas pueden monitorearse fácilmente, por lo que son atractivas para el mecanismo de CAF "Pay-for-Performance" ("Pago por Desempeño")
-

Tratamiento Mecánico Biológico (TMB) en Relleno Sanitario

DESCRIPCIÓN

- **Proceso:** TMB simple (no-encapsulado) que consiste en homogenización (pretratamiento mecánico) y estabilización biológica mediante descomposición aeróbica de la parte orgánica de los RSD en pilas al aire libre (según necesidad cubierto con geomembrana), previa a la disposición final de los RSD. Disminuye el volumen de los RSD a disponer hasta 50%.
- **Residuos:** Todos los RSD y asimilables que se disponen en el relleno
- **Obras:** Cancha colindante o encima del relleno sanitario, maquinaria de volteo y/o cargador frontal
- **Producto:** Los RSD tratados así pueden usarse como material de cobertura diaria o como capa de oxidación de metano en el cierre de botaderos
- **Alcance:** Es para la totalidad de los residuos, no requiere separación en origen (al contrario que el compostaje)

POTENCIAL DE MITIGACIÓN GEI

- **Tipo de Mitigación:** Directa de CH₄
- **Efectividad:** Evita gran parte de la generación del metano; el IPCC establece como Factor de Emisión 4g CH₄/ kg de residuos orgánicos tratados. No se puede indicar un porcentaje de reducción del metano generado al no tener respaldo sobre cuantas emisiones residuales puede haber.
- **Proyectos MDL:** ACM0022 ("RDF"): Nº Global: 6 MDL / 0 PoA; Nº LatAm: 0 MDL / 0 PoA. AMS-III.E: Nº Global: 2 MDL / 0 PoA; Nº LatAm: 0 MDL / 0 PoA.

EXPERIENCIAS

Ecuador: No hay

- **Latinoamérica:** Hay experiencias (p. ej. Chile), pero sin MDL
- **Internacional:** Existen muchas plantas, p. ej. en Alemania; pero muy pocos proyectos MDL

CO-BENEFICIOS - CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL SECTOR

- **Sociales:** Creación de nuevo mercado y empleo
- **Económicos:** Aumento de vida útil del relleno sanitario en un 50% a 100%, oportunidades de negocio
- **Ambientales:** Disminuye generación de lixiviados, gases, incendios y olores en el relleno sanitario, estabilización del relleno en menor tiempo; mejora de los servicios de gestión de residuos

PARÁMETROS PRINCIPALES DE MRV (MONITOREO, REPORTE Y VERIFICACIÓN)

- Cantidad de residuos tratados mecánicamente por el proyecto, así como su composición a través de un muestreo representativo
- Cantidad de combustible auxiliar utilizado
- Consumo de electricidad

Tratamiento Mecánico Biológico (TMB) en Relleno Sanitario

BARRERAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y VIABILIDAD

- **Viabilidad tecnológica:** Tecnología todavía no probada en Ecuador; aplicada en la región, pero en pocas plantas. Necesita adaptación de la tecnología y de la operación a las condiciones del país (p.ej. clima), para asegurar una operación adecuada a costos aceptables. Necesita asistencia técnica y capacitación; requiere profesionales cualificados.
 - **Factibilidad legal:** No se registran barreras legales para la implementación del TMB.
 - **Contexto político:** El TMB se enmarca en las estrategias del país, dado que reduce las cantidades de residuos dispuestos y diversos impactos ambientales.
 - **Ámbito organizacional y Actores:** No hay profesionales/actores/empresas que manejen la tecnología en Ecuador.
 - **Viabilidad financiera:** Implica un costo de inversión y operación adicional que requiere financiamiento.
 - **Tiempo de impacto:** Puede implementarse a corto plazo en rellenos sanitarios.
-

OTROS ASPECTOS CLAVE

- Tecnología no probada y poco conocida en el país, por lo que se recomienda fomentarla como proyecto piloto.
 - No requiere separación en el origen de los residuos, además se pueden agregar otros diversos residuos sin problemas.
 - La extensión de la vida útil del relleno puede aliviar la necesidad de identificar y desarrollar nuevos sitios de disposición (beneficio económico a largo plazo).
 - Clima (precipitaciones o clima muy seco) y altura pueden influir en el proceso y se requiere adaptación a la tecnología y operación.
 - El material producido (“output”) puede utilizarse como material de cobertura diaria o capa de oxidación de metano en el cierre de botaderos cercanos.
 - La mitigación es un poco más difícil de monitorearse con exactitud, en comparación a las otras tecnologías materia del presente mecanismo de mitigación.
-

Compostaje de residuos de ferias y mercados y otros orgánicos segregados en origen

DESCRIPCIÓN

- **Proceso:** Descomposición aeróbica de residuos orgánicos segregados en origen, que evita la generación del gas metano y genera como producto un mejorador de suelo denominado compost. Se supone un sistema simple en pilas estáticas al aire libre.
- **Residuos:** RSD orgánicos segregados en origen (ferias, mercados, poda, áreas verdes, restaurantes, viviendas con recolección selectiva)
- **Obras:** Cancha impermeabilizada, máquina de volteo, trommel, cargador frontal, eventualmente techado (dependiendo del clima)
- **Producto:** Compost (uso como mejorador de suelos, como material de cobertura de residuos en un relleno o como capa de oxidación de metano en el cierre de botaderos)
- **Alcance:** Requiere segregación de residuos orgánicos en origen

POTENCIAL DE MITIGACIÓN GEI

- **Tipo de Mitigación:** Directa de CH₄, indirecta por ahorrar fertilizante sintético
- **Efectividad:** Evita gran parte de la generación del metano; el IPCC establece como Factor de Emisión 4g CH₄/ kg de residuos tratados. No se puede indicar un porcentaje de reducción del metano generado al no tener respaldo sobre cuantas emisiones residuales puede haber.
- **Proyectos MDL:** ACM0022: Nº Global: 6 MDL / 0 PoA; Nº LatAm: 0 MDL / 0 PoA. AMS-III.F: Nº Global: 54 MDL / 1 PoA; Nº LatAm: 6 / 1 PoA (Ecuador)¹. AMS-III.AF: No hay

EXPERIENCIAS

- **Ecuador:** Plantas municipales a pequeña escala, sin MDL
- **Latinoamérica:** Hay varias plantas, pero sólo 6 con MDL y sobre residuos agroindustriales
- **Internacional:** Existen diversas plantas (desde simples hasta sofisticadas) y diversos tamaños, varias con proyectos MDL.

Compostaje de residuos de ferias y mercados y otros orgánicos segregados en origen

CO-BENEFICIOS - CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL SECTOR

- **Sociales:** Creación de empleo
- **Económicos:** Creación de nuevo mercado (compost) y de oportunidades de negocio, aumento de la vida útil del relleno sanitario
- **Ambientales:** El compost es un mejorador de suelos y puede ahorrar fertilizante sintético, puede contribuir de manera importante a la recuperación de suelos agrícolas y a combatir la desertificación, mejora los servicios de gestión de residuos

PARÁMETROS PRINCIPALES DE MRV (MONITOREO, REPORTE Y VERIFICACIÓN)

- Cantidad de residuos tratados mecánicamente por el proyecto, así como su composición a través de un muestreo representativo
- Cantidad de combustible auxiliar utilizado
- Consumo de electricidad
- Si el proyecto incluye co-tratamiento de aguas residuales: el volumen de aguas residuales co-tratadas y su contenido de DQO mediante un muestreo representativo.

BARRERAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y VIABILIDAD

- **Viabilidad tecnológica:** Tecnología probada en otros países, en Ecuador sólo a pequeña escala; tecnología relativamente simple; actualmente no hay mercado para compost. Necesita asistencia técnica y capacitación para la operación.
- **Factibilidad legal:** No se registran barreras legales para la implementación del compostaje; se recomienda legislar la certificación del producto compost.
- **Contexto político:** Se enmarca en las estrategias del país, dado que reduce las cantidades de residuos dispuestos y diversos impactos ambientales.
- **Ámbito organizacional y Actores:** Existen actores en la operación de las plantas en el país, aunque los GADM necesitarían capacitación y asistencia técnica. La medida involucra varios actores (por ejemplo para desarrollar el mercado para el compost).
- **Viabilidad financiera y mercado:** Implica un costo adicional de inversión y operación de las plantas que probablemente no será cubierto por los ingresos de la venta del compost. Actualmente existe solo un mercado muy limitado para el compost.
- **Tiempo de impacto:** Puede implementarse en corto plazo, sin embargo demora hasta lograr una buena separación en origen y obtener grandes cantidades compostables.

OTROS ASPECTOS CLAVE

- Requiere recolección selectiva de residuos orgánicos en el origen (especialmente apto para orgánicos de ferias, mercados, parques y jardines)
- Posible combinación con el aprovechamiento de residuos agroindustriales.
- Clima (precipitaciones) y altura pueden influir en el proceso y se requiere adaptación del proceso.
- Requiere desarrollo del mercado para el compost, involucrando varios actores (agricultores, Ministerio de Agricultura, sector académico, distribuidores, consumidores), la sensibilización de la potencial demanda y el establecimiento de un sistema de certificación / estándares de calidad.

TABLA 17. Análisis comparativo de las tecnologías de mitigación recomendadas

| Aspecto | Captura centralizada del biogás en botadero o relleno sanitario: | | Tratamiento Mecánico Biológico (TMB) de los RSD mezclados previo a la disposición final | Compostaje de los residuos sólidos orgánicos recolectados previamente en forma selectiva |
|--------------------------------|--|---|--|--|
| | a) con generación eléctrica | b) sin aprovechamiento energético (sólo destrucción del GEI) | | |
| Potencial de Reducción de GEI: | <ul style="list-style-type: none"> • Generalmente se logra captar y destruir entre el 30% al 70% de los GEI generados en un botadero/relleno • Adicionalmente, se mitiga GEI en forma indirecta por el reemplazo de combustibles fósiles | <ul style="list-style-type: none"> • Generalmente se logra captar y destruir entre el 30% al 70% de los GEI generados en un botadero/relleno | <ul style="list-style-type: none"> • Dado que el TMB no requiere recolección selectiva, teóricamente se podría tratar el 100% de los RSD con TMB y llegar a mitigar la mayor parte de los GEI generados en un relleno. • Es decir, el potencial de mitigación de los GEI es proporcional a la cantidad de residuos tratados en cada proyecto • Sin embargo, dado la falta de experiencia con esta tecnología en el país, sólo se recomienda aplicar el TMB en forma piloto a una cantidad reducida de los RSD, por lo que el potencial de reducción de GEI también será reducido. | <ul style="list-style-type: none"> • Dado que el compostaje requiere recolección selectiva y sensibilización de los ciudadanos, su implementación es un proceso paulatino y de mediano a largo plazo, y en la práctica es imposible llegar a separar la totalidad de los residuos orgánicos. • Consecuentemente, a medio plazo (5 años) sólo será factible compostar una cantidad limitada de hasta el 20% de los residuos orgánicos generados en un GAD, mitigando así la mayor parte de los GEI asociados a estos residuos. • El potencial de mitigación de los GEI es proporcional a la cantidad de residuos compostados tratados en cada proyecto • El compost puede reemplazar una cierta cantidad de fertilizante sintético. Dado que la producción de estos fertilizantes sintéticos requiere mucha energía, se logra una mitigación adicional por ahorro energético. |

| | | Captura centralizada del biogás en botadero o relleno sanitario: | | Tratamiento | |
|---------|------------------------|--|--|--|---|
| | | a) con generación eléctrica | b) sin aprovechamiento energético (sólo destrucción del GEI) | Mecánico Biológico (TMB) de los RSD mezclados previo a la disposición final | Compostaje de los residuos sólidos orgánicos recolectados previamente en forma selectiva |
| Aspecto | Viabilidad tecnológica | <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología probada, hay 2 proyectos en Ecuador. • Requiere conexión a red pública eléctrica • La mayoría de equipos deben importarse. • Requiere estudios de ingeniería y asistencia técnica. | <p>Tecnológicamente más simple que alternativa a).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología probada en varios países, pero no en Ecuador, por lo que existe el riesgo de un mal funcionamiento. • Tecnología simple, algunos equipos deben importarse. • Requiere adaptación de la tecnología a las condiciones climáticas y la característica de los residuos en Ecuador. • Requiere estudios de diseño y asistencia técnica. • Se recomienda su implementación como proyecto piloto, dado la falta de experiencia en el país. | <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología probada en varios países, en Ecuador sólo a pequeña escala. • Tecnología simple, algunos equipos deben importarse. • Requiere estudios de diseño y asistencia técnica. • Actualmente no hay mercado para compost. |
| | | Factibilidad legal | <ul style="list-style-type: none"> • La legislación ecuatoriana sólo exige chimeneas pasivas para la extracción del biogás en rellenos sanitarios y cierre de botaderos | <ul style="list-style-type: none"> • No se registran barreras legales para la implementación. | <ul style="list-style-type: none"> • No se registran barreras legales para la implementación. • Se recomienda legislar la certificación del compost. |
| | | | Contexto político | <ul style="list-style-type: none"> • Se enmarca en las estrategias de Ecuador de producir energías renovables, aunque la prioridad se da a las energías hidroeléctricas. | <ul style="list-style-type: none"> • Se enmarca en las estrategias de Ecuador de reducir las emisiones de GEI |

Captura centralizada del biogás en botadero o relleno sanitario:

| Aspecto | a) con generación eléctrica | b) sin aprovechamiento energético (sólo destrucción del GEI) | Tratamiento Mecánico Biológico (TMB) de los RSD mezclados previo a la disposición final | Compostaje de los residuos sólidos orgánicos recolectados previamente en forma selectiva |
|---------------------------------|--|--|---|--|
| Ámbito organizacional y actores | <ul style="list-style-type: none"> • Puede operarse directamente por el GADM o mancomunidad, aunque generalmente se hace en conjunto con una empresa internacional • Se requiere asistencia técnica nacional (existen expertos ecuatorianos) | <ul style="list-style-type: none"> • Puede operarse directamente por el GAD o mancomunidad • Inicialmente se requiere asistencia técnica nacional (existen expertos ecuatorianos) | <ul style="list-style-type: none"> • Puede operarse directamente por el GADM o mancomunidad • Inicialmente se requiere asistencia técnica internacional (aparentemente no existen expertos ecuatorianos), para la adaptación y operación del TMB | <ul style="list-style-type: none"> • Puede operarse directamente por el GADM o mancomunidad • Inicialmente se requiere asistencia técnica nacional (existen expertos ecuatorianos), para la recolección selectiva, sensibilización de la población, operación de la planta y comercialización del compost. |
| Viabilidad financiera y mercado | <ul style="list-style-type: none"> • Genera ingresos por la generación de electricidad, pero la tarifa no-subsencionada no es suficiente para autofinanciar la inversión • Requiere tarifa eléctrica subsidiada y/o subsidio (p.ej. "Pay-for-Performance" / Performance Based Climate Finance) | <ul style="list-style-type: none"> • No genera ingresos. • Requiere subsidio (p.ej. "Pay-for-Performance" / Performance Based Climate Finance) para financiar los costos adicionales de inversión y operación de la quema del biogás | <ul style="list-style-type: none"> • Genera ingresos indirectos difíciles de cuantificar, como reducción del volumen de residuos a disponer, reemplazo de material de cobertura, menor generación de lixiviados. • Requiere subsidio para financiar los costos adicionales de inversión y operación del TMB (p.ej. "Pay-for-Performance" / Performance Based Climate Finance) | <ul style="list-style-type: none"> • Genera ingresos por la venta de compost, pero generalmente no suficiente para autofinanciar la inversión • Además, actualmente no hay demanda para el compost en Ecuador • Requiere creación de mercado para el compost y subsidio para financiar los costos adicionales de inversión y operación del compostaje (p.ej. "Pay-for-Performance" / Performance Based Climate Finance) |
| Tiempo de impacto | <ul style="list-style-type: none"> • La captación del biogás puede implementarse a corto plazo (alrededor de 1 año) en botaderos en proceso de cierre y rellenos existentes, o a medio plazo (>2 años) en nuevos rellenos a punto de construir. • Hay dependencia del establecimiento de una tarifa subsidiada, sin embargo no hay un cronograma establecido para esto. | | <ul style="list-style-type: none"> • El TMB puede implementarse a corto plazo (<1 año) en rellenos existentes o a punto de construir. | <ul style="list-style-type: none"> • El compostaje puede implementarse a corto plazo (<1 año) • Sin embargo, puede demorar varios años hasta lograr una buena separación en el origen y cantidades compostables relevantes. |

Fuente: Los autores, 2015

Las tecnologías de compostaje y TMB desvían materia orgánica de los sitios de disposición que resulta en: reducción del volumen de los residuos a depositar y de la actividad biológica en los sitios de disposición. Esto resulta en las siguientes ventajas (además de la mayor mitigación en comparación con la captación pasiva del biogás):

- La reducción de material a disponer alivia la presión de establecer un nuevo relleno y las dificultades asociadas, además de evitar o postergar los costos de oportunidad y de inversión del desarrollo de un nuevo sitio.
- La reducción de material a disponer conlleva un ahorro en manipulación y horas de uso de máquinas en el sitio de disposición, y la reducción de los lixiviados particularmente a un ahorro en costos de tratamiento.
- Compostaje: Generación de compost como mejorador de suelo.
- TMB: Reemplazo de material de cobertura por el producto del TMB: ahorro en manipulación y horas de máquinas.
- Introducción o fortalecimiento de las tecnologías innovadoras en el país, y su adaptación a las condiciones del país (carácter transformacional), potencialmente beneficiando a otros GADM en el país con beneficios ambientales y económicos (reduciendo costos de transporte y de disposición).

Aunque a priori la captura centralizada del biogás con generación eléctrica es una de las tecnologías elegibles dentro del MSM, en esta primera fase se ha descartado por no considerarse una tecnología que maximice la relación costo-eficacia considerando el plazo de implementación del MSM (periodo 2016-2021), la cantidad de proyectos (5 proyectos piloto), el potencial de mitigación (500.000 tCO₂e) y el subsidio económico basado en resultados disponible (4 millones de EUR). A continuación se expone una explicación más detallada:

- **Potencial mitigación:** la principal fuente de GEI en proyectos de mitigación en el sector de residuos son las emisiones de metano (CH₄) provenientes de la descomposición de los residuos en el sitio de disposición y, por tanto, el mayor potencial de mitigación se logrará mediante la captura y quema del biogás. Aunque se pueden lograr reducciones de emisiones adicionales mediante la utilización del

biogás para la generación de energía eléctrica (al evitar la emisión de CO₂ resultantes de la generación de electricidad mediante el uso de combustibles fósiles), desde el punto de vista de la mitigación no se trata a priori de una opción altamente interesante debido a que el factor de emisión de la red eléctrica nacional es bajo y se espera que su valor decrezca en los próximos años²⁹, por lo que las reducciones de CO_{2e} adicionales serían comparativamente limitadas.

- **Costos:** el costo de inversión inicial del sistema de generación eléctrica implicaría añadir a las inversiones relativas al sistema de captura de biogás, entre otros: limpiador de gas, generador de energía eléctrica y la línea de transmisión hasta el sistema interconectado. De manera indicativa, se proporcionan algunos costos de sistemas de generación de electricidad a partir de biogás para proyectos similares a los del MSM:
 - Costos Proyecto MDL – “*Landfill biogas extraction and combustion plant in El Inga I and II landfill*” (Quito, Ecuador): el costo de inversión para 1 MW es de 1.005.000 EUR (generador = 450.000 EUR, limpiador de gas = 77.000 EUR, línea de transmisión y conexiones eléctricas = 315.000 EUR, obras civiles = 123.000 EUR y otros estimados = 40.000 EUR). Además, el costo anual de operación y mantenimiento del generador eléctrico es 120.000 EUR;
 - Costos Proyecto MDL – “Zámbiza Landfill Gas Project” (Quito, Ecuador): 2 generadores eléctricos de 1.250 kW de potencia unitaria, cada uno cuesta 1.140.000 € (en total: 2.280.000 €);
 - Costos sistema de generación eléctrica – Cuenca, Ecuador: el costo del sistema para producción de energía de Cuenca de 2 MW es de 2.377.438 USD³⁰.
 - Costos sistema de generación eléctrica – Mundo Verde, Ecuador: 530.000 USD (generador de

²⁹ El valor actual del país se estima en 0,4850 tCO₂/MWh del margen combinado para proyectos termoelectrónicos e hidroeléctricos (año 2012). Dado que el país cambia a un sistema de generación mayoritariamente hidroeléctrica con la entrada de 7 centrales hidroeléctricas en la red eléctrica del país, se estima que para el año 2020 el factor de emisión sería del orden de 0,10 tCO₂/MWh. Se revisaron varios documentos para determinar este valor y se comprobó el valor con el más cercano para esta aproximación, el factor de red de Brasil (0,05 tCO₂/MWh con una generación renovable del orden del 90%).

³⁰ Dato tomado de una tesis de grado de dos ingenieros eléctricos en 2013, el mismo que se ratifica en la edición del periódico El Telégrafo del 7 de junio de 2013.

energía eléctrica = 450.000 USD, limpiador de gas = 65.000 USD, línea de transmisión = 15.000 USD). Además, al añadir el componente de generación eléctrica los costos de operación y mantenimiento se incrementarían considerablemente.

Si bien los proyectos podrían generar ingresos por la generación de electricidad, la tarifa no subvencionada generalmente no es suficiente para autofinanciar la inversión. Una posibilidad podría ser solicitar tratamiento preferente como ge antes respectivos a ARCONEL (Agencia de Regulación y Control de la Electricidad). Sin embargo, la aceptación del tratamiento preferente como generador no convencional por parte de ARCONEL es incierta a la fecha de elaboración del presente informe, ya que los nuevos detalles de la legislación serán publicados una vez concluida la consultoría. Además, en el mecanismo anterior (CONELEC) los procedimientos para solicitar la participación podían demorar más de un año y actualmente dicho mecanismo solamente cuenta con dos proyectos. El mayor coste y mayor riesgo asociados a la inversión hacen que no sea cauto recomendar actualmente esta posibilidad.

- **Generación de metano:** La generación de energía es directamente proporcional a cantidad de metano capturado, este a su vez depende de la cantidad de biogás producido que también está relacionado con la ingeniería y operación del relleno. Los principales factores que afectan la producción de biogás son: humedad de los residuos (a mayor humedad mayor producción), la operación / compactación (a mayor compactación menor presencia de oxígeno y por tanto la degradación anaeróbica produce mayor cantidad de metano), la cobertura diaria de los residuos (que evita el contacto con el aire permitiendo mantener las condiciones anaeróbicas en el relleno, debe considerarse que con degradación aerobia el metano tiende a desaparecer y aumenta la producción de CO₂ y agua. Aunque con los modelos (calculadoras) se puede realizar una predicción preliminar de la cantidad de biogás generado, no pueden predecir con exactitud qué pasará en la realidad pues los residuos acumulados y recibidos y la operación misma varían en el tiempo, lo cual obviamente influye en la cantidad de biogás generado. El mejor y más confiable método de conocer la generación real es con las mediciones directas en cada sitio, como se propone en este concepto de implementación.

ACTUALIZACIÓN (ABRIL 2018)

Es importante tener en cuenta que al presente no existe una tarifa subvencionada.

Por todo lo anterior, el equipo Consultor considera que, aunque a priori la captura centralizada del biogás con generación eléctrica es una de las tecnologías elegibles dentro del MSM, en esta primera fase debe descartarse. Se propone el siguiente plan de actuación:

- i) Incluir un **estudio preliminar de generación de electricidad** en el estudio de **diseño técnico de los proyectos**.
- ii) **Comenzar implementando primeramente proyectos de captura y quema de biogás**, sin el componente de generación de electricidad.
- iii) Operar los sistemas entre 1 y 3 años y medir los flujos para **evaluar si la cantidad de gas captado refleja lo previsto**. Con los datos reales disponibles, determinar con mayor certeza la viabilidad económica del sistema de generación de electricidad y valorar convenientemente la posibilidad.

3.1.3 CRITERIOS INICIALES DE ELEGIBILIDAD Y PRIMERA ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

3.1.3.1 Procedimiento para la aceptación formal de un proyecto en el MSM

La finalidad de esta sección es proporcionar un procedimiento claro bajo el cual los proyectos entrarán a formar parte del MSM. Este procedimiento es aplicable tanto para los proyectos piloto iniciales como para futuras inclusiones de proyectos bajo el MSM (bien por ampliación del MSM en sí o bien en sustitución de alguno de los proyectos piloto seleccionados inicialmente).

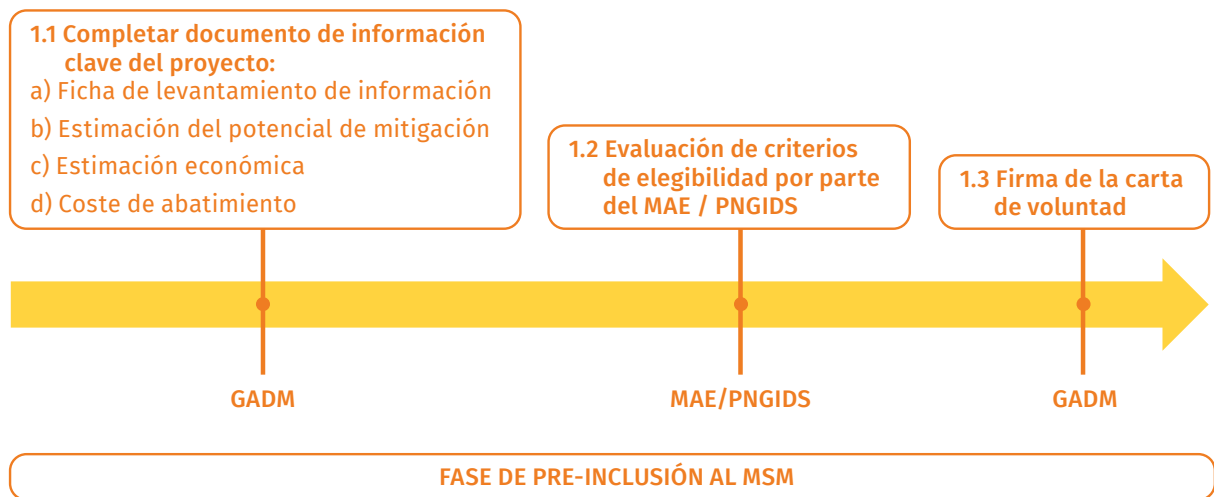
En cualquiera de los casos, los proyectos que deseen formar parte del MSM deberán pasar por dos fases:

- 1. Fase de Pre-inclusión;
- 2. Fase de Inclusión.

Es importante destacar que, por norma general, las actividades dentro de cada fase son consecutivas por necesidad, e incluso entre ambas fases. Esto quiere decir que es verdaderamente importante cumplimentar cada una de las actividades dentro de las fases antes de avanzar.

Aunque pueda darse el caso de que haya actividades que no requieran de tareas previas, se recomienda seguir las actividades en el orden propuesto a fin de agilizar el proceso. A continuación, se explican detalladamente cada una de las dos fases de forma gráfica. La siguiente figura muestra la fase de Pre-Inclusión.

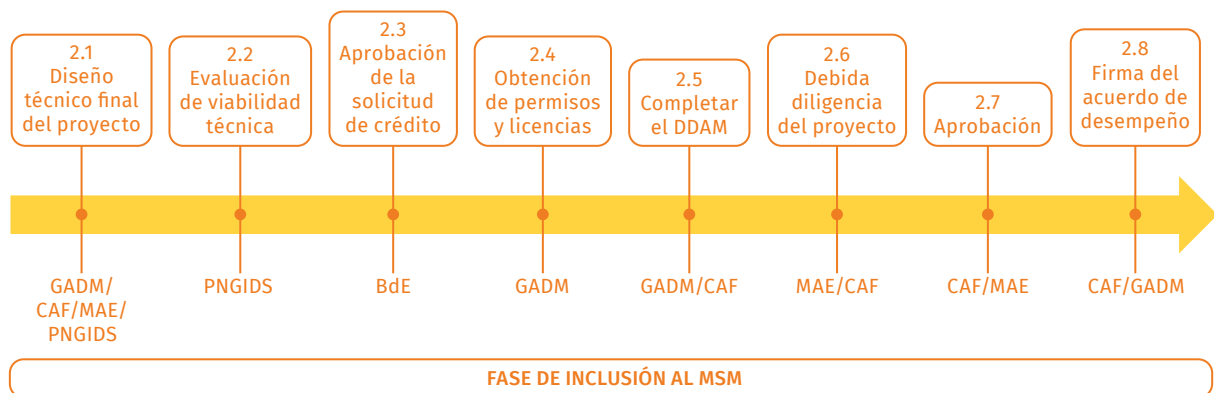
FIGURA 16. Proceso relativo a la fase de pre-inclusión de un proyecto al MSM



Fuente: Los autores, 2015

Por otro lado, la siguiente figura muestra el proceso relativo a la inclusión de los proyectos al MSM.

FIGURA 17: Proceso relativo a la fase de inclusión de un proyecto al MSM



Fuente: Los autores, 2015

a) Fase de Pre-inclusión

La fase de Pre-Inclusión puede esquematizarse de la siguiente manera.

TABLA 18. Etapas relativas a la fase de pre-inclusión de un proyecto al MSM

| | Fase de Pre-Inclusión | Actor |
|-------|---|---------------|
| 1.1 | Completar el documento de información clave del proyecto | GADM Opositor |
| 1.1.a | Completar la ficha de levantamiento de información del sitio de disposición | |
| 1.1.b | Estimación del potencial de mitigación | |
| 1.1.c | Estimación económica de la inversión, operación y mantenimiento e intereses a pagar | |
| 1.1.d | Cálculo del coste de abatimiento | |
| 1.2 | Evaluación de criterios de elegibilidad por parte de MAE/PNGIDS | MAE/PNGIDS |
| 1.3 | Firma de la Carta de Voluntad | GADM Opositor |

Fuente: Los autores, 2015

Detalladamente, cada actividad dentro de la fase de Pre-Inclusión puede definirse como sigue:

- **1.1 Completar el documento de información clave del proyecto:** Se deberá rellenar la plantilla de información clave proporcionada por CAF a fin de obtener la máxima información previa respecto del proyecto. En esta actividad se consideran prioritarias cuatro subtareas:
 - **1.1.a Completar la ficha de levantamiento de información del sitio de disposición:** Para los nuevos proyectos, se deberá completar una ficha de levantamiento de información a fin de disponer de la información técnica necesaria para complementar el resto de las actividades.
 - **1.1.b Estimación del potencial de mitigación:** La estimación del potencial de mitigación deberá ser realizada según las indicaciones del equipo consultor en la sección relativa al cálculo de dicho potencial para los proyectos piloto haciendo uso de la calculadora LMOP-EPA. Una indicación de los posibles valores por defecto a utilizar y de los parámetros que sería

necesario monitorear se encuentra en la propuesta de estandarización de parámetros para el cálculo ex-ante de la reducción de emisiones sugerida.

- **1.1.c Estimación económica de la inversión, operación y mantenimiento e intereses a pagar:** Dichos cálculos deberán realizarse siguiendo el mismo procedimiento indicado en la sección 3.2.5, donde se mencionan los anexos a consultar para realizar dichos cálculos.
- **1.1.d Cálculo del coste de abatimiento:** De igual modo, deberán consultarse la sección 3.2.8.4 a fin de conocer el procedimiento de cálculo y poder aplicarlo al proyecto en cuestión.
- **1.2 Evaluación de criterios de elegibilidad por parte de MAE/PNGIDS:** Las instituciones gubernamentales, primeramente, deberán comprobar que el documento de información clave ha sido completado de manera correcta siguiendo el procedimiento marcado. Tras ello, dichas autoridades procederán a realizar una evaluación de los criterios de elegibilidad aplicados al proyecto en cuestión. Los criterios generales de elegibilidad para el MSM en el sector residuos del Ecuador se muestran en la siguiente Tabla 20 en la sección 3.1.3.2.
- **3. Firma de la Carta de Voluntad:** Una vez superados los pasos anteriores el proyecto deberá firmar la Carta de Voluntad de inclusión al MSM, dicha carta de voluntad será proporcionada por CAF siempre que se haya cumplido con los procedimientos anteriores.

b) Fase de Inclusión

Tras el cumplimiento de los pasos mencionados hasta ahora, el proyecto alcanzará el **estado de Pre-Inclusión en el MSM**. A continuación, siguiendo el mismo enfoque, se esquematiza el proceso sucesivo de Inclusión final en el MSM.

TABLA 19. Etapas relativas a la fase de inclusión de un proyecto al MSM

| Fase de Inclusión | Actor |
|---|---------------------|
| 2.1 Diseño técnico final del proyecto de mitigación | GADM Opositor |
| 2.2 Evaluación de la viabilidad técnica del proyecto de mitigación por parte del PNGIDS | PNGIDS |
| 2.3 Aprobación de la solicitud de crédito | BDE |
| 2.4 Obtención de permisos y licencias ambientales | GADM Opositor |
| 2.5 Completar el Documento de Diseño de la Actividad de Mitigación | GADM Opositor / CAF |
| 2.6 Debida Diligencia del proyecto | MAE / CAF |
| 2.7 Aprobación por parte de CAF y MAE | CAF / MAE |
| 2.8 Firma del acuerdo de Desempeño | GADM Opositor / CAF |

Fuente: Los autores, 2015

Detalladamente, cada actividad dentro de la fase de Inclusión puede definirse como sigue:

- 2.1 Diseño técnico final del proyecto de mitigación:** Se deberá contratar el estudio técnico de diseño de la actividad de mitigación.
- 2.2 Evaluación de la viabilidad técnica del proyecto de mitigación por parte del PNGIDS:** La evaluación de la viabilidad del proyecto deberá ser realizada por el PNGIDS. El PNGIDS será responsable de determinar si, visto el diseño final de la actividad y los plazos existentes el proyecto es factible de ser incluido bajo el MSM en las condiciones particulares del momento de la solicitud.
- 2.3 Aprobación de la solicitud de crédito:** A esta etapa, si el GADM cuenta con cupo de endeudamiento con el BDE, esto puede proceder a aprobar la solicitud de crédito del GADM para realizar la inversión inicial y lograr la construcción o instalación de la actividad de mitigación.

- **2.4 Obtención de permisos y licencias ambientales:**
El GADM deberá obtener los permisos y licencias ambientales necesarios para desarrollar la actividad de mitigación en caso de que aplique, un análisis de los permisos y licencias faltantes será realizado al completar el documento de información clave durante la fase de pre-inclusión.
- **2.5 Completar el Documento de Diseño de la Actividad de Mitigación (DDAM):** el GADM y CAF deberán conjuntamente completar el DDAM con el máximo grado de detalle disponible hasta la fecha de su elaboración.
- **2.6 Debida Diligencia del proyecto:** El MAE y CAF serán responsables de realizar la debida diligencia del proyecto opositor.
- **2.7 Aprobación por parte de CAF y MAE:** Una vez completados los pasos anteriores, CAF y el MAE deberán dar su aprobación para la inclusión del proyecto bajo el MSM.
- **2.8 Firma del acuerdo de Desempeño:** Tras el visto bueno de CAF y del MAE (Paso 2.6), el GADM deberá firmar el acuerdo de desempeño con CAF para formalmente ser inscrito bajo el MSM.

En cualquier actividad de cada una de las fases, CAF podrá solicitar actualizaciones o mejoras sobre los productos esperados (p.ej. documentos de información clave) o sobre el proceso en sí a realizar (p.ej. diseño técnico de la actividad).

3.1.3.2 Criterios generales de elegibilidad al MSM para actividades de mitigación

Los criterios generales de elegibilidad al MSM para actividades de mitigación son los presentados en la Tabla 20 a continuación.

TABLA 20. Criterios generales de elegibilidad al MSM para actividades de mitigación

| Criterio | Alcance o Límite |
|--|---|
| Geográfico | Toda la extensión geográfica del Ecuador. |
| Desarrolladores de los proyectos y Partes interesadas | GADM (Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales) o Mancomunidades que operen proyectos de gestión de residuos sólidos. |
| Tipos de residuos considerados | Residuos sólidos domiciliarios (RSD) orgánicos y asimilables, como: comerciales, institucionales, de mercados, restaurantes, poda de jardines y barrido. |
| Tipos de residuos excluidos | Residuos líquidos, industriales, de petróleos, mineros, de la construcción, de la agricultura, especiales y peligrosos. |
| Tecnologías de mitigación consideradas | <ol style="list-style-type: none"> Captura centralizada del biogás en botadero o relleno sanitario: <ol style="list-style-type: none"> con generación eléctrica sin aprovechamiento energético (sólo destrucción del GEI) Tratamiento Mecánico Biológico (TMB) de los RSD mezclados, previo a la disposición final Compostaje de los RSD orgánicos, recolectados previamente en forma selectiva |
| Tecnologías de mitigación excluidas | Minimización, recolección, transferencia y transporte, biodigestión, reciclaje y aprovechamiento energético de los residuos como combustible alternativo (<i>waste-to-energy</i>). |
| Población | GADM y Mancomunidades con población de más de 100.000 habitantes. |
| Mitigación hasta 2021 | Estimación preliminar del potencial de mitigación mayor de 85.000 tCO ₂ e de manera acumulada hasta el año 2021. |
| Aspectos estratégicos e institucionales | Valoración “favorable” por parte del MAE y el PNGIDS. |
| Aspectos económicos | GADM y Mancomunidades que son sujetos de crédito directo del Banco de Desarrollo del Ecuador y cuentan con cupo de endeudamiento y desembolsos a 5 o 7 años. |
| Viabilidad de la implementación de los proyectos a corto plazo | Proyectos susceptibles de ser implementados a corto plazo después de su selección, considerando entre otros aspectos: avance de estudios complementarios y estado de posibles procesos administrativos por incumplimiento a la normativa ambiental vigente. |

Fuente: Los autores, 2015

3.1.3.3 Criterios de elegibilidad y priorización específicos preliminares para los GADM y Mancomunidades para participar al MSM

A fin de seleccionar y priorizar de manera preliminar los proyectos piloto potencialmente asociables a GADM y Mancomunidades elegibles a participar en el MSM, en la primera etapa del diseño del MSM se ha desarrollado una metodología de preselección para asegurar que los 5 proyectos piloto que serán incluidos en el MSM satisfacen los objetivos del mismo, es decir alcanzar una reducción de emisiones de GEI de 500.000 tCO₂e desde 2016 hasta el 31 diciembre de 2021.

Se ha basado el proceso de preselección primeramente sobre cuatro pasos, resumidos en la Figura 18.

FIGURA 18: Criterios de elegibilidad para participar al MSM aplicados para la preselección de los GADM y Mancomunidades en la primera etapa del presente Proyecto



Fuente: Los autores, 2015

Se presenta a continuación la metodología de preselección aplicada para priorizar y seleccionar los proyectos piloto de manera preliminar en la primera etapa del presente Proyecto:

- 1. En primer lugar, se consideró el **total de GADM y Mancomunidades del país**: ver capítulo 2.3. del presente informe: “Descripción del sector”.

- 2. De todos los GADM y Mancomunidades se escogieron **aquellos que tienen más de 100.000 habitantes**: La población de un GADM o Mancomunidad es uno de los principales factores que influyen directamente sobre la generación de RSU y, consecuentemente, también sobre los cálculos de modelización y de proyecciones de GEI en los modelos econométricos utilizados³¹. Si bien cabe recalcar que a mayor generación de residuos no siempre le corresponde de manera automática un mayor potencial de mitigación porque hay otros factores considerados en los modelos econométricos que también pueden influir significativamente (p.ej. caracterización de los residuos, nivel de precipitaciones en el sitio del emplazamiento), es razonable asumir que de manera general el mayor potencial de mitigación sí se encuentra en los GADM y Mancomunidades con mayor población y generación de RSU. De esta manera, se puede hacer la generalización de que: mayor población á mayor generación RSU á mayores emisiones de GEI á mayor potencial de mitigación. Teniendo en cuenta estos aspectos, así como el objetivo del MSM (que consiste en reducir 500.000 tCO₂e hasta el año 2021 a lograrse idealmente mediante hasta 5 proyectos específicos, cada uno asociado a un GADM o una Mancomunidad), se ha decidido priorizar aquellos GADM y Mancomunidades que tienen más población (> 100.000 habitantes) y correspondientemente, mayor generación de RSU.
- 3. Sobre aquellos GADM y Mancomunidades que resultaron preseleccionados por el paso 2 anterior, se ha realizado la **modelización del potencial de reducción de emisiones de GEI preliminar de 2016 hasta 2021 (incluso)**. Dicha modelización se realiza mediante el procesamiento de datos generales (población, generación RSD y asimilables, RSD y asimilables recolectados, nivel de precipitación en el lugar del emplazamiento) y datos sobre la disposición final (botadero/relleno sanitario en operación) para cada emplazamiento, siguiendo el modelo desarrollado por la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA) de los Estados Unidos para la tecnología de captura y quema del biogás, considerada en general la tecnología

31 Debido a que en esta fase, se trata de obtener un de manera preliminar un orden de magnitud de reducciones de GEI, se pueden simplificar los modelos econométricos y considerar constante en el tiempo la Generación de Residuos per Cápita (GRC), por lo que la población resulta directamente proporcional a la generación de residuos (es decir, más población corresponderá a mayor generación de residuos).

con más potencial de reducción y que encaja mejor con los objetivos del MSM, debido a la posibilidad de reducir en un tiempo relativamente breve las emisiones de metano en los sitios de disposición. Con base a los resultados de la modelización, se realiza una preselección basada en aspectos técnicos de aquellos GADM y Mancomunidades que presentan un **potencial de reducción de GEI preliminar mayor a 85.000 tCO₂e de manera acumulada entre desde año 2016 al 2021**. Este criterio de selección relativo al potencial de mitigación ha sido propuesto siguiendo un principio conservador para poder lograr el objetivo principal del MSM: reducir 500.000 tCO₂e hasta 2021 con hasta 5 proyectos piloto.

- 4. Tras esta evaluación técnica, se completó el análisis con una **valoración de aspectos estratégicos e institucionales por parte del MAE y el PNGIDS**, seleccionando aquellos emplazamientos con una valoración “favorable” por parte de estos organismos.

A continuación, se ilustra en detalle la aplicación práctica de los pasos metodológicos presentados arriba.

a) Paso 1: Total de GADM y Mancomunidades del país

Un análisis del total de GADM y Mancomunidades del país ha sido efectuado en la sección 2.3. “Descripción del sector” (en particular en el apartado 2.3.1. “Descripción General del Sector residuos Sólidos”).

b) Paso 2: Selección de GADM y Mancomunidades con más de 100.000 habitantes

Primeramente, se presenta la selección de los GADM con más de 100.000 habitantes y algunos datos y parámetros relevantes para el Paso 3 - Estimación del potencial de mitigación, como por ejemplo la Producción de RSU Per Cápita (PPC) y la generación de RSD por GADM al día. El resultado de este análisis muestra 22 GADM de más de 100.000 habitantes³².

³² El equipo consultor ha decidido basar el análisis preliminar de reducciones de GEI incluidos en este informe sobre la base de datos del INEC 2010.

TABLA 21. Selección de los GADM de más de 100.000 habitantes y su producción de RSD

| INFORMACIÓN GENERAL | | | | |
|---------------------|--------------------------------|--|---------------------|-----------------------|
| GAD | POBACION CENSO INEC 2010 | POBLACION PROYECCION PNGIDS 2014 | PPC (kg/hab.dia) | GENERACIÓN (t/día) |
| GUAYAQUIL | 2.350.915 | 2.560.505 | 1,13 | 2893,37 |
| QUITO | 2.239.191 | 2.505.344 | 0,86 | 2154,6 |
| CUENCA | 505.585 | 569.416 | 0,60 | 341,65 |
| SANTO DOMINGO | 368.013 | 410.355 | 0,86 | 352,91 |
| AMBATO | 329.856 | 360.544 | 0,68 | 245,17 |
| PORTOVIEJO | 280.029 | 304.227 | 0,73 | 222,09 |
| MACHALA | 245.972 | 270.047 | 0,73 | 197,13 |
| DURAN | 235.769 | 269.647 | 0,73 | 196,84 |
| MANTA | 226.477 | 247.463 | 0,73 | 180,65 |
| RIOBAMBA | 225.741 | 246.861 | 0,51 | 125,9 |
| LOJA | 214.855 | 243.321 | 0,68 | 165,46 |
| ESMERALDAS | 189.504 | 206.298 | 0,53 | 109,34 |
| IBARRA | 181.175 | 201.237 | 0,71 | 142,88 |
| LATACUNGA | 170.489 | 188.627 | 0,63 | 118,84 |
| QUEVEDO | 173.575 | 186.349 | 0,99 | 184,49 |
| MILAGRO | 166.634 | 183.848 | 0,58 | 106,63 |
| BABAHOYO | 153.776 | 162.981 | 0,44 | 71,71 |
| SANTA ELENA | 144.076 | 149.750 | 0,47 | 70,38 |
| DAULE | 120.326 | 142.287 | 0,58 | 82,53 |
| QUININDE | 122.570 | 134.973 | 0,81 | 109,33 |
| CHONE | 126.491 | 132.178 | 0,60 | 79,31 |
| OTAVALO | 104.874 | 115.725 | 0,48 | 55,55 |

Fuente: Los autores a partir de datos de INEC 2010 y PNGIDS, 2014

Nota 1: Los datos de generación se han calculado a partir de la proyección de población por PNGIDS 2014.

Nota 2: El valor de la PPC de Quevedo se tomó del proyecto Mundo Verde.

Nota 3: Se debe anotar que la población de Babahoyo se tomó de la anterior base de datos del PNGIDS (año 2013). Sin embargo, en la base de datos actualizada al 2014 el número de habitantes anotado para este cantón es menor que el obtenido en el censo del INEC de 2010.

En la siguiente Tabla se presenta la caracterización de los RSD (tomada de la misma base de datos del PNGIDS del 2014) para aquellos GADM con población mayor a 100.000 habitantes (base datos INEC 2010).

TABLA 22. Selección de GADM de más de 100.000 habitantes y caracterización de su RSD

| CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS | | | | | | | | |
|---|---------------|---------------|------------|-----------|--------------|------------|--------------|-----------|
| NÚMERO | GADM | Orgánicos (%) | Cartón (%) | Papel (%) | Plástico (%) | Vidrio (%) | Chatarra (%) | Otros (%) |
| 1 | GUAYAQUIL | 60,6 | 4,0 | 5,7 | 8,0 | 2,4 | 2,6 | 16,7 |
| 2 | QUITO | 57,7 | 5,5 | 2,9 | 12,5 | 2,0 | 2,4 | 16,9 |
| 3 | CUENCA | 54,5 | 4,8 | 8,9 | 11,0 | 3,1 | 1,2 | 16,5 |
| 4 | SANTO DOMINGO | 68,2 | 10,4 | - | 10,0 | 1,5 | 1,2 | 8,8 |
| 5 | AMBATO | 60,2 | 5,5 | 5,0 | 11,6 | 1,1 | 3,7 | 13,0 |
| 6 | PORTOVIEJO | 70,7 | 4,1 | 4,1 | 8,4 | 1,7 | 2,5 | 8,6 |
| 7 | MACHALA | 55,0 | 10,0 | 10,0 | 17,2 | 6,4 | 0,6 | 0,8 |
| 8 | DURAN | 65,8 | 2,2 | 16,9 | 11,9 | 1,8 | 0,9 | 0,6 |
| 9 | MANTA | 68,2 | 3,7 | 3,7 | 9,6 | 2,4 | 0,9 | 11,5 |
| 10 | RIOBAMBA | 65,0 | 5,0 | 5,0 | 12,0 | 2,0 | 3,0 | 8,0 |
| 11 | LOJA | 63,4 | 4,8 | 4,8 | 9,6 | 2,0 | 1,3 | 14,1 |
| 12 | ESMERALDAS | 70,0 | 4,0 | 3,0 | 7,0 | 2,0 | 10,0 | 4,0 |
| 13 | IBARRA | 63,0 | 4,0 | 4,0 | 10,0 | 3,0 | 1,0 | 15,0 |
| 14 | LATACUNGA | 65,0 | 5,1 | 3,8 | 13,1 | 1,4 | 2,0 | 9,7 |
| 15 | QUEVEDO | 63,4 | 2,9 | 5,9 | 12,4 | 1,0 | 2,2 | 12,3 |
| 16 | MILAGRO | 59,9 | 3,9 | 4,1 | 9,2 | 2,7 | 1,7 | 18,5 |
| 17 | BABAHOYO | 61,6 | 2,6 | 3,4 | 21,8 | 3,9 | 0,9 | 5,9 |
| 18 | SANTA ELENA | 60,8 | 3,5 | 4,9 | 14,5 | 3,0 | 1,3 | 12,0 |

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

| NÚMERO | GADM | Orgánicos (%) | Cartón (%) | Papel (%) | Plástico (%) | Vidrio (%) | Chatarra (%) | Otros (%) |
|--------|----------|---------------|------------|-----------|--------------|------------|--------------|-----------|
| 19 | DAULE | 47,7 | 2,2 | 2,2 | 6,8 | 1,7 | 2,0 | 37,5 |
| 20 | QUININDE | 56,0 | 8,0 | 12,0 | 15,0 | 3,0 | 2,0 | 4,0 |
| 21 | CHONE | 71,1 | 3,9 | 3,9 | 3,1 | 2,2 | 3,0 | 12,9 |
| 22 | OTAVALO | 65,2 | 3,0 | 3,5 | 6,9 | 1,6 | 0,5 | 19,4 |

Fuente: PNGIDS, 2014

Cabe mencionar que algunos de estos GADM con más de 100.000 habitantes forman parte de mancomunidades. Este es el caso de Manta (en Costa Limpia), Babahoyo y Quevedo (en Mundo Verde), Ibarra y Otavalo (en Imbabura) y Santa Elena (en la mancomunidad del mismo nombre). En principio, bajo el marco del presente estudio los GADM anteriores no serían analizados de manera individual sino como parte de sus respectivas mancomunidades, debido al **objetivo manifiesto por parte del PNGIDS y el MAE de promover el funcionamiento mancomunado respecto al servicio de manejo de RS en Ecuador**. Sin embargo, se han considerado las siguientes excepciones:

- **Babahoyo y Quevedo:** si bien en un futuro ambos GADM dispondrán sus residuos en un nuevo relleno sanitario de la mancomunidad, actualmente cuentan con botaderos en funcionamiento que podrían formar parte del MSM. Durante la Misión 1 se incluyó una reunión con ambos GADM y la visita al botadero de Babahoyo. El análisis se realizará tanto a nivel GADM como a nivel mancomunidad, debido a que el PNGIDS y el MAE consideran que su inclusión en el MSM podría permitir la implementación de medidas similares a nivel de mancomunidad en un futuro próximo.
- **Ibarra y Otavalo:** por una parte, Ibarra ha presentado un proyecto propio para producción de diésel sintético por medio de los RSD de manera independiente al proyecto mancomunado. Por otra parte, Otavalo ha explicitado su deseo de continuar manejando los residuos de manera independiente. Por tanto, el análisis se realizará a nivel GADM en ambos casos.

Para el resto de GADM con más de 100.000 habitantes que forman parte de mancomunidades (Manta y Santa Elena), el análisis se ha hecho a nivel de mancomunidad tal como se explica a continuación.

Respecto a las Mancomunidades con una población mayor a 100.000 habitantes (de acuerdo a la base de datos del PNGIDS del 2010), se ha determinado que **existen 8 mancomunidades que cumplen con este requisito** (considerando las mancomunidades de “Mancomunidad del Norte”, “Mancomunidad Abras de Mantequilla” y “Mancomunidad del Sur” como una única Mancomunidad llamada “Mundo Verde” o Sumak Kausay). Los detalles se presentan en la siguiente tabla, junto a una breve descripción de los proyectos de cada una. Cabe señalar que existen varias mancomunidades que se encuentran en funcionamiento, de acuerdo a la información proporcionada por el PNGIDS, como: Mancomunidad de la Cuenca Alta del Río Paute, Mancomunidad del Tungurahua, Mancomunidad de Pallatanga - Bucay - Cumandá, Mancomunidad de la Cuenca del Río Jubones y Mancomunidad de Manabí. Sin embargo ninguna cumple con el requisito de sumar 100.000 habitantes, por lo que no cumplen la condición marcada por la metodología seguida en este estudio.

