

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador

Departamento de Asuntos Públicos

Convocatoria 2019-2020 (Modalidad virtual)

Tesina para obtener el título de especialización en Liderazgo, Cambio Climático y Ciudades

Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a través de una propuesta de generación
y aprovechamiento del gas metano a partir de los residuos sólidos en el Cantón Mocache,
Provincia de Los Ríos

Josselyn Gabriela Posligua Solís

Asesora: María de los Ángeles Barrionuevo

Lector: Pedro Alarcón

Quito, septiembre de 2020

Dedicatoria

Esta investigación está dedicada a Dios quien es el que me regala todas las oportunidades, a mis padres por el apoyo incondicional, mis hermanos, a mi novio y a todos los seres especiales que han sido luz en mi vida.

Tabla de contenidos

| | |
|--|------|
| Resumen..... | VII |
| Agradecimientos..... | VIII |
| Introducción..... | 1 |
| Capítulo 1 | 3 |
| Marco contextual | 3 |
| 1.1.1 Descripción del cantón Mocache | 3 |
| 1.1.2 Cobertura de servicios básicos en el cantón Mocache..... | 3 |
| 1.1.3 Aprovechamiento energético en ciudades del Ecuador | 5 |
| Marco teórico | 6 |
| 1.1.4 Metabolismo social y cambio climático | 6 |
| 1.1.5 Gestión integral de residuos sólidos | 12 |
| 1.1.6 Emisiones de metano y dióxido de carbono de los residuos, incremento de | 13 |
| .Gases de Efecto Invernadero | 13 |
| 1.1.7 Generación eléctrica mediante biogás en relleno sanitario | 14 |
| Marco metodológico | 14 |
| 1.1.8 Tipo de investigación..... | 14 |
| 1.1.9 Métodos de investigación..... | 14 |
| 1.1.10 Técnica de investigación | 15 |
| 1.1.11 Diseño de la investigación | 16 |
| Capítulo 2..... | 18 |
| Resultados y hallazgos | 18 |
| 1.1.12 Descripción social del grupo de estudio..... | 18 |
| 1.1.13 Acceso a servicios básicos en el cantón. | 20 |
| 1.1.14 Generación de residuos | 22 |
| 1.1.15 Aprovechamiento y valorización de residuos sólido urbanos..... | 23 |
| 1.1.16 Viabilidad económica de propuesta de aprovechamiento del metano para | 27 |
| generación eléctrica a partir del biogás | 27 |
| Capítulo 3 | 36 |
| Propuesta de mejora de gestión y aprovechamiento de residuos sólidos en el cantón..... | 36 |
| Mocache..... | 36 |
| Conclusiones | 43 |

| | |
|---------------------------|----|
| Anexos | 45 |
| Lista de referencia | 52 |

Ilustraciones

| | |
|---|----|
| Ilustración 1 Modelo de evaluación de gestión de RSU | 16 |
| Ilustración 2 Modelo de proceso de estimación de metano | 16 |
| Ilustración 3 Modelo de estimación económica de la propuesta..... | 17 |
| Ilustración 4 Nivel de eficiencia de la gestión de residuos sólidos urbanos | 21 |
| Ilustración 5 Disponibilidad de inversión en la adquisición de contenedores de separación... | 24 |
| Ilustración 6 Disponibilidad de inversión en la adquisición de fundas para la separación..... | 25 |
| Ilustración 7 Proyección de eliminación de metano..... | 27 |
| Ilustración 8 Diseño para el seguimiento, control y aprovechamiento de los RSU | 49 |
| en el cantón..... | 49 |

Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Estimación de producción de metano de los residuos generados en el cantón..... | 26 |
| Mocache | 26 |
| Tabla 2 Detalle de construcción de sitio de disposición | 28 |
| Tabla 3 Costos de inversión en extracción de biogás..... | 28 |
| Tabla 4 Costos de operación y mantenimiento | 29 |
| Tabla 5 Costo de generación de energía eléctrica | 29 |
| Tabla 6 Estimación de potencia, energía del metano generado anualmente | 30 |
| Tabla 7 Detalle de rentabilidad del proyecto | 32 |
| Tabla 8 Detalle Flujo de caja del proyecto..... | 33 |
| Tabla 9 Comité de socialización de propuesta de aprovechamiento de residuos..... | 37 |
| Tabla 10 Programa 1: Participación social y acción colectiva..... | 38 |
| Tabla 11 Programa 2: Programa de minimización de impactos ambientales por..... | 39 |
| disposición de residuos..... | 39 |
| Tabla 12 Programa 3: Gestión sostenible de servicio de recolección | 40 |
| Tabla 13 Programa 4: Recuperación y valorización de RSU..... | 41 |

Ecuaciones

| | |
|--|----|
| Ecuación 1 Tasa de generación de metano..... | 25 |
| Ecuación 2 Potencia energética..... | 30 |

| | |
|--|----|
| Ecuación 3 Energía Anual | 30 |
| Ecuación 4 Cálculo de ingreso económico..... | 30 |

Declaración de cesión de derecho de publicación de la tesina

Yo, Josselyn Gabriela Posligua Solís, autora de la tesina titulada “Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a través de una propuesta de generación y aprovechamiento del gas metano a partir de los residuos sólidos en el Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos” declaro que la obra es de mi exclusiva autoría, que la he elaborado para obtener el título de especialización en Liderazgo, Cambio Climático y Ciudades concedido por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador.

Cedo a la FLACSO Ecuador los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, bajo la licencia Creative Commons 3.0 Ecuador (CC BY-NC-ND 3.0 EC), para que esta universidad la publique en su repositorio institucional, siempre y cuando el objetivo no sea obtener un beneficio económico.

Quito, septiembre de 2020



Josselyn Gabriela Posligua Solís

Resumen

La presente investigación se desarrolló en el Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos, presentada como una propuesta para la mitigación de los efectos futuros del cambio climático, con la reducción de gases de efecto invernadero mediante el aprovechamiento del gas metano de los residuos sólidos urbanos generados en el cantón.

En la actualidad uno de los principales problemas que enfrenta el cantón es no disponer de un sitio destinado para realizar la disposición final técnica de los desechos. A esto se añade que, en el proceso de recolección no se realiza la caracterización previa de los residuos, estos son recolectados, mezclados y dispuestos en una celda emergente ubicada en un cantón vecino (Quevedo).

Según datos recopilados en la investigación aproximadamente el 80,8% de residuos generados en el cantón son orgánicos, por lo que surge la idea de plantear una propuesta de aprovechamiento de los residuos, estimando la cantidad anual de toneladas producidas de desechos. Es importante mencionar que para realizar un aprovechamiento integral de los residuos fue fundamental conocer la percepción de la ciudadanía del cantón en relación a realizar un proceso de separación desde fuente.

Los resultados de la cantidad de toneladas generadas por año en el cantón arrojaron que la concentración de metano generado $m^3/día$, garantiza el desarrollo de un proyecto de generación eléctrica a base de biogás. Iniciativa que reemplazaría los suministros de energía convencional que demandan uso excesivo de los recursos no renovables, por el uso de energía limpia.

Agradecimientos

Mi formidable agradecimiento a la Facultad de Ciencias Sociales FLACSO, por la oportunidad de ser beneficiaria de una beca de estudios de la especialización “Liderazgo, Cambio Climático y Ciudades”. A mi familia por ser mi pilar y apoyo, y especialmente a mi asesora María Barrionuevo por el acompañamiento y la enseñanza.

Introducción

Las medidas correctoras de los impactos generados suponen un costo adicional que, pueden evitarse si no se produce el impacto. “Las medidas de mitigación consisten en la implementación de cualquier política, estrategia, obra y acción tendientes a eliminar o minimizar los impactos negativos que pueden presentarse durante las etapas de ejecución de la actividad de recuperación y aprovechamiento de los desechos” (Salas y Quesada 2006, 9).