TABLA 23. Resumen de las principales Mancomunidades de residuos del Ecuador

| Nombre | Relevancia | Descripción del Proyecto |
|----------------------------|------------|---|
| Mundo Verde o Sumak Kausay | 20 GADM | <ul style="list-style-type: none"> • Ubicación: La mancomunidad se compone de 20 cantones ubicados en 3 provincias: Los Ríos, Guayas y Bolívar. • Proyecto: Se pretende cerrar todos los botaderos e instalar un Centro de GIRS en Quevedo, además de estaciones de transferencia de residuos, plantas de clasificación de residuos reciclables (PCRR), plantas de compostaje y tratamiento mecánico biológico (TMB), entre otros. • Situación técnica: Actualmente se está en la etapa de desarrollo de los Estudios de Factibilidad y Diseños Definitivos para la GIRS. Ya se desarrollaron el estudio de viabilidad y los cierres técnicos de los botaderos. Posibles medidas de mitigación: a) Captación activa del biogás con generación de electricidad en el relleno sanitario del Centro de GIRS, b) Expansión del proyecto piloto de TMB, c) Captación activa del biogás con generación de electricidad en los botaderos de Quevedo y Babahoyo. • Situación administrativa-legal: La mancomunidad y la empresa pública (EP) están legalmente establecidos, pero la EP no está operando y no tiene capital. |

| Nombre | Relevancia | Descripción del Proyecto |
|--------------------------------|--|--|
| Mancomunidad Centro Norte | 3 GADM No se Incluyen Los GADM de Sucre y San Vicente | <ul style="list-style-type: none"> • Ubicación: Esta mancomunidad está ubicada en la provincia de Manabí, la componen 5 GADM y comprende los servicios de agua potable, alcantarillado y residuos sólidos. • Proyecto: Con apoyo del PNGIDS se realizaron estudios de GIRS que actualmente se encuentran en proceso de viabilidad técnica, plantea reciclaje, elaboración de compost de una parte de los residuos orgánicos y el manejo de un relleno sanitario mancomunado con captación pasiva de gas y quema. • Situación técnica: El estudio se realizó solo para 3 GADM, Tosagua, Junín y Bolívar, cuyos residuos sólidos irán al relleno sanitario diseñado. • Situación administrativa-legal: Cuenta con la Empresa Pública Municipal Mancomunada de Agua Potable, Alcantarillado y servicios Integrales del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y Rurales de los Cantones Bolívar, Junín, San Vicente, Sucre y Tosagua (EMAARS EP). La mancomunidad se encuentra en funcionamiento. |
| Mancomunidad del Pueblo Cañari | 4 GADM | <ul style="list-style-type: none"> • Ubicación: Mancomunidad ubicada en la provincia de Cañar, formada por los GADM de Cañar, El Tambo, Suscal y Biblián. • Situación técnica: Estudios de GIRS con avance del 80% pero suspendidos por oposición al sitio de disposición final. • Situación administrativa-legal: Se ha conformado la Empresa Pública Municipal Mancomunada de Aseo Integral del Pueblo Cañari (EMMAIPC-EP); La mancomunidad se encuentra funcionando y a la espera de solucionar el problema del sitio para la disposición final mancomunada. |
| Mancomunidad Costa Limpia | 3 GADM | <ul style="list-style-type: none"> • Ubicación: Mancomunidad ubicada en la provincia de Manabí, formada por los GADM de Manta, Jaramijó y Montecristi. • Proyecto: Opera un relleno sanitario desde 2010. • Situación técnica: Ha realizado estudios de aprovechamiento para generación de energía financiados con recursos propios. • Situación administrativa-legal: Cuenta con la Empresa Mancomunada para la Recolección, Transporte y Disposición Final de los Desechos Sólidos, Industriales, Tóxicos y Biopeligrosos de Jaramijó, Manta y Montecristi (COSTA LIMPIA EP). |
| Mancomunidad de Bolívar | 3 GADM | <ul style="list-style-type: none"> • Ubicación: Esta mancomunidad de ubica en la provincia de Bolívar, forman parte de la misma los GADM de Guaranda, San José de Chimbo y San Miguel de Bolívar. • Situación técnica: Cuenta con estudios de GIRS, financiados por AME en proceso de obtención de viabilidad técnica. • Situación administrativa-legal: Mancomunidad conformada desde 2004 pero que no ha comenzado la operatividad hasta la actualidad. Se desconoce si se ha conformado la empresa pública. |

| Nombre | Relevancia | Descripción del Proyecto |
|--|--|--|
| Mancomunidad Municipal para el Manejo Integral de Residuos Sólidos, de los Cantones La Libertad, Salinas y Santa Elena | 3 GADM | <ul style="list-style-type: none"> • Ubicación: Mancomunidad formada por los GADM de Santa Elena, La Libertad y Salinas, está ubicada en la provincia de Santa Elena. • Proyecto: pendiente • Situación técnica: Estudios de GIRS, financiados por el PNGIDS, en desarrollo, se espera que culminen en dos meses. • Situación administrativa-legal: Mancomunidad conformada el 30 de noviembre de 2010. Empresa pública en proceso de conformación. |
| Mancomunidad de Chimborazo (no posee nombre oficial) | 3 GADM | <ul style="list-style-type: none"> • Ubicación: Esta mancomunidad se encuentra en la provincia de Chimborazo, está integrada por los GADM de Alausí Colta y Guamote. • Proyecto: pendiente • Situación técnica: Estudios de GIRS, financiados por el PNGIDS con avance del 100%, se encuentra en proceso de regulación ambiental. • Situación administrativa-legal: No se ha conformado la empresa pública. |
| Mancomunidad de Imbabura (no posee nombre oficial) | 4 GADM (no se incluyen Ibarra y Otavalo) | <ul style="list-style-type: none"> • Ubicación: Esta mancomunidad se ubica en la provincia de Imbabura y está conformada por 6 cantones, Ibarra, Otavalo, Antonio Ante, Cotacachi, Pimampiro y San Miguel de Urququí. • Proyecto: pendiente • Situación técnica: Tiene un estudio de aprovechamiento para generación de energía a ser financiado por el MERR, sin embargo Ibarra presentó un proyecto propio para producción de diésel sintético por medio de los RSD y Otavalo no desea mancomunarse. • Situación administrativa-legal: No cuenta con la empresa pública mancomunada. |

Fuente: Los autores basado en información aportada por PNGIDS, 2014

Nota: Se enseñan solamente aquellas Mancomunidades “principales” que presentan una población mayor a 100.000 habitantes.

Por información proporcionada por el PNGIDS, en las comunidades preseleccionadas incluidas en la tabla anterior se presentan las siguientes observaciones:

- **Mundo Verde:** está en conformación y se espera que entre a operar en 2017.
- **Centro Norte:** se encuentra funcionando como mancomunidad, los estudios están aprobados y está tramitando el crédito para la implementación de los diseños que comprenden: cierre técnico del botadero (actualmente lo utilizan Bolívar y Tosagua) y la construcción del relleno sanitario, se espera que entre en operación a principios de 2016.

- **Pueblo Cañari:** no está funcionando como mancomunidad, el estudio del relleno mancomunado tiene un 80% de avance, pero está suspendido por oposición de los moradores al sitio de implantación del mismo, si se soluciona el problema a principios de 2015 se estima que podría funcionar a partir de 2016.
- **Costa Limpia:** no está funcionando como mancomunidad porque los GADM de Jaramijó y Montecristi se han separado por diferencias políticas con Manta.
- **Bolívar:** No está funcionando como mancomunidad, los estudios tienen viabilidad técnica pero existe oposición sobre el sitio del relleno mancomunado, no se puede concretar un plazo para su viabilidad.
- **Santa Elena:** no está funcionando como mancomunidad, el estudio está con viabilidad técnica y se encuentra en regularización ambiental, se estima que podría iniciar la operación en 2016 o 2017.
- **Chimborazo:** no está funcionando como mancomunidad, los estudios están con el 80% de avance, sin embargo no se cree que entre en operación a medio plazo.
- **Imbabura:** no está funcionando como mancomunidad, Ibarra y Otavalo se han separado, no hay decisión política en los otros GADM para avanzar con la mancomunidad, no se ve viable.

De estos 22 GADM y 8 Mancomunidades, en las primeras dos misiones se visitaron cuatro sitios de disposición en igual número de cantones que eventualmente podrían formar parte de los proyectos piloto en el Mecanismo Sectorial de Mitigación de GEI. Los sitios de disposición visitados (ver también la sección 2.1.3: Visitas a terreno) son: Loja, Babahoyo, Ibarra y Santo Domingo. Es importante puntualizar que, si bien los actuales botaderos existentes en Quevedo y Babahoyo se analizan de manera independiente para cada GADM, en un futuro dispondrán sus residuos en un nuevo relleno sanitario de la mancomunidad Sumak Kawsay o Mundo Verde, de la que forman parte ambos municipios.

La información de los GADM y Mancomunidades de población superior a los 100.000 habitantes será profundizada en función de la selección de prioridades para el mecanismo de mitigación.

c) Paso 3: Estimación preliminar del potencial de mitigación de los GADM y Mancomunidades con más de 100.000 habitantes y selección de aquellos con un potencial de mitigación superior a 85.000 tCO₂e entre 2016 y 2021

Las estimaciones de este apartado son preliminares y tienen por objeto identificar el posible orden de magnitud de reducción de GEI para realizar una primera priorización de las potenciales actividades de mitigación. Para ello, se ha considerado en todos los casos la misma tecnología (captura y quema de biogás) por su alto potencial de mitigación en un corto plazo. Sin embargo, cabe recalcar que el potencial de mitigación puede variar en función de la tecnología finalmente considerada.

Para una primera aproximación de los principales GADM y mancomunidades para el manejo de RSD, se utiliza el modelo LMOP (*Landfill Methane Outreach Program*) de la EPA, que fue desarrollado específicamente para Ecuador, con el fin de ayudar a operadores de los rellenos sanitarios a evaluar la viabilidad y los beneficios en la captación y uso del biogás como fuente de energía. Se desarrolló en el año 2003, es similar al modelo de biogás mexicano y fue calibrado, con base a la experiencia obtenida en la ejecución de dos estudios de prefactibilidad y ensayos de bombeo de gas llevados a cabo en el relleno Las Iguanas en Guayaquil y relleno de Pichacay en Cuenca, adicionalmente a los informes de evaluación de otros tres sitios. Los Parámetros del modelo reflejan los altos contenidos orgánicos y de humedad en los residuos sólidos de Ecuador³³.

El modelo, consiste en una hoja de cálculo en Excel, en la cual se alimentan datos de la cantidad de toneladas generadas en el período de funcionamiento del relleno sanitario o botaderos de basura, el valor de precipitación que a su vez permite determinar valores de las constantes de índice de generación de metano y generación potencial de metano.

El modelo también permite realizar la estimación de recuperación de biogás, con base a las toneladas de masa disponible (en porcentaje) y la eficiencia del sistema de recolección del biogás.

33 User's Manual Ecuador Landfill Gas Model. Version 1.0

Como explicado en la sección anterior, los GADM y Mancomunidades considerados para el manejo de residuos sólidos son aquellos que tienen una población mayor de 100.000 habitantes y las Mancomunidades más importantes por el tamaño de la población servida.

Inicialmente, previo a alimentar el modelo, se realizaron las proyecciones de la cantidad de residuos y la obtención de los siguientes parámetros. Se hace énfasis, que este es un análisis preliminar, porque se ha partido básicamente de información secundaria. El procedimiento realizado se describe a continuación:

- Con base a los datos censales del INEC, para los Censos de los años 1990, 2001 y 2010, se establecen la tasa de crecimiento demográfica intercensal, con base a lo cual se establece la población para los diversos años de análisis. Se debe recalcar también que para el período 2010 – 2020, se utilizaron las proyecciones censales realizadas por el INEC.
- El PNGIDS, proporcionó la información tabulada de la situación 2010 de los principales indicadores del servicio de recolección, tales como la generación per cápita (PPC) y la composición de los residuos sólidos. Con base a los valores de la PPC, se realiza la proyección de este parámetro, tomando en cuenta un incremento del 1% anual. Así mismo, se realiza la regresión de este parámetro, con un decremento anual del mismo valor.
- Para la obtención de la cobertura del servicio, se utilizan los datos de los Censos del INEC, para los años 1990, 2001 y 2010, correspondientes a la variable servicio de “recolección de basura con carro recolector”. Con base a estos parámetros se realiza una proyección lineal de este parámetro entre los años intercensales.
- Se realiza una estimación de la cantidad de residuos recuperados, con un valor promedio del 5% del valor recolectado, valor establecido en la realización de encuestas a recicladores en 12 botaderos del país. Así mismo para algunos GADM este valor es establecido en varios estudios como el caso de Quito. Para el caso de Ibarra y Loja se determinó un valor estimado en las respectivas visitas de campo.
- Posteriormente, se establece la cantidad de residuos que tienen por destino un botadero o relleno sanitario, según sea el caso, por la diferencia de los residuos recolectados respecto a los recuperados antes de llegar al destino final.

- Otro dato de relevancia para el modelo consiste en el año de inicio de operaciones de la disposición final, valor que fue establecido con base a una búsqueda en internet de las noticias referentes a cada cantón analizado. Para el caso de Ibarra y Loja se determinó este parámetro en campo.
- El modelo LMOP utilizado, también requiere los datos de pluviometría de la zona de la disposición final, obtenida del documento: Balance Hídrico de varias localidades ecuatorianas, elaborado por el INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología).
- Con base a los valores de la pluviometría se establecen en el modelo las constantes de las ecuaciones utilizadas, las mismas que se ven afectadas por la cantidad de materia orgánica en los residuos, situación que para todos los casos es alta, conforme los datos tabulados en el reporte proporcionado por el PNGDIS.

Finalmente, se realiza la simulación del modelo y se realiza el cálculo de la cantidad potencial de emisiones con base al reporte de m³/hora, que genera el modelo. Se acumulan las emisiones para el período comprendido entre el año 2016 a 2021, tiempo de implementación del proyecto. De igual forma se calcula el potencial de acumulación acumulada. Estos parámetros se calculan en toneladas CO₂ equivalente.

Se debe indicar que para el caso de Quito ya cuenta con sistemas de recuperación activa y quema de gases, cubriendo solo una parte de los sitios de disposición. Además, Cuenca está implementando un sistema de generación de energía con la utilización de biogás.

La estimación preliminar del potencial de generación de emisiones de GEI y su reducción, por cada GADM y Mancomunidad analizada, está incluida en el “mitigación”.

d) Paso 4: Valoración de aspectos estratégicos e institucionales por parte del MAE y del PNGIDS

El Paso 4 de los criterios de preselección de los GADM y Mancomunidades consiste en una valoración de aspectos estratégicos e institucionales de aquellos emplazamientos preseleccionados por parte del MAE y del PNGIDS. Por ello, los consultores proporcionaron una Tabla al MAE y al PNGIDS para indicar su valoración de aspectos estratégicos e institucionales.

- En el caso de los GADM, se ha solicitado una valoración de los aspectos estratégicos e institucionales, en particular del apoyo institucional, como: *Favorable, Neutro o Desfavorable*.
- En el caso de las Mancomunidades, se ha solicitado una valoración sobre el funcionamiento u operación mancomunada respecto al servicio de manejo de RS, como: *Sí o No*. Además, se han valorado otros aspectos administrativos, como la existencia de una empresa pública operativa con antigüedad mayor a 1 año (exigencia del BDE para la concesión de líneas de crédito a mancomunidades).

Los **criterios de selección** aplicados serán **escoger**, entre los GADM y Mancomunidades ya preseleccionados en los pasos precedentes, solamente aquellos **GADM que tienen valoración “favorable”** y aquellas **Mancomunidades que estando ya constituidas, “Sí” manejen los RS de manera mancomunada** e idealmente cuenten con empresa pública operativa desde hace por lo menos 1 año.

Se presentan a continuación los resultados de los análisis efectuados en los pasos anteriores del proceso de preselección. Se ilustra primeramente la valoración para los GADM (Tabla 24) y luego para las Mancomunidades (Tabla 25).

TABLA 24. Valorización de los datos más relevantes para cada GADM

| DATOS GENERALES | | | | | DISPOSICIÓN FINAL | | ESTIMACIÓN PRELIMINAR DEL POTENCIAL DE MITIGACIÓN GEI | |
|-------------------------------------|--|---|--|-------------------------------------|---|--|---|---|
| NOMBRE GADM > 100.000 habitantes | POBLACIÓN (n° habitantes censo INEC 2010) | GENERACION DE RSD Y ASIMILABLES (t/día) | RSD Y ASIMILABLES RECOLECTADOS (t/día) | REUNIÓN TÉCNICA MANTENIDA (Sí / No) | BOTADERO EN OPERACIÓN (Sí / No / Información no disponible) | RELLENO SANITARIO EN OPERACIÓN (Sí / No / Información no disponible) | EMISIÓN MÁXIMA DE GEI DURANTE 5 AÑOS (suponiendo condiciones anaeróbicas de los RSD) (tCO ₂ e acumuladas sobre 5 años) | REDUCCIÓN GEI MEDIANTE QUEMA CENTRALIZADA DE BIOGÁS DURANTE 5 AÑOS (tCO ₂ e acumuladas sobre 5 años) |
| GUAYAQUIL | 2.350.915 | 2.553 | 2.374 | No | No | Sí | 6.510.549 | 2.932.319 |
| QUITO | 2.239.191 | 1.832 | 1.777 | No | No | Sí | 3.994.232 | 1.816.573 |
| ESMERALDAS | 189.504 | 99 | 89 | No | Sí | No | 377.170 | 232.958 |
| STO. DOMINGO | 403.063 | 306 | 276 | Sí | No | Sí | 355.300 | 227.392 |

| DATOS GENERALES | | | | | DISPOSICIÓN FINAL | | ESTIMACIÓN PRELIMINAR DEL POTENCIAL DE MITIGACIÓN GEI | |
|-------------------------------------|--|---|--|-------------------------------------|---|--|---|---|
| NOMBRE GADM > 100.000 habitantes | POBLACIÓN (n° habitantes censo INEC 2010) | GENERACION DE RSD Y ASIMILABLES (t/día) | RSD Y ASIMILABLES RECOLECTADOS (t/día) | REUNIÓN TÉCNICA MANTENIDA (Sí / No) | BOTADERO EN OPERACIÓN (Sí / No / Información no disponible) | RELLENO SANITARIO EN OPERACIÓN (Sí / No / Información no disponible) | EMISIÓN MÁXIMA DE GEI DURANTE 5 AÑOS (suponiendo condiciones anaeróbicas de los RSD) (tCO ₂ e acumuladas sobre 5 años) | REDUCCIÓN GEI MEDIANTE QUEMA CENTRALIZADA DE BIOGÁS DURANTE 5 AÑOS (tCO ₂ e acumuladas sobre 5 años) |
| MACHALA | 245.972 | 173 | 159 | No | No | Sí | 288.840 | 184.857 |
| IBARRA RELLENO SANITARIO | 188.013 | 133 | 107 | Sí | No | Sí | 422.382 | 181.388 |
| AMBATO | 329.856 | 215 | 170 | No | No | Sí | 285.835 | 137.201 |
| CUENCA | 505.585 | 369 | 325 | No | No | Sí | 528.187 | 135.216 |
| LOJA | 214.855 | 146 | 120 | Sí | No | Sí | 236.116 | 124.428 |
| PORTOVIEJO | 280.029 | 191 | 151 | No | Sí | No | 236.750 | 113.640 |
| DURAN | 235.769 | 161 | 132 | No | Sí | No | 169.955 | 108.772 |
| OTAVALO | 104.874 | 47 | 39 | No | No | Sí | 199.968 | 95.985 |
| QUEVEDO BOTADERO Y CELDA EMERGENTE | 173.575 | 143 | 137 | Sí | Sí | No | 150.619 | 92.826 |
| LATACUNGA BOTADERO | 170.489 | 103 | 63 | No | Sí | No | 123.479 | 69.153 |
| MILAGRO | 166.634 | 93 | 69 | No | No | Sí | 134.820 | 64.714 |
| RIOBAMBA | 225.741 | 111 | 76 | No | Sí | No | 155.145 | 51.304 |
| QUININDÉ | 122.570 | 93 | 46 | No | No | Sí | 78.659 | 48.343 |
| BABAHOYO BOTADERO | 153.776 | 92 | 68 | Sí | No | No | 112.386 | 44.955 |
| CHONE | 126.491 | 70 | 37 | No | Sí | No | 40.401 | 25.369 |
| DAULE | 120.326 | 83 | 52 | No | Sí | No | 38.898 | 24.430 |
| IBARRA BOTADERO | 188.013 | 133 | 107 | Sí | No | Sí | 45.830 | 11.732 |
| BABAHOYO CELDA EMERGENTE | 153.776 | 92 | 68 | Sí | No | No | 10.615 | 8.492 |

Fuente: Los autores, 2015

Nota 1: Los datos de que se reportan son los resultados del análisis de los pasos precedentes

Nota 2: Se anotan en rojo aquellos GADM que, si bien tienen más de 100.000 habitantes, no cumplen con el requisito de tener un potencial de mitigación superior a 85.000 tCO₂e acumuladas sobre el periodo 2016-2021

TABLA 25. Valoración de los datos más relevantes para cada Mancomunidad

| NOMBRE MANCOMUNIDAD > 100.000 habitantes | DATOS GENERALES | | DISPOSICIÓN FINAL | | | ESTIMACIÓN PRELIMINAR DEL POTENCIAL DE MITIGACIÓN GEI | |
|---|---------------------------|--|---|---|---|--|---|
| | POBLACIÓN (n° habitantes) | GENERACION DE RSD Y ASIMILABLES (t/día) | RSD Y ASIMILABLES RECOLECTADOS (t/día) | BOTADERO EN OPERACIÓN (Si / No / Información no disponible) | RELLENO SANITARIO EN OPERACIÓN (Si / No / Información no disponible) | EMISION MÁXIMA DE GEI DURANTE 5 AÑOS (suponiendo condiciones anaeróbicas de los RSD) (t CO ₂ e acumuladas sobre 5 años) | REDUCCIÓN GEI MEDIANTE QUEMA CENTRALIZADA DE BIOGÁS DURANTE 5 AÑOS (t CO ₂ e acumuladas sobre 5 años) |
| COSTA LIMPIA | 327.672 | 220 | 216 | No | Sí | 397.132 | 254.165 |
| SANTA ELENA | 140.962 | 101 | 81 | SI | No | 379.430 | 234.527 |
| BOLÍVAR | 140.962 | 79 | 63 | SI | No | 258.032 | 159.233 |
| IMBABURA | 121.906 | 61 | 49 | Sí | No | 220.739 | 136.373 |
| SUMAK KAUSAY (MUNDO VERDE) | 1.048.345 | 701 | 418 | No | No | 133.868 | 85.676 |
| CENTRO NORTE | | | | | | | |
| MANABÍ | 105.482 | 66 | 53 | SI | No | 50.342 | 31.591 |
| CHIMBORAZO | 142.885 | 71 | 57 | SI | No | 33.592 | 21.098 |
| PUEBLO CAÑARI | 104.404 | 61 | 49 | SI | No | 18.325 | 11.508 |

Fuente: Los autores, 2015

Nota 1: Los datos de que se reportan son los resultados del análisis de los pasos precedentes.

Nota 2: Se anotan en rojo aquellas Mancomunidades que, si bien tienen más de 100.000 habitantes, no cumplen con el requisito de tener un potencial de mitigación superior a 85.000 tCO₂e acumuladas sobre el periodo 2016-2021.

3.1.3.4 Resultados preliminares

La meta de reducción de emisiones del mecanismo sectorial de mitigación (MSM) en el sector residuos sólidos de Ecuador son **500.000 tCO₂e hasta el año 2021** (período implementación 2016-2021), que idealmente deberían lograrse mediante la implementación de **hasta 5 proyectos específicos**, cada uno asociado a un **GADM** o una **mancomunidad**.

Teniendo en consideración este objetivo y siguiendo el proceso de preselección según los criterios presentados en la sección anterior, el equipo consultor ha efectuado primeramente un análisis de datos básicos (p.ej. población) sobre todos los GADM y Mancomunidades del país; luego ha efectuado una primera preselección de éstos, considerando solamente aquellos GADM y Mancomunidades con una población superior a 100.000 habitantes debido a que es donde mayor generación de RS se producirá y por tanto, es esperable un mayor potencial de mitigación de GEI. Para cada uno de los GADM y Mancomunidades que se han preseleccionado según el primer criterio, se ha efectuado una modelización del potencial de reducción de emisiones de 2016 a 2021, mediante el procesamiento de datos generales (población, generación RSD y asimilables, RSD y asimilables recolectados, nivel de precipitación) y datos sobre la disposición final (botadero/relleno sanitario en operación) en cada emplazamiento. Como último paso de preselección, se completó el análisis con una valoración de aspectos estratégicos e institucionales por parte del MAE y el PNGIDS de aquellos emplazamientos que habían sido preseleccionados hasta esta etapa.

Se presentan los resultados de la preselección de GADM y Mancomunidades en la Tabla 26. El proceso de selección muestra que **10 GADM³⁴ satisfacen los criterios de preselección establecidos**.

³⁴ Nota: el GADM de Cuenca también cumplía con los aspectos técnicos y estratégicos, pero ya cuenta con un sistema de captación y quema de biogás por lo que las reducciones de GEI "adicionales" serían en realidad muy reducidas.

TABLA 26. Preselección de GADM según los criterios definidos

| TIPOLOGÍA | NOMBRE | Paso 2 | | Paso 3 | | Paso 4 | | |
|-----------|------------------------------------|---------------------------|---|--|---|--|--|---|
| | | POBLACIÓN (n° habitantes) | Criterio 1: ¿Tiene más de 100.000 habitantes? | REDUCCIÓN GEI MEDIANTE QUEMA CENTRALIZADA DE BIOGÁS DURANTE 5 AÑOS (tCO ₂ e de 2016 a 2021) | Criterio 2: ¿Tiene un potencial de reducción mayor de 85.000 tCO ₂ e de 2016 a 2021? | VALORACIÓN DE ASPECTOS ESTRATÉGICOS E INSTITUCIONALES POR PARTE DE PNGIDS/MAE (Favorable, Neutra Desfavorable) | MANCOMUNIDAD FUNCIONA respecto al servicio de manejo de RS sólidos (Sí / No) | Criterio 3: ¿Cumple con los criterios estratégicos e institucionales definidos? |
| GADM | ESMERALDAS | 189.504 | Sí | 232.958 | Sí | Favorable | N/A | Sí |
| GADM | SANTO DOMINGO | 403.063 | Sí | 227.392 | Sí | Favorable | N/A | Sí |
| GADM | MACHALA | 245.972 | Sí | 184.857 | Sí | Favorable | N/A | Sí |
| GADM | IBARRA RELLENO SANITARIO | 188.013 | Sí | 181.388 | Sí | Favorable | N/A | Sí |
| GADM | AMBATO | 329.856 | Sí | 137.201 | Sí | Favorable | N/A | Sí |
| GADM | LOJA | 214.855 | Sí | 124.428 | Sí | Favorable | N/A | Sí |
| GADM | PORTO-VIEJO | 280.029 | Sí | 113.640 | Sí | Favorable | N/A | Sí |
| GADM | DURAN | 235.769 | Sí | 108.772 | Sí | Favorable | N/A | Sí |
| GADM | OTAVALO | 104.874 | Sí | 95.985 | Sí | Favorable | N/A | Sí |
| GADM | QUEVEDO BOTADERO Y CELDA EMERGENTE | 173.575 | Sí | 92.826 | Sí | Favorable | N/A | Sí |

Fuente: Los autores, 2015

Cabe recalcar que la preselección efectuada en la Tabla 28 **no representa la selección definitiva de los GADM y Mancomunidades a ser incluidos en el MSM**, debido a que se deben aplicar aún algunos importantes criterios de selección y priorización, entre los cuales la elegibilidad a la línea de crédito del BDE y la viabilidad de la implementación real de los proyectos a corto plazo.

A continuación, se proporcionan las conclusiones principales del proceso de preselección de los proyectos piloto:

- El análisis muestra que un total de 10 GADM podrían cumplir con los criterios de preselección propuestos para ser incluidos en el MSM: población > 100.000 habitantes y reducción de GEI > 85.000 tCO₂e entre el año 2016 y el año 2021.
- Por otra parte, ninguna Mancomunidad cumple con los criterios de preselección propuestos: población > 100.000 habitantes, reducción de GEI > 85.000 tCO₂e hasta el año 2021 y funcionamiento mancomunado respecto al servicio de manejo de RS.
- A pesar de esto, se sugiere analizar más en detalle la posible inclusión de la Mancomunidad Mundo Verde en el MSM por las siguientes razones:
 - *Existe un interés manifiesto por parte del PNGIDS/MAE de incluir a alguna Mancomunidad en el MSM para que sirva como ejemplo a otras que decidan gestionar los residuos de manera mancomunada.*
 - *Se trata de un proyecto emblemático, de gran envergadura (> 1 millón de habitantes) y de gran potencial de mitigación de GEI, al menos a mediano y largo plazo. El potencial para el mecanismo de este proyecto, que es del corto plazo, está por evaluarse más detalladamente.*
 - *El proyecto planteado por la mancomunidad Mundo Verde implica la implementación de un sólo centro de GIRS para 20 GADM, donde se pretende generar electricidad a partir del biogás generado en su único relleno sanitario. Sin embargo, la generación eléctrica probablemente no será viable económicamente sin el mecanismo de mitigación de CAF.*
 - *La mancomunidad está constituida legalmente y funcionando, cuenta con un directorio formado y un asesor contratado especialmente.*
 - *Aunque la empresa pública actualmente no está funcionando, sí está ya constituida legalmente. Además, el directorio de la mancomunidad tuvo una reunión recientemente en la que se presentó un presupuesto*

para el funcionamiento de la empresa pública, esperando su reactivación durante este año 2015.

- *La mancomunidad está en proceso de mejoramiento de sus estatutos, tanto para la mancomunidad como para la empresa pública, para lo cual ya existen borradores elaborados por un abogado especialista (GIZ IS).*
- Además, del análisis preliminar se puede concluir que teóricamente y desde un punto de vista puramente técnico, sí se podría alcanzar la meta de reducción de emisiones global (500.000 tCO₂e hasta el año 2021), con una combinación de 5 de los GADM (y/o la Mancomunidad) preseleccionados.
- Sin embargo, cabe destacar que las estimaciones de este informe son preliminares y tienen por objeto identificar y priorizar las potenciales actividades de mitigación. Dichos cálculos están basados en una serie de supuestos considerando condiciones ideales, por lo que el potencial de mitigación podría estar sobredimensionado en algunos casos. Especialmente en el caso de los rellenos sanitarios proyectados (todavía no operando) inciden muchos factores en el potencial de mitigación, entre otros:
 - **Año de inicio de la operación:** *frecuentemente los proyectos presentan retrasos, especialmente en caso de mancomunidades debido al proceso de obtener el consenso de los GADM.*
 - **Diseño del relleno:** *rellenos más extensos y menos compactos que lo proyectado resultan en menor potencial de captación del biogás.*
 - **Método operativo:** *en celdas de residuos abiertas sin material de cobertura, no se puede captar el biogás. Además, celdas de menor espesor generan menos metano.*
 - **Maquinaria usada:** *una inadecuada compactación de los residuos disminuye la generación del biogás.*

Para los proyectos incluidos en la priorización final, sí se llevará a cabo una revisión de los factores anteriores y se ajustarán los cálculos de manera más precisa.

Por último, es importante insistir en el hecho de que el análisis presentado considera únicamente aspectos técnicos (generación de residuos y emisiones asociadas) y estratégicos e institucionales, pero no incluye aspectos económicos y de viabilidad que serán fundamentales para asegurar la implementación de las actividades de

mitigación en los GADM (y Mancomunidades) y así, el éxito global del MSM. Estos aspectos sí serán tenidos en cuenta en la sección 3.2.3 para poder incluirlos en el análisis que resultará en la selección final de los proyectos.

El resultado global de este primer proceso ha llevado a una preselección de 11 sitios de disposición (10 GADM y una Mancomunidad). Los representantes de los 11 sitios de disposición fueron invitados a participar al Taller preparado con el objetivo de asistir a la presentación de los resultados y participar a la sesión interactiva. Durante esta última, los representantes de los GADM / Mancomunidad han llenado los cuestionarios contenientes preguntas relacionadas con el MSM, bajo la guía de los expertos del equipo consultor, para evaluar su interés de participación y otros parámetros de viabilidad técnica y económica muy relevantes para la evaluación de los criterios de selección.

TABLA 27. Preselección de GADM y Mancomunidades según los primeros criterios de elegibilidad definidos

| TIPOLOGÍA | NOMBRE | CRITERIO 1 | | CRITERIO 2 | | CRITERIO 3 | | |
|-----------|---------------|---------------------------|---|--|---|--|--|--|
| | | POBLACIÓN (n° habitantes) | Criterio 1: ¿Tiene más de 100.000 habitantes? | REDUCCIÓN GEI MEDIANTE QUEMA CENTRALIZADA DE BIOGÁS DURANTE 5 AÑOS (tCO ₂ e de 2016 a 2021) | Criterio 2: ¿Tiene un potencial de reducción mayor de 85.000 tCO ₂ e de 2016 a 2021? | VALORACIÓN DE ASPECTOS ESTRATÉGICOS POR PARTE DE PNGIDS/MAE (Favorable, Neutra Desfavorable) | MANCOMUNIDAD FUNCIONA respecto al servicio de manejo de RS sólidos (Sí / No) | Criterio 3: ¿Cumple con los criterios políticos y administrativos definidos? |
| GADM | ESMERALDAS | 189.504 | Sí | 232.958 | Sí | Favorable | N/A | Sí |
| GADM | SANTO DOMINGO | 403.063 | Sí | 227.392 | Sí | Favorable | N/A | Sí |
| GADM | MACHALA | 245.972 | Sí | 184.857 | Sí | Favorable | N/A | Sí |

| TIPOLOGÍA | NOMBRE | CRITERIO 1 | | CRITERIO 2 | | CRITERIO 3 | | |
|---------------|------------------------------------|---------------------------|---|--|---|--|--|--|
| | | POBLACIÓN (n° habitantes) | Criterio 1: ¿Tiene más de 100.000 habitantes? | REDUCCIÓN GEI MEDIANTE QUEMA CENTRALIZADA DE BIOGÁS DURANTE 5 AÑOS (tCO ₂ e de 2016 a 2021) | Criterio 2: ¿Tiene un potencial de reducción mayor de 85.000 tCO ₂ e de 2016 a 2021? | VALORACIÓN DE ASPECTOS ESTRATÉGICOS POR PARTE DE PNGIDS/MAE (Favorable, Neutra Desfavorable) | MANCOMUNIDAD FUNCIONA respecto al servicio de manejo de RS sólidos (Sí / No) | Criterio 3: ¿Cumple con los criterios políticos y administrativos definidos? |
| GADM | IBARRA RELLENO SANITARIO | 188.013 | Sí | 181.388 | Sí | Favorable | N/A | Sí |
| GADM | AMBATO | 329.856 | Sí | 137.201 | Sí | Favorable | N/A | Sí |
| GADM | LOJA | 214.855 | Sí | 124.428 | Sí | Favorable | N/A | Sí |
| GADM | PORTOVIEJO | 280.029 | Sí | 113.640 | Sí | Favorable | N/A | Sí |
| GADM | DURAN | 235.769 | Sí | 108.772 | Sí | Favorable | N/A | Sí |
| GADM | OTAVALO | 104.874 | Sí | 95.985 | Sí | Favorable | N/A | Sí |
| GADM | QUEVEDO BOTADERO Y CELDA EMERGENTE | 173.575 | Sí | 92.826 | Sí | Favorable | N/A | Sí |
| Man-comunidad | MUNDO VERDE | 1.048.345 | Sí | 85.676 | Sí | Favorable | No | Sí |

Fuente: Los autores, 2015

A pesar de este criterio, se ha decidido de toda manera incluir en el proceso de preselección la Mancomunidad Mundo Verde.

3.1.4 ANÁLISIS PRELIMINAR DE COSTES Y DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA Y FINANCIERA

3.1.4.1 Estimaciones económicas preliminares

A fin de evaluar la posibilidad de otorgamiento de crédito por parte del BDE a cada GADM/Mancomunidad, se efectuaron primeramente estimaciones preliminares acerca del monto total requerido para la inversión en posibles proyectos de sistemas de captura y quema del biogás en los 11 sitios de disposición preseleccionados. Cabe recalcar que en esta estimación preliminar se ha considerado solamente la tecnología de captura y quema de biogás porque es la que más se adapta al MSM; por lo tanto en esta primera estimación no se consideraron las tecnologías de compostaje y del tratamiento mecánico biológico (TMB), que fueron sucesivamente incluidas como tecnologías viables para las posibles acciones de mitigación.

En principio se realizaron estimaciones preliminares de costos de inversión del proyecto en los sitios preseleccionados, siguiendo un proceso metodológico basado en el área y en la profundidad de los residuos sólidos dispuestos en el botadero o relleno sanitario.

Se aplicaron los costos para la tecnología de recolección activa de gas y quema centralizada, considerando las inversiones desde el año 2016 al 2021, bajo los supuestos que se describen a continuación:

- Se establece el costo de un sistema de recolección de gas basado en una superficie de 4 Ha del cuerpo del relleno, el mismo que puede replicarse proporcionalmente para otras áreas;
- Considerando la mejora de chimeneas existentes, dependiendo de la superficie y profundidad del cuerpo del relleno, diferenciando para nuevos rellenos y botaderos, con una unidad base de 4 Ha;
- Valor de la inversión del soplador y quemador igual en todos los casos;
- Costo del equipo de monitoreo igual

para todos los sitios³⁵;

- Se considera un valor del 15% para los diseños técnicos;
- Se considera un valor para los costos indirectos del 20%.

La Tabla 28 muestra los montos calculados mediante este método para los sitios preseleccionados. Concretamente se estimaron los costos del sistema de recolección de gas y de mejora de los pozos en función de si el sitio es superficial o profundo, los costos de los equipos del sistema de quemado y de monitoreo, los costos financieros y de planificación y, por último, los costos de mano de obra y equipos de construcción como excavadoras y perforadoras. En este apartado se presentan únicamente los montos consolidados.

TABLA 28. Evaluación de costes preliminares para la inversión sobre sistemas de captura y quema del biogás en los sitios de disposición preseleccionados

| Sitio de Disposición | Estimación Preliminar Coste Sistema de recolección, mejora de los pozos, sistema de quemado y monitoreo (USD) | Estimación Preliminar Costes financieros y de planificación ³⁶ (USD) | Estimación Preliminar Costes Mano de obra, equipos y construcción (USD) | Monto total preliminar aproximado por exceso del coste implementación sistema de captura y quema del biogás (USD) |
|----------------------|---|---|---|---|
| ESMERALDAS | 295.448 | 103.406 | 52.841 | 500.000 |
| SANTO DOMINGO | 279.146 | 97.701 | 71.429 | 500.000 |
| MACHALA | 302.164 | 105.757 | 82.265 | 550.000 |

³⁵ El equipo de monitoreo especificado será estacionario, con medidor acumulador de flujo de gas, presión, concentración, destrucción de metano, temperatura de la llama; será capaz de emitir reportes en línea con datos acumulados de generación, consumo y alimentación.

³⁶ Los costos financieros se calcularon preliminarmente como el 20% de los costos preliminares del sistema de recolección y tendrían en cuenta los intereses a pagar al BDE por el préstamo para la inversión inicial, gastos generales de transacción, etc. Los costos de planificación se calcularon como el 15% de los costos preliminares del sistema de recolección, incluyendo estos los costos dedicados a la gestión y coordinación de todas las partes incluidas en la implementación del proyecto.

| Sitio de Disposición | Estimación Preliminar Coste Sistema de recolección, mejora de los pozos, sistema de quemado y monitoreo (USD) | Estimación Preliminar Costes financieros y de planificación ³⁶ (USD) | Estimación Preliminar Costes Mano de obra, equipos y construcción (USD) | Monto total preliminar aproximado por exceso del coste implementación sistema de captura y quema del biogás (USD) |
|--|---|---|---|---|
| IBARRA RELLENO SANITARIO | 285.270 | 99.845 | 50.019 | 480.000 |
| AMBATO | 278.484 | 97.470 | 48.137 | 470.000 |
| LOJA | 202.151 | 70.753 | 26.972 | 330.000 |
| PORTOVIEJO | 261.522 | 91.533 | 43.434 | 440.000 |
| DURAN | 192.111 | 67.239 | 30.453 | 320.000 |
| OTAVALO | 228.796 | 80.078 | 47.724 | 400.000 |
| QUEVEDO Botadero y celda emergente | 224.491 | 78.572 | 33.166 | 370.000 |
| SUMAK KAUSAY (MUNDO VERDE) nuevo Relleno Sanitario | 295.448 | 103.407 | 52.841 | 500.000 |

Fuente: Los autores, 2015

3.1.4.2 Necesidades de financiación: Elegibilidad GADM y Mancomunidad a línea de crédito del BDE

Una vez calculada la estimación económica preliminar para cada sitio de disposición en particular (ver Tabla 30), existe la necesidad de evaluar la posibilidad de otorgamiento de una línea de crédito por parte del BDE a cada GADM/ Mancomunidad para cubrir la inversión inicial de los proyectos piloto incluidos en el MSM. Para ello, se solicitó

al BDE información sobre qué entidades tienen cupo de endeudamiento de entre aquellas que potencialmente aplicarán a un crédito del BDE para implementar el proyecto de captación de biogás (las listadas anteriormente). De esta manera se pudo conocer el estado financiero actual de los GADM/Mancomunidad respecto al BDE y continuar con el proceso de selección de emplazamientos.

Cabe reseñar que, a pesar de los resultados del proceso de consulta, el BDE no puede garantizar la elegibilidad dentro de un programa al no conocerse en detalle el tipo de intervenciones a realizar. Además, cada GADM en el ejercicio de sus competencias es responsable de priorizar sus proyectos, así como la utilización de su cupo de endeudamiento.

3.1.4.3 Fuentes de financiación existentes

Para el análisis de las fuentes (nacionales e internacionales) de financiación para proyectos de mitigación en el sector de residuos sólidos, por favor refiéranse a las secciones 2.3.8.1 y 2.3.8.2.

3.1.4.4 Evaluación del potencial de combinar diferentes fuentes de financiamiento

a) El Banco de Desarrollo del Ecuador como canal de Financiamiento

El BDE es la entidad financiera que otorga o canaliza créditos a los GADM del país para diferentes usos, entre ellos proyectos de desechos sólidos. Para que se viabilice un financiamiento es necesario previamente que el GADM pase ante el BDE por una evaluación de factibilidad financiera y capacidad de endeudamiento. De no ser favorable esta evaluación financiera, será importante que el GADM ordene sus finanzas ya sea por el lado de los ingresos o de los gastos, de tal forma que consiga ser elegible como sujeto de crédito del BDE, que es un prerequisite para la participación en el MSM.

b) Financiamiento complementario para asistencia técnica

Los Organismos de Financiamiento, cuando canalizan un crédito hacia un GADM, ya sea a través del Gobierno Nacional o directamente al Gobierno Sub-nacional, cuentan adicionalmente con fondos no reembolsables que son destinados a asistencia técnica, capacitación o fortalecimiento institucional de los prestatarios. En este sentido y dado que el Mecanismo Sectorial de Mitigación cuenta con fondos provenientes de la CAF y KfW a través del BDE dentro del Programa PROSANEAMIENTO y las líneas PROMADEC, es importante y necesario que dentro del Mecanismo Sectorial de Mitigación existan fondos propios para canalizarlos en asistencia técnica, capacitación o fortalecimiento institucional; considerando que hasta ahora CAF ha contribuido al programa con USD 775 millones y en vista de que es el organismo de financiamiento de este programa, es consistente que dentro del mismo fondo se destinen recursos para este tipo de asistencias complementarias que buscan es el fortalecimiento en la ejecución del proyecto. Cabe recalcar que la *Facility for Performance Based Climate Finance* (PBC) cuenta además con un componente de asistencia técnica para la elaboración de estudios adicionales, el diseño del mecanismo de MRV, el fortalecimiento de capacidades y la verificación de las emisiones durante 5 años.

c) La tarifa como fuente de financiamiento en el proyecto

En los últimos tiempos en el Ecuador se han impulsado proyectos de tratamiento de desechos sólidos, de los cuales se han obtenido grandes experiencias relacionadas con la tarifa por el servicio brindado y con el cobro de las mismas. Así, la disponibilidad al pago de la población no es positiva en vista de que por muchos años o no han estado acostumbrados a pagar por el servicio de recolección de basura, o, simplemente los GADM por impulsos clientelares o de beneficios políticos, no cobraban por el servicio.

Por otro lado, es importante mencionar que existen diversos medios de cobro del servicio de recolección de basura. Entre los medios más comunes se encuentran: la planilla de energía eléctrica (mayor cobertura), planilla de

agua potable (menor cobertura), impuesto predial, planilla propia por el servicio de recolección de basura y por último un solo pago semestral o anual. De estos medios el más eficiente es la planilla de energía eléctrica por su mayor cobertura y por la necesidad de pago, puesto que si se incumple con el pago, se provoca una suspensión del servicio de la energía eléctrica, por lo tanto las cuentas por cobrar en todos los GADM son mínimas.

Por otro lado, en promedio a nivel de país y en particular en la Mancomunidad Mundo Verde, la población está dispuesta a pagar mensualmente USD 2,42 por predio: esto representa que al cobrar esta tarifa, el nivel de aceptación es del 58,51%. Si se deseara cobrar una tarifa para cubrir exclusivamente los costos de operación y mantenimiento con un nivel de aceptación del 63,30% esta tarifa sería de USD 2,22 al mes por predio; es preciso aclarar que esta tarifa no cubre inversión inicial ni reinversiones durante la vida del proyecto, es decir que estos costes deberán ser abordados por el GADM directamente.

Es un denominador común que en la mayoría de los GADM la tarifa cobrada no logra cubrir los costos de operación y mantenimiento y en consecuencia estas instituciones deben subsidiarlos. Con estos antecedentes se puede concluir que, en la mayoría de los GADM, los ingresos operativos fruto del cobro de tarifa por el servicio de recolección de basura son menores que los costos de operación y mantenimiento.

Bajo el contexto y los antecedentes expuestos en el literal anterior, donde se evidencia que el cobro de la tarifa por servicio de recolección de desechos sólidos no logra cubrir los costos de operación y mantenimiento, para asegurar el éxito del MSM se considera necesario incluir estos costos en los elementos que cubre el incentivo financiero del MSM.

3.1.5 IDENTIFICACIÓN DE LA CARTERA PRELIMINAR DE ACTIVIDADES DE MITIGACIÓN

Con base a los sitios de disposición preseleccionados (ver Tabla 29 en la sección 3.1.3.4), a las mejores tecnologías disponibles y apropiadas para el MSM, y a los resultados de

las interacciones con las partes interesadas (MAE/PNGIDS, CAF, BDE, representantes GADM y Mancomunidades), se propone la formulación preliminar de las siguientes acciones de mitigación, combinando los sitios de disposición con las tecnologías más adecuadas a cada caso, dentro de los que serán elegidos 5 proyectos piloto para el MSM. Cabe recalcar que, con los representantes de la Mancomunidad Mundo Verde y del GADM de Quevedo, en el marco del MSM se ha decidido incluir el proyecto de “Quevedo Botadero y Celda Emergente” bajo el proyecto de la Mancomunidad Mundo Verde. Por lo tanto, la Mancomunidad Mundo Verde cuenta con tres diferentes acciones de mitigación, las cuales están reflejados en la Tabla 32 que se presenta a continuación:

- **1. Mundo Verde:** Quevedo Botadero y Celda Emergente;
- **2. Mundo Verde:** Nuevo Relleno Sanitario;
- **3. Mundo Verde:** Tratamiento Mecánico Biológico (TMB).