Dentro del desarrollo de la gestión urbana de los residuos sólidos, los gobiernos locales han mostrado interés en el establecimiento de alternativas que hagan eficaz la gestión de los residuos. Aunque es notorio que en el Ecuador son pocos los que poseen un sistema eficiente que vaya desde el manejo responsable en la fuente hasta su disposición final. Aunque existen ciudades que son ejemplo sobre los beneficios ambientales que trae a los territorios la buena gestión y aprovechamiento de los residuos generados.

Como una potencial medida de mitigación existe la posibilidad de aprovechar el metano generado en rellenos sanitarios, el cual se presenta como un problema ambiental en la gestión integral residuos sólidos, pero viéndolo desde una perspectiva de aprovechamiento se considera un bien por su valioso potencial energético (Rivas, Sierra y Vélez 2017, 2).

Mocache es un cantón netamente agrícola de la Provincia de Los Ríos, en donde el 80 % de su población vive en el área rural, mientras que el 21% en la zona urbana. La cobertura de residuos sólidos en el área urbana el 100%, mientras que en el área rural el abarca el 65% (PDYOT Mocache 2018, 40).

Justificación

La disposición inadecuada de los residuos sólidos urbanos constituye un problema común en la mayoría de los gobiernos locales. Con un desarrollo débil en la cadena de gestión que vaya estructurada desde la minimización, reducción hasta el aprovechamiento. Convierten en la mayoría de los casos a los vertederos o sitios de disposición final en un foco latente de contaminación, malos olores, disminución paisajística, presencia de plagas, que no solamente trae afectaciones ambientales graves sino que constituye en un riesgo de afectación a la salud de las personas.

Para los Gobiernos Autónomos Descentralizado al trabajar en el desarrollo de acciones de mitigación garantizan una calidad de vida óptima en las generaciones presentes y futuras en los territorios, pero dichas acciones que deben estar acompañada del compromiso e involucramiento de la sociedad civil.

Los vertederos son una fuente importante en la generación de gases causantes del efecto invernadero principalmente el metano, es por ello que nace el interés de la presente investigación en proponer el aprovechamiento de la concentración de metano de los residuos sólidos urbanos generado en el cantón, con miras a la producción de energía limpia, y que este sea el inicio de un sólido establecimiento de proyectos encaminados a la reducción de los gases de efecto invernadero en el sector residuos del cantón Mocache.

Definición de los objetivos

Objetivo General

Identificar la potencialidad que el cantón Mocache tiene para la reducción de gases de efecto invernadero a través de la propuesta de aprovechamiento energético del gas metano a partir de los desechos sólidos.

Objetivos específicos

- Analizar el modelo de gestión de los residuos sólidos en el cantón Mocache.
- Analizar la reducción los gases de efecto invernadero a partir de la propuesta de aprovechamiento del metano.
- Estimar la viabilidad económica del proyecto de aprovechamiento energético de los desechos sólidos en el cantón.

Capítulo 1

Marco contextual

1.1.1 Descripción del cantón Mocache

El cantón Mocache se encuentra ubicado en la provincia de Los Ríos, Ecuador. Al norte limita con el cantón Quevedo, al sur con el cantón Vinces, al Este con Ventanas, Oeste con el Cantón Balzar (PDYOT Mocache 2018, 4). En el cantón, según datos del Censo de Población y Vivienda del año 2010 son 38.392 habitantes de los cuáles, en la zona rural es donde existe la mayor población del cantón con 30.364 habitantes, mientras que la zona urbana con 8.028 (INEC 2010, 6). En su territorio existen alrededor de 11.516 viviendas, de las cuáles 2.293 que equivalen al 19,91% están ubicadas en la zona urbana y 9.223 que representa el 80,09% están en la zona rural (INEC 2010, 10).