TABLA 29. Preselección de tecnologías para cada sitio de disposición

| # | TIPOLOGÍA | NOMBRE | TIPO DE SITIO | TECNOLOGÍA | COMENTARIOS / JUSTIFICACIÓN |
|----|-----------|---------------|--|---|--|
| 1 | GADM | ESMERALDAS | Botadero | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | <ul style="list-style-type: none"> • La medida de mitigación prevista consiste en la implementación de un sistema de captura y quema del biogás en el botadero. La línea de base considerada es un sistema de captación pasiva del biogás. • Se ha escogido la tecnología de captura y quema de biogás en el botadero de Esmeraldas debido a que es la tecnología que mayor potencial de mitigación presenta en el corto plazo con una menor inversión teniendo en cuenta el sistema actual existente. |
| 2A | GADM | SANTO DOMINGO | Relleno Sanitario existente y en operación | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | <ul style="list-style-type: none"> • La medida de mitigación prevista consiste en la implementación de un sistema de captura y quema del biogás en el relleno sanitario actualmente en operación. La línea de base considerada es un sistema de captación pasiva del biogás. • Se ha escogido la tecnología de captura y quema de biogás en el relleno sanitario de Santo Domingo debido a que es la tecnología que mayor potencial de mitigación presenta en el corto plazo con una menor inversión teniendo en cuenta el sistema actual existente. |

| # | TIPOLOGÍA | NOMBRE | TIPO DE SITIO | TECNOLOGÍA | COMENTARIOS / JUSTIFICACIÓN |
|----|-----------|---------------|--|---|---|
| 2B | GADM | SANTO DOMINGO | Relleno Sanitario existente y en operación | Compostaje | <ul style="list-style-type: none"> Al momento de redactar el presente informe, existe una planificación de la operación de una planta de compostaje para residuos de mercado construida en Santo Domingo (20 t/día). Por lo tanto, en el marco del MSM se trataría entonces de una operación adicional para aumentar el flujo a compostar, operación que involucra además la recolección selectiva y la sensibilización ciudadana. La medida de mitigación prevista prevé incluir un componente de recolección selectiva para RSD y un componente de sensibilización ciudadana. Se ha escogido la tecnología de compostaje para ser incluida en el relleno sanitario de Santo Domingo debido a que se quiere diversificar las tecnologías a ser incluidas en el Mecanismo Sectorial de Mitigación y se considera que el compostaje es una tecnología innovadora en términos de reducción de GEI, además, al ser un proyecto ya planificado, solo sería requerido aumentar el flujo a compostar, lo que implica que los costos de implementación serán más reducidos que si el sistema no estuviera previsto. Por último, al ser un proyecto ya planificado la viabilidad de su implementación a corto plazo es elevada, lo que hace que esta tecnología en este sitio sea una buena opción para ser incluida en el MSM. |
| 3 | GADM | MACHALA | Botadero | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | <ul style="list-style-type: none"> La medida de mitigación prevista consiste en la implementación de un sistema de captura y quema del biogás en el botadero. La línea de base considerada es un sistema de captación pasiva del biogás. Se ha escogido la tecnología de captura y quema de biogás en el botadero de Machala debido a que es la tecnología que mayor potencial de mitigación presenta en el corto plazo con una menor inversión teniendo en cuenta el sistema actual existente. |
| 4 | GADM | IBARRA | Relleno Sanitario existente y en operación | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | <ul style="list-style-type: none"> La medida de mitigación prevista consiste en la implementación de un sistema de captura y quema del biogás en el relleno sanitario actualmente en operación. La línea de base considerada es un sistema de captación pasiva del biogás. Se ha escogido la tecnología de captura y quema de biogás en el relleno sanitario de Ibarra debido a que es la tecnología que mayor potencial de mitigación presenta en el corto plazo con una menor inversión teniendo en cuenta el sistema actual existente. |

| # | TIPOLOGÍA | NOMBRE | TIPO DE SITIO | TECNOLOGÍA | COMENTARIOS / JUSTIFICACIÓN |
|---|-----------|------------|--|---|---|
| 5 | GADM | AMBATO | Relleno Sanitario existente y en operación | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | <ul style="list-style-type: none"> La medida de mitigación prevista consiste en la implementación de un sistema de captura y quema del biogás en el relleno sanitario actualmente en operación. La línea de base considerada es un sistema de captación pasiva del biogás. Se ha escogido la tecnología de captura y quema de biogás en el relleno sanitario de Ambato debido a que es la tecnología que mayor potencial de mitigación presenta en el corto plazo con una menor inversión teniendo en cuenta el sistema actual existente. |
| 6 | GADM | LOJA | Relleno Sanitario existente y en operación | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | <ul style="list-style-type: none"> La medida de mitigación prevista consiste en la implementación de un sistema de captura y quema del biogás en el relleno sanitario actualmente en operación. La línea de base considerada es un sistema de captación pasiva del biogás. Se ha escogido la tecnología de captura y quema de biogás en el relleno sanitario de Loja debido a que es la tecnología que mayor potencial de mitigación presenta en el corto plazo con una menor inversión teniendo en cuenta el sistema actual existente. No se ha escogido el compostaje porque ya se opera el compostaje para un cierto flujo de residuos orgánicos recolectados separadamente. Al contrario que en Santo Domingo, la infraestructura existente en el sitio de Loja no permite aumentar significativamente la cantidad a tratar sin realizar una alta inversión económica. |
| 7 | GADM | PORTOVIEJO | Botadero | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | <ul style="list-style-type: none"> La medida de mitigación prevista consiste en la implementación de un sistema de captura y quema del biogás en el botadero. La línea de base considerada es un sistema de captación pasiva del biogás. Se ha escogido la tecnología de captura y quema de biogás en el botadero de Portoviejo debido a que es la tecnología que mayor potencial de mitigación presenta en el corto plazo con una menor inversión teniendo en cuenta el sistema actual existente. |
| 8 | GADM | DURAN | Botadero | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | <ul style="list-style-type: none"> La medida de mitigación prevista consiste en la implementación de un sistema de captura y quema del biogás en el botadero. La línea de base considerada es un sistema de captación pasiva del biogás. Se ha escogido la tecnología de captura y quema de biogás en el botadero de Duran debido a que es la tecnología que mayor potencial de mitigación presenta en el corto plazo con una menor inversión teniendo en cuenta el sistema actual existente. |

| # | TIPOLOGÍA | NOMBRE | TIPO DE SITIO | TECNOLOGÍA | COMENTARIOS / JUSTIFICACIÓN |
|-----|--------------|--------------------------------------|--|---|---|
| 9 | GADM | OTAVALO | Relleno Sanitario existente y en operación | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | <ul style="list-style-type: none"> • La medida de mitigación prevista consiste en la implementación de un sistema de captura y quema del biogás en el relleno sanitario actualmente en operación. La línea de base considerada es un sistema de captación pasiva del biogás. • Se ha escogido la tecnología de captura y quema de biogás en el relleno sanitario de Otavalo debido a que es la tecnología que mayor potencial de mitigación presenta en el corto plazo con una menor inversión teniendo en cuenta el sistema actual existente. • No se ha escogido el compostaje porque ya se opera el compostaje para un cierto flujo de residuos orgánicos recolectados separadamente. Además según se comprobó en la visita de misión, la cantidad de residuos orgánicos que recibe el sitio es alrededor de 214 toneladas por semana que se destinan a compostaje actualmente. Al contrario que en Santo Domingo, la infraestructura existente en el sitio de Otavalo no permite aumentar significativamente la cantidad a tratar sin realizar una alta inversión económica. |
| 10A | Mancomunidad | MUNDO VERDE: QUEVEDO | Botadero y celda emergente | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | <ul style="list-style-type: none"> • La medida de mitigación prevista consiste en la implementación de un sistema de captura y quema del biogás en el botadero y en la celda emergente. La línea de base considerada es un sistema de captación pasiva del biogás. • Se ha escogido la tecnología de captura y quema de biogás en el botadero y la celda emergente existentes de Quevedo, dentro de la Mancomunidad Mundo Verde debido a que es la tecnología que mayor potencial de mitigación presenta en el corto plazo con una menor inversión teniendo en cuenta el sistema actual existente. |
| 10B | Mancomunidad | MUNDO VERDE: NUEVO RELLENO SANITARIO | Relleno Sanitario nuevo (actualmente en etapa de diseño) | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | <ul style="list-style-type: none"> • La medida de mitigación prevista consiste en la implementación de un sistema de captura y quema del biogás en el relleno sanitario que se implementará con el proyecto Mundo Verde. La línea de base considerada es un sistema de captación pasiva del biogás. • Se ha escogido la tecnología de captura y quema de biogás en el nuevo relleno sanitario de la Mancomunidad Mundo Verde debido a que es la tecnología que mayor potencial de mitigación presenta en el corto plazo con una menor inversión teniendo en cuenta el sistema actual existente. |

| # | TIPOLOGÍA | NOMBRE | TIPO DE SITIO | TECNOLOGÍA | COMENTARIOS / JUSTIFICACIÓN |
|-----|--------------|---|--|--------------------------------------|--|
| 10C | Mancomunidad | MUNDO VERDE: TRATAMIENTO MECÁNICO BIOLÓGICO | Relleno Sanitario nuevo (actualmente en etapa de diseño) | Tratamiento Mecánico-Biológico (TMB) | <ul style="list-style-type: none"> En el Proyecto Mundo Verde, ya está considerado un proyecto piloto de TMB para tratar el 2% de los residuos (línea base). En el marco del MSM se trataría entonces de una operación adicional, aumentando el porcentaje de residuos tratados por el TMB (valor preciso de incremento a confirmar, probablemente entre el 10% y el 20%). Se ha escogido la tecnología de TMB para ser incluida en la Mancomunidad Mundo Verde debido a que se quiere diversificar las tecnologías a ser incluidas en el Mecanismo Sectorial de Mitigación y se considera que el TMB es una tecnología innovadora en términos de reducción de GEI, además, al ser un proyecto ya planificado, solo sería requerido aumentar el porcentaje de residuos tratados, lo que implica que los costos de implementación serán más reducidos que si el sistema no estuviera previsto. Por último, al ser un proyecto ya planificado la viabilidad de su implementación a corto plazo es elevada, lo que hace que esta tecnología en este sitio sea una buena opción para ser incluida en el MSM. |

Fuente: Los autores, 2015

3.1.6 EVALUACIÓN DEL INTERÉS Y LA CAPACIDAD DE LAS PARTES INTERESADAS

En el marco de la Misión 2 del presente Proyecto se ha llevado a cabo una sesión interactiva con los representantes de los GADM y Mancomunidades preseleccionados (ver Tabla 29 en la sección 3.1.3.4). Uno de los objetivos de esta sesión ha sido evaluar el interés y la capacidad en participar en el MSM de los GADM y Mancomunidades preseleccionados. En general, se ha percibido y registrado una manifestación de interés por parte de los asistentes al taller en participar en el MSM. Sin embargo, al mismo tiempo se han registrado algunas inquietudes sobre el funcionamiento del mecanismo y el otorgamiento del crédito *ex-post*.

Respecto a las conclusiones que pueden extraerse de la sesión interactiva, estas podrían clasificarse como referentes al **interés** de las partes o referentes a la **capacidad** de las partes.

Evaluación del **interés** de las partes interesadas:

- De modo general, existe consenso en que prácticamente todas las partes que acudieron al taller desean formar parte del MSM.
- Algunos de los sitios expresaron su interés en la captación del biogás para generar electricidad u obtener beneficios.
- Todos los sitios mencionan que tienen interés debido a las mejoras en la calidad ambiental, de olores, de la vida de las personas, etc. si bien en algunos de ellos no existe interés por parte de la población en temas de cambio climático.

Por ello respecto al **interés** de las partes interesadas, la evaluación es positiva, ya que existe un deseo común entre los sitios de formar parte del MSM y de que el proyecto se lleve a cabo.

Evaluación de la **capacidad** de las partes interesadas:

- La mayor barrera respecto de la capacidad de las partes interesadas es la relativa al financiamiento. Todos los sitios de disposición requieren de una inversión y todos solicitan que el incentivo *ex-post* cubra la inversión inicial más los costos de operación y mantenimiento. Algunos sitios incluso afirman que para ser atractivo el préstamo para realizar la inversión inicial debería ser no reembolsable, o al menos una parte. También muchos sitios mencionan que las condiciones para el préstamo del BDE deben ser favorables (interés, plazos, año de gracia, etc.)
- Todos los sitios requieren de licencias ambientales, las licencias de construcción no son necesarias al ser los propios Municipios los promotores de la construcción.
- Todos los sitios requieren de algún estudio técnico, la mayoría de ellos referidos a estudios de diseño de la instalación, de factibilidad, etc. aunque también se mencionan estudios económicos y de viabilidad ambiental.

Por ello respecto a la **capacidad** de las partes interesadas, existen determinadas barreras comunes a los sitios que deberán ser abordadas para lograr la implantación del MSM, por ello se deberá poner especial cuidado en asegurar que los sitios de disposición que finalmente sean incluidos en el MSM logren superar los obstáculos arriba mencionados.

3.2

Diseño detallado del Mecanismo Sectorial de Mitigación

El objetivo de esta sección es proporcionar la metodología seguida para el diseño del MSM y los resultados de ella. En particular, se proporcionan los resultados del proceso de priorización de las acciones de mitigación y el diseño del incentivo financiero del MSM.

Por ello, primeramente se presenta el establecimiento de la línea de base en la sección 3.2.1. A continuación, en la sección 3.2.2, se presenta el sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación elaborado para el MSM. El marco conceptual del proceso de priorización completo para la selección de las acciones de mitigación en el MSM está presentado en la sección 3.2.3. Con base a ello, se presentan los análisis refinados del potencial de mitigación (sección 3.2.4) y de los costes asociados a la implementación y operación de las medidas de mitigación (sección 3.2.5), y para ayudar en el proceso de tomas de decisiones se combinan los resultados obtenidos en la Curva MAC ilustrada en la sección 3.2.6. En la sección 3.2.7, se analizan los resultados obtenidos para aplicarlos al proceso de selección establecido, y se presenta entonces la cartera de los 5 proyectos

piloto priorizados para el MSM. Para los 5 proyectos piloto priorizados se efectúa un análisis detallado para establecer el precio del incentivo financiero que desembolsa el MSM: la metodología y los resultados obtenidos están presentados en la sección 3.2.8. En la sección 3.2.9 se presenta un análisis sobre la estructura institucional y la gobernanza del MSM y se presentan los potenciales socios locales para la implementación de los proyectos bajo el MSM. La sección 3.2.10 presenta un análisis de los impactos ambientales y de desarrollo sostenible, mientras en la sección 3.2.11 se detallan las limitaciones y los obstáculos a la reducción de emisiones en el sector y los posibles enfoques para superar los obstáculos y barreras a través del MSM. Por último, para los proyectos piloto seleccionados se presentan las necesidades de asistencia técnica en la sección 3.2.12.

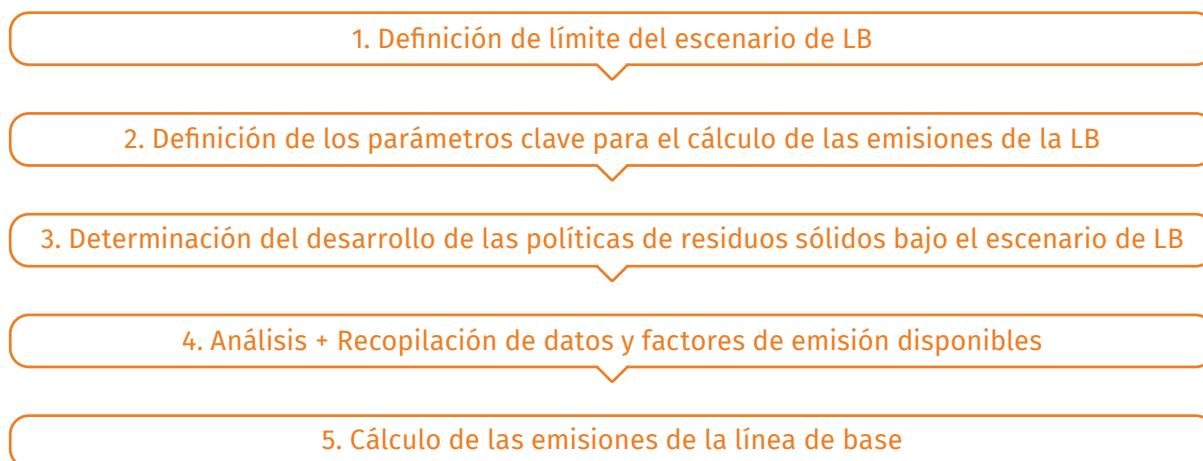
3.2.1 ESTABLECIMIENTO DE LA LÍNEA DE BASE

A continuación se detalla la metodología para el establecimiento del escenario de línea de base y el cálculo de las emisiones de GEI asociadas. Además, se define un enfoque conceptual para determinar la línea de base estandarizada dentro de los límites definidos por el MSM.

Las reducciones de emisiones de GEI del MSM se calcularán utilizando como referencia una línea de base (LB) que refleje la tendencia histórica, prácticas actuales y acciones previstas para el futuro que cubran el período de implementación del MSM desde 2016 al 2021. Se seguirá la siguiente metodología para el cálculo de las emisiones de la línea de base:

FIGURA 19: Metodología para el cálculo

de las emisiones de la línea de base



Fuente: Los autores, 2015

1. Definición de límites del escenario de línea de base

El primer paso es establecer y definir claramente los límites del escenario de línea de base. Siguiendo la categorización sectorial propuesta por el IPCC, el escenario de línea de base será desarrollado bajo el sector de residuos. Además, de acuerdo con los límites del MSM este escenario se limita al sector de los RSD y asimilables como: comerciales, institucionales, de mercados, restaurantes, poda de jardines y barrido, excluyendo los residuos líquidos, industriales, de petróleos, mineros, de la construcción, de la agricultura, especiales y peligrosos.

La línea de base considera las emisiones de GEI asociadas a la disposición final de los RSD (gas metano CH₄ generado por la descomposición de los residuos sólidos dispuestos en los botaderos y rellenos sanitarios, tanto si no han sido tratados previamente, como si se les ha aplicado algún tratamiento como compostaje o TMB). Por ello, hay que realizar una distinción según la tecnología considerada³⁷:

- Escenario de línea de base para la captura y quema

³⁷ La justificación para la elección de estas tecnologías en función del sitio de disposición puede encontrarse en el apartado 3.1.2 de este documento.

del biogás: respecto a la captura del biogás, algunos sitios no tienen chimeneas de venteo, otros disponen de ellas pero no están operativas y otros disponen de ellas y sí se encuentran operativas. En general, la situación de la línea de base corresponde a la falta de captura pasiva o captura pasiva pero sin quema del biogás y por tanto se puede asumir que el nivel de destrucción de biogás en la LB es del 0%.

- **Escenario de línea de base para compostaje:** la tecnología de compostaje se considera de manera adicional a la tecnología de captura y quema de biogás para algunos de los GADM que ya cuentan con experiencia en esta tecnología. La situación de la línea de base corresponde con la cantidad de residuos tratada actualmente o prevista a futuro y con ello, cuáles son las emisiones asociadas³⁸.
- **Escenario de línea de base para el Tratamiento Mecánico Biológico (TMB):** esta tecnología se considera de manera adicional a la tecnología de captura y quema de biogás. La situación de la línea de base corresponde con la cantidad de residuos tratada actualmente o prevista a futuro y con ello, cuáles son las emisiones asociadas³⁹.

Finalmente, en términos de **límites de tiempo**, el escenario de línea de base se desarrolla para el periodo de **2016 a 2021**, siguiendo el marco temporal de desarrollo del MSM.

2. Definición de los parámetros clave para el cálculo de las emisiones de la LB

Respecto a los parámetros relevantes para el cálculo de las emisiones de la línea de base, podemos establecer una distinción clara entre tres tipos de parámetros:

- **Parámetros temporales:** relativos al período de actividad del proyecto para el cual se calculan las emisiones de la línea base, p.ej.: fechas de inicio y fin.

38 Pej.: en Santo Domingo la línea de base considerada es la previsión de la nueva planta de compostaje, que tratará inicialmente 20 toneladas de residuos de mercados por día, con un incremento del 10% anual dependiendo de los resultados.

39 En la presente etapa del MSM, esta tecnología únicamente se considera en el caso de la Mancomunidad Mundo Verde donde ya está considerado un proyecto piloto de TMB para tratar el 2% de los residuos, que corresponde a la línea de base considerada.

- **Parámetros relativos al sitio de disposición:** relativos al clima e infraestructuras del sitio de disposición, p.ej.: precipitación media anual, porción de la masa residual que será drenada por pozos de gas en operación, eficiencia del sistema de recolección del sitio, etc.
- **Parámetros de los residuos:** relativos a la disposición y composición de los mismos, p.ej. disposición anual en el sitio, contenido de metano del gas de vertedero (biogás) generado, índice de generación de metano (basada en la composición de residuos y la climatología del sitio) generación potencial de metano (en función de la composición de los residuos), etc.

Las emisiones de GEI del escenario de línea de base para el sector de los RSM se calcularán para cada uno de los proyectos piloto a incluir en el Mecanismo Sectorial de Mitigación mediante el “Modelo de Biogás Ecuador” desarrollado por el LMOP (Landfill Methane Outreach Program) de la Agencia de Protección Medioambiental de Estados Unidos (EPA). Este modelo de biogás fue desarrollado específicamente para Ecuador en el año 2003 y fue calibrado con base a la experiencia obtenida en la ejecución de dos estudios de prefactibilidad y ensayos de bombeo de gas llevados a cabo en el relleno Las Iguanas en Guayaquil y relleno de Pichacay en Cuenca, adicionalmente a los informes de evaluación de otros tres sitios: Chabay (Azogues), El Valle (Cuenca) y Loja (Loja). Los parámetros del modelo reflejan los altos contenidos orgánicos y de humedad en los residuos sólidos de Ecuador.

El modelo consiste en una hoja de cálculo en Excel⁴⁰ en la cual se alimentan datos de la cantidad de toneladas generadas en el período de funcionamiento del relleno sanitario o botaderos de basura y el valor de precipitación que a su vez permite determinar valores de las constantes de índice de generación de metano y generación potencial de metano. Existe también un manual de usuario⁴¹ que facilitará evaluar la viabilidad y los beneficios de la captura y quema de biogás de otros sitios.

⁴⁰ Disponible en: http://www.epa.gov/lmop/documents/xls/ModelodeBiogasdeEcuador_V1.xls (último acceso: 30.04.2015)

⁴¹ Disponible en: http://www.epa.gov/lmop/documents/pdfs/ManualdeUsuariodelModelodeBiogasdeEcuador_V1.pdf (último acceso: 30.04.2015)

El modelo también permite realizar la estimación de recuperación de biogás, con base a las toneladas de masa disponible (en porcentaje) y la eficiencia del sistema de recolección del biogás.

Método de cálculo y parámetros clave

A continuación, se explica detalladamente en qué consiste este método de cálculo y cuáles son los parámetros clave.

El “Modelo de Biogás Ecuador” del LMOP-EPA realiza el cálculo del modelo de descomposición de primer orden (FOD por sus siglas en inglés) para la disposición de residuos sólidos. El cálculo FOD es el que sugiere el IPCC 2006 frente al modelo de balance de masas.

Para cada sitio de disposición elegido para formar parte como proyecto piloto del MSM se alimentarán los datos correspondientes en la hoja de cálculo LMOP-EPA aplicando los supuestos relativos a cada sitio seleccionado.

En caso de que los RSD sean tratados previamente a la disposición final mediante compostaje o TMB, se considerará la cantidad de residuos tratados mediante la correspondiente tecnología para: i) deducir dicha cantidad del cálculo de emisiones por disposición final, pero a su vez ii) aplicar el factor de emisión correspondiente para cada tecnología. Así:

- En el caso de la Mancomunidad Mundo Verde, se considerará el proyecto piloto sobre TMB del 2% de los residuos, mientras que el 98% restante se incluirá en la tecnología de captura y quema de biogás:
- En el caso del GADM de Santo Domingo se considerará el proyecto piloto de compostaje además de la captura y quema de biogás. Este proyecto ya se encuentra construido aunque no opera todavía y en él se pretenden tratar 20 toneladas de residuos por día con un incremento del 10% anual.

De igual modo, se tiene en cuenta que sin la implantación del mecanismo, estos proyectos piloto seguirían adelante con unos determinados plazos y en caso de querer aumentar la cantidad de GEI mitigada por estos proyectos deben proponerse acciones adicionales.

Por todo lo anterior, para la estimación de las reducciones de emisiones (*ex-ante*) de cada uno de los proyectos piloto a incluir en el MSM, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- 1. En todos los sitios de disposición excepto Santo Domingo y Mundo Verde se considera como escenario de línea de base que se utiliza la captura y quema de biogás aplicada al 100% de los residuos dispuestos. La cantidad total de biogás capturado y quemado depende de la eficiencia del sistema de recolección instalado en cada sitio en particular.
- 2. Para el caso de la Mancomunidad Mundo Verde, se considera como escenario de línea de base que el 98% de los residuos se tratan mediante captura y quema de biogás y que el 2% restante se trata mediante tecnología TMB.
- 3. Para el caso de Santo Domingo, se considera como escenario de línea de base que se tratan 20 toneladas de residuos por día mediante compostaje, con un incremento del 10% anual, mientras que el resto de residuos del sitio son tratados mediante captura y quema de biogás.

Método de captura y quema de biogás

En el cálculo de las emisiones de GEI de la línea de base para el método de captura y quema de biogás, la cantidad de biogás generado será calculada por la herramienta Excel LMOP-EPA utilizando la siguiente ecuación:

ECUACIÓN 1: Cantidad total de biogás generado (Nm³)

$$Q = \sum_0^n \left(\frac{1}{\%vol} \right) \cdot k \cdot M \cdot L_0 \cdot e^{-k \cdot (t - t_{lag})}$$

Dónde:

Q = Cantidad total de biogás generado (Nm³)

n = Número de años de duración.
6 como máximo en nuestro caso (2016-2021)

| | | |
|-----------|---|---|
| t | = | Tiempo en años desde la disposición de los residuos |
| t_{lag} | = | Tiempo de retardo estimado entre la disposición y la generación de metano |
| L_o | = | Volumen estimado de metano generado por tonelada de residuo sólido |
| $\%vol$ | = | Fracción de metano en el biogás |
| k | = | Tasa estimada de decaimiento de los residuos orgánicos |
| M | = | Masa de residuos total en el sitio en el año t (toneladas) |

Dado que el establecimiento del valor exacto de los parámetros k y L_o requiere un conocimiento detallado de la disposición de residuos en el sitio y sus condiciones biológicas, la calculadora utiliza datos empíricos de sitios de disposición similares para ajustar estos valores. En función de la precipitación promedio anual, la calculadora ofrece distintos valores de los parámetros para evitar tener que realizar un monitoreo detallado previo.

Las cantidades de residuos depositados cada año sirven para saber, para el año de cálculo en cuestión, cual es la cantidad anual de residuos (M), diferenciando así cada año en función de las cantidades dispuestas.

Esta cantidad de biogás generado calculada en Nm^3 (Q), será multiplicada primero por la eficiencia del sistema de recolección, obteniendo así la cantidad de biogás que llega al quemador en Nm^3 :

ECUACIÓN 2: Cantidad de biogás que llega al quemador (Nm^3)

$$P = Q \cdot \eta_{recolección}$$

Dónde:

$$P = \text{Nm}^3 \text{ de biogás que llegan al quemador}$$

$$\eta_{recolección} = \text{Eficiencia del sistema de recolección (\%)}$$

Para calcular la cantidad de biogás realmente quemado se deberá multiplicar la cantidad de biogás que llega al quemador por la eficiencia del mismo:

ECUACIÓN 3: Cantidad de biogás realmente quemado (Nm³)

$$S = P \cdot \eta_{quemador}$$

Dónde:

$$S = \text{Nm}^3 \text{ de biogás quemados}$$

$$\eta_{quemador} = \text{Eficiencia del quemador (\%)}$$

Utilizando un factor de conversión y la fracción de metano en el biogás, se puede obtener la cantidad de metano en kg que es efectivamente quemado:

ECUACIÓN 4: Cantidad de metano realmente quemado (Kg)

$$R = S \cdot \%vol \cdot X$$

Dónde:

$$R = \text{kg de metano quemados}$$

$$X = \text{Factor de conversión de Nm}^3 \text{ a kg de metano (kg/Nm}^3\text{)}$$

Usando este mismo factor de conversión, se puede conocer la cantidad de metano en kg total que genera el sitio de disposición:

ECUACIÓN 5: cantidad de metano total que genera el sitio de disposición (kg)

$$T = Q \cdot X$$

Dónde:

$$T = \text{kg de metano generados en el sitio de disposición}$$

Las emisiones de metano de la disposición de residuos teniendo en cuenta el sistema de recolección son calculadas según la ecuación que se muestra abajo:

ECUACIÓN 6: Cantidad total de metano emitido a la atmósfera (kg)

$$CH_4 \text{ emitido} = (T - R) \cdot (1 - OX_t)$$

Dónde:

| | |
|------------------------|--|
| $CH_4 \text{ emitido}$ | = Cantidad total de metano emitido a la atmósfera (kg) |
| T | = Cantidad total de metano generado (kg) |
| R | = Cantidad de metano quemado (kg) |
| OX_t | = Factor de oxidación en el año t, (fracción) |

S y por tanto R, son considerados 0 para el cálculo de las emisiones de la LB. Para calcular las emisiones en kg de CO₂e bastaría con multiplicar el valor de los kg de metano emitidos por el GWP del metano.

Tratamiento Mecánico-Biológico

En el caso de las emisiones de la línea de base para el TMB, como se ha mencionado anteriormente solo se aplicará en el caso de la Mancomunidad Mundo Verde. Dado que en este proyecto ya está considerado un proyecto piloto de TMB para tratar el 2% de los residuos, se considerará como escenario de línea de base que el 98% restante de los residuos generan biogás en el sitio que se trata mediante captura y quema con una eficiencia de recolección característica del sitio en particular, mientras que el 2% de los residuos tratados mediante TMB generarán una cantidad de biogás que puede calcularse mediante la siguiente fórmula.

ECUACIÓN 7: Cantidad total de metano generado (Gg)

$$Q = \sum_i (M_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-3} - Rt$$

Dónde:

| | | |
|--------|---|---|
| Q | = | Cantidad total de metano generado (Gg) |
| M_i | = | Masa de residuos tratada mediante el tratamiento tipo i (Gg) |
| EF_i | = | Factor de emisión para el tratamiento i (gCH ₄ /kg de residuos tratados) |
| i | = | Tipo de tratamiento de residuos |
| Rt | = | Cantidad de metano recuperado en el año t |

Compostaje

Del mismo modo, para el tratamiento de compostaje aplicable al GADM de Santo Domingo, se considera dentro del escenario de línea de base el proyecto piloto de compostaje de dicho GADM, en el que se pretende empezar tratando mediante compostaje una cantidad de 20 toneladas de residuos al día, cantidad que se incrementará un 10% anual. Al igual que para el TMB, el resto de residuos no tratados por compostaje, se considerarán tratados mediante captura y quema de biogás con la eficiencia de recolección que corresponda al GADM. La operación matemática a aplicar para calcular la cantidad de biogás generado mediante este tratamiento (las emisiones de la línea de base) es la misma que la utilizada para calcular el biogás generado por el TMB, cambiando entre ambos sistemas el Factor de Emisión (EF) que depende de cada tipo de tratamiento y composición de los residuos.

Finalmente, para las **tres tecnologías** consideradas, las emisiones de CH₄ son convertidas de kg de a toneladas, y estas a su vez, a toneladas equivalentes de CO₂ multiplicando por el valor del GWP del metano (25).

De esta manera se obtendría el **nivel de emisiones de CO₂** que serían emitidos a la atmósfera en el escenario de la línea de base, es decir, en **ausencia del mecanismo de mitigación**. Este nivel de GEI representa el nivel respecto del cual se calcularán las reducciones logradas mediante la implementación de las medidas: **captura activa y quema de biogás, compostaje o TMB**, según el caso.

3. Determinación del desarrollo de las políticas de residuos sólidos bajo el escenario de LB

Con el fin de determinar la situación de las políticas relacionadas con residuos sólidos en ausencia del MSM (y por lo tanto, en la LB), hay tres situaciones que podrían escogerse:

- **1. Situación de políticas congeladas:** Se asume que las mismas políticas existentes al momento de implementarse el MSM se mantendrán a futuro durante toda la vida del MSM.
- **2. Situación de políticas extrapoladas:** Se asume que se mantendrá en el futuro el mismo ritmo de desarrollo de políticas que se tuvo durante un cierto período en el pasado. Esta presunción hace que la LB sea más rigurosa que en el caso anterior y por tanto se generen menos reducciones de GEI por la implementación del MSM.
- **3. Situación de políticas por comparación o “benchmarking”:** Se asume que el país introducirá las políticas introducidas a la fecha por países similares. El impacto de este escenario en la cantidad de GEI dependerá de los países seleccionados y puede resultar más o menos riguroso que el escenario de políticas congeladas.

Otro aspecto para tener en cuenta es si las políticas ya reglamentadas son acatadas por las municipalidades o no. A este respecto, el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) (CMNUCC, 2012) determinaba que una política es implementada en un determinado país cuando al menos el 50% de las instituciones las cumplen.

En Ecuador no hay actualmente una regulación que establezca la obligación de captar el biogás de forma activa aunque sí se debe considerar la captura pasiva de biogás al momento del cierre del botadero mediante la instalación de chimeneas aunque sin requerir la quema del biogás. Esta práctica se relaciona más bien con aspectos de seguridad en la zona del relleno sanitario (por ejemplo, para evitar explosiones) pero dado que no hay un requerimiento de quemar el biogás captado, se puede establecer entonces que **en Ecuador no hay regulaciones que obliguen a la mitigación de los GEI en el sector de rellenos sanitarios**. Más aún, a través de la anterior experiencia profesional de los expertos del equipo consultor con sitios de disposición en Ecuador, se

ha observado que en la práctica algunos sitios no tienen chimeneas de extracción pasiva del biogás (de acuerdo a los requerimientos) o existen pero no están operativas.

Por lo tanto, basándonos en estos datos, **se asume que la LB seguirá un escenario de políticas congeladas pero considerando que gradualmente los rellenos sanitarios se adecuarán a los requerimientos de captura pasiva de biogás hasta alcanzar el 100% de los rellenos que cumplen con los requerimientos actuales.**

Cabe destacar que esta no es la más ambiciosa de las situaciones de LB, sin embargo, dado que en la actualidad los requerimientos de captura pasiva de biogás no se están cumpliendo al 100%, este escenario puede considerarse moderadamente conservador y suficientemente ambicioso dado que establece que durante el período del proyecto se implementarán las acciones necesarias para cumplir con las regulaciones existentes. Por lo tanto, **se considera que las prácticas futuras en el Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS) serán los rellenos sanitarios con un porcentaje de captura pasiva, pero sin quema de biogás.**

A este respecto, se ha mantenido la misma presunción que ha tenido el gobierno de Ecuador en su propuesta de LB estandarizada para los rellenos sanitarios, los digestores y sistemas de tratamiento de aguas residuales con quemado y uso del biogás a presentarse ante la CMNUCC⁴². En la misma se demuestra que no existen requerimientos de captura y quema de biogás de rellenos sanitarios en todo el país y por lo tanto en nivel de destrucción de biogás en la LB es del 0%. Finalmente, se determina que las emisiones en la LB se calcularán con base al monitoreo del biogás capturado.

Respecto a las tecnologías de compostaje y TMB, se tomará en cuenta cuáles son las cantidades de residuos tratadas actualmente o previstas a futuro y con ello, cuáles son las emisiones asociadas a estas tecnologías.

⁴² Ver el documento http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/F-CDM-PSB-form_Ecuador-130114-UNFCCC-Publicacion.docx, accedido el 8 Abril 2015 y <http://www.ambiente.gob.ec/mae-presentara-propuesta-a-la-junta-ejecutiva-del-mecanismo-para-un-desarrollo-limpio-mdl/> accedido el 20 Abril 2015.

4. Análisis + Recopilación de datos y factores de emisión disponibles

En la presente sección se establecen los parámetros que se necesitan para cuantificar la LB en el período de tiempo 2016-2021 en cada uno de los sitios seleccionados, intentando establecer valores predeterminados que simplifiquen su cálculo. El resultado de este análisis es la identificación de los datos y factores de emisión que deben ser recopilados *ex-ante* y *ex-post* para el cálculo de las reducciones de emisiones.

- La evaluación *ex-ante* tiene por objetivo estimar las reducciones de emisiones de GEI de las medidas del MSM respecto de la línea de base antes de la implementación de dichas medidas;
- La evaluación *ex-post* tiene el objetivo de calcular las reducciones de emisiones de GEI de las medidas del MSM después de su aplicación durante el período de ejecución.

Ex-ante

Para la estimación *ex-ante* de las emisiones de GEI en la línea de base, es necesario trabajar con los datos de actividad mencionados anteriormente, haciendo una recopilación de los datos que se tendrán en cuenta a la hora de estimar las emisiones del escenario.

La selección de parámetros **específicos** del sitio de disposición podría enlistarse como sigue:

- Fechas de inicio y fin de la actividad en el sitio de disposición.
- Precipitación media anual: Se utiliza para calcular el porcentaje de humedad de los residuos, que influye directamente en la producción de metano. Extraer precipitación anual de la web WorldClimate (<http://www.worldclimate.com/>)⁴³.
- Porción (porcentaje) de la masa residual que será drenada por pozos de gas en operación durante este año: Indica qué cantidad de los

⁴³ Los datos de este sitio provienen de fuentes de dominio público.

residuos está disponible para generar biogás aprovechable por el sistema de recolección.

- Disposición anual de residuos en el sitio de disposición: Cantidad de residuos que se deposita anualmente en el sitio en toneladas, también es necesario conocer la cantidad de residuos tratados por las tecnologías TMB y compostaje en los sitios mencionados.

Por otra parte, se propone la **estandarización** de los siguientes parámetros en la línea de base:

- Tasa estimada de decaimiento de los residuos orgánicos (k): determina el índice de generación de biogás estimado.
- Generación potencial de metano (L_0).

Ambos parámetros (k) y (L_0) pueden basarse en la precipitación media anual del sitio según:

TABLA 30. Parámetros para la elaboración de la línea base

| Precipitación (mm/año) | K Contenido Medio de Residuos de Comida o Alimenticios =<50% | k Alta Contenido de Residuos de Comida o Alimenticios=>60% | L (m ³ / tonelada métrica) Contenido Medio de Residuos de Comida o Alimenticios =<50% | L (m ³ / tonelada métrica) Alto Contenido de Residuos de Comida o Alimenticios =>60% |
|---------------------------|---|---|--|---|
| 0-249 | 0,04 | 0,043 | 60 | 62 |
| 250-499 | 0,05 | 0,053 | 80 | 83 |
| 500-999 | 0,065 | 0,69 | 84 | 87 |
| 1000 - 1999 o Saturado | 0,08 | 0,085 | 84 | 87 |
| 2000+ o Saturado | 0,08 | 0,085 | 84 | 87 |

- Contenido de metano del gas de vertedero: Indica que porcentaje del gas de vertedero generado es metano. Valor estandarizado por defecto: se puede asumir 50%.
- Eficiencia del sistema de recolección: Indica la cantidad del biogás generado en el sitio y drenado por los pozos que se capta. Valor estandarizado por defecto: 70-85%.

- Factor de oxidación (OX): se usa un factor por defecto de 0 según el IPCC 2006.
- Potencial de calentamiento global (GWP): se utiliza para convertir las emisiones de metano a toneladas de dióxido de carbono equivalentes. Valor estandarizado: 25.

Para el caso del compostaje, la Guía del IPCC para Inventarios Nacionales de GEI de 2006 establece como valor por defecto para el Factor de Emisión 4 g CH₄/ kg residuos tratados. El mismo factor de 4 g CH₄/ kg también es válido para TMB, en relación a la cantidad de los residuos **orgánicos** tratados.

A pesar de que el equipo Consultor considera que los valores por defecto facilitados por el IPCC permiten un cálculo **robusto**, podrían ajustarse en caso de disponer de datos provenientes de medidas directas o valores usados a nivel nacional, tal y como se expone a continuación.

Para determinar los valores por defecto de los parámetros no monitoreados (p.ej. factores de emisión, poder calorífico), se deben seguir los siguientes pasos:

- (1) Utilizar los **valores** comunicados por los **proveedores** de los combustibles en las **facturas** (no aplica);
- (2) Si la información de la opción 1 no está disponible, los desarrolladores del proyecto deberían efectuar una **medida directa** de los valores;
- (3) Si la información de la opción 1 no está disponible y la medida directa del valor no es posible, se deben utilizar los **valores por defecto** utilizados a **nivel nacional o regional** (solamente si la fuente de información es fiable, p.ej. el Balance Energético Nacional);
- (4) Si las opciones 1, 2 y 3 no son viables, utilizar el **valor por defecto del IPCC**.

Ex-post

Para el cálculo de las reducciones de emisiones de GEI *ex-post* será necesario monitorear algunos parámetros de actividad reales (p.ej. flujo de biogás quemado) y aplicar los factores de emisión correspondientes, de manera más precisa y sencilla que en la estimación *ex-ante*. Esta información será desarrollada en detalle en el siguiente capítulo 3.2.2.

5) Cálculo de las emisiones de la línea de base (estimación ex-ante)

Dado que la línea base es la disposición de la misma cantidad de residuos en el sitio de disposición, considerando una captación pasiva limitada del biogás sin quema, siguiendo las fórmulas y parámetros de los pasos anteriores, las reducciones de emisiones de GEI son calculadas teniendo en cuenta: la cantidad total de metano generado por la disposición de residuos bajo el escenario de línea de base y la eficiencia tanto del sistema de recolección como del quemador.

3.2.1.1 Adicionalidad del MSM

La adicionalidad es un aspecto central en los proyectos de mitigación del cambio climático para asegurar la integridad de cualquier reducción de emisiones obtenida por debajo de una línea de base. El concepto de adicionalidad tiene dos componentes: económico y ambiental. En el marco del MSM, la adicionalidad económica determina si los proyectos se hubieran implementado incluso en la ausencia del incentivo financiero y la adicionalidad ambiental plantea si los proyectos reducen emisiones de GEI por encima de lo que hubiera ocurrido en ausencia de los mismos.

Considerando la adicionalidad económica del MSM, se debe considerar que la sola quema del biogás generado no generará ingresos más que los que podrían obtenerse por venta de certificados de reducción de emisiones (si los hubiera), y por lo tanto, el proyecto de quema de biogás, por encima de lo que se hubiera quemado en la LB, es adicional. Por otro lado, si contempláramos la captura de biogás con generación de energía eléctrica, dada la gran inversión necesaria y que la energía eléctrica desplazaría en su mayor parte a fuentes limpias de energía (dado que gran porcentaje de la generación de Ecuador proviene de energía hidroeléctrica), esto tampoco significaría ganancias significativas que impliquen que el proyecto se hubiera hecho de todas formas (sin el apoyo del MSM).

Por otro lado, para determinar la adicionalidad ambiental se analiza lo que hubiera sido necesario realizar en la LB, considerando que las regulaciones existentes no obligan

a la quema del biogás captado en forma pasiva, y como se ha expuesto en el apartado anterior, se estima que no se van a crear nuevas políticas tendientes a mitigar los GEI generados en los rellenos sanitarios durante el período 2016-2021, se puede deducir que **toda actividad encausada a mitigar las emisiones de GEI dentro del MSM en el sector residuos de Ecuador puede considerarse adicional a las que existirían en la LB.**

3.2.2 SISTEMA MRV

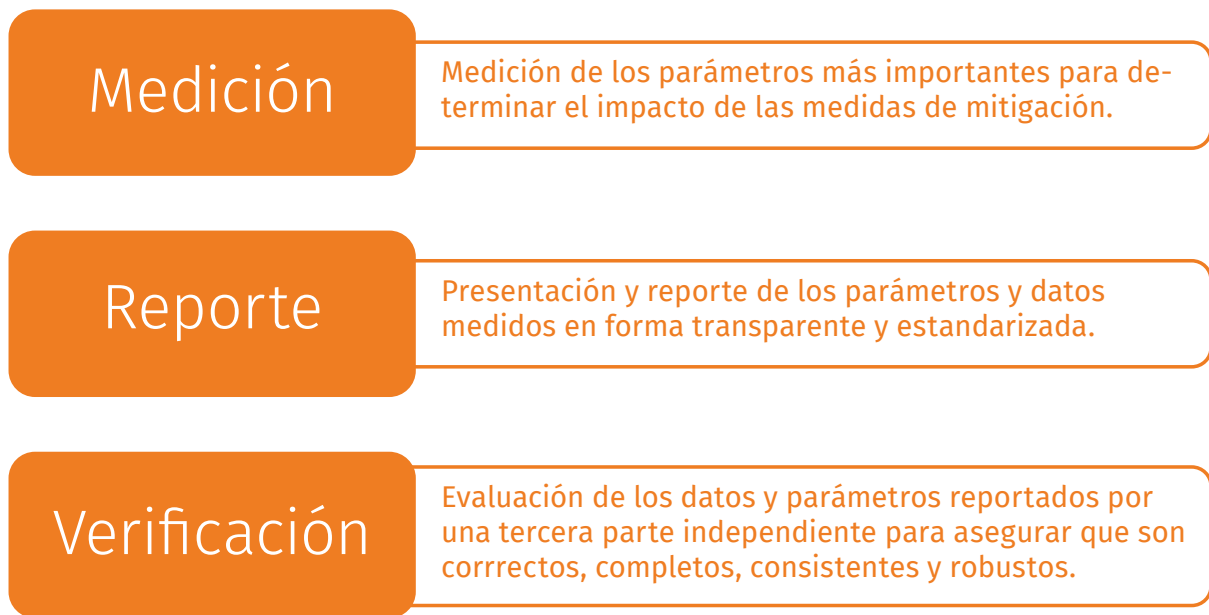
El presente apartado tiene como objetivo el diseño del sistema MRV de los proyectos incluidos dentro del MSM. Para ello, tras una introducción se abordará la comparación con otros sistemas MRV a nivel de sector residuos y a nivel nacional, y tras esto, se describirán cada una de las fases del sistema (Medición, Reporte y Verificación) estableciendo los actores responsables de cada proceso dentro de cada fase. Seguidamente se aplicará otro tipo de enfoque, se describirá la estructura organizacional del sistema MRV y se describirán, para cada actor involucrado, los roles y responsabilidades dentro del sistema MRV. Como finalización del apartado se expondrá el aseguramiento de la calidad (aunque este término se abordará a lo largo de cada apartado) y los costos de implementación del sistema MRV.

3.2.2.1 Introducción

El objetivo principal del sistema de MRV del MSM es determinar un sistema de medición, reporte y verificación de los GEI que se dejan de emitir a la atmósfera gracias a la implementación del Mecanismo, porque sobre este resultado se entregarán los incentivos basados en el desempeño. El concepto de MRV se originó de la necesidad de medir, reportar y verificar las emisiones de GEI a nivel nacional para las Comunicaciones Nacionales a la CMNUCC pero también para las emisiones a nivel de proyecto por ejemplo, en los proyectos MDL.

La siguiente figura indica los principales componentes de un sistema de MRV:

FIGURA 20. Definición de los componentes de un sistema de MRV



Fuente: Los autores, basada en UNFCCC, 2013

Para esto, un completo sistema de indicadores y parámetros debe ser desarrollado que asegure un monitoreo robusto, transparente y confiable pero al mismo tiempo costo-efectivo y realizable de forma tal que la implementación del sistema de MRV no sea un impedimento en sí mismo en la aplicación del MSM. En aquellos casos en los cuales el monitoreo de los parámetros resulte demasiado complejo o costoso, los parámetros pueden estar basados en valores por defecto con el fin de simplificar el sistema de MRV. En general, los valores por defecto aplicados están basados en valores del IPCC 2006 que son ampliamente utilizados. Además, se debe asegurar que al aplicar los valores por defecto, la estimación de los GEI resulte más conservadora del valor que se hubiera obtenido al monitorear todos los parámetros.

3.2.2.2 Comparación con otros sistemas de MRV

Mediante el análisis de las 19 NAMA⁴⁴ que se están desarrollando hasta el momento en el mundo en el sector de residuos sólidos, los siguientes factores de éxito pudieron ser identificados como factores clave para asegurar la implementación efectiva del sistema de MRV en el contexto de la mitigación sectorial:

- El sistema de MRV del MSM debe estar alineado con el sistema de MRV aplicado a nivel nacional a fin de no duplicar esfuerzos y aprovechar las capacidades actuales.
- Se debe establecer un flujo de comunicación y colaboración efectivo entre las distintas partes involucradas en el sistema MRV, como son las autoridades nacionales, entidades e instituciones. Esto requiere el establecimiento de responsabilidades y procesos claros que deben estar establecidos en el sistema de MRV.
- El diseño del sistema de MRV debe tener un balance entre su rigurosidad y la posibilidad efectiva de llevarlo a cabo, de forma tal que su implementación debe ser costo-efectiva y realista.
- Como por lo general el manejo de residuos es responsabilidad de los gobiernos locales o municipales, resulta importante establecer sistemas de capacitación en la implementación del sistema de MRV en estas entidades, en especial en los aspectos de recolección de datos, sistemas de aseguramiento de la calidad y reporte.
- Para asegurar una implementación efectiva del sistema de MRV, se debe comenzar por el gobierno central para luego seguir en su implementación a nivel nacional y local.

3.2.2.3 Sistemas MRV existentes en Ecuador

⁴⁴ Por más que técnicamente el presente proyecto no encuadra dentro de la definición de NAMA, se estima que dadas las similitudes entre el presente MSM y las NAMA, las siguientes recomendaciones pueden ser aplicables.

El Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS) fue puesto en marcha en 2010 con el objetivo de impulsar la gestión de los residuos sólidos en los municipios de Ecuador⁴⁵. La finalidad del mismo es disminuir la contaminación ambiental, mejorando la calidad de vida de los ciudadanos y lograr que al 2017 el 100% de la población disponga de sus residuos en rellenos sanitarios.

La implementación y monitoreo del programa requieren de un sistema de MRV, el cual está a cargo del MAE, quien es responsable de evaluar anualmente los siguientes parámetros:

- 1. Reducción de residuos sólidos que se depositan en botaderos a cielo abierto y rellenos sanitarios.
- 2. Monitoreo de la cantidad de residuos que se reciclan
- 3. La evaluación de los resultados e impactos del programa PNGIDS se realiza mediante el análisis y la verificación del Plan de Operación Anual aprobado para los años en los que el PNGIDS esté activo.
- 4. La subsecretaría de Calidad Ambiental es responsable de evaluar los resultados de impacto al cierre del programa PNGIDS. Esto constituye los siguientes objetivos: evaluar el cumplimiento de la Ley Orgánica de Reciclaje, evaluación in situ del funcionamiento y buen uso de los incentivos, realizar un catastro de los sitios de disposición final a nivel nacional y verificar el crecimiento de la industria del reciclaje, cantidad de material procesado y aprovechado en cada municipio.

Por otro lado, teniendo en cuenta el sistema de Comunicación Nacional existente en Ecuador, según el documento “Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático - 2011”⁴⁶, la Subsecretaría de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente actúa como la secretaria técnica del Comité Interinstitucional de Cambio Climático. Por lo tanto, al contar dicha Secretaría con los conocimientos técnicos de evaluación de GEI, se recomienda también su participación en la coordinación del presente MSM.

Considerando que el sistema de MRV del MSM contiene funciones similares a las que actualmente realizan

⁴⁵ Información obtenida de <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/> (último acceso: 30.04.2015)

⁴⁶ Ver: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/ecunc2.pdf> (último acceso: 30.04.2015)

las entidades mencionadas, se buscará utilizar las capacidades existentes en los organismos nacionales en la implementación del sistema de MRV. Por todo lo anterior se recomienda que la Entidad Coordinadora del MSM sea el MAE (ver sección 3.2.2.7).

3.2.2.4 Medición

La finalidad de la tarea de medición es obtener los datos que posteriormente permitan el cálculo de las reducciones de emisiones logradas, esta tarea se encomendará a uno o dos responsables en cada sitio de disposición, de modo que se asegure que siempre haya una persona disponible en el sitio para realizar la tarea.

a) Análisis de MRV de metodologías existentes

Considerando que en los cinco sitios preseleccionados para formar parte del MSM, la tecnología a aplicar será la captura y quema del biogás, el estudio de MRV se centra en esta tecnología. Existen metodologías/protocolos aplicables a la tecnología de captura y quema del biogás:

- MDL (ACM0001, AMS-III.G.);
- CAR (Protocolo para Relleno Sanitarios México ver 1.1);
- Calculadora LMOP-EPA “Modelo Biogás Ecuador”.

En el monitoreo y reporte de emisiones de GEI en proyectos de captura y quema de biogás la mayor dificultad radica en la estimación de las emisiones *ex-ante*, razón por la cual a la hora de plantear el método de cálculo de la línea de base se decidió utilizar la herramienta LMOP-EPA (ver sección 3.2.1), la cual permite calcular *ex-ante* la producción de GEI de los sitios de disposición. Como se ha podido comprobar, para realizar este cálculo es necesario conocer la cantidad de residuos dispuestos año por año y una serie de parámetros dependientes de la climatología, composición de residuos dispuestos, condiciones geológicas, etc.

Sin embargo, a la hora de realizar el cálculo *ex-post* de

las reducciones de emisiones de GEI en proyectos de captura y quema de biogás el procedimiento es bastante más sencillo, puesto que basta con conocer cuánto biogás se quema, y que composición de metano tiene este biogás.

El objetivo del sistema MRV del MSM es conocer con exactitud cuáles son las reducciones en la emisión de GEI logradas por los proyectos piloto y por tanto, es preciso seguir un enfoque *ex-post*, de modo que finalmente se pueda obtener el dato real de cuantas emisiones de GEI han sido evitadas gracias a la aplicación del MSM.

Por todo lo anterior, se concluye que de las metodologías previamente mencionadas, la que más se adapta a las necesidades del MSM es la metodología MDL ACM0001, puesto que permite, de forma sencilla, la medición *ex-post* de las reducciones de emisiones reales conseguidas por un proyecto.

No obstante, dado que el objetivo de esta sección no es aplicar una metodología existente, si no adaptar y definir la mejor manera de hacer estas mediciones teniendo en cuenta las características del MSM, se simplificará en la medida de lo posible la metodología, de tal forma que el sistema MRV del MSM será suficientemente sólido al estar basado en elementos del MDL, pero al mismo tiempo será más sencillo que la propia metodología al estar adaptada a las características del mecanismo en cuestión.

De esta manera, para el cálculo de las emisiones de línea de base de los proyectos bajo el MSM se sigue un enfoque *ex-ante* mediante el uso de una herramienta diseñada específicamente para Ecuador, mientras que para el cálculo de las reducciones realmente logradas por los proyectos se sigue un enfoque *ex-post* sólido basado en una simplificación de los elementos del MDL.

b) Definición de los Límites del Proyecto

Para la definición de los límites del proyecto, se recomienda seguir la consideración de “control operacional” según la cual la frontera incluye las emisiones de GEI de fuentes que están bajo el control operacional directo del encargado de gestionar los

residuos y que se vean afectadas por el proyecto, pero excluyen las emisiones que están fuera del control del operador. Por lo tanto, teniendo en consideración que la tecnología aplicada en todos los proyectos piloto es captura activa y quema de biogás, la extensión del proyecto incluirá los siguientes espacios:

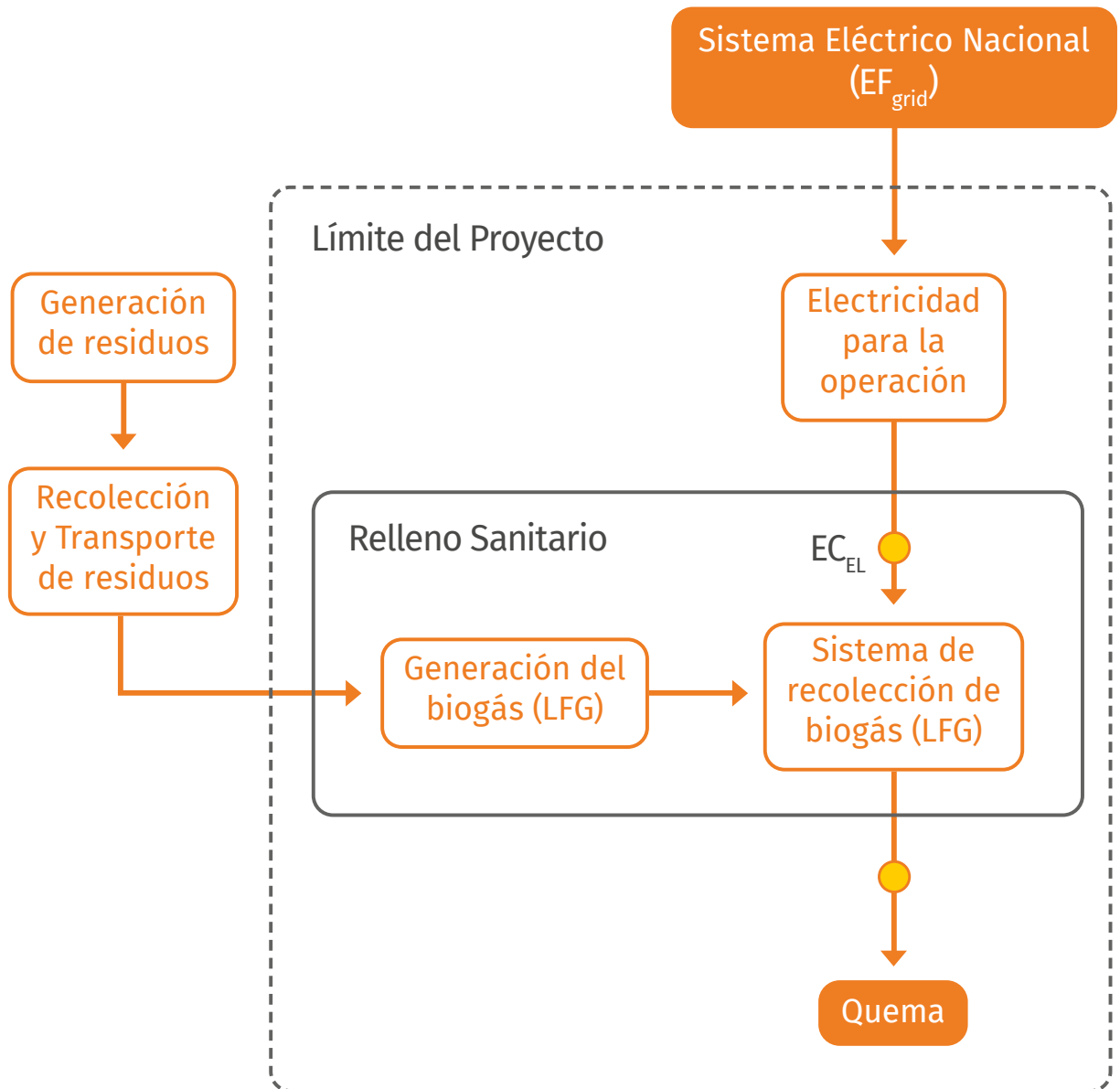
- Relleno sanitario donde los residuos son dispuestos en la LB
- Sitio donde se realiza la captura y quema del biogás
- Consumo de energía eléctrica para el funcionamiento del proyecto

Se excluyen los sitios de recolección de residuos y su transporte ya que se estima que la recolección y transporte no debería variar con respecto a la situación en la LB y por lo tanto se desprecia sus efectos tanto en la situación de la LB como en la situación del proyecto de captura y quema del biogás (esto no podría hacerse en caso de aplicarse la tecnología de compostaje ya que esto se realiza en general en un sitio diferente al que se realiza la disposición final en la LB, pero no se analizará ya que esta tecnología no está incluida en los sitios pre-seleccionados, las actividades de mitigación pre-seleccionadas pueden encontrarse en la sección 3.2.7 de este documento). Por el contrario, se incluye el monitoreo del consumo de energía eléctrica del proyecto debido al consumo de las bombas de extracción del sistema de captación de biogás, que no se encuentran en la línea de base.

La siguiente figura especifica la extensión de la frontera del proyecto, los indicadores a monitorear (indicados con puntos naranjas) y los lugares de generación de GEI tenidos en cuenta (cuadros en verde).

FIGURA 21. Límites generales de un proyecto

para captura y quema de biogás



P: Flujo de biogás
% vol: fracción de metano

Fuente: Los autores, 2015

Por lo tanto, con base al esquema anterior, los siguientes gases se consideran como incluidos dentro de la frontera del proyecto:

TABLA 31. GEI dentro de la frontera del proyecto

| | Fuente | Gas | Incluido | Justificación |
|---------------|---|------------------|--|---|
| Línea de Base | Emisiones provenientes de la descomposición de residuos en el relleno sanitario | CH ₄ | SI | Mayor fuente de emisiones de GEI en la LB |
| | | N ₂ O | NO | Las emisiones de N ₂ O son muy pequeñas en comparación a las de CH ₄ |
| | | CO ₂ | NO | No hay diferencia en las emisiones de CO ₂ entre la LB y situación del proyecto. |
| Proyecto | Emisiones por el consumo de energía eléctrica | CH ₄ | NO | Excluido por simplificación. La fuente se considera mínima. |
| | | N ₂ O | NO | Excluido por simplificación. La fuente se considera mínima. |
| | | CO ₂ | SI | Puede ser una fuente importante de emisiones. |
| | Emisiones por el quemado de biogás | CH ₄ | SI | Puede ser una fuente importante |
| | | N ₂ O | NO | Las emisiones son consideradas insignificantes |
| | CO ₂ | NO | Las emisiones son consideradas insignificantes | |

Fuente: Elaboración de los autores basada en la Metodología de cálculo para el MDL número ACM0001 versión 15, CMNUCC

c) Ecuaciones para el cálculo de las reducciones de emisiones

Como se ha mencionado anteriormente, el sistema MRV tiene el objetivo de permitir el cálculo *ex-post* de las reducciones de emisiones, dicho cálculo difiere de la estimación *ex-ante* expuesta en el apartado de la línea de base anterior, y resulta más sencillo y simple que este último. Por ello es preciso exponer primeramente el modo de cálculo de las reducciones *ex-post* a fin de identificar los parámetros que deberán ser monitoreados por el sistema MRV. Las ecuaciones se han adaptado de la metodología MDL ACM0001 simplificándola en la medida de lo posible.

Para calcular las reducciones de emisiones debido a la implementación del proyecto, las siguientes fórmulas deben ser aplicadas:

$$RE = EB - EP$$

Dónde:

RE = Reducción de emisiones lograda por el proyecto (tCO₂e)

EB = Emisiones de la línea de base evitadas por el proyecto (tCO₂e)

EP = Emisiones debidas a la implementación del proyecto (tCO₂e)

Es decir, la reducción de las emisiones de GEI lograda por el proyecto corresponde a las emisiones evitadas por el mismo (EB) menos las emisiones que el proyecto genera adicionalmente debido a su implementación (EP).

Las emisiones de la línea de base evitadas por el proyecto (EB) se calculan de acuerdo a la siguiente formula:

$$EB = (1 - OX) \cdot R \cdot GWP_{CH_4} \cdot \frac{1}{1000}$$

Dónde:

OX = Factor de oxidación (fracción), corresponde a la fracción de metano que podría ser oxidada en las capas superiores del relleno en la línea de base.

R = Cantidad de metano quemado (kg)

GWP_{CH₄} = Potencial de calentamiento global del metano, se toma 25 como valor de referencia.

Es decir, las emisiones evitadas por el proyecto debido a la quema de biogás en tCO₂e corresponden a la cantidad de metano quemado en kg, menos la cantidad de metano oxidada en las capas superiores del relleno, por el potencial de calentamiento global del metano, valor que se utiliza para convertir los kg de metano a kg de CO₂ equivalente. Se divide el resultado por 1000 para obtener el valor en toneladas de CO₂ equivalente.

A su vez, R se obtiene de la siguiente fórmula:

$$R = P \cdot \%vol \cdot X$$

Dónde:

| | | |
|---------|---|--|
| P | = | Flujo de biogás al quemador (Nm ³) en condiciones normales |
| $\%vol$ | = | Contenido de metano en el biogás (fracción) |
| X | = | Factor de conversión de Nm ³ a kg de metano (kg/Nm ³) |

Es decir, la cantidad de metano quemado equivale a la cantidad de biogás que entra al quemador, por el porcentaje de metano que contiene el biogás, se usa el factor de conversión para obtener el dato en kg de metano.

Por otro lado, las emisiones debidas a la implementación del proyecto se deben tanto al consumo de energía eléctrica como a las emisiones debidas al metano que no es quemado en el quemador debido a que la eficiencia del mismo nunca será del 100%.

$$EP = EP_{quemador} + EP_{electricidad}$$

Para calcular las emisiones debidas al metano que no es quemado, en tCO₂e ($EP_{quemador}$), se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$EP_{quemador} = R \cdot (1 - \eta_{quemador}) \cdot GWP_{CH_4} \cdot \frac{1}{1000}$$

Dónde:

| | | |
|-------------------|---|--|
| R | = | Cantidad de metano quemado (kg) |
| $\eta_{quemador}$ | = | Eficiencia del quemador (fracción) |
| GWP_{CH_4} | = | Potencial de calentamiento global del metano, se toma 25 como valor de referencia. |

Es decir, las emisiones debidas al metano que no es quemado corresponden a la cantidad de metano quemado en kg, por uno menos la eficiencia del quemador en porcentaje. Este dato se divide por 1000 para obtener la cantidad en toneladas de metano no quemado y se multiplica por el potencial de calentamiento global para obtener el valor en tCO₂e.

Para calcular las emisiones del proyecto debido al consumo de energía eléctrica, en tCO₂e ($EP_{\text{electricidad}}$), la siguiente fórmula debe ser aplicada:

$$EP_{\text{electricidad}} = EC \cdot FE_{\text{red}}$$

Dónde:

EC = Consumo de energía eléctrica del proyecto (MWh)

FE_{red} = Factor de emisión del sistema eléctrico al que está conectado el proyecto (tCO₂e/MWh)

Es decir, las emisiones del proyecto debido al consumo de energía eléctrica se calculan multiplicando el consumo eléctrico por el factor de emisión de la red.

d) Selección de indicadores y parámetros para el sistema de MRV

Con base a lo expuesto, los siguientes parámetros pueden ser identificados como los parámetros clave que deben ser monitoreados para determinar la reducción de emisiones del MSM:

TABLA 32. Parámetros clave a ser monitoreados

| Parámetro | Descripción | Tipo de Monitoreo (ex-ante / ex-post / valor predeterminado) | Descripción del monitoreo | Instrumento a utilizar para el monitoreo | Unidades | Frecuencia de medición | Responsable de la medición | Valores por defecto sugeridos | QA/QC |
|-----------|---|--|---|--|----------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------------|--|
| P | Flujo de biogás al quemador | Ex-post | Junto con este valor, se debe monitorear la presión y temperatura del biogás para calcular su valor en condiciones normales de P y T. Si el Medidor de flujo de biogás reporta automáticamente los valores en Nm3, entonces no es necesario reportar la presión y temperatura por separado. | Medidor de Flujo de biogás | M ³ /hora | Continuo | Operador del relleno | N/A | El equipo de medición debe someterse a calibración periódica (con la frecuencia requerida por el fabricante) utilizando un dispositivo calibrado por un laboratorio acreditado. |
| %vol | Fracción de metano en el gas de vertedero | Ex-post | El porcentaje de metano debe establecerse con base seca en condiciones normales de P y T. | Analizador de gases | % CH ₄ | Continuo | Operador del relleno | N/A | Además de ser periódicamente calibrado (con la frecuencia recomendada por el fabricante), debe verificarse el cero del analizador de gases con un gas inerte y al menos una lectura con un gas estándar (el cual debe estar certificado) en forma periódica. |
| D | Detector de llama | Ex-post | Se debe asegurar que solo se contabilicen reducciones de GEI cuando la llama está operativa. | Detector de llama óptico (ultravioleta o infrarrojo) | N/A | Continuo | Operador del relleno | N/A | Verificar su funcionamiento en forma periódica. |

| Parámetro | Descripción | Tipo de Monitoreo (ex-ante / ex-post / valor predeterminado) | Descripción del monitoreo | Instrumento a utilizar para el monitoreo | Unidades | Frecuencia de medición | Responsable de la medición | Valores por defecto sugeridos | QA/QC |
|----------------------------|--|--|---|--|----------|------------------------|-------------------------------|---|--|
| EC | Energía eléctrica consumida por el proyecto | Ex-post | Se debe colocar de forma de monitorear el consumo de todas las actividades del proyecto (fundamentalmente, el funcionamiento de las bombas de extracción de metano) | Medidor de energía eléctrica | MWh | Continuo | Operador del relleno | N/A | Se pueden utilizar los comprobantes de facturación de la empresa que provee el servicio eléctrico como verificación. El medidor debe ser calibrado de forma periódica de acuerdo con lo establecido por el fabricante. |
| η_{quemador} | Eficiencia del quemador utilizado. | Valor por defecto | N/A | % | N/A | N/A | N/A | 50% para quemadores de llama abierta y 90% para quemadores de llama cerrada (fuente: MDL) | |
| OX | Factor de oxidación | Valor por defecto | N/A | % | N/A | N/A | N/A | 0 (IPCC 2006) | |
| GWP_{CH_4} | Potencial de calentamiento global del metano | Valor por defecto | N/A | kg CO ₂ e / kg CH ₄ | N/A | N/A | N/A | 25 (IPCC 2006) | |
| FEred | Factor de emisión de la red | Valor por defecto | N/A | t CO ₂ e / MWh | N/A | N/A | N/A | 0,4850 | Este valor debe actualizarse cada año en función del mix energético del país. |
| X | Factor de conversión del metano | Valor por defecto | N/A | kg CH ₄ / Nm ³ CH ₄ | N/A | N/A | N/A | 0,677175 (fuente: EPA Methane Emissions Reduction Calculation Conversion Factors) | |

Fuente: Los autores, 2015

Como se establece en la tabla anterior, se recomienda utilizar los valores predeterminados para la eficiencia del quemador (debido a la complejidad del monitoreo y cálculo de la eficiencia), el valor de oxidación de biogás en la LB y el potencial de calentamiento global del metano (se recomienda usar los valores establecidos por el IPCC), el factor de emisión de la red eléctrica y el factor de conversión del metano (se recomienda usar el valor de la EPA de Estados Unidos). Los demás parámetros deben monitorearse ex-post ya que son valores específicos del proyecto.

Considerando los valores predeterminados que se mencionan en la tabla, las siguientes consideraciones fueron tenidas en cuenta:

- Se considera que el uso del valor por defecto de 90% para quemadores cerrados es conservador ya que la eficiencia de los mismos suele ser bastante superior. Es por esta razón que no se recomienda monitorear la temperatura de la llama para determinar su correcto funcionamiento, considerando que el valor aplicado de eficiencia del 90% ya contempla posibles alteraciones en la eficiencia del quemado del metano.
- Con respecto a la oxidación en la capa superior, dado que se planeaba mejorar la operación de los rellenos (mejorando el cubrimiento de los residuos) independientemente del presente MSM, se estima que utilizar 0 como valor por defecto para el nivel de oxidación es una medida factible y alineada con las directrices del IPCC.

Por el contrario, se considera que el monitoreo del flujo de gas y su composición de metano son parámetros necesarios de monitorear para la contabilización de los GEI, ya que pueden variar mucho día a día, e incluso dentro de un mismo día. Por lo tanto, se estima que no es conveniente la estandarización de éstos.

Por otro lado, con respecto a la instrumentación requerida para el monitoreo, en cada sitio se deben instalar los siguientes instrumentos de medición:

- Medidor de flujo de gas continuo, el cual debe tener a su vez las mediciones de presión y temperatura para corregir el dato a valores normales. Debe instalarse uno por cada quemador instalado en cada relleno sanitario que forma parte del MSM.
- Analizador de gases, aunque se puede utilizar un analizador de gases portátil que pueda ser utilizado en varios rellenos sanitarios (se recomienda usar uno estático que monitoree continuamente por cada sitio de disposición, es posible que el medidor de flujo de gas pueda incluir analizador de gases, lo que posiblemente reduciría los costos).
- Detector de llama óptico (ultravioleta o infrarrojo)
- Computadores que concentren la información de los equipos de monitoreo.

La estimación del costo total de los equipos de monitoreo es de 25.000 USD (por sitio).

Por ello el proceso de monitoreo consistirá en la comprobación del buen funcionamiento de los aparatos de monitoreo por parte de los responsables de esta tarea (idealmente dos personas, mínimo una), así como de asegurar la correcta calibración de los equipos y el registro de los datos de monitoreo en los computadores.

3.2.2.5 Reporte

El proceso de reporte es la “**provisión de los datos e informaciones medidas**”. Algunos factores clave que caracterizan la etapa de monitoreo son:

- Precisión y fiabilidad de la información
- Transparencia y estandarización del proceso

De acuerdo con el tipo de entidad receptora será diferente el objetivo del reporte:

- ≠ entidades receptoras del reporte
→ ≠ objetivo / información
- **Entidad Nacional (p.ej. PNGIDS/MAE):** planificación y priorización de políticas nacionales, monitorear la implementación y su efectividad.

- **Entidad Internacional (p.ej. CMNUCC):** los países no industrializados deben entregar reporte nacional cada cuatro años y a partir de diciembre 2014 informes bienales (Biennial Update Reports, BUR).
- **MSM (CAF):** justificación de las reducciones logradas.

Así, durante el proceso de reporte en el MSM se distinguen dos tipos de informaciones a reportar:

- Por un lado, los responsables del monitoreo en los sitios de disposición deberán reportar **mensualmente el registro de datos monitoreados** a la Entidad Coordinadora del MSM. Estos datos serán utilizados para elaborar la base de datos de monitoreo. Así, la Entidad Coordinadora del MSM elaborará una base de datos para cada sitio bajo el MSM conteniendo todos los datos monitoreados por los sitios de disposición cada mes. Se propone que las mismas personas encargadas del proceso de monitoreo sean responsables de la preparación de los registros de monitoreo y la comunicación con los verificadores/ auditores durante las actividades de verificación. La preparación de los registros de monitoreo requerirá de al menos una persona (encargado de monitoreo) aunque idealmente se deberá realizar por dos personas (de ahí que se sugiera hayan dos personas encargadas del monitoreo y registro).
- Por otro lado, los GADM, siendo beneficiarios del incentivo, tendrán la responsabilidad de elaborar **anualmente el reporte de reducción de emisiones de GEI**. Dicho reporte será entregado primeramente al MAE, que efectuará una revisión antes de enviarlo a la entidad verificadora para su comprobación. El reporte de monitoreo verificado podrá así ser enviado a los donantes e inversores. La preparación del reporte de reducción de emisiones de GEI requerirá de al menos dos personas para su realización, a fin de garantizar la calidad de los insumos, éstas deberán estar capacitadas para realizar los cálculos y deberán tener experiencia en este tipo de procesos. Este reporte puede también servir para cubrir propósitos internos y reportar a otras instituciones (donantes e inversores).

CAF provee información y formularios que facilitan que la recolección de la información y realización del monitoreo por parte de las personas encargadas, vaya de acuerdo con los lineamientos del sistema MRV propuesto. Se desarrolló una ficha para recolección de información, la cual contempla el formulario propuesto para el **registro de datos monitoreados** que los responsables del monitoreo deberán entregar **mensualmente** a la Entidad Coordinadora del MSM, tras este se desarrolló el formulario propuesto para el **reporte de reducción de emisiones de GEI** que deberá ser elaborado por el GADM **anualmente**.

Adicionalmente y de forma opcional, la Entidad Coordinadora del MSM (MAE) podrá elaborar un reporte de desempeño global consistente en la suma de los cinco reportes anuales de reducción de emisiones de GEI de los sitios bajo el MSM, para ser entregado a posibles donantes e inversores (incluidos CAF y KfW aunque estos ya deberían recibir cada reporte de reducción de emisiones de GEI por separado).

El procedimiento de reporte consistirá en la elaboración del **registro de datos monitoreados** mencionado por parte del encargado del sitio de disposición **una vez al mes** y su envío a la Entidad Coordinadora del MSM, y en la elaboración **anual** del **reporte de reducción de emisiones de GEI** por parte del GADM y basado sobre los datos de monitoreo almacenados. La metodología para elaborar el reporte anual (cálculo de las emisiones de GEI evitadas por el proyecto) puede verse en el apartado de Ecuaciones para el cálculo de las reducciones de emisiones dentro de esta misma sección. Además, la Entidad Coordinadora del MSM deberá entregar al verificador el reporte anual revisado y la base de datos monitoreados elaborada en forma de anexo, para que la entidad verificadora sea capaz de comprobar la veracidad y exactitud de los datos y mediciones realizadas.

3.2.2.6 Verificación

La verificación es el “proceso de **comprobar** de manera **independiente** la **precisión** y la **fiabilidad** de la **información** reportada”. El método de verificación consistirá en una visita al sitio y/o solo revisión de

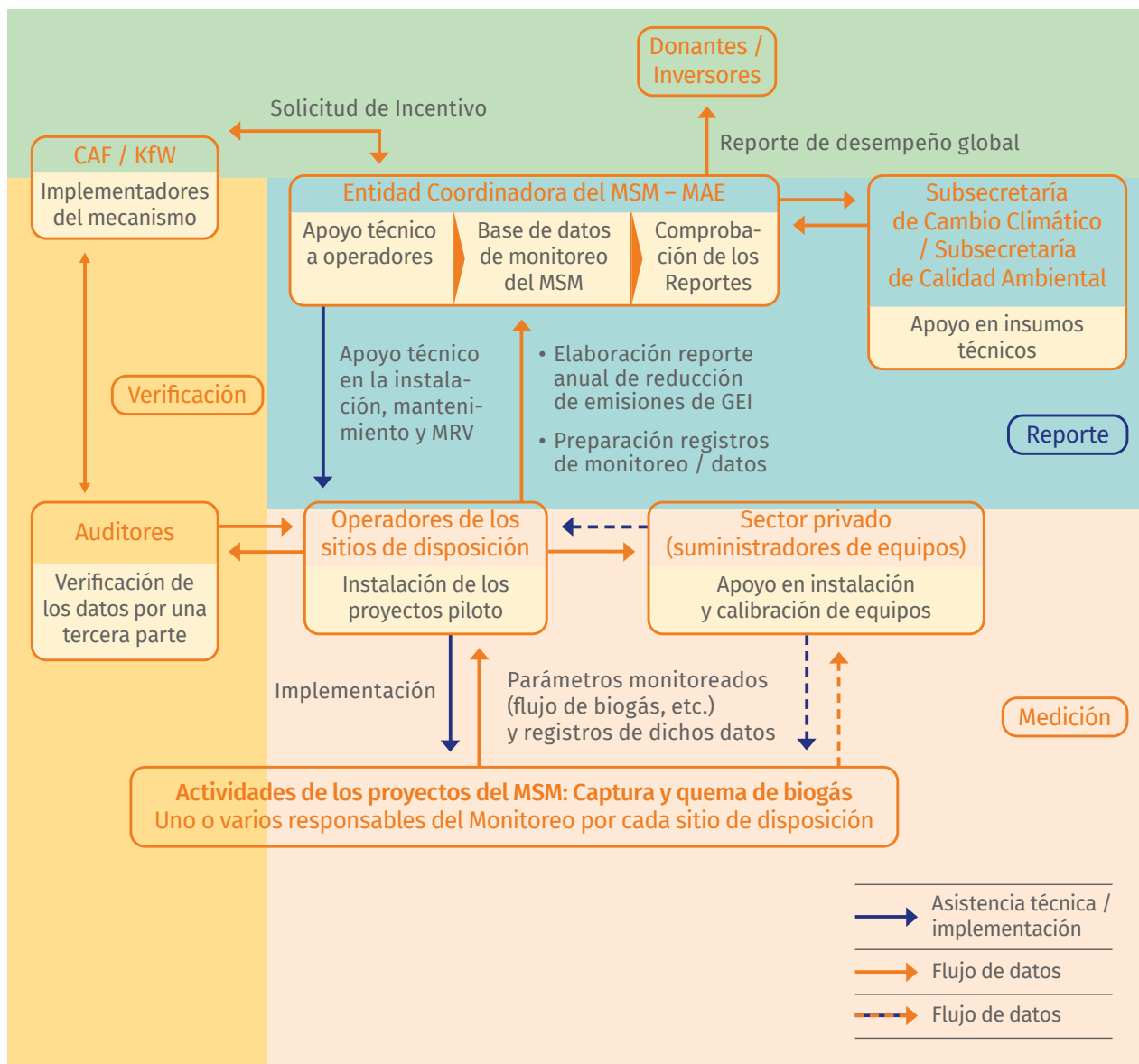
documentos presentados y el verificador debería ser capaz de realizar los cálculos y verificar la información proveída por las fuentes externas. Dentro del sistema MRV esto representa una parte del proceso de garantía y control de calidad (QA/QC). Dependiendo de las partes implicadas se puede llevar a cabo la verificación ya sea a través de la primera parte implicada que corresponde al desarrollador del proyecto/GADM, la segunda parte que es el financiador, en este caso CAF/KfW a través de la Unión Europea, o la tercera parte implicada que es un certificador independiente.

El enfoque preliminar propuesto para el MSM incluye una verificación **anual**, siendo financiado por el propio mecanismo y con el enfoque de un **certificador independiente**. El verificador recibirá de la Entidad Coordinadora del MSM el **reporte de reducción de emisiones de GEI** revisado junto con la **base de datos con los registros de monitoreo** en forma de anexo, previamente a efectuar la verificación, una vez al año. Para este fin, se desarrolló un formato de verificación como una guía para el verificador.

Así, el proceso de verificación será realizado de forma **anual**, posteriormente al reporte, por un **verificador externo** de una entidad **acreditada e independiente**. El proceso de verificación será contratado por CAF / KfW, la Entidad Coordinadora del MSM tiene la responsabilidad de enviar el **reporte de reducción de emisiones de GEI** (elaborado por el GADM y revisado por la Entidad Coordinadora) y la base de datos de registros de monitoreo previamente al verificador, de asegurar que los distintos sitios de disposición se encuentran preparados al momento de la visita del verificador y de coordinar las fechas de visita con el verificador externo. El verificador deberá completar el **formulario de verificación** anexo y entregarlo al responsable del GADM, el cual lo utilizará para solicitar a CAF / KfW el pago del **incentivo** siempre a través de la Entidad Coordinadora del MSM. De igual manera que con el reporte, los resultados de la verificación podrán ser publicados y enviados a los donantes e inversores.

3.2.2.7 Esquema organizacional para el sistema MRV

FIGURA 22: Propuesta para el sistema de monitoreo,
 reporte y verificación



Fuente: Los autores, 2015

La figura anterior muestra el esquema organizacional propuesto por el equipo consultor para el sistema MRV. Como se ha mencionado, se sugiere que la Entidad Coordinadora del MSM sea el Ministerio del Ambiente (MAE), dado que ya existe un flujo de comunicación entre el MAE y los sitios de disposición. Dentro del MAE, los posibles candidatos para tener la responsabilidad directa podrían ser la Subsecretaría de Calidad Ambiental y la Subsecretaría de Cambio Climático.

En primer lugar, de fondo color beige puede distinguirse el procedimiento de medición, el cual es responsabilidad directa de los sitios de disposición, que, haciendo uso de los equipos correctamente calibrados adquiridos del sector privado, realiza un monitoreo continuo de los parámetros requeridos y guarda un registro de datos monitoreados.

La fase de reporte, de fondo color azul, corresponde a la interacción entre los sitios de disposición incluidos en el MSM y la Entidad Coordinadora del MSM (MAE). Los encargados del monitoreo de los parámetros en la fase de medición son también responsables de completar el registro de datos monitoreados y de entregarlo a la Entidad Coordinadora del MSM mensualmente. El GADM es responsable de elaborar anualmente el reporte de reducción de emisiones de GEI logradas previamente al proceso de verificación. Al mismo tiempo la Entidad Coordinadora del MSM debe elaborar una base de datos de monitoreo de todos los sitios bajo el MSM con los registros de monitoreo recibidos.

Contra el fondo color rosado se muestra el proceso de verificación, realizado por una entidad verificadora independiente contratada por CAF / KfW; esta entidad interactúa directamente con los responsables de los sitios de disposición (apoyados por representantes de la Entidad Coordinadora del MSM), verificando una vez al año las reducciones de emisiones de GEI reportadas en el reporte anual, apoyándose en la base de datos de monitoreo que se le entregará adjunta. La entidad verificadora deberá coordinar los plazos para la verificación con la Entidad Coordinadora del MSM, y deberá entregar el formulario de verificación a esta última para que se pueda solicitar el incentivo a CAF / KfW. A modo de resumen, CAF / KfW contratarán a

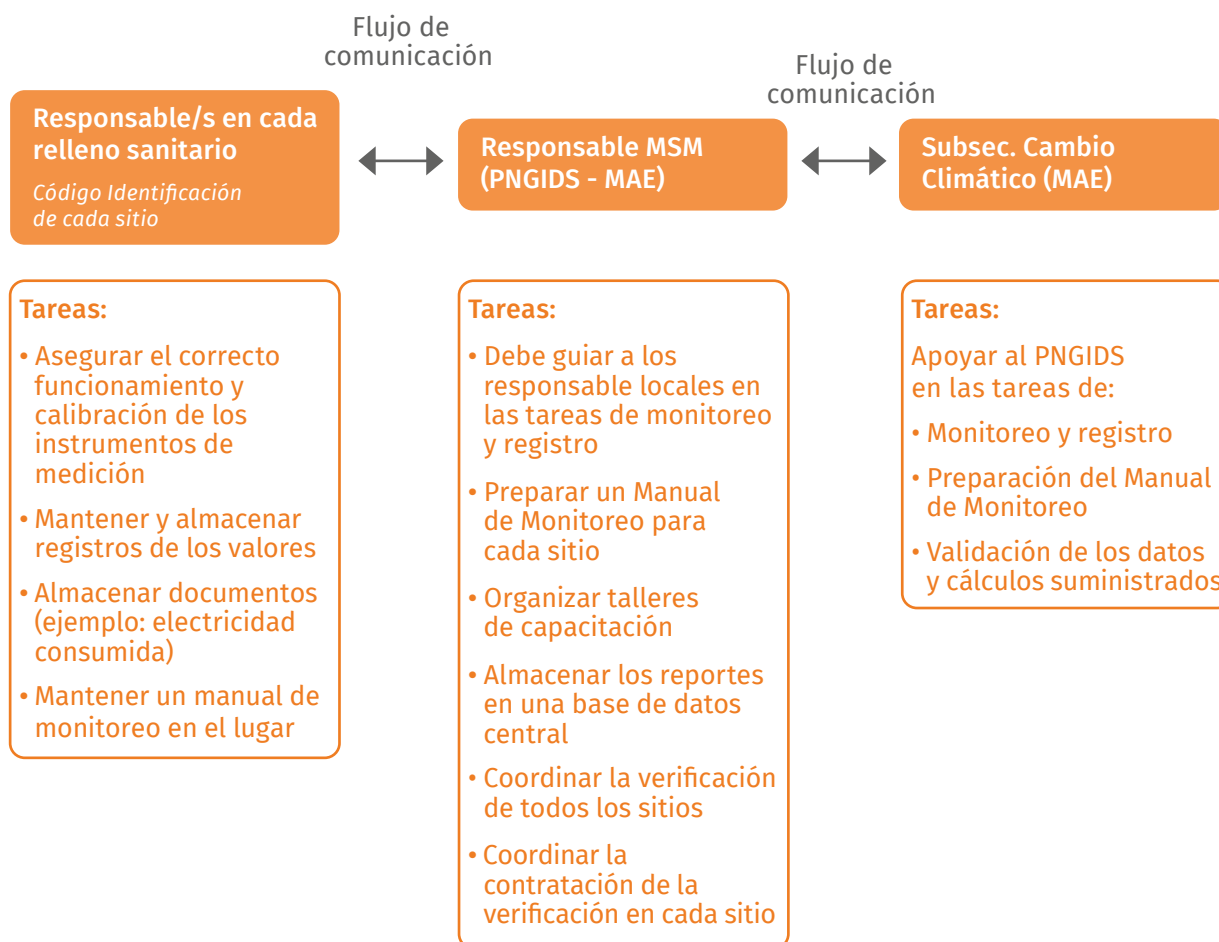
una entidad verificadora, que coordinará las visitas a los sitios de disposición con la Entidad Coordinadora del MSM y con los responsables de los sitios de disposición; durante la visita, la entidad verificadora interactuará directamente con los responsables de los sitios de disposición así como representantes de la Entidad Coordinadora del MSM, por último la entidad verificadora es responsable de la entrega del formulario de verificación a la Entidad Coordinadora del MSM para que esta última solicite el incentivo a CAF / KfW.

Contra el fondo de color verde se muestra el proceso de reporte del desempeño global. Una vez realizadas las verificaciones de todos los sitios incluidos bajo el MSM, la Entidad Coordinadora del MSM, basándose en los formularios de verificación recibidos, podrá elaborar un reporte de desempeño global, esto es, un reporte de las reducciones de GEI globales reducidas bajo la acción del MSM. Este reporte global se entregará al MAE para su posterior envío a posibles donantes o inversores, a CAF / KfW si es solicitado o para ser presentado en conferencias y exposiciones a nivel internacional.

a) Roles y responsabilidades en el sistema MRV por actor involucrado

Como se ha mencionado, se sugiere que se defina una persona responsable (o dos a lo sumo para asegurar que siempre hay un operario encargado) del monitoreo y registro de datos en cada una de las Actividades de Mitigación, y que sea esa persona la que se comunique directamente con el coordinador del MSM (MAE) quien debe llevar un registro de todos los proyectos bajo el MSM y una base de datos de los registros de monitoreo, como expuesto en el esquema anterior. El esquema de roles y tareas dividido por actor involucrado sería:

FIGURA 23: Diagrama de sistema de roles y responsabilidades del MRV



Fuente: Los autores, 2015

Como se puede ver en la figura, el monitoreo y registro deberá hacerse con el personal de planta de cada relleno sanitario, capacitando a uno o más operarios en las tareas de monitoreo y registro, así como mantenimiento de equipos de monitoreo. De esta forma, se puede asegurar que en todo momento haya alguien en el relleno que pueda llevar adelante las tareas relacionadas al sistema de captura y quema de biogás, pero sin necesidad de un operario exclusivo (que sería demasiado costoso) sino que trabajen en forma parcial en el monitoreo del proyecto.

La Entidad Coordinadora (MAE) debe asegurar que los equipos de los sitios de disposición están bien calibrados, para lo que se sugiera se elabore un calendario de calibración una vez los equipos estén

instalados. Será responsabilidad de la Entidad Coordinadora, pues, el realizar llamadas periódicas en función de este calendario para asegurar que los equipos se utilizan de manera óptima.

Por otro lado, es función del verificador externo comprobar que los sistemas de monitoreo y reporte se estén cumpliendo adecuadamente, verificar la calibración periódica de los equipos de acuerdo a los requerimientos del fabricante y verificar también la certificación de la entidad calibradora. Es responsabilidad también de la entidad verificadora asegurar que la contabilización de las emisiones se realiza en forma conservadora y que no se contabilizan reducciones en los momentos en los que el quemador no esté funcionando adecuadamente.

3.2.2.8 Programa de aseguramiento de la calidad

La Entidad Coordinadora del MSM debe verificar que los operarios de los rellenos sanitarios realicen una correcta calibración de los instrumentos de monitoreo según los requerimientos de los fabricantes. El responsable del MSM debe verificar que todos los parámetros requeridos sean reportados y con la frecuencia establecida. En caso de inconvenientes, se debe establecer un sistema de aseguramiento de la calidad que evite que los problemas se repitan en el futuro.

3.2.2.9 Costos de implementación del sistema de MRV

Los costos asociados a la implementación del sistema de MRV se componen de costos de personal, costos de entrenamiento, costos de verificación, costos de calibración y el costo de los equipos (aunque para fines del estudio son considerados aparte de los costos anuales). Con respecto a los costos de personal, éstos están relacionados con las horas hombre necesarias para la coordinación, el monitoreo y reporte de los datos, el seguimiento de las metodologías de monitoreo incluidas en el Plan de Monitoreo y las horas hombre necesarias para preparar el reporte de monitoreo y realizar los cálculos de GEI.

También es importante considerar que es necesario realizar un entrenamiento a las personas que serán responsables locales de la recolección y almacenamiento de los datos, los cuales pueden tener una duración de un día al año, siempre que no se presenten demasiadas fallas en el monitoreo. Por último, la verificación es realizada por una tercera parte independiente, la cual presentará sus gastos de servicio más posibles visitas a campo. Se espera que este costo sea cubierto a través de la Asistencia Técnica del PBC.

La siguiente tabla presenta una estimación de los costos anuales de implementación del plan de monitoreo por cada sitio de disposición, la preparación del reporte de monitoreo y la verificación por una tercera parte independiente:

TABLA 33. Estimación de costos anuales para la implementación del sistema MRV por sitio de disposición

| Proceso | Comentarios | Costo anual estimado por sitio | Entidad a cargo de los costos |
|--------------------------------|--|--------------------------------|-------------------------------|
| Entrenamiento anual | Se estima que el entrenamiento es realizado por un equipo especializado para asegurar su correcto funcionamiento. Además se debe considerar los viajes de los representantes de cada sitio. El gasto contabiliza la contratación de dos expertos que realicen 5 visitas de 1 día cada uno, viajes, hospedaje y viáticos. | 3.000 USD | CAF |
| Personal a cargo del monitoreo | Se estima que se necesitarán 5 horas hombre semanales para realizar el seguimiento y registro de los parámetros a monitorear (considerando un sistema de monitoreo automatizado) por lo que sería aproximadamente 2,5 días al mes en la operación del sistema de monitoreo. | 2.400 USD | GADM |
| Costos de Calibración | Se deben realizar calibraciones regulares (dependiendo de las indicaciones del fabricante) al sistema de medición de flujo de gas y sobre todo al analizador de gases en caso de monitoreo por muestreo. | 1.000 USD | GADM |

| Proceso | Comentarios | Costo anual estimado por sitio | Entidad a cargo de los costos |
|------------------------|---|--------------------------------|-------------------------------|
| Costos de Verificación | Se considera la contratación de una entidad independiente especializada que viaje al lugar y prepare el reporte correspondiente. Se asume un costo de 1.800 USD/día y tres días al año por sitio (el costo incluye movilización, hospedaje y viáticos). | 5.400 USD | CAF |

Fuente: Los autores, 2015

Por lo tanto, se estima que el costo anual del sistema de MRV es de 11.800 USD por sitio.

3.2.3 PROCESO DE PRIORIZACIÓN DE LAS ACCIONES DE MITIGACIÓN

Con el fin de efectuar la priorización de las acciones de mitigación preseleccionadas, es oportuno distinguir entre los criterios de elegibilidad y los criterios de priorización, como se presenta en la Tabla 34.

TABLA 34: Distinción entre criterios de elegibilidad y criterios de priorización

| Tipo de criterio | Descripción | Ejemplo de aplicación |
|--------------------------|---|---|
| Criterio de Elegibilidad | La aplicación de este criterio implica la elegibilidad o la no elegibilidad de la medida de mitigación de los sucesivos pasos del proceso de selección, debido a que la medida de mitigación no cumple o cumple con los requisitos del criterio, resultando respectivamente “no elegible” o “elegible” bajo el criterio aplicado. | Aplicando el criterio de elegibilidad “A”, resulta que la medida de mitigación “B” no satisface los requisitos del criterio. Por lo tanto, la medida de mitigación “B” resulta no elegible debido al incumplimiento de los requisitos del criterio “A”. |

| Tipo de criterio | Descripción | Ejemplo de aplicación |
|--------------------------|---|---|
| Criterio de Priorización | La aplicación de este criterio ayuda a los tomadores de decisiones a priorizar entre las medidas de mitigación propuestas, estableciendo un orden de prioridades en las acciones de mitigación. | Aplicando el criterio de priorización “C”, resulta que la medida de mitigación “D” está más alineada con las características del criterio de priorización respecto a la medida de mitigación “E”. Por lo tanto, se sugiere a los tomadores de decisión considerar más prioritaria la medida de mitigación “D” con respecto a la medida “E”. |

Fuente: Los autores, 2015

Para refinar la aplicación de los criterios de elegibilidad, se completa el proceso de preselección definido en la sección 3.1.3 con otros dos criterios importantes a tener en cuenta a la hora de la implementación de los proyectos pilotos:

- **1. Aspectos económicos:** este criterio se compone de dos sub-criterios a aplicar en orden secuencial según presentado a continuación:
 - **a) Criterio de priorización “Cupo de endeudamiento”:** para poder acceder al incentivo financiero del MSM, el GADM o la Mancomunidad deberá necesariamente pedir un préstamo al BDE para cubrir los costos de la inversión inicial para la instalación e implementación de la medida de mitigación. Por ello, se ha solicitado al mismo BDE si los GADM / Mancomunidades cuentan con cupo de endeudamiento y desembolso a 5 y 7 años para los montos estimados de manera preliminar relativos a la implementación de las medidas de mitigación. Cabe recalcar que este criterio es un criterio de priorización, por lo que si un GADM / Mancomunidad no cumple con los requisitos mínimos del criterio (es decir, si no cuenta con cupo de endeudamiento y desembolso a 5 y 7 años), la correspondiente medida de mitigación se deberá considerar menos prioritaria en el proceso de selección.

Las otras medidas serán priorizadas dependiendo de si cuentan con cupo de endeudamiento y desembolso a 5 y 7 años (más prioritarias) y si cuentan solamente con cupo de endeudamiento y desembolso a 7 años (o si su situación de cara al cupo de endeudamiento no está bien definida a la hora de redactar el presente informe – medidas menos prioritarias).

- **b) Criterio de priorización “Coste de abatimiento”:** para ayudar a los tomadores de decisión a priorizar entre las medidas restantes después de la aplicación del criterio de priorización “Cupo de endeudamiento”, se ha evaluado el coste de abatimiento (es decir cuánto cuesta reducir una tonelada de CO₂e a través de la medida de mitigación seleccionada) para cada medida de mitigación, y se ha establecido un orden de priorización para el cual aquellas medidas de mitigación que tienen un coste de abatimiento más bajo son consideradas prioritarias.

- **2. Viabilidad de la implementación de los proyectos a corto plazo:** debido al corto plazo del MSM (que será operativo hasta el 31 diciembre 2021), es fundamental que los proyectos piloto seleccionados puedan ser implementados a corto plazo después de su selección, para garantizar el cumplimiento de los objetivos de reducción de GEI del MSM. Por ello, se proponen los siguientes sub-criterios:
 - **a) Criterio de priorización “Avance de los estudios complementarios”:** para ayudar a los tomadores de decisión a priorizar entre las medidas de mitigación restantes, se ha evaluado el avance de los estudios complementarios necesarios para la implementación de la medida de mitigación, como por ejemplo estudios de cierre de botadero y estudios de diseño de los nuevos rellenos sanitarios. Aquellas medidas que presentan ya estudios complementarios avanzados tendrán prioridad sobre aquellas que aún no los tienen.

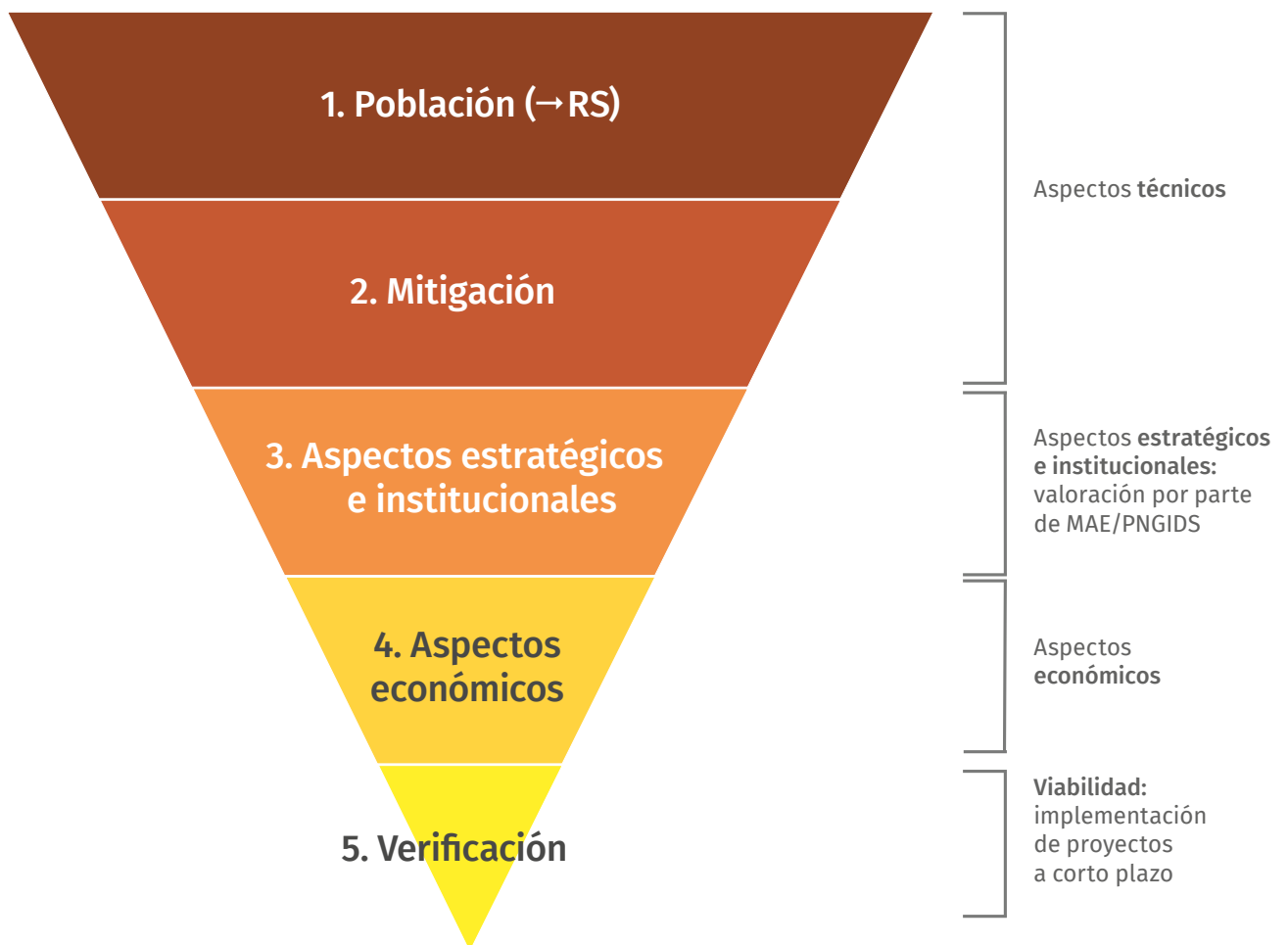
 - **b) Criterio de priorización “Procesos administrativos por incumplimiento a la normativa ambiental vigente”:** para ayudar a los tomadores de decisión a priorizar entre las medidas de mitigación restantes, se ha evaluado si los GADM o las Mancomunidades tienen abiertos procesos administrativos por incumplimiento

de la normativa ambiental vigente y por lo tanto si están sujetos a sanciones pecuniarias que podrían afectar el desarrollo del proyecto de mitigación.

- **c) Criterio de priorización “Experiencia práctica previa en la implementación de medidas de mitigación”:** para ayudar a los tomadores de decisión a priorizar entre las medidas de mitigación restantes, se ha evaluado la experiencia práctica previa del sitio de disposición (a nivel de GADM y Mancomunidad) en la implementación de medidas de mitigación, en caso de que un proyecto similar haya sido implementado o está siendo implementado. Aquellos GADM o Mancomunidades que ya cuentan con experiencia práctica previa tendrán prioridad sobre aquellas que no la tienen. A este respecto, cabe destacar que el equipo Consultor es consciente de que actualmente los GADM y Mancomunidad preseleccionados no cuentan con experiencia práctica en la captura activa y quema de biogás por no existir en la legislación ecuatoriana una regulación que establezca dicha obligación. Sin embargo, sí se han valorado la implementación de captura pasiva de biogás mediante la instalación de chimeneas (p.ej. algunos sitios no tienen chimeneas de venteo, otros disponen de ellas pero no están operativas y otros disponen de ellas y sí se encuentran operativas). También se ha valorado la experiencia práctica previa en la implementación de las tecnologías de compostaje y tratamiento mecánico-biológico (TMB).

Por lo tanto, la metodología de selección enfoca los dos primeros pasos en aspectos “técnicos” (población y potencial de reducción de GEI), el siguiente paso en aspectos “estratégicos” (Valoración de aspectos estratégicos por parte del PNGIDS/MAE), el siguiente paso responde a aspectos “económicos” y finalmente se considera la viabilidad de la implementación de los proyectos en el corto plazo. Se resume en la siguiente figura (Figura 24) los criterios de elegibilidad completos utilizados para seleccionar los GADM / Mancomunidades que pueden formar parte del MSM.

FIGURA 24: Criterios de elegibilidad y de priorización completos aplicables a los GADM y Mancomunidades para que participen al MSM



Fuente: Los autores, 2015

El objetivo último de la aplicación de los criterios de elegibilidad es poder refinar la lista de los 11 proyectos piloto preseleccionados (ver Tabla 29 en la sección 3.1.3.4) con el fin de tener una lista priorizada con 5 proyectos piloto priorizados que serán seleccionados como proyectos piloto del MSM. Por lo tanto, en las próximas secciones se presenta el análisis refinado del potencial de mitigación, los aspectos económicos y las consideraciones para los criterios de viabilidad.

3.2.4 ANÁLISIS REFINADO DEL POTENCIAL DE MITIGACIÓN

El potencial de mitigación para los proyectos piloto preseleccionados ha sido estimado de manera preliminar en la sección 3.1.3.3, apartado “Paso 3: Estimación preliminar del potencial de mitigación de los GADM y Mancomunidades con más de 100.000 habitantes y selección de aquellos con un potencial de mitigación superior a 85.000 tCO₂e entre 2016 y 2021”. Para la refinación de esta evaluación se utilizó la misma Calculadora EPA, complementado por un cálculo de mitigación de GEI (tCO₂e), entre otros. Se adaptaron algunos insumos al cálculo y parámetros con base de:

- Las visitas de los sitios y de los GADM incluyendo mediciones de gas metano y entrevistas a oficiales del GADM utilizando un cuestionario semiestructurado. Cuatro de estas visitas fueron efectuadas por un especialista del grupo consultor en el marco de la Misión 3 del mismo Proyecto;
- Obtención de información específica durante el taller sobre los sitios y posibles proyectos en el Taller de la Misión 2 del mismo Proyecto, y
- Obtención de informaciones adicionales por teléfono y por medio del MAE.

Los parámetros más importantes utilizados en las estimaciones son:

- Año de inicio y año de cierre de un sitio;
- Año supuesto de la prevista instalación del sistema de captación;
- Cantidades depositadas anualmente;
- Datos climáticos;
- Tamaño y geometría del cuerpo del relleno, método de construcción y operación del sitio de disposición como presencia de lixiviados e incendios, compactación, cobertura, impermeabilización, presencia de chimeneas, tamaño de las celdas etc.

ACTUALIZACIÓN (ABRIL 2018):

Actualmente no están vigentes ni la Regulación CONELEC 001/13 ni la Resolución CONELEC 004/11. Al momento no existe una tarifa subvencionada.

Las últimas informaciones, principalmente obtenidas durante la visita misma, se convierten en los supuestos respaldados de los parámetros de (para cada año de operación del sistema):

- “toneladas de masa disponibles (%)”,
- “eficiencia de recolección del sistema”, y
- “agotamiento anaeróbico”.