1.1.2 Cobertura de servicios básicos en el cantón Mocache

La cobertura del servicio de agua en el cantón en el área urbana es de 100%, mientras que en el área rural de 81%. El servicio de alcantarillado en la zona urbana 85%, mientras que en la zona rural 1% (PDYOT Mocache 2018, 50-58). En el cantón son 8.828 viviendas las cuales el servicio de energía eléctrica procede de la red eléctrica de servicio público, 9 viviendas por paneles solares, 4 de generador eléctrico, 221 otro y 831 no cuentan con el servicio de energía eléctrica (INEC 2010, 10).

La recolección de desechos en el área urbana abarca el 100%, mientras que en el área rural el 65% de los 137 recintos que conforman la zona rural de cantón Mocache (PDYOT Mocache 2018). Según datos con relación a temas ambientales el índice verde urbano en el cantón Mocache, es 4,33 m²/habitante (INEC 2012, 4).

El desarrollo de los territorios va de la mano con la cobertura de los servicios básicos dentro del mismo, pero más allá de que las personas tengan acceso a estos, es radical que se garantice un servicio de calidad, es por ello que se debe considerar bajo todas las circunstancias que la gestión de los servicios básicos sea cada vez más eficiente.

1.1.2.1 Gestión de residuos sólidos urbanos del cantón Mocache

El sistema de barrido es de tipo manual, se lo realiza mediante un grupo de trabajadores del área de aseo de calles. Las rutas de barrido se encuentran predeterminadas y cada trabajador

conoce la ruta asignada. La integralidad de la ruta es cubierta en dos turnos, uno en la mañana y otro por la tarde. La técnica de barrido es ir barriendo cada lado de la calle y los residuos se depositan en un sitio estratégico para ser recogidos por parte del vehículo recolector (Cevallos, Sistema de recolección en el cantón Mocache 2020).

El sistema de recolección de residuos urbanos es de tipo convencional, no diferenciado, mediante la utilización de un carro recolector y dos volquetas municipales. La municipalidad distribuye la responsabilidad de recolección de desechos sólidos por área urbana y rural. A la recolección en los hogares, se suma los residuos resultantes del aseo de calles, áreas verdes y mercado. Los desechos que son destinados en la celda emergente del cantón Quevedo (Cevallos 2020).

El proceso de recolección carece de una clasificación en la fuente de los residuos, lo que provoca que los residuos que poseen características aprovechables sean mezclados reduciendo la valoración de los mismos. La celda emergente en donde se depositan los desechos se encuentra ubicada en el cantón Quevedo, también recepta desechos de otros cantones aledaños (GIZ 2014, 6). En la actualidad está declarada en emergencia por fallas técnicas según pronunciamientos de la autoridad ambiental, que han sido sustentados por denuncias ciudadanas de posibles daños ambientales (GIZ 2014, 6).

Es de vital importancia conocer que cantidad de desechos se generan en el cantón, en base a esta información se pueden establecer el desarrollo de proyectos encaminados a brindar un aprovechamiento a los residuos generados.

1.1.2.2 Producción per cápita y caracterización de residuos

Según datos de la Dirección de Higiene y Medio Ambiente del Gobierno Municipal del cantón Mocache, en el año 2018 se recolectaron desde enero a diciembre 4196 toneladas en el área rural, por otra parte en el área urbana en ese mismo año recolectó un promedio de 3650 toneladas (Cevallos 2020). Mientras que los datos de la última caracterización realizada en el cantón Mocache, arrojan:

La producción per cápita asociada (PPCA) expresada en kg/hab/día está integrada por los siguientes sectores: comercial con 0,02; educativa 0,004; camal 0,003; centros de salud 0,0001; mercados 0,007; barrido 0,0050; la sumatoria de estos valores es 0,039 kg/hab/día,

por otra parte la producción PPC doméstica es 0,631 kg/hab/día, la suma de la PPCA y PPC, arroja un total en el cantón de 0,67 kg/hab/día. Según datos de la última caracterización de residuos realizada en el cantón, los subproductos con mayor puntuación es orgánicos de cocina con 80,8% (GIZ 2014, 20-23).