En la interpretación de los resultados destacan los siguientes aspectos:

- Es muy difícil estimar la eficiencia de recolección y otros parámetros sin que los expertos del equipo consultor hayan podido visitar los sitios de disposición (p.ej. en el caso de los sitios visitados por el equipo del PNGIDS / MAE), y sin tener medidas exactas del metano, información detallada sobre los incendios y las prácticas de disposiciones pasadas. Por ello, se destacan diferencias bastante marcadas en las estimaciones entre los sitios visitados y aquellos que no fueron visitados;
- Las estimaciones suponen una operación optimizada del relleno sanitario, adaptada a la meta de recuperar la mayor cantidad posible de biogás. Eso usualmente requiere cambios significativos en el proceso de disposición final y operación del sitio, p.ej. para minimizar la superficie abierta y para controlar los lixiviados, entre otros.
- Las estimaciones cubren el periodo hasta 2021 y no consideran una continuación de la disposición en el sitio después de 2021. Un mecanismo equivalente al “*pay-for-performance*” después de 2021 aumentaría la viabilidad económica del sistema y la recuperación de la inversión de manera considerable.
- De igual manera no se considera la generación eléctrica a partir del gas captado porque el mecanismo CONELEC se encuentra en una fase de cambio institucional y de sus condiciones, que hace imposible proyectar la implementación y la tarifa que aplicaría. Una tarifa subvencionada representaría una oportunidad y un potencial ingreso adicional para los proyectos que quedarían a evaluar, junto con la inversión adicional

asociada, en el momento dado, y a base del monitoreo del biogás realmente recuperado en el sitio. En el futuro, cuando el mecanismo CONELEC se encuentre totalmente implementado y operativo y se dispongan de los datos de tarifas, se recomienda iniciar la solicitud de inclusión a dicho mecanismo para los sitios que pudieran resultar más prometedores con anticipación, dado que el proceso puede demorar entre uno y dos años.

La estimación de las emisiones de las tecnologías de compostaje y del TMB sigue lo establecido en el capítulo 4 de las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero⁴⁷. Se aplica el *valor por defecto* de emisión de CH₄ y respectivamente N₂O (en g por kg material orgánico tratado) dado en la Tabla 4.1. Este valor representa un valor promedio derivado de varias investigaciones y fuentes de literatura referente a estas tecnologías. En el caso de TMB se basa en la participación (%) de orgánicos en el flujo de residuos tratados, mientras para el compostaje se supone que el material tratado es de 100% orgánico.

La línea base de emisión es la disposición de la misma cantidad de residuos en el sitio de disposición, considerando una captación pasiva limitada del biogás sin quema.

En la Tabla 35 se muestran las estimaciones de los potenciales de mitigación efectuadas para cada sitio siguiendo la metodología antes descrita, y se comparan con las estimaciones preliminares realizadas y presentadas en el apartado 3.1.3.3. Además, con base a las consideraciones expuestas en este capítulo, para cada sitio de disposición, se proporciona una justificación del cambio entre los valores preliminares y los refinados.

⁴⁷ Ver: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories; Volume 5: Waste; CHAPTER 4 - BIOLOGICAL TREATMENT OF SOLID WASTE, IPCC 2006

TABLA 35: Tabla comparativa entre las primeras estimaciones de reducción de emisiones de GEI preliminares y las estimaciones refinadas con justificación técnica para el cambio

| # | TIPOLOGÍA | NOMBRE | TIPO DE SITIO | TECNOLOGÍA | Primera Estimación potencial de mitigación de gei mediante quema centralizada de biogás durante 5 años (tCO ₂ e de 2016 a 2021) | Estimación Refinada potencial de mitigación de GEI durante 5 años (tCO ₂ e de 2016 a 2021) |
|----|-----------|---------------|--|---|--|---|
| 1 | GADM | Esmeraldas | Botadero | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 232.958 | 53.059 |
| 2A | GADM | Santo Domingo | Relleno Sanitario existente y en operación | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 227.392 | 242.369 |
| 2B | GADM | Santo Domingo | Relleno Sanitario existente y en operación | Compostaje | N/A | 14.543 |
| 3 | GADM | Machala | Botadero | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 184.857 | 149.031 |
| 4 | GADM | Ibarra | Relleno Sanitario existente y en operación | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 181.388 | 92.364 |
| 5 | GADM | Ambato | Relleno Sanitario existente y en operación | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 137.201 | 150.064 |

| Justificación técnica cambio entre Primera Estimación y Estimación Refinada | Procedencia de los datos |
|--|--------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Cantidad moderada depositada por año históricamente y hasta 2017 • En el pasado operación sin cobertura (cobertura actual fue puesta recientemente) y con incendios, además taludes sin cobertura, factores que limitan la generación de metano y la eficiencia de captación • En las mediciones detección de muy bajas concentraciones de metano, sin embargo las mediciones se hicieron cerca de la superficie | Visita misión 3 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Sitio con operación óptima para la generación del biogás (celdas pequeñas que se cerrarán a corto plazo) • Cantidades muy importantes depositadas hasta 2021 y en el futuro. • Alta precipitación y humedad de los residuos | Visita misión 1 y 3 |
| <ul style="list-style-type: none"> • N/A | Visita misión 1 y 3 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Falta información sobre la operación y construcción del botadero • Los residuos contienen relativamente poco orgánico (55%) | PNGIDS |
| <ul style="list-style-type: none"> • Cantidad moderada depositada hasta 2020 • Apparentemente alto nivel de lixiviados en el relleno, limitando la eficiencia de captación | Visita misión 1 y 3 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Relleno sanitario bien manejado con buenas condiciones <ul style="list-style-type: none"> • para la captación del biogás • Cantidad importante depositada histórica y actualmente y hasta 2016 | PNGIDS |

| # | TIPOLOGÍA | NOMBRE | TIPO DE SITIO | TECNOLOGÍA | Primera Estimación potencial de mitigación de gei mediante quema centralizada de biogás durante 5 años (tCO ₂ e de 2016 a 2021) | Estimación Refinada potencial de mitigación de GEI durante 5 años (tCO ₂ e de 2016 a 2021) |
|-----|--------------|---|--|---|--|---|
| 6 | GADM | Loja | Relleno Sanitario existente y en operación | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 124.428 | 97.613 |
| 7 | GADM | Portoviejo | Botadero | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 113.640 | 116.363 |
| 8 | GADM | Duran | Botadero | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 108.772 | 81.803 |
| 9 | GADM | Otavalo | Relleno Sanitario existente y en operación | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 95.985 | 37.136 |
| 10A | Mancomunidad | Mundo Verde: Quevedo | Botadero y celda emergente | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 92.826 | 109.400 |
| 10B | Mancomunidad | Mundo Verde: Nuevo Relleno Sanitario | Relleno Sanitario nuevo (actualmente en etapa de diseño) | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 85.676 | 105.000 |
| 10C | Mancomunidad | Mundo Verde: Tratamiento Mecánico Biológico | Relleno Sanitario nuevo (actualmente en etapa de diseño) | Tratamiento Mecánico-Biológico (TMB) | N/A | 9.947 |

Fuente: Los autores, 2015

| Justificación técnica cambio entre Primera Estimación y Estimación Refinada | Procedencia de los datos |
|--|--------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Cantidad moderada depositada por año históricamente, hasta 2015 • Taludes sin cobertura, factor que limita la generación de metano y la eficiencia de captación | Visita misión 1 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Cantidad importante depositada histórica y actualmente y hasta 2016 | PNGIDS |
| <ul style="list-style-type: none"> • Botadero con desafíos en la operación • Disposición termina en 2015 | PNGIDS |
| <ul style="list-style-type: none"> • Cantidad baja depositada históricamente y hasta 2021 • Contenido de orgánicos relativamente bajo debido al tratamiento alterno a través de compostaje | Visita misión 3 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Gran cantidad de residuos acumulados • Se supone que la celda emergente recibe los residuos hasta 2016 inclusive lo que aumenta la cantidad de metano • La celda emergente será manejada con buenas condiciones para la captación del biogás | PNGIDS |
| <ul style="list-style-type: none"> • Será manejado con buenas condiciones para la captación del biogás • Recibirá cantidades anuales altas • Se supone que el relleno sanitario emergente recibe los residuos a partir de 2017 incluido | PNGIDS |
| <ul style="list-style-type: none"> • N/A | PNGIDS |

3.2.5 ANÁLISIS REFINADO DE COSTES Y DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA Y FINANCIERA

3.2.5.1 Estimaciones económicas refinadas

Durante la Misión 3 del presente Proyecto se realizaron mediciones de emisión de gas en cuatro sitios de disposición final, con cuyos resultados se procedió a ajustar las estimaciones preliminares de costos considerando parámetros adicionales a los anteriores como:

- Área ocupada por los residuos sólidos dispuestos en el botadero o relleno sanitario;
- Altura de la masa de residuos;
- Potencial de mitigación de GEI;
- Existencia de chimeneas.

Los datos más relevantes para cada sitio de disposición han sido recopilados por medio de algunas **fichas de levantamiento de información** y llenados por los expertos del consorcio que han efectuado las visitas. Para los demás sitios de disposición, las fichas de levantamiento de información han sido completadas gracias al apoyo del PNGIDS a través de estudios que el PNGIDS tiene en sus archivos y en comunicaciones con los técnicos de los sitios y a través de comunicaciones del equipo consultor directamente con los técnicos de los GADM / Mancomunidades.

Para las estimaciones refinadas, se ha considerado la captación de gas por medio de pozos (chimeneas) verticales y en el caso de Ibarra y Otavalo también se estimaron costos con colectores horizontales como alternativa, para estos sitios se considerará el monto de diseño más elevado para los siguientes cálculos. Por otro lado, en Santo Domingo se consideró también la tecnología de compostaje, sin embargo no se incluyen costos de inversión propiamente dichos en este caso pues el GADM ya realizó las inversiones en el Complejo Ambiental. Los costos de inversión que se ven reflejados

corresponden a la campaña de sensibilización ciudadana para los 5 años; en Mundo Verde se considera el Tratamiento Mecánico Biológico (TMB) y las inversiones que se estimaron son complementarias a las del propio proyecto.

Las estimaciones económicas refinadas se presentan en la tabla siguiente.

TABLA 36. Estimación de costes de inversión refinada para los proyectos piloto preseleccionados

| Proyecto piloto | Monto total refinado aproximado por exceso del coste implementación de las medidas de mitigación (USD) |
|---|--|
| ESMERALDAS | 215.000 |
| SANTO DOMINGO Relleno Sanitario | 440.000 |
| SANTO DOMINGO Compostaje | 205.000 |
| MACHALA | 390.000 |
| IBARRA RELLENO SANITARIO | 245.000 |
| IBARRA RELLENO SANITARIO | 225.000 |
| AMBATO | 470.000 |
| LOJA | 370.000 |
| PORTOVIEJO | 495.000 |
| DURAN | 350.000 |
| OTAVALO | 150.000 |
| MUNDO VERDE: QUEVEDO Botadero y Celda Emergente | 405.000 |
| MUNDO VERDE: NUEVO RELLENO SANITARIO Relleno Sanitario | 520.000 |
| MUNDO VERDE: TMB TMB | 155.000 |

Fuente: Los autores, 2015; Proyecto Mundo Verde 2015

Se puede anotar que en algunos sitios el ajuste de la estimación de costos produjo un efecto de disminución del establecido en la estimación preliminar (ver Tabla 30 en la sección 3.1.4.1); sin embargo se debe aclarar que estos valores pueden variar una vez se realicen los diseños de detalle y se encuentren desarrolladas las especificaciones técnicas de los materiales y equipos.

Adicionalmente, se estimaron los costos de operación y mantenimiento de todos los sitios y, en los casos particulares de Santo Domingo y Mundo Verde, para las tecnologías de compostaje y TMB respectivamente, lo que se presenta en la Tabla 41 más abajo.

Para desarrollar estos costos se consideraron los componentes de las actividades de operación y mantenimiento de los sistemas de captación de biogás, se estimó un valor del 6% anual de la inversión para instalaciones y equipo (herramientas menores, chimeneas, bombas, válvulas, quemador, equipos de monitoreo, etc.)⁴⁸, así como se incluyeron recursos humanos (técnicos e ingenieros, cuyos días de trabajo dependen del estado del sitio). Además, se deja especificado que se requiere un verificador externo (con valor cero en el cálculo), que será parte de la asistencia técnica de CAF. Por último, se incluyen costos relativos a los materiales usados (uniformes, gorras, guantes, etc.).

En el caso del compostaje en Santo Domingo, la estimación de los costos de operación y mantenimiento son adicionales a los previstos por el GADM debido a la ampliación de la cobertura de residuos orgánicos que ingresan al compostaje. Para la medida de mitigación del proyecto de compostaje de Santo Domingo, el equipo consultor ha propuesto subir al 20% del total de residuos orgánicos y la recolección diferenciada en el 30% de la población. En el caso del compostaje, además de los costos de materiales y personal mencionados para la captura y quema de biogás, se incluyen costos acerca del uso de equipo específico (volquetas,

⁴⁸ El valor supuesto en los costos de O&M es el 6% del valor de la inversión: los expertos internacionales del equipo consultor estimaron un valor entre el 5 al 7% de acuerdo a su experiencia, mientras los expertos locales estimaron un valor alrededor del 6% de acuerdo a su experiencia. Por lo tanto se utilizó un valor promedio de 6%.

cargadoras, etc.) y costes de la energía utilizada, así como los costes de recolección selectiva de los residuos.

Los costos considerados para operación y mantenimiento para el TMB también son adicionales a los considerados en el proyecto Mundo Verde. En el MSM se estima tratar el 15% adicional de los residuos orgánicos como proyecto piloto, en total se trataría el 20% de los residuos orgánicos. En el caso del TMB además de los costos de personal y materiales mencionados para captura y quema de biogás se incluyen en los costos de uso de equipos específicos (banda transportadora, tromel, cargadora, volqueta, volteadora, etc.).

Las proyecciones de costos de operación y mantenimiento se realizaron aplicando, al valor determinado en el cálculo, un incremento anual del 2% para compensar las variaciones de costos.

TABLA 37. Estimación de costes de operación y mantenimiento para los proyectos piloto preseleccionados^{49 50}

| Proyecto piloto | Año de inicio de la operación | Estimación Coste de Operación y Mantenimiento anual ⁵¹ (USD) | Estimación Coste de Operación y Mantenimiento total en los años de actividad del MSM ⁵⁰ (USD) |
|---|-------------------------------|---|--|
| ESMERALDAS | 2016 | 24.224 | 152.807 |
| SANTO DOMINGO Relleno Sanitario | 2017 | 41.469 | 215.804 |
| SANTO DOMINGO Compostaje | 2016 | 68.835 | 434.222 |

⁴⁹ El valor corresponde al primer año, para los años sucesivos se tiene en cuenta un incremento del 2% anual.

⁵⁰ Dependiendo del sitio el proyecto entrará en operación más tarde o más temprano, esto se ha tenido en cuenta para cada uno de los sitios según su situación actual y por ello el valor del costo de operación y mantenimiento contabiliza los años específicos de operación hasta 2021 dependiendo de cada emplazamiento e incrementando los costos un 2% cada año.

| Proyecto piloto | Año de inicio de la operación | Estimación Coste de Operación y Mantenimiento anual ⁵¹ (USD) | Estimación Coste de Operación y Mantenimiento total en los años de actividad del MSM ⁵⁰ (USD) |
|--|-------------------------------|---|--|
| MACHALA | 2017 | 38.459 | 200.142 |
| IBARRA Relleno Sanitario | 2017 | 29.683 | 154.473 |
| AMBATO | 2017 | 39.566 | 205.902 |
| LOJA | 2017 | 33.429 | 173.966 |
| PORTOVIEJO | 2016 | 41.077 | 259.121 |
| DURAN | 2016 | 32.249 | 203.432 |
| OTAVALO | 2017 | 20.336 | 105.832 |
| Mundo Verde: QUEVEDO Botadero y Celda Emergente | 2016 | 35.747 | 225.498 |
| Mundo Verde: Nuevo Relleno Sanitario | 2018 | 56.143 | 231.399 |
| Mundo Verde: TMB | 2018 | 55.804 | 230.002 |

Fuente: Los autores, 2015; Proyecto Mundo Verde 2015

3.2.5.2 Componente de tasa de interés aplicable para los proyectos piloto preseleccionados

Se estimó la tasa de interés anual del BDE aplicable al préstamo otorgado para la inversión inicial requerida para la implementación de los proyectos piloto. El correspondiente monto del interés anual se pudo entonces calcular con el saldo remanente del año anterior, considerando la amortización de capital que se realizó (saldos insolutos). El plan de amortización del interés del Préstamo del BDE será efectuado por repago anual a partir del segundo año del MSM y distribuido uniformemente sobre el periodo de devolución del préstamo.

Todos los montos se han calculado para una devolución anual hasta el final de la implementación del MSM (último periodo de pago: 2022). Suponiendo que se reciba el monto del préstamo por el BDE en 2016 (para el caso de Mundo Verde: Nuevo Relleno Sanitario se ha supuesto recibir el préstamo en 2017), que se aplique un año de gracia sobre el pago del principal del préstamo, y que el pago del interés del préstamo se efectúe a partir del año sucesivo de la entrega del préstamo por parte del BDE (es decir, esto corresponde al año 2017 para todos los sitios, excepto para Mundo Verde: Nuevo Relleno Sanitario, en cuyo caso corresponde al año 2018). A continuación se muestra la cantidad a pagar en concepto de intereses.

TABLA 38. Intereses de los préstamos para los proyectos piloto

| Proyecto Piloto | Pago en concepto de intereses (valor acumulado hasta el final de la implementación del MSM) (USD) |
|-----------------|---|
| AMBATO | 121.840 |
| DURÁN | 90.135 |

| Proyecto Piloto | Pago en concepto de intereses (valor acumulado hasta el final de la implementación del MSM) (USD) |
|---|--|
| ESMERALDAS | 55.358 |
| IBARRA RELLENO SANITARIO | 62.776 |
| LOJA | 95.247 |
| MACHALA | 100.804 |
| Mundo Verde: Nuevo Relleno Sanitario Relleno Sanitario | 117.363 |
| Mundo Verde: QUEVEDO Botadero y Celda Emergente | 105.293 |
| Mundo Verde: TMB TMB | 39.520 |
| OTAVALO | 38.513 |
| PORTOVIEJO | 128.390 |
| SANTO DOMINGO Relleno Sanitario | 113.846 |
| SANTO DOMINGO Compostaje | 52.276 |

Fuente: Los autores, 2015

3.2.5.3 Costos totales refinados para los proyectos piloto preseleccionados

Conocidos todos los datos sobre la inversión, los intereses y los costos de operación y mantenimiento hasta 2021 se puede calcular el coste total como la suma de todos los anteriores, los resultados de esta operación pueden verse en la siguiente tabla.

TABLA 39. Costos totales de la implementación de los proyectos piloto preseleccionados sobre el periodo del MSM

| Sitio de Disposición | Monto de Inversión (USD) | Intereses (USD) | Costos de O&M hasta 2021 (USD) | Costos Totales (USD) |
|--|--------------------------|-----------------|--------------------------------|----------------------|
| AMBATO | 468.616 | 121.840 | 205.902 | 796.358 |
| DURAN | 346.672 | 90.135 | 203.432 | 640.239 |
| ESMERALDAS | 212.916 | 55.358 | 152.807 | 421.081 |
| IBARRA Relleno Sanitario | 241.448 | 62.776 | 154.473 | 458.698 |
| LOJA | 366.336 | 95.247 | 173.966 | 635.549 |
| MACHALA | 387.708 | 100.804 | 200.142 | 688.654 |
| Mundo Verde: Nuevo Relleno Sanitario Relleno Sanitario | 515.880 | 117.363 | 231.399 | 864.642 |
| Mundo Verde: QUEVEDO Botadero y Celda Emergente | 404.972 | 105.293 | 225.498 | 735.762 |

| Sitio de Disposición | Monto de Inversión (USD) | Intereses (USD) | Costos de O&M hasta 2021 (USD) | Costos Totales (USD) |
|------------------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------------|----------------------|
| Mundo Verde: TMB TMB | 152.000 | 39.520 | 230.002 | 421.522 |
| OTAVALO | 148.126 | 38.513 | 105.832 | 292.470 |
| PORTOVIEJO | 493.808 | 128.390 | 259.121 | 881.319 |
| SANTO DOMINGO Relleno Sanitario | 437.868 | 113.845 | 215.804 | 767.518 |
| SANTO DOMINGO Compostaje | 7201.062 | 52.276 | 350.276 | 603.614 |

Fuente: Los autores, 2015

3.2.6 CURVA DE COSTE MARGINAL DE REDUCCIÓN (CURVA MAC)

En este capítulo se presenta un análisis preliminar de la curva de costes marginales de reducción (curva MAC o curva de abatimiento o *Marginal Abatement Curve - MAC Curve*, en inglés) para las opciones de mitigación identificadas en el sector de RSD.

Se elabora un borrador de curva MAC con el único y exclusivo objetivo de ayudar los tomadores de decisiones a priorizar entre las medidas de mitigación propuestas. Se considera borrador la versión elaborada ya que está basada sobre una serie de supuestos cuya variación podría afectar significativamente los resultados finales. Para poder elaborar una curva de abatimiento más completa, se debería disponer de los datos reales de implementación de cada uno de los proyectos seleccionados (p.ej. costes reales de implementación resultados de un estudio de viabilidad del proyecto).

3.2.6.1 Antecedentes sobre las curvas MAC

En general, las curvas MAC representan una herramienta de tratamiento de información y de análisis multicriterio con el fin de ayudar a los tomadores de decisiones a reducir la complejidad de los esfuerzos de mitigación relacionados con el cambio climático. Este tipo de herramientas pueden ayudar a analizar la relación costo-eficiencia de las opciones de mitigación disponibles, teniendo en cuenta su potencial de reducción de emisiones de GEI y el costo marginal de reducción que resultaría de su aplicación en un año específico.

Una curva MAC describe los costos de la reducción de una tonelada de emisiones de CO₂e - o la cantidad equivalente de otros gases de efecto invernadero - lograda por una cierta actividad de mitigación (Castro P., 2010). De manera general, la evaluación y priorización de las diferentes opciones de mitigación en el diseño de políticas climáticas o de mecanismos sectoriales se basa a menudo en los conceptos de costos marginales de las reducciones de emisiones de GEI, por lo que las curvas MAC representan herramientas importantes para la toma de decisiones. Las curvas MAC permiten determinar la relación costo-eficiencia de una política individual o de proyectos que pueden alcanzar un cierto volumen de reducción de emisiones y los costos de reducción. Además, las potencialidades de distintas tecnologías son generalmente ilustradas como una curva que permite interpretar fácilmente los costos marginales de reducción. Las estimaciones de los costos de reducción se basan a menudo en la opinión de expertos o en supuestos de modelos relativos a la línea de base, a las tasas de descuento, los objetivos de la política climática en cuestión u opciones tecnológicas futuras, entre otras (Castro P., 2010).

En general, las curvas MAC se componen de dos dimensiones: el eje horizontal (ancho de la barra) representa el potencial económico de las reducciones anuales de emisiones de GEI de la opción de mitigación considerada (expresado en tCO₂e), mientras el eje vertical (altura de la barra) representa el costo marginal de reducción (expresado en USD/tCO₂e), que también podría ser negativo en caso de un ahorro global de los costos como resultado de la implementación de la

medida de mitigación. Desde un punto de vista teórico, las curvas MAC son, en el caso óptimo, construidas para comparar el efecto potencial de diferentes tecnologías en un sector a nivel nacional. Cuando esto no es posible (p.ej. a causa de falta de datos relevantes), se puede elegir de representar una curva MAC a nivel regional o también adaptarla a condiciones particulares (p.ej. una sola tecnología en diferentes sitios).

El área de la barra de una medida representa el costo incremental total que se debería asumir para reducir la cantidad específica de emisiones de GEI en el sitio en cuestión. Los sitios en los que implementar la acción de mitigación están dispuestos en orden creciente de costo: se presenta el sitio de disposición con el costo marginal de reducción más bajo a la izquierda y el sitio con el costo más elevado a la derecha. Los costos marginales considerados son los costos adicionales incurridos en la implementación de la medida en un sitio específico respecto a los costos ya asumidos en la línea de base.

3.2.6.2 Limitaciones de las curvas MAC

Las curvas MAC deben ser interpretadas con el debido cuidado por los tomadores de decisiones porque presentan algunas limitaciones. Por ejemplo, es importante entender las hipótesis o supuestos en los que se basa la curva MAC, junto con la curva MAC en sí misma: las decisiones políticas y económicas pueden ser complejas y las curvas MAC representan solamente un resumen simplificado de un sistema más sofisticado. Principalmente consideran solamente los criterios de costo marginal de reducción y del potencial de mitigación de las opciones identificadas, en este caso la captura y quema de biogás.

Asimismo es crucial mirar más allá de los costos estimados para el sitio considerado. La curva MAC podría, por ejemplo, mostrar algunos costos marginales de reducción muy bajos o negativos para ciertos sitios de disposición, aunque sería difícil implementar el proyecto en la práctica a causa de diversas barreras (p.ej. sociales, políticas, económicas, medioambientales, etc.) que no están consideradas en el alcance del análisis de la curva MAC. Por último, podrían existir

considerables incertidumbres en las hipótesis así como en los supuestos para las opciones individuales en las que se basa la curva MAC.

3.2.6.3 Borrador de la curva MAC para el MSM

Para la elaboración y análisis del borrador de la curva MAC para el MSM, se ha desarrollado una herramienta en formato Excel que permite obtener la curva MAC para el MSM en el sector de RSD del Ecuador. Debido a las características del MSM, **la curva MAC incluye las tres tecnologías de mitigación consideradas** más adecuadas al caso del MSM (es decir captura y quema de biogás, compostaje y TMB). Cabe recalcar que de un punto de vista puramente teórico, no se podría introducir en la curva MAC más de una tecnología en sitios de aplicación diferentes debido a que los supuestos serían muy diferentes y los resultados entre diferentes tecnologías en diferentes sitios no tendrían valor comparativo. Sin embargo, debido a que la curva MAC en el contexto del MSM sirve como guía a la priorización de medidas, tras consulta con el cliente se ha estimado oportuno incluir todas las tecnologías a considerar.

En la curva MAC, el **eje horizontal** representa el **potencial de mitigación de GEI** de la implementación de las medidas de mitigación para los sitios considerados, expresado en toneladas de CO₂e reducidas sobre el horizonte temporal considerado en el MSM, es decir de 2016 hasta 2021. Estos valores están presentados en la sección 1.2.4 del presente informe.

El **eje vertical** representa el **coste marginal de reducción** (o coste incremental de abatimiento), es decir el monto necesario para reducir una tonelada de CO₂e, expresado en USD / tCO₂e. A fin de estimar el coste marginal de reducción es necesario calcular el potencial de mitigación que se puede lograr con la medida en cuestión y el coste asociado a la implementación, operación y mantenimiento de la medida. Por lo tanto, es necesario aplicar una metodología de cálculo para la cuantificación económica de las reducciones de GEI.

a) Metodología de cálculo para el coste marginal de reducción

En el presente informe se propone un enfoque similar al empleado en estudios de cuantificación de costes de ahorros energéticos y de gases de efecto invernadero llevados a cabo por la Comisión Europea (EC, 2001), debido a que se asume que la curva MAC está dirigida a los tomadores de decisiones del Gobierno del Ecuador.

Nota importante:

Cabe recalcar que la metodología utilizada para efectuar los cálculos para el coste marginal de reducción de la versión borrador de la curva MAC considera que dicha curva está dirigida a los tomadores de decisiones del Gobierno del Ecuador, y por lo tanto asume que es el Gobierno mismo que acometería los proyectos piloto. En términos más concretos, para el cálculo de los costes, se considera un factor de anualización que descuenta (anualiza) el coste de inversión inicial utilizando la tasa de descuento pública del Banco Central del Ecuador.

Sin embargo, es importante notar que los proyectos se van a acometer a nivel municipal (GADM/Mancomunidad) y por lo tanto el cálculo definitivo del coste marginal de reducción "real" para los municipios varía para cada uno de los proyectos, debido a que se considerarán los flujos de caja con costes reales para los proyectos seleccionados. Estos cálculos serán presentados en la sección 3.2.8.

Para el caso específico del MSM, el coste marginal de reducción tiene en cuenta los principales flujos económicos asociados a la medida de mitigación durante el desarrollo de la misma. Los flujos económicos más representativos son los siguientes (las correspondientes variables matemáticas están indicadas entre paréntesis):

- **Costes de inversión inicial (C_i):** se trata de los costes necesarios para implementar la medida de mitigación o cualesquiera otros de importante cuantía que sea necesario acometer al comienzo del desarrollo de la medida. En el caso del MSM, se trata de los montos de inversión necesarios para implementar las actividades de mitigación de captura y quema del biogás, de compostaje y de TMB.
- **Costes periódicos de aplicación de la medida de mitigación (C_p):** en el caso específico del MSM, se trata de dos componentes:

- **Costes de operación y mantenimiento:** durante el período de actividad del mecanismo (desde el comienzo de la operación de la respectiva medida hasta 2021 incluso);
- **Costes de interés asociados a la devolución de la tasa de interés:** debidos al préstamo efectuado por el BDE a los GADM / Mancomunidades para abordar la inversión inicial.

En la herramienta de cálculo Excel y en los resultados, todos los costos son expresados en dólares estadounidenses (USD).

La metodología de cálculo del precio del incentivo tiene en cuenta todos estos flujos económicos y el primer paso consiste en *transformarlos en costes anuales equivalentes*: se convierten todos los flujos económicos en una serie uniforme de pagos anuales. De esta manera, se obtiene un **coste anual equivalente (C_{ae})** que representa el coste anual medio de poner en marcha la medida de mitigación considerada. Esto corresponde a una combinación del coste inicial anualizado, junto con los costes e ingresos periódicos anuales. El coste anual equivalente se puede calcular de la siguiente manera:

$$C_{ae} = C_{ia} + C_p - I_p$$

Dónde:

C_{ae} = Coste anual equivalente;

C_{ia} = Coste inicial anualizado;

C_p = Costes periódicos;

I_p = Ingresos periódicos.

El parámetro C_{ia} (Coste inicial anualizado) representa el coste de inversión inicial (parámetro C_i) convertido en coste anualizado a través de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$C_{ia} = C_i * f_a$$

Dónde:

C_{ia} = Coste inicial anualizado;

C_i = Costes de inversión inicial;

f_a = Factor de anualización.

El parámetro f_a (Factor de anualización) es un factor que tiene en cuenta la duración de la aplicación de la medida de mitigación (o, alternativamente, de su vida útil – parámetro: n) y de la tasa de descuento (parámetro: i) que se aplica a los proyectos. En el caso del MSM, la duración de la aplicación de la medida de mitigación será de 2016 a 2021 y la tasa de descuento será la tasa de descuento aplicable al sector público (7,84% en 2015⁵¹). El factor de anualización se obtiene mediante la siguiente formula:

$$f_a = \frac{(i) * (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

Dónde:

f_a = Factor de anualización;

i = Tasa de descuento;

n = Duración de la aplicación
de la medida de mitigación (en años).

A través de las fórmulas, descritas arriba es posible entonces obtener el coste anual equivalente (C_{ae}).

51 Véase: <http://www.tradingeconomics.com/ecuador/interest-rate> (último acceso: 14.04.2015)

Para obtener el **coste anual equivalente de reducción de GEI (C_e)**, será suficiente dividir este valor por el potencial de mitigación de GEI reducidos por la medida anualizado (PR_a). Esto corresponde a dividir el potencial de mitigación de GEI acumulado sobre la duración de la aplicación de la medida de mitigación (parámetro: PR_n) por la misma duración (parámetro: n), como sigue:

$$PR_a = \frac{PR_n}{n}$$

Dónde:

PR_a = Potencial de reducción de GEI anualizado;

PR_n = Potencial de reducción de GEI acumulado sobre la duración de la aplicación de la medida de mitigación;

n = Duración de la aplicación de la medida de mitigación (en años).

El coste anual equivalente de reducción de GEI (C_e) representa el coste específico medio mediante el cual se podría obtener la reducción de una tonelada de GEI a través de la implementación de la medida considerada, y sería obtenido por tanto a través de la siguiente formula:

$$C_e = \frac{C_{ae}}{PR_a}$$

Dónde:

C_e = Coste anual equivalente de reducción de GEI;

C_{ae} = Coste anual equivalente;

PR_a = Potencial de reducción de GEI anualizado.

b) Limitaciones del modelo de cálculo aplicado

A la hora del desarrollo del modelo de cálculo se ha supuesto la no existencia de un valor residual de las inversiones acometidas o costes iniciales incurridos; además no se ha considerado el Índice de Precios de Consumo (IPC) en las variaciones de ingresos o gastos, y por lo tanto se supone que los gastos e ingresos no se modifican en el tiempo. Por último, se han excluido los costes de transacción tales como los estudios de mercado, redacción de contratos, y en general todos aquellos costes necesarios para la toma de decisión, si no se identifican como tal en la medida.

c) Resultados

Aplicando la metodología de cálculo expuesta más arriba, se obtienen los siguientes resultados:

TABLA 40. Costes marginales de reducción para las medidas de mitigación

| Medida de mitigación | Coste total equivalente (USD) Costes de inversión inicial (Ci) + Costes de O&M + Interés BDE | Potencial de mitigación de GEI (tCO ₂ e) Acumuladas entre 2016 y 2021 | Coste marginal de reducción (USD/ tCO ₂ e) Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021 |
|--|---|---|---|
| AMBATO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 933.006 | 150.064 | 6,22 |
| DURÁN Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 741.328 | 81.803 | 9,06 |
| ESMERALDAS Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 483.167 | 53.059 | 9,11 |

| Medida de mitigación | Coste total equivalente (USD) Costes de inversión inicial (Ci) + Costes de O&M + Interés BDE | Potencial de mitigación de GEI (tCO ₂ e) Acumuladas entre 2016 y 2021 | Coste marginal de reducción (USD/ tCO ₂ e) Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021 |
|--|---|---|---|
| IBARRA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 529.104 | 92.364 | 5,73 |
| LOJA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 742.373 | 97.613 | 7,61 |
| MACHALA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 801.709 | 149.031 | 5,38 |
| MUNDO VERDE - TMB Tratamiento Mecánico-Biológico (TMB) | 465.845 | 9.947 | 46,83 |
| MUNDO VERDE: NUEVO RELLENO SANITARIO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 1.015.072 | 104.669 | 9,70 |
| MUNDO VERDE: QUEVEDO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 853.852 | 109.400 | 7,80 |
| OTAVALO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 335.664 | 37.136 | 9,04 |
| PORTOVIEJO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 1.025.313 | 116.363 | 8,81 |
| SANTO DOMINGO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 895.200 | 242.369 | 3,69 |
| SANTO DOMINGO Compostaje | 662.243 | 14.543 | 45,54 |

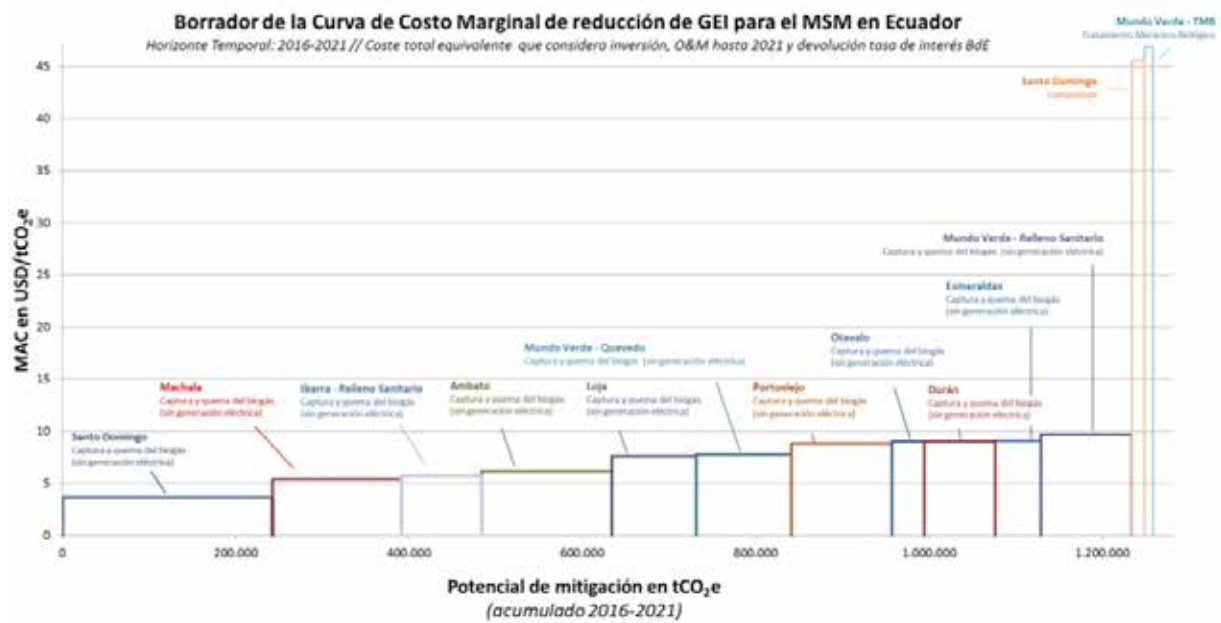
Fuente: Los autores, 2015

() Nota: Cabe recalcar que el coste total equivalente ha sido calculado siguiendo la metodología expuesta en el apartado anterior, que asume que el Gobierno del Ecuador acometería los proyectos piloto. El cálculo del coste marginal de reducción para los GADM / Mancomunidades varía respecto a aquellos presentados en esta tabla para cada uno de los proyectos, debido a que para dicho cálculo se considerarán los flujos de cajas con costes reales para los proyectos seleccionados.

En la figura siguiente se muestra el borrador de la curva de reducción (Curva MAC) obtenida de los resultados presentados arriba, aplicando el modelo desarrollado. Las acciones de mitigación están dispuestas en orden creciente de coste marginal de reducción: se presenta el sitio de disposición con el costo marginal de reducción más bajo a la izquierda y el sitio con el costo más elevado a la derecha.

Cabe destacar que **la curva de costo marginal de reducción no debería representar el único criterio para priorizar y seleccionar las varias medidas de mitigación dentro del MSM**, porque representa **una herramienta de ayuda a la toma de decisiones** y tiene intrínsecamente varias limitaciones (ver sección anterior). Asimismo, cabe recalcar que la herramienta desarrollada no pretende ser exhaustiva, ya que representa *un borrador de una curva de costos de reducción* para el MSM. En el contexto del MSM, se proporcionan los resultados únicamente para ayudar los tomadores de decisiones a analizar, evaluar e investigar *de forma indicativa* los costes de reducción del potencial de las acciones de mitigación en el MSM en el sector RSD del Ecuador.

FIGURA 25: Borrador de la Curva de Costo Marginal de reducción (MAC) de GEI para el MSM en el sector RSD en Ecuador



Fuente: Los autores, 2015

NOTA 1: *Los costes considerados para el cálculo son los costes totales equivalente, es decir la suma del coste de inversión equivalente para la implementación de la medida de mitigación, los costes de operación y mantenimiento durante la implementación del MSM (del comienzo de la operación de la medida hasta 2021), y los costes asociados a la devolución del interés de la tasa de crédito para el reembolso del préstamo del BDE.*

NOTA 2: *Cabe recalcar que el coste total equivalente ha sido calculado siguiendo la metodología expuesta en el apartado anterior, que asume que el Gobierno del Ecuador acometería los proyectos piloto. El coste marginal de reducción para los GADM / Mancomunidades varía respecto a aquellos presentados en esta figura para cada uno de los proyectos, debido a que para dicho cálculo se considerarán los flujos de cajas con costes reales para los proyectos seleccionados. Priorización de las acciones de mitigación*

3.2.7 PRIORIZACIÓN DE LAS ACCIONES DE MITIGACIÓN

Sobre la base de los resultados obtenidos en los apartados anteriores, se propone una priorización preliminar de las acciones de mitigación, donde una acción de mitigación se define como “proyecto implementado por los sitios de disposición en el marco del MSM con el fin último de lograr la meta de mitigación de 500.000 tCO₂e hasta 2021”. Para la priorización preliminar de las acciones de mitigación se ha preparado, siguiendo los criterios de elegibilidad expuestos en las secciones 3.1.3 y 3.2.3, una herramienta de evaluación multicriterio (sección 3.2.7.1). Con base a los resultados de la herramienta multicriterio, se refina la priorización de las opciones de mitigación preseleccionadas y se exponen los resultados en la sección 3.2.7.2: gracias a esta priorización se escogen los 5 proyectos piloto a ser incluidos en el MSM. Por último, para los 5 proyectos piloto seleccionados, se elaboran dos escenarios de mitigación en la sección 3.2.7.3.

3.2.7.1 Herramienta multicriterio

La herramienta multicriterio representa un elemento de análisis que considera de forma simultánea varios criterios que sirven de ayuda a la toma de decisión. La ventaja asociada a este tipo de análisis es la flexibilidad para analizar los efectos de decisiones con criterios cualitativos. En el contexto de la mitigación del cambio climático se suele utilizar las herramientas multicriterio para priorizar las políticas diseñadas y, a través de la aplicación de varios criterios, priorizar aquellas que se puede o que conviene implementar. Este tipo de análisis permite tomar decisiones informadas y asimismo ayuda a seleccionar aquellos proyectos que tengan más efectos positivos respecto a los criterios y las prioridades establecidas por los gobiernos y lo donantes.

En el caso específico del MSM, se ha elaborado una herramienta multicriterio con el objetivo de priorizar entre las actividades de mitigación propuestos asociados a los GADM / Mancomunidades bajo diferentes criterios desarrollados en estrecha colaboración con CAF y el MAE/PNGIDS. Los criterios de evaluación utilizados en la herramienta multicriterio del MSM son los siguientes.

TABLA 41: Criterios utilizados para la priorización en la herramienta multicriterio

| # | Criterio | Tipo de criterio |
|-----|--|---------------------------------------|
| 1. | Población mayor de 100.000 habitantes | Criterio de Elegibilidad |
| 2. | Mitigación | |
| 2.1 | Estimación preliminar del potencial de mitigación mayor de 85.000 tCO ₂ e | Criterio de Elegibilidad ⁸ |
| 2.2 | Estimación refinada del potencial de mitigación | Criterio de Priorización |
| 2.3 | Vida útil después del periodo de implementación del MSM | Criterio de Priorización |
| 3. | Valoración aspectos estratégicos MAE/PNGIDS | Criterio de Elegibilidad |

4. Aspectos Económicos

4.1 Cupo de endeudamiento Criterio de Priorización

4.2 Coste de abatimiento Criterio de Priorización

Viabilidad de la implementación

5. de los proyectos a corto plazo

5.1 Avance de los estudios complementarios Criterio de Priorización

5.2 Procesos administrativos por incumplimiento a la normativa ambiental vigente Criterio de Priorización

5.3 Experiencia práctica previa en la implementación de medidas de mitigación Criterio de Priorización

Fuente: Los autores, 2015

Para los criterios de elegibilidad nº 1 (Población mayor de 100.000 habitantes), 2.1 (Estimación preliminar del potencial de mitigación mayor de 85.000 tCO₂e), y 3 (Valoración aspectos estratégicos MAE/PNGIDS) de la herramienta multicriterio se utilizan los siguientes criterios de evaluación (Tabla 42).




TABLA 42: Criterios de evaluación para los criterios de elegibilidad nº 1, 2.1, y 3 de la herramienta multicriterio

| Criterio de evaluación | Descripción | Implicación |
|------------------------|--|---|
| ✓ | La medida de mitigación cumple con los requisitos del criterio, resultando “elegible” para consideración para los sucesivos pasos del proceso de selección. | La medida de mitigación sigue en el proceso de selección y priorización. |
| ✗ | La medida de mitigación no cumple con los requisitos del criterio, por lo cual no resulta “elegible” para consideración para los sucesivos pasos del proceso de selección. | La medida de mitigación no sigue en el proceso de selección y priorización. |
| N/A | El criterio no resulta aplicable para la medida de mitigación considerada. | La medida de mitigación sigue en el proceso de selección y priorización. |

Fuente: Los autores, 2015

Para el criterio de priorización n° 2.2 (Estimación refinada del potencial de mitigación) se utilizan los siguientes criterios de evaluación (Tabla 43). Este criterio, alineado con los objetivos del MSM, prioriza aquellas medidas que tienen un potencial de mitigación mayor acumulado de 2016 a 2021.


TABLA 43: Criterios de evaluación para el criterio de priorización n° 2.2 de la herramienta multicriterio



| Criterio de evaluación (símbolo) | Criterio de evaluación (significado) | Descripción |
|--|--------------------------------------|--|
|  | Potencial de mitigación alto | Más de 100.000 tCO ₂ e acumuladas de 2016 a 2021 |
|  | Potencial de mitigación medio | Entre 85.000 tCO ₂ e y 100.000 tCO ₂ e acumuladas de 2016 a 2021 |
|  | Potencial de mitigación bajo | Menos de 85.000 tCO ₂ e acumuladas de 2016 a 2021 |

Fuente: Los autores, 2015

El criterio de priorización n°2.3 (Vida útil después del periodo de implementación del MSM) tiene en cuenta la vida útil de cada proyecto más allá del fin del periodo de implementación del MSM, por ejemplo considerando la curva del biogás para la tecnología de captura y quema del biogás. Se priorizan aquellos sitios de disposición que presentan una vida útil larga, cuya operación es prevista después el año 2030.

TABLA 44. Criterios de evaluación para el criterio de priorización n° 2.3 de la herramienta multicriterio


| Criterio de evaluación (símbolo) | Criterio de evaluación (significado) | Descripción |
|---|--------------------------------------|--|
|  | Vida útil después de 2030 | El sitio de disposición presenta una vida útil larga y está previsto que esté en operación también después del año 2030. |



| Criterio de evaluación (símbolo) | Criterio de evaluación (significado) | Descripción |
|---|---|--|
|  | Vida útil de 2022 hasta 2030 | El sitio de disposición presenta una vida útil relativamente media: se prevé el cierre del sitio antes del año 2030 pero después del año 2022. |
|  | Vida útil hasta 2021 (o antes) | El sitio de disposición presenta una vida útil relativamente breve: se prevé el cierre del sitio antes del año 2021. |

Fuente: Los autores, 2015

Para el criterio de priorización n° 4.1 (Cupo de endeudamiento) se priorizan aquellos GADM o Mancomunidades que son elegibles para el otorgamiento del crédito para financiar la inversión inicial del proyecto por parte del BDE. Por lo tanto, se utilizan los siguientes criterios de evaluación.

TABLA 45. Criterios de evaluación para el criterio de priorización n° 4.1 de la herramienta multicriterio


| Criterio de evaluación | Descripción | Implicación |
|---|---|--|
|  | El GADM o la Mancomunidad en consideración cuenta con cupo de endeudamiento con el BDE y desembolsos a 5 y 7 años | El GADM o la Mancomunidad es elegible para el otorgamiento del crédito por parte del BDE y por lo tanto sigue en el proceso de selección y priorización. La medida propuesta es considerada prioritaria. |



| Criterio de evaluación | Descripción | Implicación |
|--|---|--|
|  | El GADM o la Mancomunidad en consideración no cuenta con cupo de endeudamiento con el BDE y desembolsos a 5 pero sí cuenta con un cupo de endeudamiento y desembolso a 7 años; o la situación del cupo de endeudamiento no está completamente definida. | El GADM o la Mancomunidad podría ser elegible para el otorgamiento del crédito por parte del BDE bajo determinadas condiciones. El GADM o la Mancomunidad sigue en el proceso de selección y priorización, teniendo en cuenta las condiciones particulares del caso. |
|  | El GADM o la Mancomunidad en consideración no cuenta con cupo de endeudamiento con el BDE y desembolsos a 5 y 7 años | El GADM o la Mancomunidad no es elegible para el otorgamiento del crédito por parte del BDE y por lo tanto no sigue en el proceso de selección y priorización. |

Fuente: Los autores, 2015

Para el criterio de priorización n° 4.2 (Coste de abatimiento) se utilizan los siguientes criterios de evaluación (Tabla 46).

TABLA 46: Criterios de evaluación para el criterio de priorización n° 4.2 de la herramienta multicriterio

| Criterio de evaluación (símbolo) | Criterio de evaluación (significado) | Descripción |
|---|--------------------------------------|--|
|  | Bajo coste de marginal de reducción | Coste de marginal de reducción menor o igual a 6,00 USD/tCO ₂ e |




| | | |
|---|--------------------------------------|---|
|  | Coste de marginal de reducción medio | Coste de marginal de reducción entre 6,01 y 10,00 USD/tCO ₂ e |
|  | Alto coste de marginal de reducción | Coste de marginal de reducción mayor o igual a 10,01 USD/tCO ₂ e |

Fuente: Los autores, 2015

Cabe recalcar que el coste de marginal de reducción tiene en cuenta no solamente el coste equivalente de inversión inicial, sino también los costos de operación y mantenimiento durante el periodo de implementación del MSM y la devolución de la tasa de interés aplicada por el BDE sobre el préstamo relativo a la inversión inicial.

El criterio de priorización nº 5.1 (Avance de los estudios complementarios) tiene en cuenta los siguientes criterios de evaluación (Tabla 47).



TABLA 47. Criterios de evaluación para el criterio de priorización nº 5.1 de la herramienta multicriterio

| Criterio de evaluación (símbolo) | Criterio de evaluación | Descripción (significado) |
|---|---|---|
|  | Estudios complementarios ya existentes o en desarrollo | Al momento de redactar el presente informe, ya existen estudios complementarios (p.ej. cierre de botadero, diseño del nuevo relleno sanitario) o están en desarrollo. |
|  | Estudios complementarios planificados | Al momento de redactar el presente informe, ya existen estudios complementarios planificados pero su desarrollo aún no ha empezado. |
|  | Estudios complementarios no previstos o no planificados | Al momento de redactar el presente informe, no están previstos estudios complementarios ni están planificados. |

Fuente: Los autores, 2015

El criterio de priorización n° 5.2 (Procesos administrativos por incumplimiento a la normativa ambiental vigente) tiene en cuenta los siguientes criterios de evaluación (Tabla 48).


TABLA 48. Criterios de evaluación para el criterio de priorización n° 5.2 de la herramienta multicriterio



| Criterio de evaluación (símbolo) | Criterio de evaluación (significado) | Descripción |
|---|---|--|
|  | El GADM / Mancomunidad no tiene procesos administrativos abiertos | El GADM / Mancomunidad no cuenta con procesos administrativos abiertos por incumplimiento de la norma ambiental vigente. |
|  | El GADM / Mancomunidad tiene procesos administrativos abiertos | El GADM / Mancomunidad sí cuenta con procesos administrativos abiertos por incumplimiento de la norma ambiental vigente, y están sujetos a sanciones pecuniarias que podrían afectar el desarrollo del proyecto de mitigación. |

Fuente: Los autores, 2015

El criterio de priorización n° 5.3 (Experiencia práctica previa en la implementación de medidas de mitigación) tiene en cuenta los siguientes criterios de evaluación (Tabla 49).

TABLA 49. Criterios de evaluación para el criterio de priorización n° 5.3 de la herramienta multicriterio

| Criterio de evaluación (símbolo) | Criterio de evaluación (significado) | Descripción |
|---|---|--|
|  | El GADM / la Mancomunidad ya cuenta con experiencia práctica previa en la implementación de medidas de mitigación | En el GADM / la Mancomunidad se ha trabajado previamente con un proyecto que utiliza la misma tecnología de la medida de mitigación. Existe ya la infraestructura necesaria para aprovechar la experiencia previa con esta tecnología. |




| Criterio de evaluación (símbolo) | Criterio de evaluación (significado) | Descripción |
|---|---|---|
|  | El GADM / la Mancomunidad cuenta parcialmente con experiencia práctica previa en la implementación de medidas de mitigación | En el GADM / la Mancomunidad se ha trabajado previamente con proyectos de tecnología similar a la de la medida de mitigación. Existe parcialmente la infraestructura necesaria para aprovechar la experiencia previa con esta tecnología. |
|  | El GADM / la Mancomunidad no cuenta con experiencia práctica previa en la implementación de medidas de mitigación | En el GADM / la Mancomunidad no se ha trabajado previamente con un proyecto que utilice la misma tecnología de la medida de mitigación. No existe infraestructura relacionada con la tecnología de mitigación. |

Fuente: Los autores, 2015

3.2.7.2 Priorización con base a los resultados de la herramienta multicriterio

Además, se propone seguir una metodología cuantitativa para priorizar las medidas, asignando un “puntaje” a cada criterio de priorización, como sigue (Tabla 50). Este tipo de metodología se aplicará a todos los criterios de priorización.

TABLA 50. Asignación de puntaje para los criterios de priorización

| Criterio de evaluación (símbolo) | Puntaje asignado (puntos) |
|---|---------------------------|
|  | 5 |
|  | 3 |
|  | 0 |

Fuente: Los autores, 2015

Para asegurar una priorización alineada con los objetivos primarios del MSM, se propone utilizar un sistema de ponderación para los criterios de priorización, como sigue.