En el cantón Mocache hasta la actualidad no se ha realizado proyectos en relación a aprovechamiento de residuos, por lo cual nace la interrogante de que tan viable sería el planteamiento de un proyecto de este sector. En el país existen ciudades que han apuntado al desarrollo de proyectos de aprovechamiento energético de los desechos sólidos generados, brindándole una oportunidad para que el territorio gestione de mejor manera los residuos, y a su vez incursionado en el desarrollo de energías limpias.

1.1.3 Aprovechamiento energético en ciudades del Ecuador

En el Ecuador son pocos los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADM), que han emprendido una búsqueda de aprovechamiento energético de los residuos sólidos. En muchos de estos GADM no se cuenta con una gestión óptima en la recolección y disposición final de residuos sólidos. Según datos del censo de Gestión de Residuos sólidos de AME-INEC del año 2017, en el país, son 80 municipios que trabajan con separación en la fuente y 139 no la realizan lo que representa un 63,5% de 219 municipios (INEC-AME 2017, 8).

Pero se debe destacar que dentro de la búsqueda por la reducción de gases de efecto invernadero a través de la propuesta de energías limpias, existen ciudades que han iniciado con el ejemplo. En diciembre del 2012, la ciudad de Cuenca a través de la empresa EMAC-BGP ENERGY (Empresa Municipal de aseo de Cuenca-Proyecto de Biogás), comienza la extracción y aprovechamiento del gas metano del relleno sanitario, generando 2 MW de electricidad por medio de dos motores de combustión, lo que contribuye a una reducción de la contaminación en aproximadamente 46.000 toneladas de CO₂ (dióxido de carbono) equivalente por año (EMAC 2016, 1-2).

Por otra parte la ciudad de Quito mediante la Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos (EMGIRS EP), aprovecha diariamente un promedio de 2.000 toneladas de residuos llegan al sitio de disposición final (EMGIRS EP 2017). Y “Se plantea arrancar una segunda fase que implementarán 3 generadores adicionales con el objetivo de beneficiar a 20.000 familias con el suministro de electricidad” (EMGIRS EP 2017, 2).

En la ciudad de Guayaquil según estudio de aprovechamiento energético en 6 rutas de recolección, los datos arrojan que el 58,68% de residuos son orgánicos. En un escenario de 100.000 toneladas de residuos sólidos, se podría generar KWH 14'382,692.9 a través de procesos de incineración. Si la obtención de biogás a partir de residuos sólidos orgánicos fuera la alternativa, se podría generar 7'424,136 KWH, lo cual es suficiente energía eléctrica para abastecer la demanda 484,864.98 viviendas anuales. Re que 32.78% de los residuos sólidos generados en las seis rutas analizadas se consideran recuperables (Lindao y Quisnancela 2016, 190-193).

Marco teórico

1.1.4 Metabolismo social y cambio climático

El metabolismo social aborda la manera integrada las articulaciones que se producen entre las relaciones sociales y las relaciones ecológicas (Toledo Victor 2015, 42).

El metabolismo entre la naturaleza y la sociedad contiene dos dimensiones o esferas: una material, visible o tangible y otra inmaterial, invisible o intangible. El metabolismo social comienza cuando los seres humanos socialmente agrupados se apropian materiales y energías de la naturaleza (input) y finaliza cuando depositan desechos, emanaciones o residuos en los espacios naturales (output) (Toledo 2016, 42).

Como lo cita, (Ramos 2016, 1) El incremento del metabolismo social produce que las dimensiones del flujo de desechos tienen directa correspondencia con la capacidad de poder adquisitivo, de ahí una correlación proporcional entre el incremento del PBI (Producto Interno Bruto), el consumo energético y material.