TABLA 51. Evaluación ponderada de los criterios de priorización

| # | Criterio | Tipo de criterio | Ponderación (%) |
|-----|--|------------------|-----------------|
| 2.2 | Estimación refinada del potencial de mitigación | Priorización | 30,0% |
| 2.3 | Vida útil después del periodo de implementación del MSM | Priorización | 5,0% |
| 4.1 | Cupo de endeudamiento | Priorización | 22,5% |
| 4.2 | Coste de abatimiento | Priorización | 20,0% |
| 5.1 | Avance de los estudios complementarios | Priorización | 5,0% |
| 5.2 | Procesos administrativos por incumplimiento a la normativa ambiental vigente | Priorización | 12,5% |
| 5.3 | Experiencia práctica previa en la implementación de medidas de mitigación | Priorización | 5,0% |
| | | TOTAL | 100% |

Fuente: Los autores, 2015

La evaluación ponderada llevará a un puntaje total que permite la priorización de las medidas de mitigación propuestas. En caso de que exactamente el mismo puntaje total resulte para dos o más medidas de mitigación, se priorizan de la siguiente manera (en orden secuencial):

- 1. Aquellos GADM/Mancomunidades que son elegibles para el otorgamiento del crédito para financiar la inversión inicial del proyecto por parte del BDE (evaluación positiva criterio 4.1)
- 2. Aquellos GADM/Mancomunidades con mayor potencial de mitigación en términos absolutos (es decir, el valor utilizado para la evaluación del criterio 2.2).

El resultado de la evaluación ponderada que lleva a la priorización de las acciones de mitigación está presentado en la siguiente tabla.

TABLA 52. Priorización preliminar de las acciones de mitigación en el MSM

| Prioridad para el MSM | Acción de mitigación | Tipo de sitio | Puntaje | Potencial de mitigación estimado durante el MSM (tCO ₂ e acumuladas de 2016 a 2021) |
|-----------------------|--|--|---------|--|
| 1 | SANTO DOMINGO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | Relleno Sanitario existente y en operación | 4,3 | 242.369 |
| 2 | IBARRA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | Relleno Sanitario existente y en operación | 4,1 | 92.364 |
| 3 | MACHALA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | Botadero | 3,9 | 149.031 |
| 4 | MUNDO VERDE: NUEVO RELLENO SANITARIO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | Relleno Sanitario nuevo (actualmente en etapa de diseño) | 3,4 | 104.669 |
| 5 | OTAVALO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | Relleno Sanitario existente y en operación | 2,7 | 37.136 |

| | | | | |
|----|---|---|--------------|------------------|
| 6 | AMBATO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | Relleno Sanitario existente y en operación | 2,7 | 150.064 |
| 7 | PORTOVIEJO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | Botadero | 2,7 | 116.363 |
| 8 | MUNDO VERDE: QUEVEDO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | Botadero y celda emergente | 2,7 | 109.400 |
| 9 | DURÁN Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | Botadero | 2,4 | 81.803 |
| 10 | SANTO DOMINGO Compostaje | Relleno Sanitario existente y en operación | 1,9 | 14.543 |
| 11 | LOJA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | Relleno Sanitario existente y en operación | 1,8 | 97.613 |
| 12 | ESMERALDAS Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | Botadero | 1,7 | 53.059 |
| 13 | MUNDO VERDE: TRATAMIENTO MECÁNICO BIOLÓGICO Tratamiento Mecánico-Biológico (TMB) | Relleno Sanitario nuevo (actualmente en etapa de diseño) | 1,3 | 9.947 |
| | | | TOTAL | 1.258.361 |

Fuente: Los autores, 2015

Con base a estos resultados preliminares, cabe recalcar que el potencial de mitigación para las 5 medidas más priorizadas resulta ser alrededor de 625.000 tCO₂e reducidas acumuladas de 2016 a 2021. De este análisis se puede concluir que con los proyectos pre-seleccionados es posible alcanzar la meta de 500.000 tCO₂e reducidas hasta el 31 de diciembre de 2021. Sin embargo, aunque la suma del potencial de los 5 proyectos es mayor del objetivo global del MSM (500.000 tCO₂e reducidas

acumuladas de 2016 a 2021), esto aún este valor no tiene en cuenta del riesgo asociado con la fase de implementación de los proyectos (desempeño real de los proyectos), por lo que el valor de potencial de mitigación más realista podría ser menor. Estos aspectos serán tratados en detalle en la próxima sección.

3.2.7.3 Escenarios de mitigación máximo y conservador

A fin de lograr una correcta estimación del potencial de reducción de emisiones de GEI causado por la implementación del MSM, para los 5 proyectos piloto más priorizados es preciso distinguir entre el *escenario de mitigación máximo* y el *escenario de mitigación conservador*. Para el escenario de mitigación máximo se supone una eficiencia de las actividades de mitigación del 100%, esto es, se considera que se evitan todas las emisiones de GEI posibles con las acciones de mitigación propuestas, esto representa la cantidad de emisiones de GEI máxima teórica que los proyectos son capaces de mitigar. En el escenario conservador, por el contrario, se tiene en cuenta que las acciones de mitigación no serán llevadas a cabo de forma perfecta debido a diversos factores tales como accidentes, fallos en la operación de los sitios, retrasos en la implementación, etc. y por tanto, la mitigación de emisiones siempre será menor que la máxima teórica.

a) Escenario de mitigación “máximo”

Para el escenario de mitigación máximo, como se ha expuesto anteriormente, se considera que las acciones de mitigación se implementan y operan de un modo 100% eficaz, por tanto se trata de un escenario en el que se alcanza la cantidad de emisiones de GEI máxima que la acción propuesta por el equipo consultor es capaz de mitigar. No se tienen en cuenta los accidentes, fallos en la operación, rotura imprevista de materiales, retrasos en la implementación, etc.

La estimación del potencial máximo de mitigación ya ha sido expuesta por el equipo consultor en el apartado 3.2.4. Este análisis se realizó para todos los sitios que fueron priorizados hasta ese momento. A continuación en la Tabla 53 se muestra el potencial de mitigación máximo de los 5 proyectos piloto priorizados.

TABLA 53. Potencial de mitigación máximo para los proyectos piloto priorizados

| Prioridad para el MSM | Tipología | Nombre y tipo de sitio | Tecnología | Potencial de mitigación estimado durante el MSM (tCO ₂ e acumuladas de 2016 a 2021) |
|-----------------------|--------------|---|---|--|
| 1 | GADM | STO. DOMINGO Relleno Sanitario existente y en operación | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 242.369 |
| 2 | GADM | IBARRA Relleno Sanitario existente y en operación | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 92.364 |
| 3 | GADM | MACHALA Botadero | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 149.031 |
| 4 | Mancomunidad | MUNDO VERDE Relleno Sanitario nuevo (actualmente en fase de diseño) | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 105.000 |
| 5 | GADM | OTAVALO Relleno Sanitario existente y en operación | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 37.136 |
| | | | TOTAL | 625.900 |

Fuente: Los autores, 2015

b) Escenario de mitigación “conservador”

Existen varios factores que pueden influir en que las emisiones mitigadas en la práctica sean menores que las estimaciones efectuadas antes de la implementación de los proyectos en el escenario de mitigación “máximo” (p.ej. mayor contenido de humedad, mayor incidencia de condiciones aerobias debido a botaderos y rellenos superficiales, cobertura más pobres y menos frecuente de los residuos, mala disposición y compactación deficiente).

Por este motivo, el equipo Consultor ha construido un escenario de mitigación “conservador”, basado en un análisis del ratio entre el potencial estimado *ex-ante* y lo efectivamente realizado *ex-post* en proyectos MDL. La información analizada es la proporcionada por la base de datos *CDM/JI Pipeline Analysis and Database*⁵² elaborada por UNEP DTU Partnership.

Este análisis de proyectos MDL ha incluido las siguientes consideraciones:

- **Ubicación:** Latinoamérica (las condiciones de proyectos en otras regiones como por ejemplo Asia o África pueden ser muy diferentes y por tanto arrojar datos inexactos);
- **Metodología aplicada:** ACM0001 – “Metodología consolidada para quema o uso de LFG”⁵³
- **Estado ciclo MDL:** proyectos registrados a partir de 2007. Debido a que la fecha de adopción inicial de la “Herramienta metodológica para estimar las emisiones de metano evitadas del depósito de los residuos”⁵⁴ publicada por la Junta Ejecutiva del MDL fue Septiembre 2006, dicha herramienta proporciona factores de emisión del metano ajustados que hacen los cálculos de las estimaciones más acordes con las reducciones reales que hayan tenido emisión de CER.
- En total, el análisis ha incluido 48 proyectos MDL que cumplieran con las condiciones anteriores.

52 <http://www.cdmpipeline.org/publications/CDMPipeline.xlsx> (fecha actualización, 1 abril 2015)

53 <http://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/3WZCULIMGVXJHNY0EFKB72SQ4PO5DR> (último acceso: 29.04.2015)

54 <http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-04-v6.0.1.pdf> (último acceso: 29.04.2015)

Como resultado de este análisis, se ha obtenido que el ratio entre las reducciones reales logradas (reducciones certificadas de emisiones - CER - expedidas) y las estimaciones incluidas en los documentos de diseño de los proyectos (PDD) es de **80,90%**.

Por todo lo anterior, el equipo Consultor propone considerar un porcentaje del 80% de las reducciones de emisiones logradas en el escenario de mitigación “conservador” respecto a las del escenario de mitigación “máximo”. Así, los potenciales de mitigación bajo el escenario conservador quedarían como expuesto en la siguiente tabla.

TABLA 54. Potencial de mitigación “conservador” para los proyectos piloto priorizados

| Prioridad para el MSM | Tipología | Nombre y tipo de sitio | Tecnología | Potencial de mitigación estimado durante el MSM en el escenario conservador (tCO ₂ e acumuladas de 2016 a 2021) |
|-----------------------|--------------|---|---|--|
| 1 | GADM | STO. DOMINGO Relleno Sanitario existente y en operación | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 193.895 |
| 2 | GADM | IBARRA Relleno Sanitario existente y en operación | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 73.891 |
| 3 | GADM | MACHALA Botadero | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 119.225 |
| 4 | Mancomunidad | MUNDO VERDE Relleno Sanitario nuevo (actualmente en fase de diseño) | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 83.735 |
| 5 | GADM | OTAVALO Relleno Sanitario existente y en operación | Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 29.709 |
| TOTAL | | | | 500.455 |

Fuente: Los autores, 2015

Como conclusión de este análisis, se puede extraer que si bien el potencial de mitigación estimado durante el MSM en el escenario de mitigación “conservador” (80% respecto al escenario mitigación “máximo”), sería recomendable hacer un seguimiento exhaustivo de los proyectos porque si hubiera retrasos relevantes en los plazos de implementación de los mismos el objetivo de mitigación del MSM (500.000 tCO₂e hasta 2021) se podría ver comprometido.

3.2.8 DETERMINACIÓN DEL MECANISMO DEL INCENTIVO FINANCIERO DEL MSM

El objetivo de esta sección es presentar la metodología aplicada y los resultados obtenidos para la determinación del mecanismo del incentivo financiero del MSM. Primeramente se ilustran los antecedentes y las bases teóricas necesarias para el diseño del incentivo financiero (secciones 3.2.8.1, 3.2.8.2 y 3.2.8.3). A continuación, en la sección 3.2.8.4 se describe la metodología de cálculo del precio de incentivo y se definen los elementos clave del mismo.

3.2.8.1 Antecedentes sobre la financiación basada en resultados

La financiación basada en resultados (RBF, por sus siglas en inglés, de “*Results-based finance*”) es un término general que incluye varios conceptos de mecanismos financieros que tienen en común el elemento de desembolsar los pagos tras la entrega de resultados predefinidos y verificados de manera independiente. En la comunidad de la financiación de la lucha contra el cambio climático, el interés hacia la RBF ha recibido una particular atención en las últimas dos décadas debido a la clara interrelación con la verificación de los resultados logrados por las actividades de mitigación.

Dependiendo del tipo de proyecto, de los donantes, de las entidades implementadores y del país de implementación del mecanismo, los acuerdos sobre la definición de dichos resultados pueden variar ampliamente. Además, los mecanismos de financiación basada en resultados pueden ser utilizados solos, o en

combinación con otros instrumentos financieros más “tradicionales”, como préstamos o garantías.

Según el Banco Mundial (World Bank, 2013), se utilizan varias terminologías y nomenclaturas para referirse a la RBF, debido a que no existe una nomenclatura universalmente convenida para este tipo de mecanismos. Entre los términos más utilizados, que denotan conceptos similares o idénticos a la RBF, en la literatura en inglés se encuentran: *Payment by Results* (PBR, “pago en función de los resultados”, principalmente utilizado por el Departamento del Reino Unido para el Desarrollo Internacional), *Pay for Performance* (P4P, “remuneración basada en el desempeño”), *Performance-Based Payment* (“pago basado en el desempeño”), *Performance-Based Incentives* (“incentivos basados en el desempeño”), y en el caso específico de la financiación de la lucha contra el cambio climático, *Performance-Based Climate Finance* (PBC⁵⁵, “financiación de la lucha contra el cambio climático basada en resultados”). A los efectos del presente documento, se utilizará únicamente el término “financiación basada en resultados” (RBF) para describir la aportación de financiación por parte de organismos de financiación pública internacionales a una entidad ejecutiva o agencia nacional/gubernamental implementadora tras la verificación de resultados predeterminados.

El diseño del incentivo financiero para el Mecanismo Sectorial de Mitigación (MSM) desarrollado por CAF - Banco de Desarrollo de América Latina, en cooperación con el Banco Alemán de Desarrollo (KfW), está basado sobre los conceptos de RBF, tratándose de un incentivo *ex-post* basado en el desempeño de los proyectos. Por lo tanto, en los siguientes apartados se presentan algunos conceptos clave sobre el funcionamiento general de la RBF.

55 El MSM en Ecuador se enmarca dentro del *Facility for Performance Based Climate Finance in Latin America*, un fondo para el financiamiento climático que proporciona incentivos financieros en función de las reducciones de emisiones verificadas, al que se conoce comúnmente como PBC, pese a que estas siglas corresponden al término general *Performance-Based Climate Finance*. Sin embargo, en el presente informe se usará el término RBF por ser de alcance más amplio.

3.2.8.2 Ventajas principales de la financiación basada en resultados y condiciones previas necesarias para implementar un mecanismo de RBF

Comparada con instrumentos de financiación más “tradicionales”, como préstamos o subvenciones, la RBF es un instrumento que permite garantizar una mayor transparencia y rendición de cuentas. Para el sector público (y más en general, para los Gobiernos), la RBF representa un instrumento particularmente atractivo debido a las crecientes necesidades de financiación y al mismo tiempo controles más estrictos sobre la eficacia de los resultados logrados. Para el sector privado, la RBF puede representar un catalizador para inversiones privadas debido a que generan flujos de ingresos solventes que permiten reducir los riesgos financieros de los mercados emergentes (p.ej. nuevas tecnologías).

Una de las principales ventajas para los donantes está representada por la garantía de que los recursos financieros serán desembolsados solamente cuando el resultado predeterminado ha sido cumplido y verificado. Esto permite al mismo tiempo demostrar de manera transparente el flujo del gasto público y la eficacia de la ayuda financiera. Además, siempre en términos de ventajas para los donantes, a través de un mecanismo de RBF el riesgo de desempeño del proyecto se transfiere al proveedor del servicio, es decir la entidad implementadora del proyecto: el desembolso de los fondos está vinculado al pleno cumplimiento de los resultados predeterminados, representando para los proveedores del servicio un estímulo adicional a lograr los objetivos. En general, otra ventaja para los donantes podría ser la alta relación de coste-eficacia conllevada por el mecanismo RBF, porque dependiendo de su diseño podría realizarse la oportunidad de adjudicar los proyectos a los proveedores que ofrecen el menor coste para la implementación de los proyectos a través de un proceso de licitación. Además, el enfoque del mecanismo de RBF permite a los donantes financiar solamente los resultados que desean alcanzar.

El mecanismo de RBF resulta atractivo también para los receptores de fondos, debido a que la RBF deja una gama de elección más amplia a los desarrolladores de proyectos (receptores de los fondos) para alcanzar los objetivos, fomentando así más innovación (World Bank, 2013).

Sin embargo, para poder utilizar un mecanismo de RBF es necesario que existan tres condiciones previas, consideradas fundamentales para el éxito de la implementación:

- 1. Los donantes y los receptores (implementadores de proyectos) de los fondos deben tener suficiente **capacidad institucional** para, respectivamente, establecer el mecanismo de RBF y participar activamente en el mismo;
- 2. Los receptores de los fondos (implementadores de proyectos) deben poder **tener acceso a capitales financieros que les permitan implementar el proyecto** antes del desembolso de los fondos previstos bajo el mecanismo de RBF;
- 3. Tanto los donantes como los receptores (implementadores de proyectos) deben poder tener el conocimiento y la capacidad de **monitorear el desempeño** del proyecto y **verificar los resultados** con base a los que se desembolsan los fondos.

3.2.8.3 Elementos clave del diseño de un mecanismo de financiación basada en resultados

En términos generales, es importante distinguir entre cuatro elementos clave de diseño de un mecanismo de RBF (OIES, 2013):

- **La contraparte:** es decir, con quien se efectúan las transacciones;
- **El resultado:** es decir, la naturaleza y la calidad de los resultados esperados y acordados;
- **La fijación del precio del incentivo:** es decir, el método de determinación del precio del incentivo que se escoge para el mecanismo;

- **La cantidad:** es decir, las “unidades de resultado” que se elige para realizar las transacciones (p.ej. una cierta cantidad de gases de efecto invernadero reducida).

Estos cuatro elementos clave puede ser determinados al mismo tiempo a la hora del diseño del mecanismo RBF.

En el caso del MSM en el Sector de Residuos Sólidos del Ecuador, los elementos clave “**contraparte**”, “**resultado**” y (parcialmente) “**cantidad**” están ya “predefinidos” por CAF, KfW y la Unión Europea (UE) como condiciones previas en el mecanismo. La **contraparte** en el MSM en el Sector de Residuos Sólidos del Ecuador serán aquellos Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADM) y Mancomunidades que resulten seleccionados en el proceso de priorización (ver sección 3.2.7). El **resultado** esperado por los proyectos es la reducción de GEI, medidas en toneladas de CO₂e reducidas sobre el horizonte temporal establecido (de 2016 hasta 2021). La “**cantidad**” total del MSM está también definida: la meta global del MSM es alcanzar 500.000 tCO₂e reducidas entre 2016 y 2021 a través de 5 proyectos piloto. Sin embargo, existen otras características del elemento “**cantidad**” que aún no han sido definidas, y que se propone analizar más en detalle en los siguientes apartados (sección “Elemento clave RBF: Cantidad” más abajo), junto con el elemento “**fijación del precio del incentivo**” (sección “Elemento clave RBF: Fijación del precio del incentivo” a continuación).

a) Elemento clave RBF: Fijación del precio del incentivo

La fijación del precio del incentivo se refiere al proceso de determinación del precio del incentivo del mecanismo financiero RBF. Según OIES (2013), en términos generales es posible apoyar un proyecto de mitigación sin especificar explícitamente el precio del incentivo para las reducciones de las emisiones. Sin embargo, debido a la naturaleza de los mecanismos de RBF que se basan explícitamente sobre el desembolso relacionado a la cantidad reducida y al desempeño del proyecto, el **proceso de fijación del precio del incentivo de un mecanismo de RBF es esencial.**

En literatura se distingue entre cinco diferentes tipos de procesos para la determinación del precio del incentivo de un mecanismo de RBF, según presentado en la Tabla 55.

TABLA 55. Métodos de determinación del precio del incentivo de un mecanismo de RBF

| Método | Características | Ventajas | Desventajas |
|---|---|---|--|
| Negociaciones efectuadas caso por caso | El precio del incentivo es negociado según cada proyecto y puede variar ampliamente caso por caso. | Este procedimiento permite adoptar una cierta flexibilidad, debido a que se puede adaptar el incentivo a las circunstancias individuales de cada proyecto. | <ul style="list-style-type: none"> • Las negociaciones individuales sin una referencia externa pueden llevar a desequilibrios y desigualdades respecto a la compensación para los resultados. • Además, si se incluye un gran número de proyectos, el proceso de negociación individual puede ser gravoso y puede tardar mucho tiempo. |
| Precio basado en los niveles de los mercados de carbono | Se fija el precio del incentivo con base a los niveles de los mercados de carbono actuales (uno solo o una combinación de varios mercados). | Puede ser interesante utilizar el precio de mercado como referencia para el incentivo del mecanismo para relacionarlo a situaciones externas internacionales. | <ul style="list-style-type: none"> • La situación actual de los mercados de carbono no permite una evaluación precisa que refleje el coste social del cambio climático • Los niveles de los precios de los mercados de carbono pueden fluctuar ampliamente en un corto periodo de tiempo. |
| Fijación de precios basados en los costes | El precio del incentivo está determinado con base al coste incremental de mitigación de la acción prevista. | Adecuado para proyectos concretos para los cuales se puede estimar de manera relativamente precisa la inversión específica requerida para evaluar el coste incremental de mitigación. | <ul style="list-style-type: none"> • Nivel de complejidad elevado en el cálculo preciso de los costes: este proceso conlleva costes administrativos muy altos. • No es un procedimiento adecuado para iniciativas políticas donde no es posible estimar el coste incremental de mitigación con un nivel de certidumbre satisfactorio. |

| Método | Características | Ventajas | Desventajas |
|---|---|---|---|
| Método de subasta | El precio del incentivo está determinado a través de una subasta. | Es probable que este método permita llegar a niveles de precio del incentivo relativamente más bajos, debido a que la subasta representa una competición y la selección es probablemente efectuada con base al mejor licitante en términos de precio. | <ul style="list-style-type: none"> • Este método es aplicable únicamente en una situación en la cual las transacciones o las contrapartes están seleccionadas de manera competitiva a través de una subasta. |
| Fijación de precios “arriba-abajo” (top-down) | El precio del incentivo está fijado por la entidad desarrolladora del mecanismo de manera administrativa. | Este método permite dar flexibilidad a los donantes para decisiones clave (p.ej. si repartir los fondos por tonelada reducida de manera uniforme entre todos los participantes, establecer un monto que no supere la cantidad máxima disponible, etc.). Además, seguir un método de este tipo implica que la organización donante deviene automáticamente un fijador de precios de incentivos a nivel internacional, representando un nivel de referencia para otros. | <ul style="list-style-type: none"> • La fijación arbitraria del precio del incentivo de manera administrativa puede significar que el precio del incentivo así determinado no refleje o no sea consistente con el coste efectivo de mitigación para el país anfitrión o los niveles de precios de los mercados de carbono. |

Fuente: Los autores (sobre la base de OIES, 2013)

b) Elemento clave RBF: Cantidad

Como descrito arriba, la “cantidad” total del incentivo (es decir, la cantidad de “unidades de resultado” que se elige para realizar las transacciones) ha sido preestablecida en el MSM para el Sector Residuos Sólidos del Ecuador: 500.000 tCO₂e a reducir entre 2016 y 2021. El método de determinación de la cantidad de transacción (es decir, la reducción de una tonelada de GEI) está basado sobre el rendimiento real de las actividades de mitigación, que a su vez será medido y verificado a través del sistema MRV (ver sección 3.2.2).

Sin embargo, existen algunos aspectos del elemento clave “Cantidad” que aún no han sido definidos en el MSM, y se estima oportuno analizarlos primeramente desde un punto de vista teórico. Estos son (OIES, 2013):

- **Cantidad de transacciones limitada por un límite máximo:** en caso de que el desempeño de los proyectos fuese por encima de las expectativas, se podría crear una situación problemática en términos de obligaciones potenciales de la entidad organizadora del mecanismo de RBF. En este caso es aconsejable que los pagos de las transacciones sean limitados, estableciendo un límite máximo de pago. Esto puede aplicar al mecanismo de RBF en su conjunto (límite máximo total) o por proyecto (límite máximo de desembolso por proyecto). A través de la aplicación de este límite, los pagos no podrían exceder un determinado nivel, aún si el desempeño de los proyectos fuese por encima de las expectativas.
- **Cantidad de transacciones limitada por un límite mínimo (mínimo nivel de rendimiento de los proyectos):** en caso de que el desempeño de los proyectos fuese por debajo de las expectativas, se puede materializar el riesgo que las transacciones dentro del mecanismo de RBF no puedan entregar el nivel de reducciones de emisiones requerido. En este caso, es aconsejable establecer una obligación para un límite mínimo de entrega de resultados, aunque debido a la naturaleza de los mecanismos de RBF, acuerdos de este tipo serían muy complicados de lograrse especialmente considerando la posición de la contraparte: bajo esta condición, en caso de que la contraparte no entregue el mínimo resultado esperado debería estar sujeta a una sanción (p.ej. pago compensación económica o posibilidad de rescisión del acuerdo existente). Por lo tanto, esta opción requeriría un acuerdo contractual riguroso entre los donantes y la contraparte que conllevaría a una demora del proceso (en el mejor de los casos) o incluso supondría la negativa a firmar los acuerdos por parte de alguna de las partes interesadas.

c) Consideraciones sobre los vínculos contractuales y la distribución de riesgo

A la hora del diseño de un mecanismo de RBF, a parte de los cuatro elementos clave descritos más arriba, es importante tener en cuenta también algunas consideraciones sobre los vínculos contractuales que

se estipulan con la contraparte, así como sobre la distribución del riesgo asociado a la implementación de los proyectos bajo el mecanismo de RBF.

En términos de vínculos contractuales, cabe recalcar que estos se deberían determinar y estipular de manera *ex-ante*, es decir antes de la efectiva implementación de los proyectos. Esto implica considerar una cierta incertidumbre en los parámetros a considerar, y por lo tanto la cuestión a tratar es cuando y hasta qué punto se deben incluir vínculos estrictos con respecto a los parámetros de las transacciones del mecanismo porque los resultados pueden depender de muchos factores externos. Por lo tanto, se contemplan dos posibilidades para el diseño de los vínculos contractuales respecto a las opciones de desembolso de los pagos (OIES, 2013):

- **1. Acuerdo sobre pagos futuros:** según esta opción, los donantes y la contraparte estipularían un acuerdo que prevé desde el comienzo los tipos de pagos, su frecuencia, y con base a qué resultado los pagos serán desembolsados. La mayor ventaja es que tanto los donantes como la contraparte pueden contar con una seguridad contractual desde el principio. De esta manera, por un lado la contraparte recibe suficientes garantías sobre los ingresos procedentes de los donantes involucrados en el mecanismo para justificar la inversión inicial; por el otro los donantes tienen más garantía sobre las perspectivas de las reducciones de emisiones.
- **2. Operaciones individuales al cumplimiento de ciertos resultados:** en este caso, no se requiere estipular un acuerdo o un vínculo contractual *ex-ante*, debido al hecho de que los donantes y la contraparte negociarían el monto de los pagos como operaciones individuales (caso por caso), o que los donantes establecen de manera unilateral el nivel de pago con respecto al desempeño de los proyectos, desembolsando los pagos al cumplimiento de los resultados que se establecen cada vez. Esta opción puede ser atractiva para proyectos que no conllevan altos riesgos iniciales (para que la contraparte pueda implementar el proyecto teniendo en cuenta la volatilidad de los ingresos que podrían resultar por el mecanismo de RBF), o proyectos para los que la contraparte pueda esperar en futuro un aumento en el monto de los pagos del incentivo.

En términos de distribución de riesgos, las características intrínsecas de un mecanismo de RBF (pagos

desembolsados tras la entrega de resultados) sugieren que la mayoría de los riesgos relacionados con las transacciones estarán asumidos por la contraparte: si ésta no alcanza a reducir las emisiones previstas, no se materializa el pago del incentivo. Sin embargo, existen varias opciones de diseño para distribuir de manera más equilibrada el perfil de riesgo del mecanismo, como se presenta en la Tabla 56.

TABLA 56. Descripción de los tipos de riesgos asociados a un mecanismo de RBF y posibles medidas de mitigación de los riesgos

| Tipo de riesgo | Descripción | Posibles medidas de mitigación del riesgo |
|--|--|---|
| Varios riesgos para la contraparte | <ul style="list-style-type: none"> • En caso de acuerdos sobre pagos futuros, existe la dificultad de la gestión de la relación con los donantes durante un periodo de tiempo extendido, especialmente si el acuerdo no es suficientemente específico. • Pudieran surgir problemas en caso de cambios o avances tecnológicos importantes, así como en caso de cambios políticos que influyen sobre los proyectos. | <ul style="list-style-type: none"> • Encontrar el balance justo entre el compromiso con los donantes y la flexibilidad de los entregables a la hora de redactar los acuerdos, especialmente en términos de: <ul style="list-style-type: none"> • Duración del acuerdo; • Cantidad de puntos de revisión; • Esquema de pagos. |
| En caso de mecanismo que genere unidades negociables de reducciones de emisiones: riesgo de fluctuación del precio del incentivo | <ul style="list-style-type: none"> • En caso de proyectos de larga duración, es muy probable que el coste y el valor de las reducciones de emisiones cambiará desde la primera fijación. Aunque se podría tratar de mercados externos al mecanismo de RBF, estas fluctuaciones pueden significativamente influir bajo varios aspectos (p.ej. confianza en el mercado, crédito por parte de bancos, etc.). • Cabe recalcar que el MSM en el sector residuos sólidos del Ecuador no pretende generar unidades negociables de reducción de emisiones (p.ej. CER en el MDL). En caso de que los proyectos piloto quisieran participar en mercados de carbono para vender las reducciones de emisiones adicionalmente generadas fuera del MSM (p.ej. después de 2021), deberían pasar independientemente por procesos adicionales (como por ejemplo el registro en el mercado y la correspondiente expedición) para poder acceder al mercado. | <ul style="list-style-type: none"> • Si el acuerdo es de “precio fijo” y el precio del incentivo está determinado ex-ante, el donante asume los riesgos de las posibles fluctuaciones del coste de las reducciones de emisión. En este caso, el donante debería prestar particular atención sobre las tendencias de los mercados de carbono internacionales y elegir un precio de incentivo que tenga en consideración este riesgo. • Si el acuerdo es de “fijación del precio basada en los niveles de los mercados de carbono”, es la contraparte que asume el riesgo de las posibles fluctuaciones del coste de las reducciones de emisión. En este caso, la contraparte debería prestar particular atención sobre las tendencias de los mercados de carbono internacionales y elegir un precio de incentivo que tenga en consideración este riesgo. |

| Tipo de riesgo | Descripción | Posibles medidas de mitigación del riesgo |
|--------------------------------------|--|--|
| Riesgos externos al mecanismo de RBF | <ul style="list-style-type: none"> Factores externos al mecanismo de RBF, fuera del control de la contraparte y de los donantes (incluso de los gobiernos involucrados), podrían influenciar la fluctuación del precio de las emisiones de carbono. En particular, el fallo en la implementación de nuevas tecnologías sin experiencia previa, los eventos extremos del clima, la situación macroeconómica y eventos de fuerza mayor (p.ej. guerras, inestabilidad geopolítica) están entre estos factores. | <ul style="list-style-type: none"> Efectuar un análisis de riesgos externos antes de empezar el mecanismo de RBF. El donante debería decidir hasta qué punto está dispuesto a compartir estos riesgos. En general, los donantes deberían considerar distribuir estos riesgos sobre toda sus carteras de proyectos o mecanismos. La medición de los resultados en términos relativos (p.ej. tCO₂e/tonelada de residuos) en vez de términos absolutos (tCO₂e) transferiría el riesgo macroeconómico de la contraparte a los donantes (que generalmente están interesados en reducciones de GEI absolutas). Se puede evaluar la posibilidad de involucrar a las compañías de seguros para cubrir los riesgos de la contraparte para riesgos particulares identificados. |

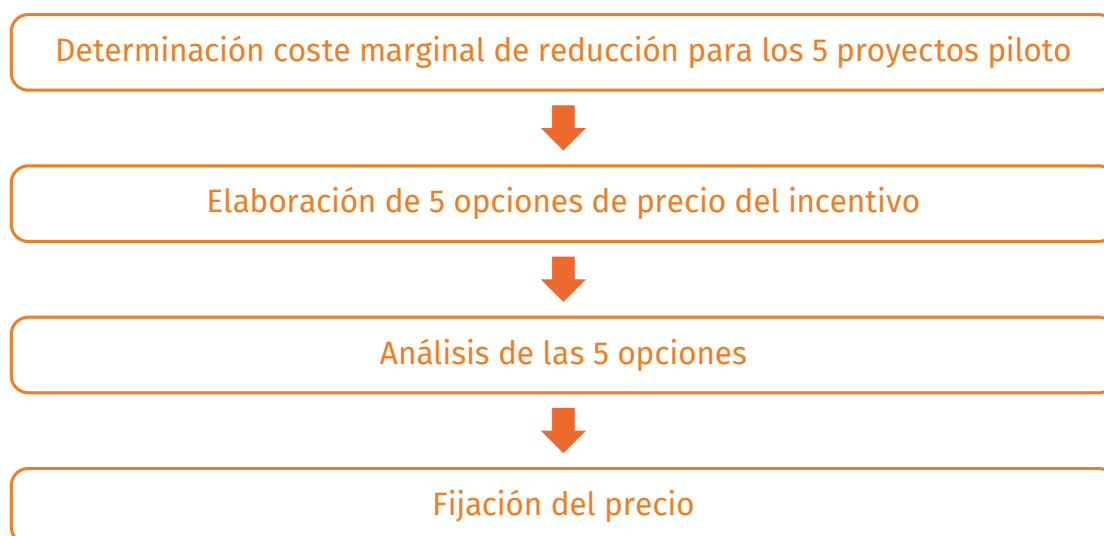
Fuente: Los autores (sobre la base de OIES, 2013)

3.2.8.4 Cálculo del precio del incentivo financiero del MSM

Como se analizó en el apartado anterior, la fijación del precio del incentivo es uno de los elementos clave para el diseño de un mecanismo de RBF. En el caso específico del MSM para el sector de residuos sólidos del Ecuador, se propone elaborar **seis opciones diferentes** y evaluar las ventajas y los inconvenientes de cada uno, aplicándolos de manera práctica a los 5 proyectos piloto seleccionados. Para ello, en los siguientes apartados se describe el modelo de cálculo utilizado para la determinación del coste marginal de reducción, se proporciona un resumen de los resultados logrados hasta la fecha en términos de cálculo del coste marginal de reducción para los proyectos piloto seleccionados y por último, con base a estos resultados se elaboran las seis opciones y se discuten sus ventajas y desventajas, fijando el precio del incentivo en consecuencia.

La metodología utilizada para determinar la fijación del precio del incentivo está ilustrada en la siguiente figura.

FIGURA 26. Metodología de cálculo del precio del incentivo financiero del MSM



Fuente: Los autores, 2015

a) Descripción del modelo de cálculo para la determinación del coste marginal de reducción

El primer paso hacia la determinación del precio del incentivo financiero del MSM es estimar el **coste marginal de reducción** para cada una de las medidas de mitigación seleccionadas en el MSM, que se expresa en USD / tCO₂e reducida.

En la sección 3.2.6.3 se ha proporcionado un análisis de coste marginal de reducción para todas las medidas de mitigación: como se ha explicado en la mencionada sección, estos costes han sido calculados asumiendo que el Gobierno del Ecuador acometería los proyectos piloto⁵⁶. Sin embargo, en el contexto del presente informe se tiene que asumir que son las municipalidades (GADM / Mancomunidades) las que acometen los proyectos. Para ello, es necesario recalcular los costes marginales de reducción para los proyectos pilotos considerando los flujos de caja con costes reales.

⁵⁶ La metodología utilizada para efectuar los cálculos para el coste marginal de reducción de la versión borrador de la curva MAC considera que dicha curva está dirigida a los tomadores de decisiones del Gobierno del Ecuador, y por lo tanto asume que es el Gobierno mismo que acometería los proyectos piloto. En términos más concretos, para el cálculo de los costes, se considera un factor de anualización que descuenta (anualiza) el coste de inversión inicial utilizando la tasa de descuento pública del Banco Central del Ecuador.

Para ello, se tienen en cuenta los principales flujos económicos asociados a la medida de mitigación durante el desarrollo de la misma. En este caso, de forma diferente a la metodología de cálculo presentada en la sección 3.2.6.3, no se transforman los costes en costes anuales equivalentes, sino que se considera el flujo de caja real para cada año. Por lo tanto, los flujos económicos más representativos son los siguientes:

- **Ingresos** (Flujos de entrada de caja):
 - **Préstamo con el BDE del capital para la inversión inicial:** para todos los proyectos se asume que el GADM / Mancomunidad recibe el capital del préstamo del BDE el primer año del MSM. En el caso excepcional del proyecto Mundo Verde Nuevo Relleno Sanitario, se asume que se efectúa el préstamo en 2017.
- **Egresos** (Flujos de salida de caja):
 - **Inversión inicial (correspondiente al principal del préstamo del BDE):** Se supone que la totalidad del capital prestado por el BDE al GADM / Mancomunidad se utilizará enteramente durante el primer año del MSM (2016) para abordar la inversión inicial relativa a la implementación de la medida de mitigación. En el caso excepcional del proyecto Mundo Verde Nuevo Relleno Sanitario, la inversión inicial se efectúa en 2017.
 - **Pago del Principal del Préstamo del BDE (correspondiente a la inversión inicial):** Para el plan de amortización del principal del préstamo del BDE, se asume un año de gracia y, después de este, el repago del principal a capital por partes iguales anuales hasta 2022 para todos los proyectos.
 - **Pago del Interés del Préstamo del BDE:** Interés asociado al capital prestado por el BDE al GADM / Mancomunidad (ver arriba). Se asume que el plan de amortización consiste en el repago anual a partir del segundo año del MSM (2017) y distribuido uniformemente sobre el periodo de devolución del préstamo. En el caso excepcional del proyecto Mundo Verde Nuevo Relleno Sanitario, el pago de intereses se efectúa a partir del año 2018.
 - **Costes de operación y mantenimiento:** costes asociados a la operación y al mantenimiento de las medidas de mitigación durante el período de

actividad del mecanismo (desde el comienzo de la operación de la respectiva medida hasta 2021 incluso). Cabe recalcar que los costos varían de año en año, y que el comienzo de las operaciones y mantenimiento está vinculada al comienzo de la operación de la medida de mitigación, y por lo tanto cambia de proyecto en proyecto (p.ej. Mundo Verde Nuevo Relleno Sanitario en 2018).

- **Costes asociados a la construcción e implementación de la medida de mitigación:** para todos los proyectos, se asume que en el primer año del MSM (2016) todo el capital prestado por el BDE (Principal del préstamo del BDE) se invierte directamente en la construcción e implementación de la medida de mitigación.

Con base a estos elementos, la base genérica utilizada para calcular el coste marginal de reducción corresponde a la siguiente formula:

Coste marginal de reducción

$$= \left| \frac{\sum \text{Flujos de salida de caja} - \sum \text{Flujo de entrada de caja}}{\text{Potencial de mitigación}} \right|$$

Para el cálculo concreto, se ha supuesto y utilizado una tasa de interés de 6,5% sobre el préstamo del BDE, se ha supuesto una periodicidad de pago anual y, como se ha descrito antes, un periodo de gracia sobre la inversión inicial de un año.

Cabe señalar que se ha supuesto la no existencia de un valor residual de las inversiones acometidas o costes iniciales incurridos. Además se ha descontado un valor promedio de inflación para los costes de operación y mantenimiento (2%). Por último, se han excluido los costes de transacción tales como los estudios de mercado, redacción de contratos, y en general todos aquellos costes necesarios para la toma de decisión, si no se identifican como tal en la medida.

b) Coste marginal de reducción de los proyectos piloto seleccionados

Aplicando la metodología y los supuestos presentados en la sección anterior, y utilizando los valores de potencial de mitigación del escenario de mitigación “Máximo” (ver

sección 1.2.7.3), se han obtenido los siguientes valores para el coste marginal de reducción de los proyectos piloto seleccionados:

TABLA 57. Coste marginal de reducción de los proyectos piloto⁵⁷

| Proyecto piloto | Potencial de mitigación de GEI (tCO ₂ e) Acumuladas entre 2016 y 2021 | Coste marginal de reducción (USD / tCO ₂ e) Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021 |
|--|--|---|
| SANTO DOMINGO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 242.369 | 3,17 |
| IBARRA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 92.364 | 4,94 |
| MACHALA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 149.031 | 4,62 |
| MUNDO VERDE: NUEVO RELLENO SANITARIO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 104.669 | 8,26 |
| OTAVALO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 37.136 | 7,88 |

Fuente: Los autores, 2015

c) Descripción de las opciones y fijación del precio del incentivo financiero del MSM

Sobre la base de los resultados obtenidos y de la teoría analizada, se han creado seis opciones diferentes para la fijación del precio del incentivo financiero del MSM, como se expone a continuación.

- **Opción 1 - Valor promedio:** se calcula el valor promedio del coste marginal de reducción para los 5 proyectos piloto;

⁵⁷ Nótese que este valor es diferente de lo reportado en la Tabla 45 debido a la explicación que se proporciona en el apartado 3.2.8.4(a) y 3.2.6.3

- **Opción 2 – Valor promedio ponderado:** se calcula el valor promedio del coste marginal de reducción ponderado respecto al potencial de mitigación de los 5 proyectos piloto;
- **Opción 3 – Límite superior por tecnología:** con base a los valores calculados para el MSM, se considera el coste marginal de reducción más alto para la tecnología aplicada en cada sitio;
- **Opción 4 – Fijación arbitraria del precio (precio “administrativo”):** en este caso específico, se fija un valor del precio arbitrario, que se ha elegido sea el del segundo coste marginal de reducción entre los 5 proyectos piloto;
- **Opción 5 – Fijación con base al coste de abatimiento:** se fija un precio de incentivo diferente para cada sitio con base al coste de abatimiento del proyecto;
- **Opción 6 – Fijación con base al coste de abatimiento calculado sobre una determinada expectativa de desempeño y otras condiciones particulares:** se fija un precio de incentivo diferente para cada sitio con base al costo de abatimiento calculado sobre una expectativa de desempeño del 75%, luego sumando 1,50 USD / tCO₂e.

Cabe recalcar que se ha elegido conducir este análisis (y los siguientes) en USD, debido a que los costes asociados a los proyectos están calculados en esta moneda, que es además la oficial del Gobierno del Ecuador. Sin embargo, debido a que el incentivo financiero del MSM está fijado en EUR, para la opción de fijación de precio elegida se proporcionarán los resultados en ambas monedas. Se presenta a continuación un análisis de cada una de las opciones establecidas.

Opción 1 - Valor promedio

La Opción 1 prevé fijar el precio del incentivo financiero en el valor promedio del coste marginal de reducción para los 5 proyectos piloto. Este precio, calculado como promedio de los valores de costes marginales de abatimiento reportados en la Tabla 40 arriba, corresponde a **5,78 USD / tCO₂e**. Un análisis de esta opción de fijación de precio del incentivo financiero respecto a los costes marginales de reducción de los proyectos piloto se reporta en la siguiente tabla.

TABLA 58. Análisis de la Opción 1 respecto a los costes marginales de reducción de los proyectos piloto

| Opción 1 Precio incentivo: 5,78 USD / tCO ₂ e | Coste marginal de reducción (USD / tCO ₂ e) Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021 | Diferencia con Opción 1 (USD / tCO ₂ e) Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021 |
|---|--|--|
| Proyecto piloto | | |
| SANTO DOMINGO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 3,17 | +2,61 |
| IBARRA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 4,94 | +0,81 |
| MACHALA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 4,62 | +1,16 |
| MUNDO VERDE: NUEVO RELLENO SANITARIO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 8,26 | -2,48 |
| OTAVALO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 7,88 | -2,10 |

Fuente: Los autores, 2015

En este caso, el precio de valor promedio de 5,78 USD / tCO₂e implicaría que el incentivo financiero no sería suficiente para cubrir los costes incurridos en la implementación de dos de los cinco proyectos piloto (Mundo Verde y Otavalo), también asumiendo que todas las toneladas reducidas por los dos proyectos sean enteramente cubiertas por el MSM al precio fijado arriba. Esto significa que los proyectos en cuestión deberían buscar una fuente de financiación adicional al incentivo financiero para poder ser rentables y operar hasta el final del periodo de implementación del MSM. Además, cabe recalcar que los proyectos de Santo Domingo, Ibarra y Machala tendrían una diferencia en positivo respecto al precio arbitrario: esto implicaría que, asumiendo que todas las reducciones de CO₂e generadas sean compradas a este precio, estos GADM podrían lograr una ganancia potencial de la implementación de los respectivos proyectos.

Opción 2 - Valor promedio ponderado

La Opción 2 prevé fijar el precio del incentivo financiero en el valor promedio ponderado respecto al potencial de mitigación del coste marginal de reducción para los 5 proyectos piloto. Este precio, calculado como promedio ponderado de los valores de costes marginales de abatimiento reportados en la Tabla 36 arriba, corresponde a **4,91 USD / tCO₂e**. Un análisis de esta opción de fijación de precio del incentivo financiero respecto a los costes marginales de reducción de los proyectos piloto se reporta en la siguiente tabla.

TABLA 59. Análisis de la Opción 2 respecto a los costes marginales de reducción de los proyectos piloto

| Opción 2 Precio incentivo: 4,91 USD / tCO ₂ e | Potencial de mitigación de GEI (tCO ₂ e) Acumuladas entre 2016 y 2021 | Ponderación respecto al potencial de mitigación (%) | Coste marginal de reducción (USD / tCO ₂ e) Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021 | Diferencia con Opción 2 (USD / tCO ₂ e) Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021 |
|---|---|---|--|--|
| SANTO DOMINGO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 242.369 | 39% | 3,17 | +1,74 |
| IBARRA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 92.364 | 15% | 4,94 | -0,06 |
| MACHALA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 149.031 | 24% | 4,62 | +0,29 |
| MUNDO VERDE: NUEVO RELLENO SANITARIO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 104.669 | 17% | 8,26 | -3,35 |
| OTAVALO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 37.136 | 6% | 7,88 | -2,96 |
| Total | 625.569 | 100% | - | - |

Fuente: Los autores, 2015

En este caso, el precio de valor promedio ponderado es de 4,91 USD / tCO_{2e}, más bajo respecto al valor promedio de la Opción 1 debido a que aquellos proyectos que tienen más potencial de mitigación (p.ej. Santo Domingo y Machala) presentan un coste marginal de mitigación relativamente bajo. El valor así calculado pone aún más diferencia para aquellos proyectos piloto con diferencia “negativa”: por lo tanto, aplican los mismos comentarios de la Opción 1. Para Santo Domingo, Ibarra y Machala, la diferencia “positiva” respecto al precio arbitrario se reduce con respecto a la Opción 1. Por otro lado, el precio así fijado implicaría que no sería suficiente para cubrir los costes incurridos en la implementación de tres de los cinco proyectos piloto (Ibarra, Mundo Verde y Otavalo).

Opción 3 - Límite superior por tecnología

La Opción 3 consiste en fijar el precio del incentivo con base al coste marginal de reducción más alto para la tecnología aplicada en cada proyecto piloto. Debido a que los 5 proyectos piloto todos aplican la misma tecnología (captura y quema del biogás), se puede directamente escoger el coste marginal de abatimiento más alto entre aquellos reportados en la Tabla 36 arriba. En este caso, este precio corresponde a **8,26 USD / tCO_{2e}**, es decir el coste de abatimiento del proyecto piloto de Mundo Verde: Nuevo Relleno Sanitario. Un análisis de esta opción de fijación de precio del incentivo financiero respecto a los costes marginales de reducción de los proyectos piloto se reporta en la siguiente tabla.

TABLA 60. Análisis de la Opción 3 respecto a los costes marginales de reducción de los proyectos piloto

| Opción 3 Precio incentivo: 8,26 USD / tCO _{2e} | Coste marginal de reducción (USD / tCO _{2e}) | Diferencia con Opción 3 (USD / tCO _{2e}) |
|--|--|--|
| Proyecto piloto | Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021 | Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021 |
| SANTO DOMINGO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 3,17 | +5,09 |

| Opción 3 Precio incentivo: 8,26 USD / tCO ₂ e | Coste marginal de reducción (USD / tCO ₂ e) | Diferencia con Opción 3 (USD / tCO ₂ e) |
|---|--|--|
| Proyecto piloto | Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021 | Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021 |
| IBARRA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 4,94 | +3,29 |
| MACHALA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 4,62 | +3,64 |
| MUNDO VERDE: NUEVO RELLENO SANITARIO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 8,26 | +0,00 |
| OTAVALO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 7,88 | +0,39 |

Fuente: Los autores, 2015

En este caso, la diferencia para cada proyecto sería positiva, es decir que, si los proyectos piloto reducen como esperado, los GADM podrían lograr una ganancia potencial de la implementación de los respectivos proyectos, a excepción del proyecto de Mundo Verde que en este caso lograría al final del periodo de implementación del MSM el punto de equilibrio financiero (*break-even*), asumiendo que el MSM pague el precio indicado para todas las reducciones de CO₂e generadas hasta el final del MSM. Cabe recalcar que la diferencia es positiva para los proyectos piloto de Santo Domingo, Ibarra y Machala es muy significativa.

Opción 4 – Fijación arbitraria del precio

La Opción 4 consiste en fijar el precio del incentivo con un valor del precio arbitrario, es decir un precio “administrativo” para el MSM. En este caso específico, se ha elegido fijarlo al segundo coste marginal de reducción

más alto entre los 5 proyectos piloto, debido a que esto permite teóricamente de mantenerse aún adentro de los límites financieros del MSM pero al mismo tiempo no sería el más alto para la tecnología considerada. En particular, se ha elegido fijar el valor con base al coste marginal de reducción del proyecto piloto de Otavalo, es decir **7,88 USD / tCO₂e**. Suponiendo que los proyectos piloto logran reducir 500.000 tCO₂e hasta el final de la implementación del MSM, a este precio de incentivo el MSM habría desembolsado 3.937.828 USD, correspondientes a 3.740.936 EUR⁵⁸, valor que se quedaría adentro de los límites de 4 M EUR del MSM.

Un análisis esta opción de fijación de precio del incentivo financiero respecto a los costes marginales de reducción de los proyectos piloto se reporta en la siguiente tabla.

TABLA 61. Análisis de la Opción 4 respecto a los costes marginales de reducción de los proyectos piloto

| Opción 4 Precio incentivo: 7,88 USD / tCO ₂ e | Coste marginal de reducción (USD / tCO ₂ e) | Diferencia con Opción 4 (USD / tCO ₂ e) |
|--|--|--|
| Proyecto piloto | <i>Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021</i> | <i>Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021</i> |
| SANTO DOMINGO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 3,17 | +4,71 |
| IBARRA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 4,94 | +2,91 |
| MACHALA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 4,62 | +3,25 |
| MUNDO VERDE: NUEVO RELLENO SANITARIO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 8,26 | -0,39 |
| OTAVALO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 7,88 | +0,00 |

Fuente: Los autores, 2015

⁵⁸ Aplicando una tasa de cambio conservadora de 0,95 USD / EUR, correspondiente al valor más alto de cambio entre las dos monedas en los últimos dos años desde el momento de redactar este informe (ver: <http://www.xe.com/currencycharts/?from=USD&to=EUR&view=2Y> - último acceso: 30.04.2015)

Con este precio del incentivo, se delinea una situación parecida a la Opción 3: tres proyectos tienen una diferencia positiva relevante (Santo Domingo, Ibarra y Machala), un proyecto (Otavalo) lograría al final del periodo de implementación del MSM el punto de equilibrio financiero (*break-even*), mientras el proyecto Mundo Verde debería buscar una fuente de financiación adicional al incentivo financiero para poder ser rentable y operar hasta el final del periodo de implementación del MSM.

Opción 5 – Fijación con base al coste de abatimiento

La Opción 5 consiste en fijar un precio de incentivo diferente para cada sitio con base al relativo coste de abatimiento del proyecto. Aplicada directamente, esta opción garantizaría que cada proyecto llegaría al punto de equilibrio financiero (*break-even*) al final del MSM, suponiendo que el proyecto logre reducir todas las emisiones estimadas. Tras consulta con CAF, para el análisis de esta opción se ha elegido asignar un factor de incentivo al desempeño del 30%, para incentivar los GADM y Mancomunidades: si los proyectos logran el monto de reducciones esperado, pueden recibir ingresos adicionales. Además, el factor de incentivo al desempeño permite a los participantes recuperar todos sus costos, incluso si no logran reducir el monto esperado.