Dentro de esta interacción del metabolismo urbano, los centros urbanos se convierten en un punto clave en el desarrollo de emisiones de gases de efecto invernadero (Ramos 2016, 5). “Son los principales emisores de residuos y contaminantes, pueden analizarse como sistemas abiertos a los flujos de materiales y energía, esto es, que toman energía y materiales fuera del sistema, y desechan energía disipada y materiales degradados” (Ramos 2016, 5).

Esta interacción entre el hombre y la naturaleza, genera sus impactos o consecuencias. “Los conflictos ambientales no nacen principalmente de la financiarización. Sino del aumento del

metabolismo social” (Martinez Joan y Walter 2015, 8). Siendo el cambio climático un ejemplo preciso de la mala interacción que el hombre ha ejercido sobre la naturaleza.

1.1.4.1 Cambio climático y sus efectos

“Considerado como una variación del estado del clima identificable en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos periodos de tiempo, por lo general decenios o periodos más largos” (IPCC 2013, 188). “El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzados externos, tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropogénicos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo” (IPCC 2013, 188).

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (IPCC 2013, 188). La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales (IPCC 2013, 188).

Siendo el cambio climático la derivación del incremento de las emisiones de los gases de efecto invernadero a la atmósfera. Las emisiones totales están dictadas en gran medida por la población y producción de cada país. Su relación refleja una medida más objetiva de la intensidad de las emisiones. Así como los niveles de desarrollo van aumentando, implica el aumento de las emisiones de gases de efecto Invernadero (GEI) en América Latina y el Caribe (Heres del Valle 2015, 9).

Los impactos del cambio climático irán en aumento sobre la gran mayoría de los sectores productivos, como el turismo, la agricultura y la producción de alimentos. Pero también se notará en la generación de empleo, en el mercado inmobiliario, la industria o la generación de electricidad, entre otros (Greenpeace Org 2018, 6).

A este grupo de sectores se unen de incidencia que producen el déficit de acceso o cobertura a los servicios básicos dentro de los territorios, como es el caso de los problemas de la inadecuada gestión o disposición de residuos sólidos. Ya que en muchas ocasiones existen

sistemas de vertimiento de residuos sólidos situados en espacios pequeños con uso masificado, y con características de acumulación muy altas (Pinzón y Soletto 2020, 2).

Dicho esto uno de los principales retos es evitar o reducir los impactos del calentamiento global y los crecientes niveles de emisiones de GEI, sin frenar el crecimiento de los países menos desarrollados en el mundo (Heres del Valle 2015, 14). Entonces aparece la necesidad de generar acciones de mitigación y adaptación. Por ejemplo la construcción de políticas públicas, y otras medidas que los países menos desarrollados pueden adoptar (Heres del Valle 2015, 14).

1.1.4.2 Mitigación y adaptación al cambio climático

El cambio climático viene dándose con fuerza, con escenarios futuros alarmantes para la población y el medio ambiente. Para reducir la incidencia de esta situación y enfrentar al cambio climático existen dos tipos de medidas: la mitigación y la adaptación. La mitigación está orientada a la reducción de las emisiones de GEI, es decir pretende curar las causas. La adaptación alineándose a los impactos del cambio climático, pretende aliviar los síntomas (Hoyos 2019, 9)

La mitigación al cambio climático se especifica en relación a aquellas medidas tendientes a reducir la acumulación de gases invernaderos en la atmósfera (Bucaram 2018). Las acciones de adaptación son las medidas enfocadas en ajustar el estilo de vida de las sociedades en respuesta a los cambios actuales y esperados del clima, asumiendo a su vez que dichos cambios son irreversibles e incontrolables (Bucaram 2018, 2).

La mitigación al cambio climático es la intervención antropogénica para reducir las fuentes de gases de efecto invernadero o mejorar los sumideros (los procesos, las actividades o los mecanismos que eliminan un gas invernadero de la atmósfera)” (IPCC 2014, 79).“La adaptación al cambio climático se define como el proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos (IPCC 2014, 51).

Dentro de las medidas de mitigación que se pueden emplear para la reducción de los gases de efecto invernadero, está el uso de energías renovables y manejo adecuado de residuos, que

con acciones como la segregación en la fuente, es una medida efectiva de mitigación de los GEI (Hoyos 2019, 10). Esta medida de mitigación tendrá que ir enfocada principalmente en tratar de persuadir a la población que cambie su comportamiento de consumo, acción que puede ser fortalecida mediante la implementación política locales (Bucaram 2018, 3).

En temas de adaptación es común observar que sus procesos que son ineficientes y que pueden derivar en costos adicionales en el futuro o la presencia de diversas barreras que dificultan la instrumentación de los mismos. Dentro de medidas de adaptación en relación a la reducción de GEI por residuos, están la implementación de programas de prevención de riesgos en asentamientos humanos en áreas de influencia a botaderos o rellenos sanitarios, implementación de medidas locales de control de la contaminación con co-beneficios, ejecución de programas de monitoreo en el caso de afectaciones ambientales a acuíferos por lixiviados (Sánchez y Reyes 2015, 19).

La relación que los gobiernos locales establezcan dentro de sus territorios en el margen de los vínculos con los objetivos estratégicos, son eficaces para desarrollar acciones de adaptación y mitigación frente al cambio climático, esta relación permitirá alcanzar beneficios locales en desarrollo sostenible, calidad ambiental, medios de vida e innovación hacia sistemas sostenibles. La aplicación de las medidas, acciones de adaptación y mitigación pueden influir positivamente en el desarrollo de otros objetivos sociales, ambientales, así mismo se pueden reducir costos en los gobiernos locales (Ministerio del ambiente 2019, 10-12).

1.1.4.3 Cambio climático en territorio

u Cada vez más encontramos más estudios que calculan los costes que significa la inacción sobre sectores o territorios concretos, lo que nos permite tener una idea más precisa de los costes del cambio climático (Martín, Rivera y Castizo 2018, 32). Es indispensable trabajar en planes de mitigación y adaptación dentro de los territorios con medidas concretas compatibles con el clima. Las acciones sectoriales son el eje clave en donde se generan opciones que parte del conocimiento para proyectarse a los escenarios futuros y así tomar decisiones para que las intenciones, planes de desarrollo y las acciones para la mejoras en la calidad de vida no se vean afectadas de manera negativa por el clima (CDKN, Ministry of Foreign Affairs of the Netherlands y Ukald 2018, 13).

Dentro de las acciones que se pueden emprender se encuentran también las políticas que los gobiernos locales en el margen de sus competencias pueden implementar para hacer frente a la problemática de cambio climático, que pueden ser centradas en los cinco sectores más incidentes: la planificación urbanística, promoción de edificaciones eficientes, promoción de energías renovables, movilidad sostenible y la gestión de desechos. Estos sectores son en los cuales los gobiernos locales podrán marcar pasos, tendencias y diferencias con sus políticas climáticas (Navarro y ed 2019, 16).

Las acciones o medidas incluyen: impulsar energías alternativas y eficientes, uso adecuado del suelo, planificación local sostenible, en sí entender el clima futuro para generar opciones climáticamente inteligentes, desarrollar alternativas de reducción de emisiones y a la vez resilientes, disponer los residuos utilizando el metano en generación eléctrica y ante todo, ser conscientes de la calidad de la vida de la población, con territorios adaptados al clima futuro (CDKN, Ministry of Foreign Affairs of the Netherlands y Ukald 2018, 13). En la gestión de los residuos en los últimos años se ha establecido el reto de transformar esa gestión a fin de que su eliminación se oriente según principios medioambientales, que contribuyan a la reducción de GEI y otros compuestos tóxicos para la salud (CEPAL 2013, 58).