Bajo estos supuestos, se han calculado los costes marginales de abatimiento para cada proyecto piloto, teniendo en cuenta el factor de incentivo al desempeño, y se ha efectuado el análisis que se reporta a continuación.

TABLA 62. Análisis de la Opción 5 respecto a los costes marginales de reducción de los proyectos piloto

| Opción 5 Precio incentivo: varía de proyecto en proyecto | Coste marginal de reducción (USD / tCO ₂ e) | Coste marginal de reducción Opción 5 (USD / tCO ₂ e) | Diferencia con Opción 5 (USD / tCO ₂ e) |
|--|--|---|---|
| Factor de incentivo al desempeño: 30% | <i>Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021</i> | <i>Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021</i> | <i>Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021</i> |
| Proyecto piloto | | | |
| SANTO DOMINGO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 3,17 | 4,12 | +0,95 |

| Opción 5 Precio incentivo: varía de proyecto en proyecto | Coste marginal de reducción (USD / tCO ₂ e) | Coste marginal de reducción Opción 5 (USD / tCO ₂ e) | Diferencia con Opción 5 (USD / tCO ₂ e) |
|---|--|---|--|
| Factor de incentivo al desempeño: 30% | <i>Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021</i> | <i>Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021</i> | <i>Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021</i> |
| Proyecto piloto | | | |
| IBARRA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 4,94 | 6,46 | +1,49 |
| MACHALA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 4,62 | 6,01 | +1,39 |
| MUNDO VERDE: NUEVO RELLENO SANITARIO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 8,26 | 10,74 | +2,48 |
| OTAVALO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 7,88 | 10,24 | +2,36 |

Fuente: Los autores, 2015

Con este precio del incentivo, se delinea una situación en la que ningún participante perdería dinero, y aún el desembolso del incentivo hasta el final del MSM se mantendría adentro de los límites prefijados. Asumiendo que se reduzcan 500.000 tCO₂e, el desembolso total del incentivo sería de 3.993.576 USD, correspondientes a 3.793.897 EUR⁵⁹. Sin embargo, cabe recalcar que esta opción favorece aquellos sitios que tiene un coste marginal de reducción más alto (ver p.ej. la diferencia de los costes marginales de reducción para los proyectos de Mundo Verde y Otavalo), mientras aquellos que tienen un coste marginal de reducción relativamente bajo están menos favorecidos (ver p.ej. Santo Domingo).

⁵⁹ Aplicando una tasa de cambio conservadora de 0,95 USD / EUR, correspondiente al valor más alto de cambio entre las dos monedas en los últimos dos años desde el momento de redactar este informe (ver: <http://www.xe.com/currencycharts/?from=USD&to=EUR&view=2Y> – último acceso: 30.04.2015)

Opción 6 – Fijación con base al coste de abatimiento calculado sobre una determinada expectativa de desempeño y otras condiciones particulares

La Opción 6 prevé que se fije un precio de incentivo diferente para cada sitio con base al relativo coste de abatimiento del proyecto calculado sobre una expectativa conservadora de desempeño del proyecto en términos de reducciones de emisiones del 75% y luego sumando al precio así calculado un incentivo al desempeño fijado a 1,50 USD / tCO₂e. De esta manera se asegura que si los proyectos logran el monto de reducciones esperado, pueden lograr una ganancia potencial. Además, el factor de incentivo al desempeño permite a los participantes recuperar todos sus costos, incluso si no logran reducir el monto de CO₂e esperado.

Bajo estos supuestos, se han calculado los costes marginales de abatimiento para cada proyecto piloto y se ha efectuado el análisis que se reporta a continuación.

TABLA 63. Análisis de la Opción 6 respecto a los costes marginales de reducción de los proyectos piloto

| Opción 6 Precio incentivo: varia de proyecto en proyecto | Coste marginal de reducción (USD / tCO ₂ e) | Coste marginal de reducción Opción 6 (USD / tCO ₂ e) | Diferencia con Opción 6 (USD / tCO ₂ e) |
|--|---|---|---|
| Expectativa de desempeño de reducción de CO ₂ e: 75% | <i>Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021</i> | <i>Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021</i> | <i>Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021</i> |
| Incentivo al desempeño: 1,50 USD/tCO ₂ e | | | |
| Proyecto piloto | | | |
| SANTO DOMINGO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 3,17 | 5,72 | +2,55 |
| IBARRA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 4,94 | 8,12 | +3,15 |
| MACHALA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 4,62 | 7,66 | +3,04 |

| Opción 6 Precio incentivo: varia de proyecto en proyecto | Coste marginal de reducción (USD / tCO ₂ e) | Coste marginal de reducción Opción 6 (USD / tCO ₂ e) | Diferencia con Opción 6 (USD / tCO ₂ e) |
|---|--|---|--|
| Expectativa de desempeño de reducción de CO ₂ e: 75% | <i>Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021</i> | <i>Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021</i> | <i>Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2021</i> |
| Incentivo al desempeño: 1,50 USD/tCO ₂ e | | | |
| Proyecto piloto | | | |
| MUNDO VERDE: NUEVO RELLENO SANITARIO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 8,26 | 12,51 | +4,25 |
| OTAVALO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 7,88 | 12,00 | +4,12 |

Fuente: Los autores, 2015

Con este precio del incentivo, se delinea una situación en la que ningún participante perdería dinero, y aún el desembolso del incentivo hasta el final del MSM se mantendría dentro de los límites prefijados. Asumiendo que se reduzcan 500.000 tCO₂e, el desembolso total del incentivo sería de 4.027.464 USD, correspondientes a 3.826.091 EUR⁶⁰. Además cabe recalcar que, respecto a la Opción 5, esta opción es más igualitaria para los GADM, independientemente de su coste marginal de reducción (ver la diferencia con la Opción 6 en la Tabla 46). Por último, esta opción permite que, si los proyectos logran el monto de reducciones esperado, los GADM puedan recibir ingresos adicionales. Además, el factor de incentivo al desempeño permite a los participantes recuperar todos sus costos, incluso si no logran reducir el monto esperado.

Con base a las consideraciones expuestas, tras discusión con las partes interesadas, **se recomienda fijar el precio del incentivo con la Opción 6**. De hecho, de esta manera ninguno de los proyectos piloto debería buscar financiación

⁶⁰ Aplicando una tasa de cambio conservadora de 0,95 USD / EUR, correspondiente al valor más alto de cambio entre las dos monedas en los últimos dos años desde el momento de redactar este informe (ver: <http://www.xe.com/currencycharts/?from=USD&to=EUR&view=2Y> – último acceso: 30.04.2015)

externa para operar hasta 2021, representa una elección igualitaria hacia los participantes, y permite maximizar el rendimiento de los proyectos adentro del MSM.

d) Diseño del incentivo financiero, desembolso y límites de transacciones

El precio del incentivo financiero ha sido entonces calculado a través de la Opción 6, que consiste en fijar un precio de incentivo diferente para cada sitio con base al coste de abatimiento del proyecto, calculado sobre una expectativa conservadora de desempeño del proyecto en términos de reducciones de emisiones del 75% sumando luego al precio así calculado un incentivo al desempeño fijado en 1,50 USD / tCO₂e. Es razonable calcular el precio del incentivo teniendo en cuenta un desempeño menor respecto al escenario de mitigación máximo, porque de esta manera los proyectos tendrán más facilidad en recuperar sus gastos con un desempeño más “real”. Por otro lado, el incentivo al desempeño de 1,50 USD / tCO₂e es adicional, y sirve para incentivar una buena gestión y operación de los proyectos. Esto se traduce en un incentivo financiero mayor para los proyectos con mayor potencial de reducción, y al mismo tiempo apoya la meta del MSM hacia el logro de las 500.000 tCO₂e reducidas.

De acuerdo a la Tabla 63 de la sección anterior, esto lleva a las siguientes recomendaciones de precios de incentivo para cada proyecto piloto:

TABLA 64. Recomendación de los precios del incentivo financiero del MSM

| Expectativa de desempeño de reducción de CO₂e: 75% Incentivo al desempeño: 1,50 USD/tCO₂e | Precio del incentivo financiero del MSM por proyecto piloto (USD / tCO₂e) |
|--|---|
| Proyecto piloto | |
| SANTO DOMINGO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 5,72 |
| IBARRA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 8,12 |

**Expectativa de desempeño
de reducción de CO₂e: 75%**
Incentivo al desempeño:
1,50 USD/tCO₂e

**Precio del incentivo
financiero del MSM
por proyecto piloto**
(USD / tCO₂e)

Proyecto piloto

| | |
|---|-------|
| MACHALA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 7,66 |
| MUNDO VERDE: NUEVO RELLENO SANITARIO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 12,51 |
| OTAVALO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 12,00 |

Fuente: Los autores, 2015

Es importante anotar que en este cálculo del precio del incentivo se está asumiendo de manera conservadora que el desempeño de los proyectos piloto en términos de reducciones de emisiones será el 75% respecto al escenario de mitigación “máximo”. Sin embargo, como presentado en la sección 3.2.7.3, se considera razonable un desempeño de los proyectos piloto alrededor del 80% del escenario de mitigación máximo, situación que se denomina como “escenario de mitigación “conservador”⁶¹. Por lo tanto, los flujos de caja y la evaluación financiera del incentivo se basarán sobre el supuesto del escenario de mitigación conservador. El resultado en términos de mitigación para todo el MSM de manera global está ilustrado en la siguiente tabla.

⁶¹ Técnicamente el valor exacto debería ser del 80,90%, que redondeado corresponde a 81%. A efectos de simplificación y debido a la incertidumbre asociada a los supuestos tras los cálculos del valor, se prefiere utilizar el valor más conservador de 80%.

TABLA 65. Potencial de mitigación para los proyectos piloto bajo los supuestos tomados para el desarrollo del incentivo financiero del MSM

| Potencial de mitigación de GEI Escenario de mitigación "conservador" (tCO ₂ e) | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | Total |
|---|-------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| SANTO DOMINGO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 0 | 26.076 | 33.698 | 39.453 | 44.824 | 49.844 | 193.896 |
| IBARRA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 0 | 11.470 | 12.887 | 15.071 | 16.517 | 17.947 | 73.891 |
| MACHALA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 6.461 | 18.365 | 20.534 | 22.624 | 24.643 | 26.598 | 119.225 |
| MUNDO VERDE: NUEVO RELLENO SANITARIO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 0 | 0 | 4.124 | 14.094 | 28.241 | 37.277 | 83.735 |
| OTAVALO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 0 | 5.182 | 5.519 | 5.941 | 6.342 | 6.725 | 29.709 |
| TOTAL | 6.461 | 61.092 | 76.762 | 97.183 | 120.568 | 138.390 | 500.456 |

Fuente: Los autores, 2015

El resultado de este análisis muestra que bajo los supuestos considerados para el desarrollo del incentivo financiero del MSM se podría lograr la meta del MSM de reducir 500.000 tCO₂e hasta el final de la implementación del mismo. Sin embargo, cabe recalcar que aplican los mismos comentarios expuestos en el desarrollo del escenario de mitigación conservador (ver pg. 248).

Con estos supuestos se ha efectuado un análisis extenso sobre el impacto del incentivo financiero, así definido sobre los flujos de caja de los proyectos piloto. En este punto del análisis, el valor del desembolso del incentivo está relacionado exclusivamente a la reducción de emisiones de cada año, sin tomar todavía en cuenta otros elementos, como por ejemplo el componente *ex-ante* (ver más abajo). Los resultados de este análisis se muestran en la siguiente tabla.

TABLA 66. Modelo de desembolso del incentivo financiero exclusivamente con base a la reducción anual de CO₂e

| Desembolso incentivo (USD) | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | Total |
|---|------|------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| SANTO DOMINGO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | \$ - | \$ - | \$ 149.214 | \$ 192.832 | \$ 225.764 | \$ 256.499 | \$ 285.220 | \$ 1.109.529 |
| IBARRA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | \$ - | \$ - | \$ 93.155 | \$ 104.662 | \$ 122.398 | \$ 134.143 | \$ 145.757 | \$ 600.115 |
| MACHALA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | \$ - | \$ - | \$ 190.192 | \$ 157.315 | \$ 173.328 | \$ 188.796 | \$ 203.771 | \$ 913.402 |
| MUNDO VERDE - NUEVO RELLENO SANITARIO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 51.606 | \$ 176.378 | \$ 353.414 | \$ 466.490 | \$ 1.047.887 |

| Desembolso incentivo (USD) | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | Total |
|---|------|------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|
| OTAVALO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | \$ - | \$ - | \$ 62.188 | \$ 66.230 | \$ 71.293 | \$ 76.113 | \$ 80.708 | \$ 356.532 |
| Total | \$ - | \$ - | \$ 494.749 | \$ 572.644 | \$ 769.161 | \$ 1.008.965 | \$ 1.181.945 | \$ 4.027.464 |

Fuente: Los autores, 2015

De la tabla anterior es importante anotar que el monto total del incentivo financiero desembolsado para reducir las 500.456 tCO₂e esperadas hasta 2021 es de 4.027.464 USD, correspondiente a 3.826.091 EUR⁶². Esto significa que, bajo las condiciones expuestas y los supuestos considerados, sería posible lograr la meta del MSM de reducir 500.000 tCO₂e hasta 2021, con un incentivo de 4 millones de EUR a través de la implementación de 5 proyectos piloto.

Además, el precio del incentivo financiero ha sido fijado tomando en cuenta un desempeño del 75%, mientras el desempeño más “realista” y esperado es alrededor del 80%, como expuesto arriba. Esto significa que, si los proyectos piloto mantienen el desempeño esperado (80% del escenario de mitigación máximo), podrían potencialmente llegar a una ganancia financiera lograda gracias a la diferencia entre los dos desempeños y al incentivo “adicional” de 1,50 USD / tCO₂e. Las ganancias potenciales máximas por cada proyecto piloto han sido calculadas y están reportadas en la siguiente tabla.

62 Aplicando una tasa de cambio conservadora de 0,95 USD / EUR, correspondiente al valor más alto de cambio entre las dos monedas en los últimos dos años desde el momento de redactar este informe (ver: <http://www.xe.com/currencycharts/?from=USD&to=EUR&view=2Y> – último acceso: 30.04.2015)

**TABLA 67. Ganancia potencial de los proyectos piloto
en caso de desempeño alienado al escenario conservador**

| Proyecto piloto | Ganancia Potencial (USD) Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2022 |
|---|--|
| SANTO DOMINGO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 342.011 |
| IBARRA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 141.417 |
| MACHALA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 224.748 |
| MUNDO VERDE: NUEVO RELLENO SANITARIO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 183.245 |
| OTAVALO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 64.061 |
| TOTAL | 955.482 |

Fuente: Los autores, 2015

En términos del diseño del incentivo financiero, a fin de diseñarlo de manera atractiva para los GADM y la Mancomunidad es aconsejable desembolsar un componente del incentivo financiero de manera *ex-ante*, es decir antes de la materialización de las reducciones de CO₂e, únicamente cuando el GADM / Mancomunidad demuestre la correcta implementación del proyecto. De hecho, este asunto fue un tema recurrente en muchas conversaciones con las partes interesadas y a lo largo del taller de la Misión 2 del Presente proyecto (durante el taller representantes de los GADM expresaron la necesidad de incluir un componente *ex-ante* en el incentivo financiero).

Por lo tanto, se ha decidido diseñar el incentivo de manera que se incluya un componente *ex-ante* compuesto de los siguientes elementos:

- **Primer año de operación del proyecto:** el componente *ex-ante* desembolsado equivale a **1 año de O&M + 1 año de interés del préstamo del BDE;**
- **Segundo año de operación del proyecto:** el componente *ex-ante* desembolsado equivale a **1 año de O&M.** La entrega de este componente *ex-ante* se realizará siempre y cuando el GAMD/Mancomunidad demuestre que operó adecuadamente el proyecto durante el primer año y que se alcanzó lograr al menos el 75% del desempeño máximo previsto por el primer año en términos de reducciones de emisiones de GEI.

Se ha decidido utilizar este esquema de desembolso debido a que para todos los proyectos (salvo Mundo Verde, ver más abajo) el desembolso del componente *ex-ante* se efectuará en 2017 (punto 1) y 2018 (punto 2). De esta manera, se supone será más fácil para los GADM poder administrar el presupuesto recibido de año en año, y además se ha decidido entregarlo enteramente antes de 2018, año en el cual habrán lugar las nuevas elecciones a nivel municipales. Para todos los proyectos piloto (a excepción de Mundo Verde), el valor total del componente *ex-ante* (punto 1 + punto 2) será repuesto luego por partes iguales durante los tres últimos años de implementación del MSM, o sea será descontada de los pagos del incentivo en 2020, 2021 y 2022.

El proyecto piloto Mundo Verde Nuevo Relleno Sanitario representa el único caso excepcional, debido a las características del proyecto muy diferentes respecto a los demás. En este caso, al ser la única Mancomunidad en el MSM, y además debido a que se trata de un nuevo relleno sanitario por construir y la fecha de comienzo de las operaciones del proyecto se estiman en 2018, el componente *ex-ante* será desembolsado de toda manera en el primer y segundo año de operación (como para los demás proyectos), pero su reposición será efectuada en un único repago durante el último año del MSM (2022).

En términos de desembolso del incentivo, es necesario establecer una metodología de asignación del incentivo que sea al mismo tiempo **atractiva** para los desarrolladores de los proyectos, **transparente** para los donantes y **justa/igualitaria** para todas las contrapartes participantes en el MSM (GADM/Mancomunidad).

Por ello, se propone que CAF llegue a un acuerdo de compra para la reducción de las emisiones con los GADM / Mancomunidad al precio fijado hasta un determinado valor de emisiones reducidas. Este valor podría ser el valor de emisiones reducidas calculado con base a un desempeño del 80%, de acuerdo al escenario de mitigación “conservador”. A este punto, el incentivo desembolsado será de 4.027.464 USD, correspondiente a 3.826.091 EUR⁶³; por lo tanto se dispondrá de otros 173.909 EUR disponibles para financiar otras reducciones de emisiones. Estos conceptos están ilustrados en la tabla siguiente.

TABLA 68. Resumen del esquema de desembolso del incentivo financiero⁶⁴

| Proyecto piloto | Emisiones reducidas a través del MSM (tCO ₂ e) <i>Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2022</i> | Precio del incentivo financiero (USD / tCO ₂ e) | Total incentivo desembolsado (USD) |
|---|--|--|------------------------------------|
| SANTO DOMINGO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 193.896 | 5,72 | \$ 1.109.529 |
| IBARRA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 73.891 | 8,12 | \$ 600.115 |

⁶³ Aplicando una tasa de cambio conservadora de 0,95 USD / EUR, correspondiente al valor más alto de cambio entre las dos monedas en los últimos dos años desde el momento de redactar este informe (ver: <http://www.xe.com/currencycharts/?from=USD&to=EUR&view=2Y> – último acceso: 30.04.2015)

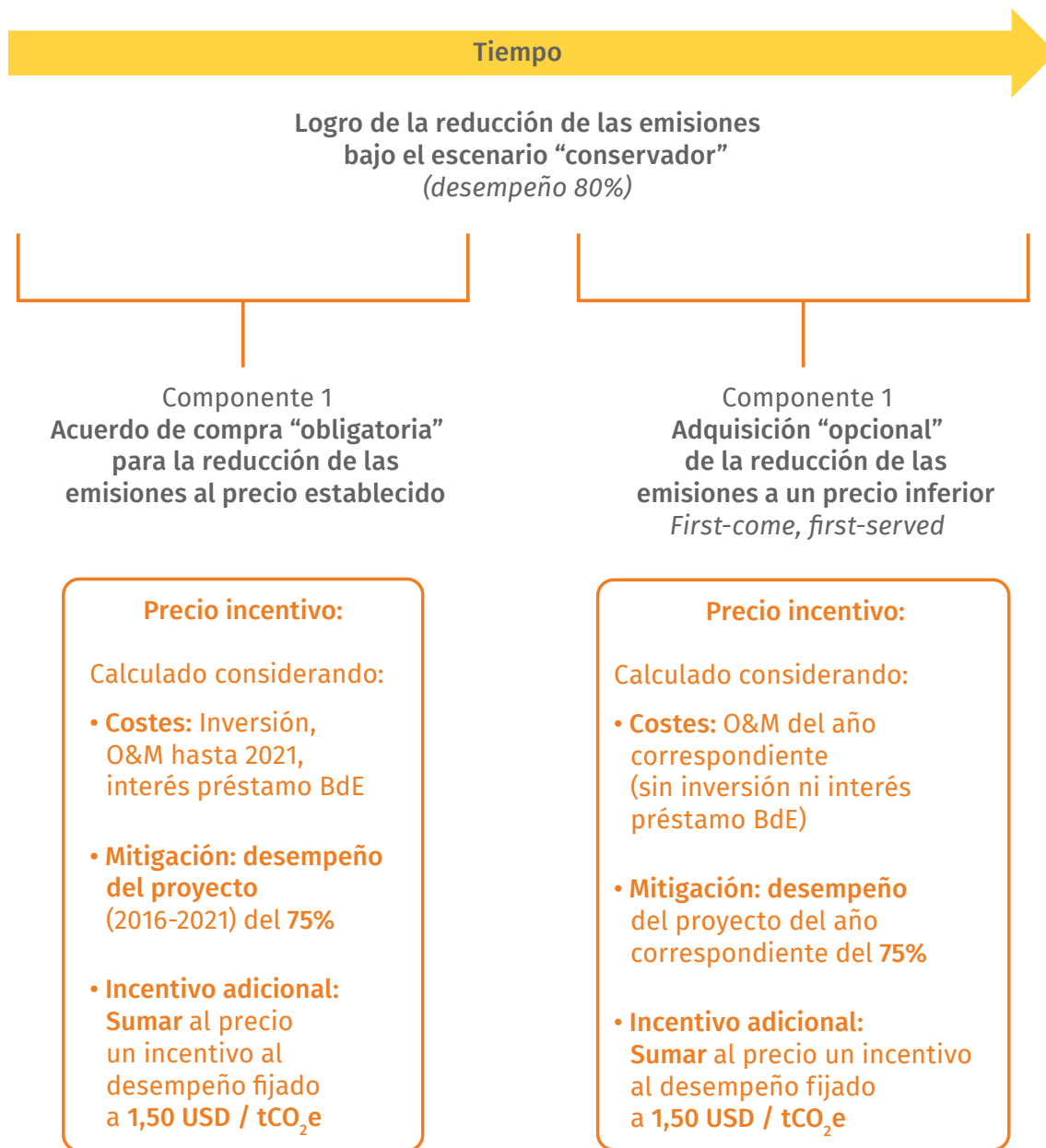
⁶⁴ Aplicando una tasa de cambio conservadora de 0,95 USD / EUR, correspondiente al valor más alto de cambio entre las dos monedas en los últimos dos años desde el momento de redactar este informe (ver: <http://www.xe.com/currencycharts/?from=USD&to=EUR&view=2Y> – último acceso: 30.04.2015)

| Proyecto piloto | Emisiones reducidas a través del MSM (tCO ₂ e) Sobre el horizonte temporal de 2016 y 2022 | Precio del incentivo financiero (USD / tCO ₂ e) | Total incentivo desembolsado (USD) |
|--|---|--|------------------------------------|
| MACHALA Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 119.225 | 7,66 | \$ 913.402 |
| MUNDO VERDE: NUEVO RELLENO SANITARIO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 83.735 | 12,51 | \$ 1.047.887 |
| OTAVALO Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica) | 29.709 | 12,00 | \$ 356.532 |
| TOTAL | 500.456 | | \$ 4.027.464 |
| | | Correspondiente a | EUR 3.826.091 |
| | | Monto MSM restante | EUR 173.909 |

Fuente: Los autores, 2015

Debido a que en este punto el objetivo del MSM ya se habrá conseguido, para maximizar la capitalización de la utilización del monto del MSM restante (173.909 EUR), se sugiere desembolsar el incentivo después de este momento a un precio inferior de lo reportado en la Tabla 46 arriba. Con este propósito, se propone recalcular el valor del incentivo con base al año correspondiente de logro de las emisiones, de manera que esto cubra enteramente los costes de O&M del año correspondiente y se incluya el incentivo al desempeño fijado a 1,50 USD / tCO₂e. El desembolso del incentivo se entregará por orden de llegada (“*first-come first-served basis*”), es decir, se adquirirán las emisiones reducidas con base a quien permite reducirlas lo más temprano posible, hasta que el límite del incentivo financiero (4 millones de EUR) sea alcanzado. Estos conceptos están ilustrados en la siguiente figura.

FIGURA 27: Metodología de desembolso del incentivo financiero del MSM

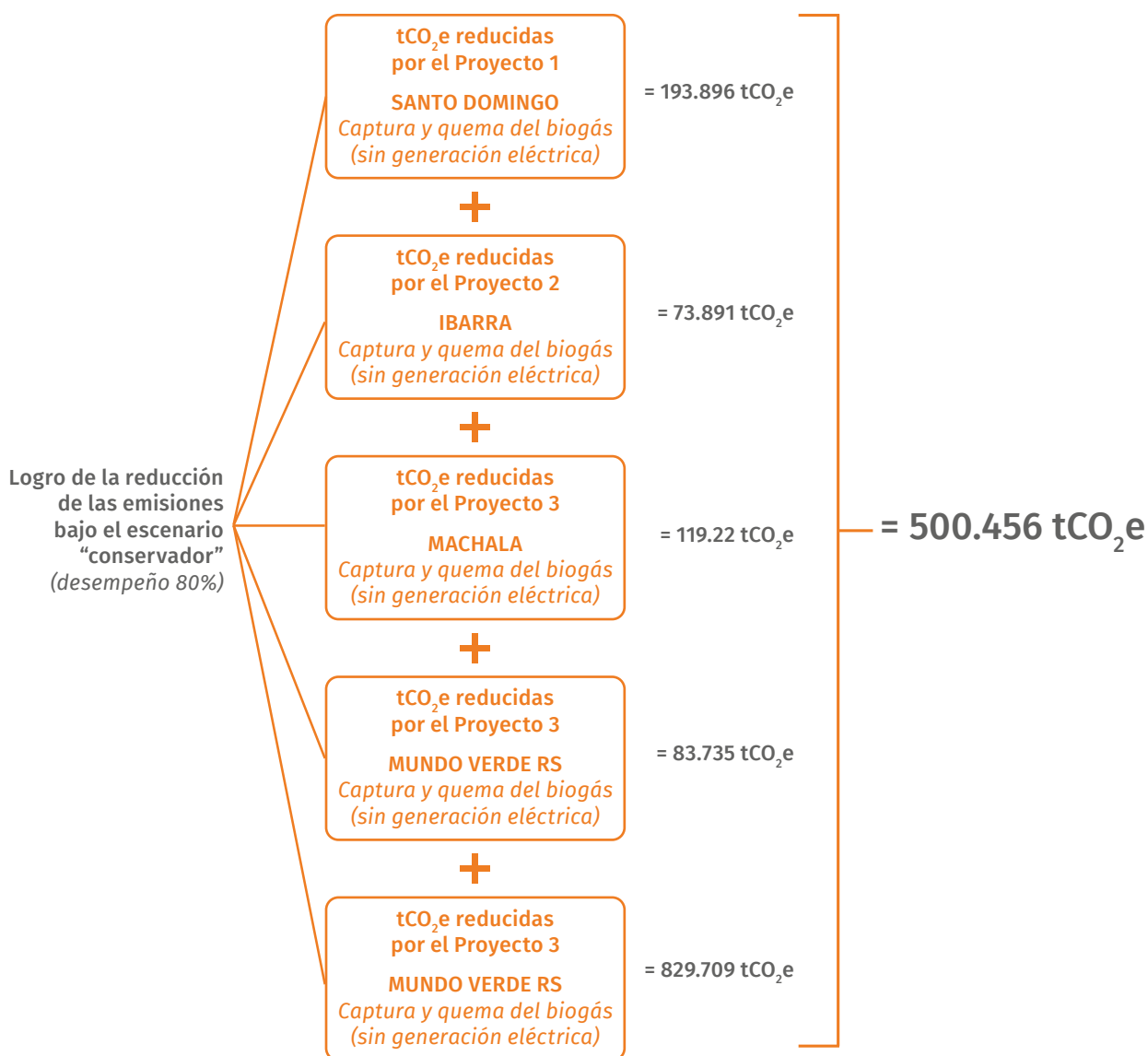


Fuente: Los autores, 2015

La adquisición de las reducciones opcionales sería posible solamente después de que todos los proyectos hayan logrado el monto de reducción previsto bajo el escenario “conservador”, considerando también la posibilidad de desembolsar enteramente el monto del MSM restante (173.909 EUR) de una sola vez. Solamente si un proyecto piloto tiene un desempeño considerablemente por debajo de los valores esperados, entonces CAF podría

adquirir las reducciones “opcionales” (Componente 2) de otro proyecto antes de lo previsto. Por ello, y también para mitigar el riesgo de desempeños por debajo de las expectativas, se recomienda a CAF incluir una cláusula sobre un monto mínimo de reducción a lograr por el proyecto (que podría justamente corresponder al monto de reducción previsto bajo el escenario “conservador”) que si no fuera logrado en los tiempos previstos podría llevar a la disolución del contrato.

FIGURA 28: Ilustración del concepto de logro de la reducción de las emisiones bajo el escenario “conservador” como separador entre el Componente 1 y el Componente 2 del desembolso del incentivo financiero del MSM



Fuente: Los autores, 2015

e) Limitaciones de la metodología propuesta

Cabe señalar que se identifican algunas limitaciones a la metodología aplicada debidas a algunos aspectos adicionales. Primeramente, es importante considerar el tiempo de llegada de los proyectos al punto de *logro de la reducción de las emisiones bajo el escenario “conservador”*: si se asume que el escenario conservador es correcto (desempeño de los proyectos al 80%), los proyectos piloto llegarán a este punto solamente al final del MSM. Por ello, sería recomendable hacer un seguimiento exhaustivo de los proyectos porque si hubiera retrasos relevantes en los plazos de implementación de los mismos, el objetivo de mitigación del MSM (500.000 tCO₂e hasta 2021) se podría ver comprometido.

Además, cabe señalar que la información recibida por el BDE indica que existen retos al endeudamiento en algunos casos. La metodología seguida supone que estas barreras de tipo financiero puedan ser superadas antes del comienzo de la implementación del MSM.

f) Otros elementos de diseño del Incentivo Financiero

Con base a las consideraciones expuestas en los apartados anteriores, se han definido otros elementos del diseño del incentivo financiero del MSM en el Sector de Residuos Sólidos del Ecuador, que se presentan en la siguiente tabla.

TABLA 69. Principales elementos de diseño del Incentivo Financiero bajo el MSM

Elementos de diseño del Incentivo Financiero bajo el MSM

Contraparte

GADM y / o Mancomunidades, cuyos proyectos piloto han sido priorizados a través de un proceso de priorización. Los proyectos piloto seleccionados son los siguientes:

- Santo Domingo: Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica)
 - Ibarra: Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica)
 - Machala: Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica)
 - Mundo Verde – Nuevo Relleno Sanitario: Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica)
 - Otavalo: Captura y quema del biogás (sin generación eléctrica)
-

Resultado: Reducción de CO₂e en el sector

Cantidad – Objetivo global: 500.000 tCO₂e reducidas entre 2016 y 2021 a través de 5 proyectos piloto

Desembolso del incentivo

El incentivo financiero prevé un componente de adquisición (o compra) “obligatoria” de las reducciones de las emisiones hasta el logro de la reducción de las emisiones bajo el escenario “conservador” de cada proyecto. Más allá de este punto se establece un componente de compra “opcional” de la reducciones, con el incentivo desembolsado por orden de llegada (“first-come first-served basis”) hasta que el límite del incentivo financiero (4 millones de EUR) sea alcanzado. El precio del incentivo debería ser recalculado para considerando solamente el coste de O&M. La adquisición de las reducciones opcionales será posible solamente después de que todos los proyectos hayan llegado a lograr la reducción de sus emisiones bajo el escenario “conservador”.

Fijación del precio del incentivo

El precio del incentivo financiero ha sido fijado calculando un precio de incentivo diferente para cada sitio con base al relativo coste de abatimiento del proyecto, estimado sobre una expectativa conservadora de desempeño del 75% del proyecto en términos de reducciones de emisiones y luego sumando al precio calculado un incentivo al desempeño fijado a 1,50 USD / tCO₂e.

Vínculos contractuales

Acuerdo sobre pagos futuros. Este método permite tener más garantías por ambas partes (CAF y la contraparte). El contrato debería prever un componente de compra “obligatoria” de las reducciones por parte de CAF hasta llegar a las 500.000 tCO₂e, y otro componente de compra “opcional” a un precio más bajo utilizando el monto del incentivo del MSM restante. El contrato debería también prever una cláusula en caso de desempeño por debajo de las expectativas.

Componente ex-ante

Debido a las solicitudes de los GADM y Mancomunidades en tener un componente ex-ante, se sugiere considerar desembolsar dicho componente de manera que sea proporcional al riesgo que conlleva el proyecto. El componente ex-ante diseñado para el mecanismo sectorial de mitigación está compuesto de los siguientes elementos:

- Primer año de operación del proyecto: el componente ex-ante desembolsado equivale a 1 año de O&M + 1 año de interés del préstamo del BDE;
 - Segundo año de operación del proyecto: el componente ex-ante desembolsado equivale a 1 año de O&M. La entrega de este componente ex-ante se realizará siempre y cuando el GADM/Mancomunidad demuestre que operó adecuadamente el proyecto durante el primer año y que se logró al menos el 75% del desempeño máximo previsto por el primer año en términos de reducciones de emisiones de GEI.
-

Distribución de riesgos

Elegir más de 5 proyectos piloto para asegurar el alcance de la meta global del MSM. Se aconseja considerar en su cartera 10/11 proyectos piloto para distribuir los riesgos de fallo de un proyecto sobre la totalidad. El procedimiento sugerido es lanzar los 5 proyectos más prometedores priorizados a través del proceso de selección, y en caso de rendimiento por debajo de las expectativas seleccionar otros entre los restantes.

Combinación con otros mecanismos de mitigación / fuentes de financiamiento

Debido a la naturaleza del MSM, los GADM y las Mancomunidades deben acceder a una línea de crédito del BDE para ser incluidos en el mecanismo. Este crédito se completará con el incentivo financiero. En términos de participación a otros mecanismos de mitigación, los proyectos pueden acceder a otros mecanismos en paralelo, considerando que las reducciones logradas a través del MSM no pueden ser vendidas como *offsets* y únicamente pueden ser vendidas y compradas a través del MSM. Por lo tanto, en caso que el desempeño de un proyecto sea superior a las expectativas y entonces disponga de reducciones de emisiones excedentes a las previstas por el MSM, el proyecto puede aplicar el balance de reducciones a otros mecanismos de manera independiente (sin el apoyo del MSM). Además, está permitido a los desarrolladores de los proyectos combinar diferentes fuentes de financiamiento. Sin embargo, es posible que las tasas de interés aplicables a estos tipos de proyecto no sean particularmente atractivas.

Componente de costes periódicos a considerar

Los costes periódicos considerados son:

- Principal del préstamo del BDE;
 - Interés del préstamo del BDE;
 - Costes de operación y mantenimiento.
-

Componente de ingresos periódicos a considerar

Las medidas de mitigación por ellas mismas no conllevan ingresos periódicos, debido a que no está actualmente prevista la generación de energía.

Fuente: Los autores, 2015

3.2.8.5 Superación de barreras

El incentivo financiero como tal representa una herramienta que puede ayudar a superar algunas barreras, si bien existen otras que no dependen o no pueden ser abordadas mediante la implementación del mecanismo. Es importante resaltar que las barreras presentadas en el apartado son referidas a la implementación del propio mecanismo, no de los

proyectos piloto. De igual modo en el apartado 5.4. se presentan los riesgos a los que se enfrenta cada proyecto piloto, sin embargo, estos riesgos van asociados al hecho de pertenecer al mecanismo y, por ende, implementar un proyecto de mitigación de GEI.

El mecanismo ha de verse como el elemento que permite la implementación de los proyectos desde un inicio, puesto que sin él, los GADM o Mancomunidades, incluso aquellos que disponen de capacidad de endeudamiento, no hubieran implementado por los proyectos. El mecanismo representa, pues, el origen motriz de estos proyectos ya que permite superar la barrera primigenia para llevarlos a cabo, es decir, la financiación de cada proyecto.

Él mecanismo, en conclusión, debe verse como la herramienta que permite superar la principal barrera a la que se enfrentan los proyectos de mitigación de GEI, que es la financiación de las acciones de mitigación.

3.2.9 ESTRUCTURA INSTITUCIONAL Y DE GOBERNANZA NECESARIAS

3.2.9.1 Identificación de los socios potenciales

A fin de identificar todos los socios potenciales involucrados en el MSM, se proporciona a continuación una visión de conjunto del modelo del mecanismo sectorial de mitigación:

- 1. La **Unión Europea (UE)**, a través del **Fondo de Inversión para América Latina (LAIF)**, proporciona a **CAF y KfW** un fondo de asistencia cuyo monto total asciende a 10 millones de EUR (**5 millones de EUR para cada uno de los 2 mecanismos sectoriales de mitigación a implementar**). El primero de estos mecanismos sectoriales de mitigación es el presente Proyecto en el sector residuos sólidos de Ecuador.
- 2. El fondo de cada mecanismo se divide en:

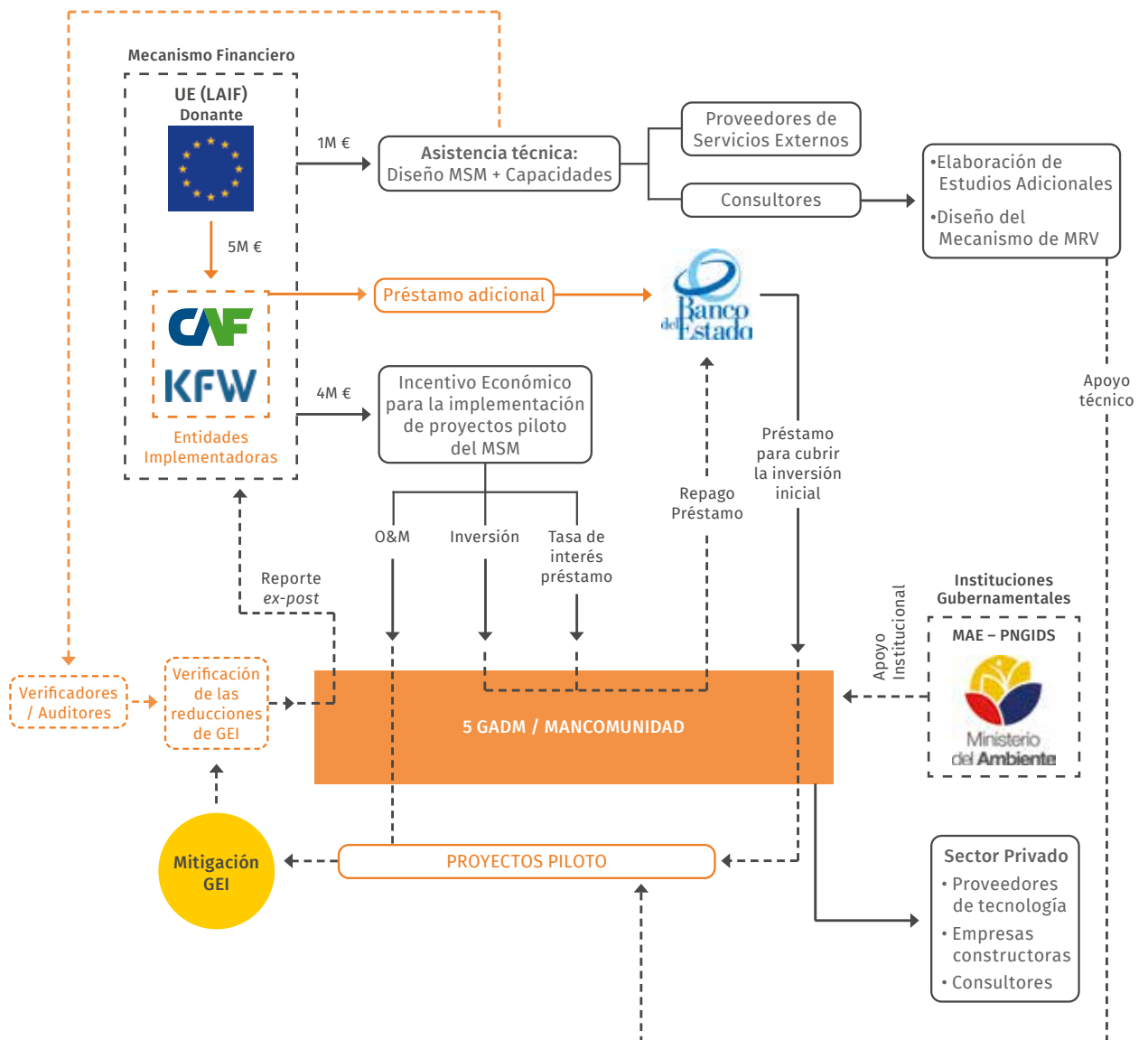
- Asistencia técnica de hasta 1 millón de EUR que se utiliza para: i) el diseño del mecanismo sectorial de mitigación, ii) la elaboración de estudios adicionales, iii) el diseño del mecanismo de MRV y iv) el monitoreo y verificación de las emisiones (sobre todo el periodo de duración del mecanismo).
- Incentivos económicos de hasta 4 millones de EUR para la implementación de proyectos piloto: otorgación de incentivos *ex-post* a los proyectos implementados basados en la cantidad de GEI mitigadas.
- **3. CAF** otorgó un préstamo al BDE para permitir que el BDE a su vez realice préstamos a los **GADM y Mancomunidades** de los sitios de disposición seleccionados para cubrir los costos de la inversión inicial necesitada para la implementación de los proyectos.
- **4. El sector privado** (p.ej. proveedores de tecnologías, empresas constructoras, consultores) está involucrado en la implementación de los proyectos. Estas empresas, cada una en su propio campo, proporcionan servicios a los sitios de disposición para la implementación y buen funcionamiento de los proyectos piloto preseleccionados.
- **5. Ministerio del Ambiente (MAE) y del Programa Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (PNGIDS):** apoyo institucional a los **GADM o Mancomunidades**, por ejemplo en términos de obtención de las licencias ambientales en tiempos útiles para los proyectos, así como seguimiento continuo para asegurar el éxito de los mismos. Estas instituciones se apoyarán en los trabajos realizados en el marco de este proyecto para conocer qué apoyo requieren los emplazamientos.
- **6. Los GADM y Mancomunidades**, mediante la implementación de los proyectos piloto reducen sus emisiones de GEI a la atmósfera. La efectiva reducción de GEI debería ser verificada por una tercera parte independiente, mediante los servicios de un **verificador / auditor externo** (estos servicios quedan englobados dentro del millón de euros destinado a asistencia técnica del mecanismo). A través de este

proceso, se entregará reporte de verificación de la reducción de GEI al **GADM o Mancomunidad** y este a su vez lo entrega a **CAF**, dando parte al mismo tiempo a las instituciones gubernamentales (MAE y PNGIDS).

- **7. CAF**, en coordinación con KfW y con base a estas verificaciones y a la cantidad de GEI mitigada, entrega el incentivo *ex-post* mencionado a los **GADM y Mancomunidades**, que comunican a las instituciones gubernamentales los logros obtenidos y las cantidades recibidas. Las instituciones gubernamentales, en el procedimiento de monitoreo, reporte y verificación deberán ser las coordinadoras en sí del proceso, deberán implementar un protocolo de monitoreo, reporte y verificación que permita a cualquier verificador tercero comprobar todos los datos relevantes. Deberían establecer una base de datos de monitoreo de las actividades del MSM que contenga todos los datos específicos requeridos definidos en el diseño del sistema MRV para identificar y localizar a cada operador de los sitios de disposición, así como sus actividades realizadas y datos relevantes a la actividad del proyecto, estos parámetros a incluir en la base de datos deberían ser definidos en el diseño del sistema MRV. También deberían elaborar plantillas para realizar reportes de monitoreo, una vez recibidos estos reportes de los sitios pertenecientes al MSM, deberán comprobar la solidez de los datos y cálculos y proporcionarlos al verificador tercero. A través de este incentivo recibido, los **GADM o Mancomunidades**, dependiendo de la cantidad efectiva de GEI reducidos, pueden efectuar el repago parcial o total del préstamo recibido por el **BDE**. Las instituciones gubernamentales deberán seguir prestando apoyo institucional durante todo este proceso a los **GADM o Mancomunidades** mientras el mecanismo esté en funcionamiento a fin de asegurar el desarrollo futuro de los proyectos implementados y de garantizar el alineamiento entre los proyectos piloto y las políticas vigentes y futuras.

Los posibles socios y actores involucrados en el marco del mecanismo sectorial de mitigación y la relación y rol de cada uno pueden resumirse de manera esquemática mediante la siguiente figura.

FIGURA 29: Marco general del MSM y principales partes interesadas



Fuente: Los autores, 2015

Respecto a los posibles actores del sector privado, considerando que en el país existen muy pocas experiencias en proyectos de quema de biogás en sitios de disposición y ninguna en implementación de tecnologías de TMB, se ha identificado posibles socios en diferentes campos como consultoría, construcción y verificadores externos, con ayuda del PNGIDS.

3.2.9.2 Integración del MSM en políticas nacionales

Con el objeto de incorporar en las políticas nacionales el Mecanismo Sectorial de Mitigación se debe considerar:

- Promover a través de la Autoridad Ambiental Nacional que se incorpore en el Plan Nacional de Desarrollo, en el marco del Objetivo “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global”, una política que establezca el fortalecimiento de la gobernanza ambiental para la disminución de gases efecto invernadero en la disposición final de residuos sólidos, a través de la implementación de mecanismos de participación de los gobiernos autónomos descentralizados. Además, se debe promover la cooperación internacional y la coordinación entre los diferentes niveles de gobierno.
- La Autoridad Ambiental Nacional puede actualizar las políticas ambientales nacionales a través de un proceso de depuración y codificación de diferentes instrumentos que contienen políticas nacionales aisladas en materia de cambio climático y gestión de residuos, para sistematizarlas y vincularlas en un instrumento único que establezca directrices en los siguientes ámbitos:
 - Incentivos a los gobiernos autónomos descentralizados que apliquen mecanismos y medidas para reducir gases efecto invernadero en el tratamiento y disposición final de residuos sólidos.
 - Desarrollo de estrategias de cooperación y financiamiento internacional y participación del sector privado con los GADM en la reducción de emisiones GEI en la disposición final de desechos.

3.2.9.3 Consideraciones a incluir en los acuerdos a firmar

En los acuerdos a suscribir se puede estipular:

- Establecer las obligaciones de las partes en relación con el monitoreo, seguimiento y evaluación de la reducción de los GEI.
- La determinación clara de las funciones, obligaciones y responsabilidades en la administración de recursos y consecuentemente las instancias administrativas que realizarán el control respectivo en esta materia.

- Especificar el alcance del apoyo y asesoría de la Autoridad Ambiental Nacional y consecuentemente considerar que la gestión del Mecanismo Sectorial de Mitigación debe observar las políticas y legislación nacional.

3.2.9.4 Estrategia conjunta para la socialización del MSM

A fin de difundir el alcance del MSM, así como para dar a conocer los logros alcanzados gracias al mismo, se hace necesario definir una estrategia de socialización del MSM. Partiendo de ello, se distinguen tres ámbitos para los que una difusión de información sería relevante:

- **Ámbito Internacional:** Con el objetivo de poder encontrar nuevos donantes con los que poder continuar en un futuro la aplicación del mecanismo, se sugiere una estrategia de socialización internacional consistente en la exposición del funcionamiento y logros del mecanismo en las diversas convenciones acerca de cambio climático en los años de operación del proyecto (por ejemplo COP, Carbon Expo, organización de side-events etc.). Esta tarea quedaría a cargo de las instituciones gubernamentales de Ecuador, que deben ser las que decidan si desean poder ampliar el mecanismo con fondos adicionales para no correr el riesgo de una posible parada del proyecto una vez finalizado la acción del mecanismo.
- **Ámbito Nacional:** A fin de poder explicar a la población el beneficio recibido gracias al MSM respecto al desarrollo sostenible, se sugiere que inicialmente, para los sitios preseleccionados, se organicen talleres de difusión en las localidades del GADM o Mancomunidad. El responsable de esta tarea sería el propio GADM. En el caso en que el MSM se ampliara en un futuro a nuevos sitios de disposición, sería recomendable llevar los talleres de los sitios originales a los nuevos emplazamientos a fin de concienciar a la población acerca de las ventajas de la inclusión de un sitio de disposición en el MSM.
- **Socialización de resultados:** Por último, sería conveniente presentar los resultados obtenidos año por año por el MSM de forma pública. Para una difusión de los mismos a nivel nacional o internacional, se recomienda que sea el MAE el que publique estos resultados en un portal web de internet de acceso público y con posibilidad de visualizarlos además en idioma inglés.

Para una difusión a nivel local y regional se sugiere que sea la Municipalidad la que difunda, de la manera que considere mejor (bien con boletines informativos, por correspondencia, etc.), los resultados a la población. Esto permitirá tener un conocimiento a nivel global de las reducciones de GEI logradas gracias al mecanismo.

3.2.9.5 Plan de acción a nivel regulatorio para la introducción del MSM en el marco actual del país

A nivel regulatorio, con el fin de integrar el MSM en el marco actual del país, se sugiere incorporar por parte de la Autoridad Ambiental Nacional en el Texto de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Libro VI, un título sobre el marco institucional y gobernanza que regule las directrices y mecanismos de coordinación y cooperación interinstitucional para la gestión de residuos sólidos, en el que se defina roles generales de los GADM y Mancomunidades, sector privado y cooperación internacional.

Al mismo tiempo, se sugiere desarrollar las regulaciones del sector eléctrico a través del órgano de regulación y control de dicho sector, con el objetivo de establecer incentivos y facilidades para que los GADM individualmente o mancomunados puedan ejecutar proyectos para la generación de energía mediante fuentes no convencionales provenientes de residuos sólidos.

Otra acción a tener en cuenta es normar en cada ordenanza del respectivo gobierno autónomo descentralizado el Mecanismo Sectorial de Mitigación como una alternativa para la captación de los GEI en el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos.

También es necesario estipular en los convenios constitutivos de las mancomunidades municipales para la gestión integral de residuos sólidos el objetivo de generar proyectos dirigidos a la reducción de gases efecto invernadero provenientes de dichos desechos y establecer como uno de los mecanismos para lograr el referido objetivo el Mecanismo Sectorial de Mitigación.

3.2.10 IMPACTOS AMBIENTALES Y DE DESARROLLO SOSTENIBLE

3.2.10.1 Definición de cobeneficios del desarrollo sostenible para el MSM

La implementación del Mecanismo Sectorial de Mitigación conllevará, juntamente con la reducción de la emisión de GEI a la atmosfera, algunos cobeneficios. Estos cobeneficios se enmarcan en el contexto del desarrollo sostenible y debería ser de propio interés para Ecuador asegurar un alto valor de los mismos en el desarrollo e implementación del MSM en el sector de RSD del país. El MSM puede tener un impacto significativo a nivel nacional para un cambio transformacional, para el desarrollo institucional y para el logro de los objetivos nacionales de desarrollo sostenible.

No existe una definición única para los cobeneficios del desarrollo sostenible. El concepto de cobeneficios deriva de la definición de sostenibilidad, que fue por la primera vez definido por las Naciones Unidas en el informe “Nuestro Futuro Común” de 1987, conocido como el Informe Brundtland (del nombre del entonces presidente Gro Harlem Brundtland). En este informe se define el desarrollo sostenible como *“un proceso de transformación en el cual la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y la reforma institucional son compatibles entre sí y aumentan las necesidades de la generación actual sin perjuicio de la capacidad de generaciones futuras para atender a sus propias necesidades”* (Brundtland, 1987). Esta definición está alineada con el enfoque holístico a la base del concepto del desarrollo sostenible, que considera no solamente la dimensión medioambiental, sino también la dimensión social y la dimensión económica. En el contexto de los proyectos de mitigación al cambio climático, los cobeneficios de desarrollo sostenible se refieren a todos aquellos aspectos medioambientales, sociales y económicos, complementarios a la reducción de emisiones de GEI, conllevados por la implementación del proyecto de mitigación.

En el contexto del MSM en el Ecuador, los cobeneficios, que en algunos casos representan los verdaderos

objetivos principales de los proyectos del MSM, derivan generalmente de la propia gestión eficiente de los residuos. Los cobeneficios asociados al cierre de botaderos a cielo abierto o implementación de tecnología pueden ser directos, como la reducción de olores en los sitios de disposición, la reducción de la contaminación del aire o la creación de empleo, y pueden verse como contribuciones para el desarrollo sostenible.

La evaluación de cobeneficios puede seguir herramientas y directrices disponibles públicamente como la herramienta de desarrollo sostenible de MDL (SD Tool)⁶⁵ o “Indicadores de Desarrollo Sostenible: Directrices y Metodologías”⁶⁶ de las Naciones Unidas y deben ser alineados con los indicadores de desarrollo sostenible nacionales.

3.2.10.2 Indicadores de desarrollo sostenible para el MSM

La siguiente tabla proporciona una evaluación de cobeneficios potenciales e indicadores de desarrollo sostenible para el MSM a desarrollar en Ecuador. Los cobeneficios fueron divididos en cuatro amplios criterios: medioambientales, sociales, económicos y otros (institucionales).

TABLA 70. Cobeneficios de desarrollo sostenible conllevados por la implementación del MSM

| Descripción | Importancia Relativa | Probabilidad de ocurrencia | Comentarios |
|--|----------------------|----------------------------|--|
| Medioambientales | | | |
| Mejora de la calidad del aire: La calidad del aire mejorará debido a la reducción de malos olores, reducción de cenizas en el aire, partículas, polvo y ruido. | Alta | Alta | En particular sitios con botaderos a cielo abierto en operación se verán beneficiados. |

⁶⁵ <http://cdm.unfccc.int/DNA/Reference/tools/index.html> (último acceso: 27.04.2015)

⁶⁶ <http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/guidelines.pdf> (último acceso: 27.04.2015)

| Descripción | Importancia Relativa | Probabilidad de ocurrencia | Comentarios |
|---|----------------------|----------------------------|--|
| Mejora de la calidad del agua: Una mejora en la gestión de residuos reducirá el riesgo para la calidad del agua de las comunidades vecinas, ya que mediante una mala gestión existe el riesgo de transmisión de lixiviados a los mantos freáticos. | Media | Media | La probabilidad de ocurrencia es particularmente alta en sitios con botaderos a cielo abierto. Sin embargo, la mayoría de los sitios identificados cuenta ya con rellenos sanitarios cuya tecnología reduce este riesgo. La implementación de proyectos piloto que mejoren la gestión de residuos mejorará la calidad del agua al evitar la transmisión de lixiviados. |
| Sociales | | | |
| Existirá una mejora en las condiciones sanitarias de las comunidades, impactando benéficamente al sector salud y reduciendo la contaminación perjudicial de aire en interiores. | Alta | Alta | Los botaderos a cielo abierto son claros focos de infección y representan un riesgo para las comunidades vecinas. La correcta gestión de residuos contribuirá a una disminución del riesgo de enfermedades y mejorará las condiciones de salud pública. |
| Una mejora en la gestión de residuos involucra el componente educativo, el cual implica acceso a la información y aumento de concientización en la población. | Alta | Media | Se esperaría una difusión del conocimiento relacionado con el MSM entre la ciudadanía, así como promover la concientización de los perjuicios de promover botaderos al aire libre. |
| En general, se busca una mejora en el bienestar de la población, teniendo una mejora en su calidad de vida. | Alta | Alta | El MSM traerá una mejora en las condiciones de trabajo para los que están involucrados en la disposición final de RSD, reducción de la contaminación visual y un aumento en la participación local para prevenir una mala gestión de los residuos. |

| Descripción | Importancia Relativa | Probabilidad de ocurrencia | Comentarios |
|--|----------------------|----------------------------|---|
| Económicos | | | |
| El MSM derivará en generación de empleos a corto y largo plazo. | Alta | Alta | Esto sucederá como parte de los trabajos a realizar durante el diseño e implementación de las actividades de mitigación, como por ejemplo la realización de estudios técnicos de factibilidad. |
| La implementación del MSM traerá oportunidades para el crecimiento económico representado en nuevas inversiones y oportunidades de negocio. | Alta | Alta | Al eliminar focos de infección, se dará lugar a generar mayores oportunidades productivas y de servicio en las comunidades vecinas a los sitios de disposición. |
| Desde un aspecto técnico, el MSM traerá una transferencia de tecnología promoviendo la adaptación de nuevas tecnologías viables para las acciones de mitigación | Alta | Alta | Dentro de este co-beneficio también se encuentra la diseminación local de conocimientos técnicos de las actividades relacionadas con las tecnologías a implementar. |
| Otros | | | |
| La implementación del MSM traerá una mejora en la capacidad institucional para la toma de decisiones en la gestión de residuos, así como también aumento de transparencia y coordinación entre los principales actores de este sector. | Alta | Media | Las acciones de mitigación dentro del MSM, requerirán alinearse a un marco institucional que les permita tener a los diferentes actores una comunicación efectiva. Se espera una división de roles y asignación de responsabilidades, en particular para llevar a cabo el monitoreo y reporte del proyecto. |

Fuente: Los autores, 2015

3.2.11 ANÁLISIS DE POSIBLES BARRERAS DE IMPLEMENTACIÓN

Los procesos de diseño e implementación de un MSM pueden enfrentar barreras de diferentes tipos (p.ej. barreras medio-ambientales, sociales, económicas y regulatorias, infraestructurales, políticas e institucionales, y de conocimiento) a lo largo de todas las fases de su desarrollo. A continuación, se presentan las posibles barreras para la implementación de un MSM en el sector de RSD (Tabla 71).

TABLA 71. Posibles barreras de diseño e implementación para el Mecanismo Sectorial de Mitigación

| Barrera | Descripción de la barrera | Información adicional relevante |
|--|--|---------------------------------|
| Barreras políticas e institucionales | | |
| Posible ineficiencia de la organización institucional para el MSM | Si el diseño del MSM no lleva responsabilidades claras para cada actor involucrado, existe el riesgo que la implementación del mismo no resulte exitosa debido a fallas en términos de tareas y responsabilidades. | - |
| Continuidad de las operaciones del MSM a pesar de un posible cambio de gobierno local/nacional | En caso de posibles cambios de gobierno local/nacional, existe el riesgo que la continuidad de las operaciones del MSM pueda ser impactada. | - |

| Relevancia para el MSM | Capacidad de influencia sobre la barrera | Posible acción para mitigar la barrera (posible(s) actor(es) relevante(s) para llevar a cabo la acción) |
|------------------------|--|---|
|------------------------|--|---|

| | | |
|------|-------|--|
| Alta | Media | Creación de un marco de gestión para el MSM a nivel institucional y organizacional, con responsabilidad de supervisar el mismo en todas sus fases (diseño, implementación y operación), rendir cuentas a actores interesados como CAF y a los gobiernos locales. Se trata de una acción a corto plazo. (MAE/PNGIDS). |
|------|-------|--|

| | | |
|------|-------|--|
| Alta | Media | A través de la cuantificación y la difusión de los costos y los beneficios esperados del MSM, asegurarse de que este sea totalmente acordado por las partes interesadas, tanto públicas como privadas, y que sea percibido como una prioridad importante para el país. Se trata de una acción de medio a largo plazo. (MAE/PNGIDS, GADM/Mancomunidad, sector privado involucrado). |
|------|-------|--|

| Barrera | Descripción de la barrera | Información adicional relevante |
|---|---|---|
| Barreras económicas y regulatorias | | |
| Costos de implementación del MSM | Costos elevados/adicionales para la implementación de las acciones de mitigación dentro del MSM. | <p>Para las tecnologías propuestas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Captura de metano: En alternativa a) se genera ingresos por la generación de electricidad; Alternativa b) sin electricidad sólo genera costos. Ambas alternativas no se autofinancian, requieren un subsidio u otro financiamiento). • TMB: Implica un costo de inversión y operación adicional que requiere financiamiento. • Compostaje: Implica un costo adicional de inversión y operación de las plantas que probablemente no será cubierto por los ingresos de la venta del compost. Actualmente existe un mercado muy limitado para el compost. |
| Obtención de permisos y licencias | El trámite para la obtención de las licencias ambientales y permisos de construcción requeridos, pueden causar retrasos importantes en la implementación de los proyectos | En el taller realizado durante la misión 2, muchos de los representantes de los sitios preseleccionados expresaron su preocupación respecto a este tema, ya que un retraso en la obtención de estos permisos retrasaría el inicio de la mitigación de GEI, pero no la fecha final, esto es, 2021, por lo que las estimaciones de mitigación, y por ende las estimaciones económicas realizadas con base a los ingresos posibles debido al incentivo ex-post no serían correctas. |
| Conflicto con la legislación vigente | Alinear las medidas de mitigación preseleccionadas a los requerimientos de la legislación vigente. | <p>Para las tecnologías propuestas:</p> <p>Captura de metano: La legislación ecuatoriana sólo exige chimeneas pasivas para la extracción del biogás en rellenos sanitarios y cierre de botaderos.</p> |

| Relevancia para el MSM | Capacidad de influencia sobre la barrera | Posible acción para mitigar la barrera (posible(s) actor(es) relevante(s) para llevar a cabo la acción) |
|------------------------|--|---|
|------------------------|--|---|

| | | |
|------|-------|---|
| Alta | Media | Efectuar un análisis de costos (empresa implementadora), seleccionar medidas alternativas de mitigación (equipo consultor). El incentivo basado en el desempeño puede ayudar a mitigar esta barrera proveyendo de ingresos adicionales en el futuro a los sitios. Se trata de una acción a corto plazo. |
|------|-------|---|

| | | |
|------|-------|--|
| Alta | Media | Revisar la legislación vigente de Ecuador en materia de obtención de permisos y licencias y acelerar el proceso para los sitios seleccionados para formar parte del MSM. Se trata de una acción a corto plazo. (MAE/PNGIDS). |
|------|-------|--|

| | | |
|------|------|---|
| Alta | Alta | Revisar la legislación de Ecuador en materia de gestión de RSD e identificar puntos de conflicto con las medidas de mitigación propuestas. Se trata de una acción a corto plazo. (Equipo consultor en coordinación con MAE y PNGIDS). |
|------|------|---|

| Barrera | Descripción de la barrera | Información adicional relevante |
|--|--|--|
| Aumento en el riesgo financiero del proyecto | Incertidumbre en la cantidad de recuperación de metano; en muchos casos es posible que las estimaciones ex-ante de las emisiones de metano sean sobrestimadas. | - |
| Continuidad de las medidas de mitigación al finalizar la aplicación del incentivo. | <p>En el caso de proyectos de captura y quema del biogás, los ingresos del incentivo financiero ex-post podrían representar la única fuente de ingresos para el proyecto. Debido a que no existe actualmente un mercado para el compost, este escenario se aplicaría también al caso del compostaje.</p> <p>De este modo al finalizar la aplicación del incentivo podría suceder que al no haber más ingresos las medidas de mitigación no siguieran ejecutándose.</p> | El incentivo ex-post proporciona un estímulo para implementar nuevos proyectos, sin esa ayuda los proyectos no podrían llevarse a cabo, por eso hay que tener visión de futuro y asegurar la continuidad de las medidas implementadas para que la aportación del incentivo no sea meramente temporal sino que proporcione un legado sobre el cual poder seguir trabajando en el futuro (p.ej. en caso de implementar proyectos de captura y quema de biogás y de mantenerlos activos, en el futuro será más factible actualizar o mejorar esas instalaciones para generar electricidad). |
| Barreras Tecnológicas | | |
| Disponibilidad de datos relativos al potencial de mitigación del sector de RSM no suficiente | Disponibilidad de datos no suficiente, debido a la falta de planeación, recursos financieros y humanos. | - |

| Relevancia para el MSM | Capacidad de influencia sobre la barrera | Posible acción para mitigar la barrera (posible(s) actor(es) relevante(s) para llevar a cabo la acción) |
|------------------------|--|--|
| Alta | Alta | Efectuar análisis de factibilidad técnica en los sitios preseleccionados. Se trata de acción a corto plazo (Equipo consultor). |
| Media | Alta | Efectuar análisis de diversificación de ingresos para optimizar el rendimiento financiero del proyecto y garantizar la continuidad de la aplicación de las medidas de mitigación al finalizar la aplicación del incentivo ex-post. Se trata de una acción a corto plazo. (Equipo consultor). |
| Alta | Alta | Se debió realizar una estimación del potencial de mitigación del sector residuos en Ecuador haciendo uso de la calculadora MRS-GEI de GIZ. Barrera mitigada. (Equipo consultor). |

| Barrera | Descripción de la barrera | Información adicional relevante |
|---|---|--|
| Deficiente calidad de los datos relativos al sector de RSM | Calidad de datos recopilados no suficiente, debido a información obsoleta. | - |
| Falta de experiencia en el país o necesidad de asistencia técnica | Escasez o falta de experiencia nacional con las tecnologías propuestas. | <p>Para las tecnologías propuestas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Captura de metano: hay experiencia en Ecuador. Requiere asistencia técnica con profesionales altamente calificados. Para generar energía se debe verificar la posibilidad de abastecimiento eléctrico. • TMB: Tecnología todavía no probada en Ecuador; aplicada en la región, pero en pocas plantas. Necesita asistencia técnica y capacitación. • Compostaje: Tecnología probada en Ecuador sólo a pequeña escala. Necesita asistencia técnica y capacitación para la operación |
| Riesgo de no alcanzar el objetivo de reducción del MSM | Las reducciones de GEI reales siempre serán menores que el potencial máximo de mitigación debido al desempeño en la operación de los proyectos, esto podría causar que no se llegase al objetivo de las 500.000 toneladas de CO ₂ equivalentes acumuladas a 2021 | <p>Es sabido que en el pasado, la diferencia entre las reducciones de emisiones de GEI esperadas y finalmente alcanzadas se debe entre otros, a no haber tenido en cuenta un número de características de los flujos de residuos del país, entre las que se incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contenido de residuos orgánicos: generalmente más elevado en los países en desarrollo. Este parámetro implica una descomposición más rápida de los residuos con una menor reducción de emisiones a largo plazo. • Contenido de humedad: generalmente más elevado en los países en desarrollo. Factor que afecta directamente a la producción de metano. |

| Relevancia para el MSM | Capacidad de influencia sobre la barrera | Posible acción para mitigar la barrera (posible(s) actor(es) relevante(s) para llevar a cabo la acción) |
|------------------------|--|---|
| Alta | Alta | Se coordinó con el MAE y PNGIDS con el fin de recopilar información tal como la caracterización de residuos sólidos o datos de proyección poblacional al año 2014, este último realizado directamente por el PNGIDS ante la obsolescencia de los datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) realizado en el año 2010. Se recomienda actualizaciones periódicas de esta información para mitigar esta barrera y evitar esta situación en el futuro. Se trata de una acción de medio a largo plazo. (MAE/PNGIDS, equipo consultor). |
| Alta | Alta | Proveer asistencia técnica y capacitación por medio de talleres, webinars o jornadas de trabajo. Se trata de una acción a medio plazo. (Consultores, empresas implementadoras). |
| Alta | Media | <p>Asegurar el uso de los factores de corrección de metano más recientes. Tener en cuenta la caracterización de los residuos específica de cada sitio.</p> <p>Asegurar la calidad en la operación de los proyectos. Asegurar que los empleados disponen de la capacitación necesaria. Asegurar que todos los proyectos se implementan siguiendo unas estrictas normas a fin de maximizar las emisiones de GEI mitigadas. Se trata de una acción a corto y medio plazo (Coordinación entre consultores, MAE, PNGIDS y empresas implementadoras).</p> |

| Barrera | Descripción de la barrera | Información adicional relevante |
|---|--|--|
| Barreras de conocimiento | | |
| Capacidades limitadas a nivel gubernamental para la gestión de un MSM en el sector de RSD | Capacidades limitadas para una gestión apropiada de las acciones de mitigación. | - |
| Falta de profesionales capacitados locales | Capacidades limitadas en cuanto al conocimiento técnico para implementar la tecnología, y para la operación y el mantenimiento después que el proyecto entre en operación. | <p>Para las tecnologías propuestas:</p> <p>Captura de metano: número limitado de actores/empresas que maneja la tecnología.</p> <p>TMB: No hay profesionales/ actores/ empresas que manejan la tecnología en Ecuador.</p> <p>Compostaje: Existen actores en la operación de las plantas en el país, aunque los GAD, necesitarían capacitación y asistencia técnica.</p> |
| Falta de preparación para el monitoreo para las emisiones de metano | Llegado el momento, se puede presentar una falta de conocimiento para hacer el correcto monitoreo y reporte de emisiones. | - |
| Barreras sociales | | |
| Falta de educación ambiental y concientización | Participación ciudadana en promover sitios no regulados como depósito de RSD, ignorando los perjuicios a la salud. | - |

| Relevancia para el MSM | Capacidad de influencia sobre la barrera | Posible acción para mitigar la barrera (posible(s) actor(es) relevante(s) para llevar a cabo la acción) |
|------------------------|--|---|
|------------------------|--|---|

| | | |
|------|------|---|
| Alta | Alta | Creación de capacidades a través de seminarios y jornadas de trabajo específicas para el manejo del MSM. Se trata de una acción a corto plazo (PNGIDS). |
|------|------|---|

| | | |
|-------|-------|--|
| Media | Media | Creación de capacidades a través de seminarios y jornadas de trabajo específicas para el manejo del MSM, contactando a proveedores de tecnología o especialistas en las medidas de mitigación propuestas. Se trata de una acción a corto plazo (PNGIDS/MAE, empresa implementadora). |
|-------|-------|--|

| | | |
|-------|-------|--|
| Media | Media | Seminarios / webinars para los operadores de las acciones de mitigación previamente asignados durante el diseño del MSM. Se trata de una acción de medio a largo plazo (PNGIDS, equipo consultor). |
|-------|-------|--|

| | | |
|------|------|--|
| Alta | Alta | Organización de campañas de divulgación y comunicación de las actividades del MSM; instaurar un diálogo entre las autoridades participantes en el desarrollo del MSM con las comunidades locales. Se trata de una acción a medio plazo (MAE/PNGIDS). |
|------|------|--|

| Barrera | Descripción de la barrera | Información adicional relevante |
|--|--|---------------------------------|
| Barreras financieras | | |
| Capacidad limitada de endeudamiento con el BDE | Los municipios donde se localizan las acciones de mitigación no cuentan con capacidad de endeudamiento para seguir en el MSM | - |

Fuente: Los autores, 2015

3.2.12 NECESIDADES DE ASISTENCIA TÉCNICA

A través de los cuestionarios realizados en el taller de la misión 2 de la consultoría, además de llamadas telefónicas directas posteriores, se han identificado las necesidades de capacitación y asistencia técnica de los sitios seleccionados respecto a diferentes aspectos relacionados con la implementación de los proyectos piloto y el mecanismo de mitigación. En general se observa que:

- Las acciones de mitigación tienen necesidades de transferencia tecnológica. Los GADM / Mancomunidad ya han trabajado con la tecnología de chimeneas para captación pasiva y quema de biogás, sin embargo la captura activa es una tecnología nueva que requiere de apoyo en capacitación para su implementación.
- En cuanto a las necesidades de capacitación para la gestión de la tecnología, se identifica que los GADM / Mancomunidades cuentan con recursos humanos capaces de gestionar la tecnología, sin embargo requieren de capacitación en el MSM.
- En ninguno de los casos hay necesidades ejecutar campañas de sensibilización para la población puesto que la aplicación de la tecnología no necesita de participación ciudadana.

| Relevancia para el MSM | Capacidad de influencia sobre la barrera | Posible acción para mitigar la barrera (posible(s) actor(es) relevante(s) para llevar a cabo la acción) |
|------------------------|--|---|
|------------------------|--|---|

Alta

Media

El incentivo basado en el desempeño puede ayudar a mejorar la situación financiera de los municipios, contribuyendo así a aumentar su capacidad de endeudamiento. Identificar oportunidades de financiamiento alternas para futuros proyectos.

- Se concluye que ninguno de los GADM / Mancomunidades cuenta ya con conocimiento sobre el funcionamiento del sistema MRV ni disponen de la infraestructura necesaria para su implementación, razón por la cual se requiere apoyo técnico en esta área.

Por otro lado, las instituciones gubernamentales no tienen un papel directo en la aplicación de las medidas de mitigación, puesto que según el enfoque propuesto (ver apartado 3.2.9.1), MAE y PNGIDS tendrán un rol de coordinación del mecanismo y enlace entre los operarios de los sitios de disposición (receptores del incentivo) y las entidades implementadoras del mecanismo (CAF y KfW). Por ello, se considera plausible afirmar que las instituciones gubernamentales requieren capacitación específica para el manejo del MSM a través de seminarios y jornadas de trabajo. Se propone que sea el PNGIDS, a través de las entidades implementadoras del mecanismo (CAF y KfW) el que dote de esta capacitación al personal encargado de la gestión del MSM, con base a los entregables de este proyecto y a las recomendaciones de CAF y KfW.

Para concluir, las entidades implementadoras del mecanismo (CAF y KfW), actúan como gestores del dinero recibido del fondo LAIF. Para la entrega de este incentivo, se ha propuesto que la verificación de la reducción de emisiones de GEI sea realizada por un auditor externo, por lo que desde CAF / KfW no se requiere capacitación adicional ya que será este auditor externo el que confirme la reducción o no.

04

Evaluación de la viabilidad financiera

El objetivo de esta sección es exponer de manera detallada la aplicación práctica del incentivo financiero propuesto en un proyecto teórico similar a los proyectos piloto en los GADM y Mancomunidades seleccionadas por el MSM. Por ello, se ha creado un flujo de caja con costes “reales” e insertando el valor del incentivo financiero (ver Tabla 70 sección 3.2.8.4). Se calculan entonces los ingresos correspondientes a la contribución del incentivo financiero gracias a las reducciones logradas cada año con base al precio del incentivo. De esta manera, es posible calcular el flujo de caja acumulado y los ingresos netos acumulados. A continuación, primeramente se presentan los supuestos que aplican a todos los proyectos piloto, y luego se ilustran los resultados de este análisis para cada proyecto piloto.

4.1

Supuestos comunes a todos los proyectos piloto

La tecnología aplicable a todas las medidas de mitigación propuesta es captura y quema de biogás sin generación eléctrica. El precio del incentivo financiero es un precio diferente para cada sitio con base al relativo coste de abatimiento del proyecto calculado sobre una expectativa conservadora de desempeño del proyecto en términos de reducciones de emisiones del 75% y luego sumando al precio calculado un incentivo al desempeño fijado a 1,50 USD / tCO₂e (ver sección 3.2.8.4). El MSM empezará sus operaciones en 2016 y terminará en 2021, y debido a que los ingresos del incentivo financiero serán calculados con base al rendimiento de reducciones del año anterior, el último año útil para el flujo de caja en el marco del MSM será el 2022 (incluido). Los componentes de flujos económicos más representativos y comunes a todos los proyectos piloto que se han considerados para el análisis son los siguientes:

Ingresos (Flujos de entrada de caja):

- **Préstamo con el BDE del capital para la inversión inicial:** para todos los proyectos se asume que el GADM / Mancomunidad reciba el capital del préstamo del BDE el primer año del MSM.

- **Ingresos del Incentivo Financiero:** Ingresos resultantes de las reducciones de las toneladas de CO₂e al precio fijado por cada proyecto. Se asume que el incentivo es otorgado con base anual, relativamente a las emisiones del año anterior que deben haber sido verificadas por una tercera parte independiente. En el análisis, se supone que el MSM otorga a todos los proyectos el incentivo con base a todas las reducciones de CO₂e generadas, y que los proyectos operen en un escenario “conservador” que considera un desempeño del 80% respecto al escenario de mitigación “máximo”

Egresos (Flujos de salida de caja):

- **Inversión inicial (correspondiente al principal del préstamo del BDE):** Se supone que la totalidad del capital prestado por el BDE al GADM / Mancomunidad sea utilizado enteramente durante el primer año del MSM (2016) para abordar la inversión inicial relativa a la implementación de la medida de mitigación.
- **Pago del Principal del Préstamo del BDE (correspondiente a la inversión inicial):** Para el plan de amortización del principal del préstamo del BDE, se asume un año de gracia y, después de este, el repago del principal a capital por partes iguales anuales hasta 2022 para todos los proyectos.
- **Pago del Interés del Préstamo del BDE:** Interés asociado al capital prestado por el BDE al GADM / Mancomunidad (ver arriba). Se asume que el plan de amortización consiste en el repago anual a partir del segundo año del MSM (2017) y distribuido uniformemente sobre el periodo de devolución del préstamo.
- **Costes de operación y mantenimiento:** costes asociados a la operación y al mantenimiento de las medidas de mitigación durante el período de actividad del mecanismo (desde el comienzo de la operación de la respectiva medida hasta 2021 incluso). Cabe recalcar que los costos varían de año en año, y que el comienzo de las operaciones y mantenimiento está vinculada al comienzo de la operación de la medida de mitigación.

- **Costes asociados a la construcción e implementación de la medida de mitigación:** para todos los proyectos, se asume que en el primer año del MSM (2016) todo el capital prestado por el BDE (Principal del préstamo del BDE) se invierte directamente en la construcción e implementación de la medida de mitigación.

Componente ex-ante:

- Entrega del componente ex-ante:
- **Primer año de operación del proyecto:** el componente ex-ante desembolsado equivale a 1 año de O&M + 1 año de interés del préstamo del BDE;
- **Segundo año de operación del proyecto:** el componente ex-ante desembolsado equivale a 1 año de O&M. La entrega de este componente ex-ante se realizará siempre y cuando el GAMD/Mancomunidad demuestre que operó adecuadamente el proyecto durante el primer año y que se alcanzó lograr al menos el 75% del desempeño máximo previsto por el primer año en términos de reducciones de emisiones de GEI.

Reposición componente ex-ante:

- **Para todos los proyectos piloto:** el valor total del componente ex-ante será repuesto luego a partes iguales durante los tres últimos años de implementación del MSM, es decir será descontada de los pagos del incentivo en 2020, 2021 y 2022.

Periodo de consideración para el flujo de caja:

- De 2016 hasta 2022.

4.2

Cálculo de captura y quemado de biogás (sin generación eléctrica)

Para cada una de las locaciones de proyecto, se hizo el ejercicio de cálculo de captura y quemado de biogás. A modo de ejemplo, se presenta el proceso para un GADM teórico. El precio del incentivo financiero para este proyecto piloto es de **5,72 USD/tCO₂e**.

Se asume que, de un punto de vista financiero, el GADM es elegible a un crédito por parte del BDE a 7 años. Sin embargo, dado que no existe penalidad por el pago anticipado de los saldos insolutos, se ha analizado el flujo de caja relacionado con la implementación del proyecto hasta el año 2022.

Las reducciones de CO₂e consideradas para el desembolso del incentivo financiero son las siguientes (considerando el escenario “conservador”):

TABLA 72. Ejemplo de reducción de CO₂e en el escenario

“conservador” para un proyecto piloto

| | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | Total |
|---|------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Reducción de emisiones (tCO ₂ e/año) | 0 | 26.076 | 33.698 | 39.453 | 44.824 | 49.844 | 0 | 193.896 |
| Acumuladas (tCO ₂ e) | 0 | 26.076 | 59.774 | 99.228 | 144.052 | 193.896 | 193.896 | |

Fuente: Los autores, 2015

Por lo tanto, considerando el precio del incentivo fijado y los componentes de costes periódicos, se presenta a continuación el flujo de caja relativo al proyecto piloto.

TABLA 73. Ejemplo de Flujo de caja de un proyecto piloto

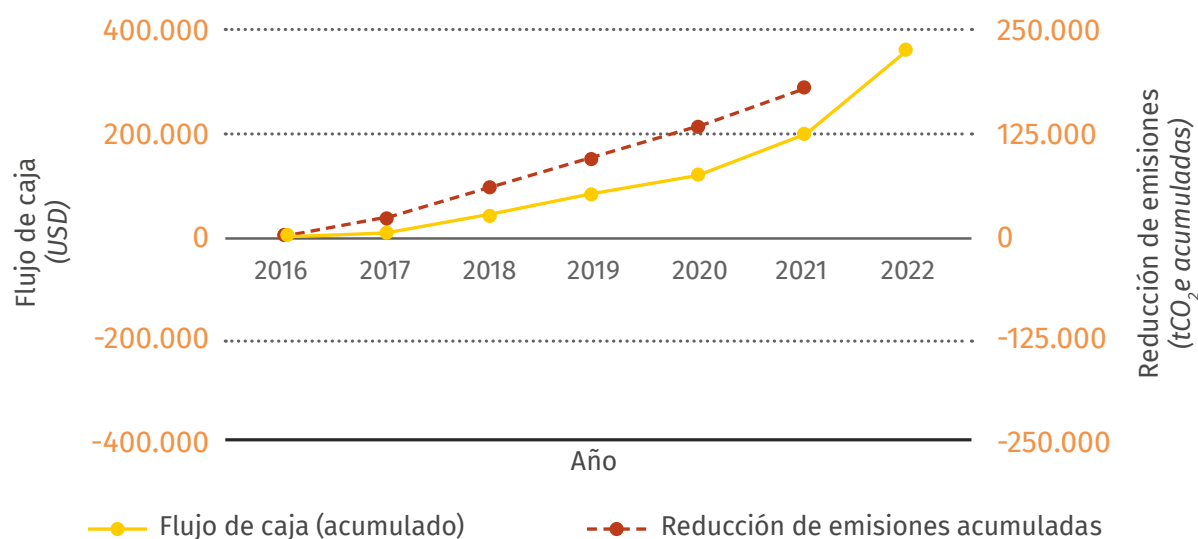
| | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | |
|-----------------------------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| Ingresos | | | | | | | | |
| Préstamo BDE (USD) | \$ 437.868 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 437.868 |
| Egresos | | | | | | | | |
| Inversión Inicial (USD) | \$ 437.868 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 437.868 |
| O&M (USD) | \$ - | \$ 41.469 | \$ 42.298 | \$ 43.144 | \$ 44.007 | \$ 44.887 | \$ - | \$ 215.804 |
| Pago Principal Préstamo BDE (USD) | \$ - | \$ - | \$ 87.574 | \$ 87.574 | \$ 87.574 | \$ 87.574 | \$ 87.574 | \$ 437.868 |
| Pago Intereses Préstamo BDE (USD) | \$ - | \$ 28.461 | \$ 28.461 | \$ 22.769 | \$ 17.077 | \$ 11.385 | \$ 5.692 | \$ 113.846 |
| Total (USD) | \$ - | \$ -69.930 | \$ -158.333 | \$ -153.487 | \$ -148.657 | \$ -143.845 | \$ -93.266 | \$ -767.518 |

| | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | |
|--|------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| Ingresos Incentivo | | | | | | | | |
| A. Ingresos anuales incentivo Financiero (USD) | \$ - | \$ - | \$ 149.214 | \$ 192.832 | \$ 225.764 | \$ 256.499 | \$ 285.220 | \$ 1.109.529 |
| B. Componente ex-ante (USD) | \$ - | \$ 69.930 | \$ 42.298 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ 112.228 |
| C. Balance componente ex-ante (USD) | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ -37.409 | \$ -37.409 | \$ -37.409 | \$ -112.228 |
| Ingresos anuales totales (incentivo) | \$ - | \$ 69.930 | \$ 191.512 | \$ 192.832 | \$ 188.355 | \$ 219.089 | \$ 247.811 | \$ 1.109.529 |
| Ingresos Netos Anuales (USD) | \$ - | \$ - | \$ 33.179 | \$ 39.346 | \$ 39.698 | \$ 75.244 | \$ 154.545 | \$ 342.011 |
| Ingresos Netos Acumulados (USD) | \$ - | \$ - | \$ 33.179 | \$ 72.524 | \$ 112.222 | \$ 187.466 | \$ 342.011 | |

Fuente: Los autores, 2015

A continuación se presenta una ilustración gráfica de los ingresos netos acumulados y de la reducción de emisiones acumuladas.

FIGURA 30. Ejemplo de resultados de análisis para un proyecto piloto



Fuente: Los autores, 2015

05

Evaluación
de disponibilidad,
hoja de ruta y
recomendaciones

Recomendaciones y evaluación de riesgos

En la tabla a continuación, se presentan las recomendaciones para los diferentes actores involucrados para lograr una adecuada implementación de las actividades de mitigación bajo el MSM, desde los puntos de vista: **técnico, legal, institucional y financiero**, fundamentalmente.

TABLA 74. Recomendaciones para CAF / KfW, las instituciones del Gobierno de Ecuador / MAE y los GADM / Mancomunidades

| Actor | RECOMENDACIONES | | |
|---------|--|---|---|
| | Técnicas | Marco Legal | Coordinación Institucional |
| CAF/KfW | <ul style="list-style-type: none"> • Diseño detallado operativo del mecanismo y manual MRV de cara a la implementación efectiva de los proyectos. | <ul style="list-style-type: none"> • Amarrar legalmente las actividades de mitigación, más allá de cambios de gobiernos municipales • Buena planificación del proceso, apoyo de CAF para los estudios, coordinación permanente con el MAE | <ul style="list-style-type: none"> • Asegurar una vía de comunicación y coordinación permanente entre CAF/ KfW, MAE y los GADM con actividades de mitigación |

| Financiación | Capacitación | Medidas Adicionales |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Utilización del Fondo de Asistencia Técnica (FAT) del Mecanismo para apoyar a los proyectos y a los GADM sin que ellos sean confrontados con gastos adicionales • Asignar los costos de la verificación también al FAT (y no a los proyectos individuales) • En caso de una recuperación del mercado MDL y/o de establecimiento de un mercado nacional de carbono, evaluar a tiempo la posibilidad de registrar los proyectos bajo un mecanismo respectivo a partir de 2022 para asegurar una continuación de la actividad de mitigación. En el caso del mercado nacional, no existe en este momento ningún mercado de este ámbito. Respecto a la recuperación del mercado MDL o la aparición de nuevos mercados internacionales, debería comenzar a realizarse este tipo de análisis hacia el final del periodo de implementación del mecanismo, a fin de poder prolongar los proyectos impulsados. | <p>Instalación de un centro de apoyo y asistencia técnica (de acuerdo con la identificación de necesidades de capacitación en el apartado 3.2.12) con las tareas de apoyar/asesorar a los GADM en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operación del sistema de captación • Operación optimizada del relleno sanitario • Operación y procedimientos del sistema MRV • Asegurar intercambio de experiencias entre los proyectos • Como personal del centro se recomienda contratar un ingeniero lo que permitiría reducir el personal operador del GADM (o la exigencia a su formación) | <p>Asegurar que los sistemas de captación no terminen su operación al final del periodo de apoyo del actual mecanismo y/o para ampliar el mecanismo: Acercarse por parte de CAF-KfW y MAE a tiempo a otras organizaciones con interés de apoyar el mecanismo con fondos adicionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fondos adicionales durante el periodo de proyecto facilitan el aumento del alcance del mecanismo • Fondos adicionales después del periodo (a partir de 2021-2022) facilitan prolongar el apoyo a los proyectos registrados. • Identificación de otros GADM interesados y con opción a participar • Con este fin, buena documentación del rendimiento de mitigación de los proyectos individuales y del mecanismo entero. |

| RECOMENDACIONES | | | |
|---------------------------------|---|---|---|
| Actor | Técnicas | Marco Legal | Coordinación Institucional |
| Instituciones de Gobierno / MAE | <ul style="list-style-type: none"> • Controlar y apoyar las gestiones de los GADM, especialmente para evitar retrasos en el inicio de los proyectos | <ul style="list-style-type: none"> • Apoyar a los GAD en los procesos de regularización de sus permisos ambientales | <ul style="list-style-type: none"> • Mantener una comunicación y coordinación permanente con los GADM con actividades de mitigación • Apoyo general a los GADM en la coordinación con las autoridades • Coordinación permanente entre el MAE y responsables del proyecto Mundo Verde |
| GADM / Mancomunidad | <ul style="list-style-type: none"> • Asegurar una operación adecuada del relleno (compactación y cobertura diaria de los residuos) • Desarrollar y actualizar permanentemente un plan de operación que incluye etapas constructivas de las celdas de residuos, su impermeabilización superficial y la ampliación del sistema de captación • Ejecutar un estudio de generación (t/d), recolección (% recolectado) y caracterización (composición) de residuos con el fin de tener información más sólida para el MRV. (Esta obligación del GADM debe ser incluida en el acuerdo con CAF). | <ul style="list-style-type: none"> • Asegurar contractualmente un incentivo financiero (definido por el rendimiento del sistema de captación) para el operador del relleno, en caso que sea distinto al que opera el sistema de captación de biogás • Debe haber incentivos y multas para el operario del relleno, a fin de garantizar la buena operación del mismo (lo que evitará que la mitigación de GEI sea baja). | <ul style="list-style-type: none"> • Contar con un encargado municipal quién coordina todas las actividades del mecanismo y coordina con los demás instituciones • Contratar a los profesionales requeridos para la ejecución del proyecto |

| Financiación | Capacitación | Medidas Adicionales |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Apoyo a los GADM en la solicitud de participar en el mecanismo ARCONEL para lograr un ingreso adicional en forma de venta de electricidad y lograr sostenibilidad del proyecto más allá de 2021 (en aquellos en los que el paso a la generación eléctrica sea factible, sobre todo económicamente). Actualización 2018: Teniendo en cuenta que esto ya no es vigente, estos mecanismos o algo similar deben reestablecerse para contribuir a la sostenibilidad de la operación de los proyectos. • Mundo Verde: Apoyo en asegurar el financiamiento de los sistemas de mitigación, de todo el sistema de GIRS de la mancomunidad, Mundo Verde | <ul style="list-style-type: none"> • Capacitación sobre los aspectos de MRV en los que el MAE y GADM deberán estar involucrados • Ofrecer a los operadores de los proyectos cursos de capacitación debido a la falta de experiencia previa con la tecnología | <ul style="list-style-type: none"> • N/A |
| <ul style="list-style-type: none"> • Iniciar a tiempo los trámites con el BDE para obtener los fondos para la materialización del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> • Solicitar apoyo al centro de apoyo y asistencia técnica | <ul style="list-style-type: none"> • Establecer procedimientos de monitoreo, reemplazo de equipos y verificación de funcionamiento Asegurar el continuo monitoreo de los parámetros y su registro periódico • Calibración periódica de los instrumentos de medición: medidor de flujo de gas, del analizador de gases y del medidor de energía eléctrica • Asegurar que solo se contabilice reducciones de emisiones en los períodos con el quemador funcionando dentro de rangos establecidos |

La presente sección tiene el objetivo de **analizar los riesgos para la implementación** del mecanismo sectorial de mitigación. Se indican los posibles riesgos a los que se enfrenta la implementación de los proyectos, junto con la probabilidad de ocurrencia del mismo, su magnitud o gravedad, así como las opciones de mitigar el riesgo. El operador del sistema es responsable de las medidas para limitar el riesgo en la mayor parte de ellos, de lo contrario se nombra la institución respectiva (CAF, KfW, MAE, etc.). Cabe destacar que los riesgos son muy parecidos para todos los proyectos. Las diferencias son definidas básicamente por la manera de operación, el hecho que el relleno todavía no está en operación, o el hecho que un sitio no fue visitado por el equipo de consultores y subsecuentes lo que dificulta su evaluación, en cada caso se proporciona una evaluación distinta para un sitio en particular si es aplicable.

A continuación se exponen los criterios de evaluación aplicados a los riesgos, relativos a la probabilidad, magnitud o gravedad y capacidad de influencia en ellos.

TABLA 75. Criterios de evaluación de la probabilidad de ocurrencia de los riesgos

| Probabilidad de ocurrencia | Descripción |
|----------------------------|--|
| Alta | La probabilidad de que el riesgo tenga lugar es alta. |
| Media | La probabilidad de que el riesgo tenga lugar es media. |
| Baja | La probabilidad de que el riesgo tenga lugar es baja. |

Fuente: Los autores, 2015

TABLA 76. Criterios de evaluación de la magnitud o gravedad de los riesgos

| Magnitud o gravedad del riesgo | Descripción |
|--------------------------------|--|
| Alta | El riesgo puede afectar gravemente a la implementación del MSM. |
| Media | El riesgo puede afectar a la implementación del MSM. |
| Baja | El riesgo no tiene mucha importancia para la implementación del MSM. |

Fuente: Los autores, 2015

TABLA 77. Criterios de evaluación de la capacidad para influir en el riesgo

| Capacidad para influir en el riesgo | Descripción |
|-------------------------------------|---|
| Alta | Es muy posible influir en el riesgo y lograr su mitigación. |
| Media | Es posible influir en el riesgo y lograr su mitigación. |
| Baja | Es muy poco posible influir en el riesgo y su mitigación. |

Fuente: Los autores, 2015

Una vez descritos los criterios de evaluación, se proporciona a continuación una tabla con la evaluación de riesgos incluyendo posibles medidas de mitigación de los riesgos.

TABLA 78. Evaluación de riesgos

| | Riesgo o impacto | Probabilidad de ocurrencia (alta, media, baja) | Magnitud o gravedad del riesgo (alta, media, baja) | Capacidad para influir en el riesgo (alta, media, baja) |
|----------|---|--|--|---|
| Técnicos | Metano destruido (tCO ₂ e) menor que esperado. | Media | Alta | Alta |
| | Interferencia entre la operación del relleno y del sistema de captación. | Media | Alta | Alta |
| | El relleno tiene menor tamaño que lo estimado o las cantidades de residuos dispuestos a la fecha son menores. | Baja | Media | Nula |
| | Ingresan menores cantidades de residuos al relleno o de características diferentes a las esperadas. | Baja | Baja a Media | Baja |
| | El relleno entra en operación más tarde de lo esperado. | N/A | Alta | Media |
| | El sistema de captación termina su operación al final del periodo de apoyo del actual mecanismo. | Alta | Alta (pero fuera del periodo del mecanismo) | Media |

Opciones de mitigación del riesgo y comentarios

- Mejorar la impermeabilización superficial del relleno.
 - Asegurar una operación adecuada del relleno (compactación y cobertura diaria de los residuos)
 - Mejorar el sistema de captación de biogás.
 - Programa de capacitación y asistencia técnica, además de una unidad de apoyo permanente para los operarios del relleno y del sistema de captación. Estos elementos deben financiarse del fondo de Asistencia Técnica del mecanismo, coordinado por el MAE.
-
- Desarrollar y actualizar permanentemente un plan de operación que incluye etapas constructivas de las celdas de residuos, su impermeabilización superficial y la ampliación del sistema de captación.
 - Asegurar que la misma organización opera el relleno y el sistema de captación. De lo contrario asegurar un incentivo financiero (definido por el rendimiento del sistema de captación) para el operador del relleno.
-
- La probabilidad de ocurrencia es baja, dado que el tamaño del relleno fue investigado en terreno / indicado por el mismo GAD / determinado en detalle en caso de Mundo Verde.
 - Durante la etapa de ingeniería de detalle del proyecto de mitigación se debe verificar las dimensiones del relleno.
-
- La probabilidad de ocurrencia es baja, dado que las cantidades de residuos fueron indicados por el mismo GADM o incluso determinadas en detalle en caso de Mundo Verde.
 - En todo caso, durante la etapa de ingeniería de detalle del proyecto se debe verificar las cantidades y características del relleno.
-
- Apoyo en asegurar el financiamiento de todo el sistema de GIRS de la mancomunidad. Coordinación permanente con el MAE.
-
- Acercarse por parte de CAF-KfW y MAE a tiempo a otras organizaciones con interés de apoyar el mecanismo con fondos adicionales, durante el periodo de proyecto (para aumentar su alcance) o a partir de 2021-2022 (para prolongar el apoyo a los proyectos registrados).
 - Buena documentación del rendimiento de mitigación de los proyectos individuales y del mecanismo entero.
 - Identificación de otros GADM interesados y con opción a participar.
 - Coordinación entre el MAE, el Ministerio de Energía y ARCONEL para facilitar la participación de proyectos de captura de biogás y generación eléctrica en rellenos sanitarios. Actualización 2018: Teniendo en cuenta que el mecanismo con ARCONEL ya no es vigente, estos procesos o algo similar deben reestablecerse para contribuir a la sostenibilidad de la operación de los proyectos.
-

| | Riesgo o impacto | Probabilidad de ocurrencia (alta, media, baja) | Magnitud o gravedad del riesgo (alta, media, baja) | Capacidad para influir en el riesgo (alta, media, baja) |
|-----------------------------|---|--|--|---|
| Técnicos | Falta de estudios sobre el sitio | Baja Media (proyecto Machala) | Alta | Alta |
| | El relleno se confronta con resistencia de la población residente cerca del sitio, lo que retrasa o imposibilita la construcción del relleno. | Baja | Alta | Media |
| Legales | Proceso de licencia ambiental demora más de lo esperado. | Media | Alta | Alta |
| | Falta de otros permisos. | Baja | Alta | Media |
| Institucionales y Políticos | Cambio del gobierno local por elecciones y bajo interés de la nueva administración. | Baja | Alta | Media |
| | La institución (p.ej. empresa pública o municipio) a cargo del relleno no lo opera adecuadamente. | Baja | Alta | Media |
| | El operador del proyecto de mitigación no lo opera adecuadamente | Baja | Alta | Alta |

Opciones de mitigación del riesgo y comentarios

- Apoyo por medio del fondo de Asistencia Técnica del mecanismo para los estudios, coordinación permanente con el MAE.
 - Proyecto Machala: Apoyo del MAE en elaborar el Plan de Cierre (en caso necesario).
-

- Coordinación permanente con el MAE.
-

- Buena planificación del proceso, apoyo de CAF para los estudios, coordinación permanente con el MAE.
-

- Apoyo del MAE al GADM en conseguir los permisos faltantes.
-

- Debe amarrarse legalmente el proyecto de mitigación, más allá de cambios de gobiernos.
-

- Debe haber incentivos y multas para el operario del relleno.
-

- Debe haber un contrato claro, incentivos y multas para el operario del proyecto de mitigación.
-

| | Riesgo o impacto | Probabilidad de ocurrencia (alta, media, baja) | Magnitud o gravedad del riesgo (alta, media, baja) | Capacidad para influir en el riesgo (alta, media, baja) |
|-------------|--|--|--|---|
| Financieros | Crédito del BDE no otorgado al GADM o Mancomunidad seleccionado | Baja | Alta | Baja |
| | Compensación por parte del CAF-KfW menor que esperada (resultado del riesgo técnico) | Media | Alta | Media |
| | Costos del monitorear, reportar y verificar (MRV) elevados que impacta la economía de los proyectos. | Baja | Media | Alta |
| | Fluctuación de la tasa de cambio entre dólares y euros | Media | Media | Nula |

Fuente: Los autores, 2015

Opciones de mitigación del riesgo y comentarios

- Se debe incluir otro(s) proyecto(s) en el MSM para mantener el potencial de mitigación, deben aplicarse los criterios de elegibilidad a los sitios que estén interesados en formar parte del MSM.
-
- Asegurar operación adecuada del relleno y del sistema de captación para asegurar el rendimiento del sistema.
-
- Diseño adecuado del sistema MRV, balanceando la rigidez de la medición contra la costo-eficiencia.
 - Asignar los costos de la verificación al fondo de Asistencia Técnica del mecanismo (y no a los proyectos individuales).
-
- Dado que el incentivo se entrega en euros, mientras que las inversiones y la operación y mantenimiento se operan en dólares una tendencia al alza del dólar frente al euro podría resultar en que el monto total del incentivo no fuera suficiente, para ello se recomienda tener esta posibilidad en cuenta en el diseño del incentivo financiero.
-

Bibliografía

Bogner, J., M. Abdelrafie Ahmed, C. Diaz, A. Faaij, Q. Gao, S. Hashimoto, K. Mareckova, R. Pipatti, T. Zhang, Waste Management, In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Brundtland, Gro Harlem. Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development. WCED, UN, 1987.

Castro P., Climate Change Mitigation in Advanced Developing Countries: Empirical Analysis of the Low-hanging Fruit Issue in the Current CDM. Institute of Political Science and Center for Comparative and International Studies, University of Zurich, Zurich, Switzerland, 2010.

European Commission, 2001: Bottom up analysis of emission reduction potentials and costs for GHG in the EU. Comisión Europea. Disponible en: http://ec.europa.eu/environment/enveco/climate_change/pdf/bottom_up_analysis.pdf

Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.): IPCC, 2014: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

GIZ Estudios de Gestión Integral de Residuos Sólidos de la Mancomunidad Sumak Kawsay (Mundo Verde) 2014.

Hare B., Schaeffer M., Lindberg M., Höhne N., Fekete H., Jeffery L., Gütschow J., Sferra F., Rocha M. (2014): Below 2°C or 1.5°C depends on rapid action from both Annex I and Non-Annex I countries – Policy Brief, Climate Action Tracker.

INAMHI (2005). Balance Hídrico de varias localidades ecuatorianas.

IPCC: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5: Waste, Chapters “Solid Waste Disposal” and “Biological Treatment of Solid Waste”, prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds.). Published: IGES, Japan, 2006.

Nachmany, M., Fankhauser, S., Townshend, T., Collins, M. Landesman, T., Matthews, A., Pavese, C., Rietig, K., Schleifer, P. and Setzer, J., 2014. "The GLOBE Climate Legislation Study: A Review of Climate Change Legislation in 66 Countries. Fourth Edition" London: GLOBE International and the Grantham Research Institute, London School of Economics.

OIES, 2013: Müller, Benito; Fankhauser, Samuel; Forstater, Maya: Quantity Performance Payment by Results – Operationalizing enhanced direct access for mitigation at the Green Climate Fund. Oxford Institute for Energy Studies (OIES). Oxford, United Kingdom. Disponible en: <http://www.oxfordenergy.org/2013/07/quantity-performance-payment-by-results-operationalizing-enhanced-direct-access-for-mitigation-at-the-green-climate-fund-2/> (ultimo acceso: 17.03.2015)

PNGIDS Aula virtual presentación PPT 2014 - 11 -04

PNGIDS presentación PPT 2013-08

PNGIDS Matriz base de datos Excel 2014

República del Ecuador, Ministerio del Ambiente (2012): Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025 (ENCC, 2012), Ministerio del Ambiente - MAE 2012

República del Ecuador, Ministerio del Ambiente (2012): Segunda Comunicación Nacional del Ecuador sobre Cambio Climático a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Ministerio del Ambiente - MAE 2012

República del Ecuador, Ministerio del Ambiente (2012): Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria TULSMA 2003

Ritzkowski, M. (2008). Controlling greenhouse gas emissions through landfill in situ aeration. Hamburg University Technology. 2008

Röben, Eva, Deutscher Entwicklungsdienst, Ilustre Municipalidad de Loja (2002): Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales. Dirección de Higiene, Ilustre Municipalidad de Loja, Ecuador.

Stavins R., J. Zou, T. Brewer, M. Conte Grand, M. den Elzen, M. Finus, J. Gupta, N. Höhne, M.-K. Lee, A. Michaelowa, M. Paterson, K. Ramakrishna, G. Wen, J. Wiener, and H. Winkler, 2014: International Cooperation: Agreements and Instruments. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Superintendencia de Bancos del Ecuador (2014)

Boletines de Series de Banca Pública, Octubre 2014

Thomson Reuters (2014): Carbon Market Monitor: Carbon Market Trends, Oversupply, reform, fragmentation. Thomson Reuters Point Carbon.

United Nations Environment Programme (2010): Waste and Climate Change – Global Trends and Strategy Framework. United Nations Environmental Programme, Division of Technology, Industry and Economics, International Environmental Technology Centre, Osaka/Shiga.

UNFCCC, 2015: Clean Development Mechanism – Glossary: CDM Terms; Version 08.0; online version:

World Bank, 2013. Methane finance study group report: using pay-for-performance mechanisms to finance methane abatement. Washington DC: World Bank. Disponible en: <http://documents.worldbank.org/curated/en/2013/04/18114933/methane-finance-study-group-report-using-pay-for-performance-mechanisms-finance-methane-abatement> (last accessed: 17.03.2015)