1.1.4.3.1 Cambio climático, urbanización y residuos

En materia de cambio climático dentro de la urbanización es necesario mirar a largo plazo, la adaptación debe planearse en relación al aumento de la intensidad de impactos climáticos experimentados en la actualidad y prepararse para los riesgos futuros, cuyas consecuencias no se puede predecir. (Martín, Rivera y Castizo 2018, 34). En América Latina tiene la tasa de urbanización más alta del mundo que acarrea un grave estrés sobre la fuentes que abastecen las ciudades y los patrones de consumo suponen una presión alta sobre recursos naturales por ende acarrearía una mayor producción de residuos. (Martín, Rivera y Castizo 2018, 112).

Aunque los residuos urbanos representan una fracción menor del total de los residuos generados, estos tienen un alto potencial de mejora en su gestión. La cantidad de residuos sólidos urbanos ha crecido incluso de manera más rápida que las tasas de urbanización (Martín, Rivera y Castizo 2018, 182).

La afectación ambiental más relevante es el manejo inadecuado de los residuos sólidos municipales, lo constituye el deterioro estético de las ciudades y paisaje natural. La

consecuente devaluación dentro de los predios donde se localizan los vertederos como de las áreas vecinas, producto del abandono, acumulación de la basura, malos olores, presencia de carroñeros y lixiviados, efectos que son fácilmente observados por la población (Rondón y et 2016, 15).

En las últimas décadas, la migración hacia las zonas urbanas, ha dado como resultado una concentración demográfica en áreas relativamente reducidas, y como consecuencia una sobreproducción de residuos. El problema no solo está relacionado a la cantidad, sino a la manera en que estos desechos han sido depositados en el medio ambiente de las áreas urbanas, o en zonas que muchas veces no han podido absorber el impacto de la sobrecarga, generándose un deterioro irreversible en muchos casos (Rondón y et 2016, 19).

1.1.4.3.2 Cambio climático, zonas rurales y residuos

Aquellos países con mayores áreas rurales, más afectadas por la pobreza y con un acceso limitado a servicios públicos, van a ser más vulnerables (Martín, Rivera y Castizo 2018, 29). Muchas veces la disposición de residuos sólidos municipales (RSM), se realizan en vertederos o botaderos a cielo abierto ubicados en zonas rurales, alejadas de la urbanización. En muchas ocasiones en estos vertederos con prácticas no sostenibles, se practica la quema de los RSM, y con la ausencia de selección previa los plásticos, pilas, baterías entre otros desechos incinerados pueden producir dioxinas y furanos, sustancias que son nocivas para la salud (Jara 2014, 2).

En su mayoría la cobertura de servicios básicos en las zonas rurales es deficiente, ya que en muchos de los casos no se cuenta con los equipamientos de recolección suficientes, o no son los adecuados de acuerdo a la zona para facilitar la recolección a zonas de difícil acceso (Rondón y et 2016, 25). La basura en el sector rural presenta un mayor porcentaje de residuos orgánicos. Los barrios periféricos, suburbios y parroquias son los menos atendidos. La basura se coloca en recipientes de diferente tamaño y se disponen en aceras, esquinas y terrenos baldíos. La recolección es realizada una o dos veces por semana, mediante vehículos que en el mejor de los casos cuentan con sistemas de compactación (Jara 2014, 7).

Las administraciones locales en el sector residuos tienen un papel relevante en todo el ciclo jerárquico de la gestión de residuos, su trabajo va encaminado desde su prevención y

minimización de la generación de residuos, su reutilización y reciclaje hasta su valoración energética y su eliminación (Navarro y ed 2019, 28).

1.1.5 Gestión integral de residuos sólidos

“La implementación de un sistema avanzado de gestión de residuos se convierte en un reductor neto de emisiones de gases de efecto invernadero” (Fernández 2005, 2). Los residuos sólidos urbanos se clasifican en: domiciliarios, comerciales, y los provenientes de la limpieza de calles y espacios recreacionales (ONU medio ambiente 2019, 5). El crecimiento de la generación de residuos ha tomado gran ventaja en el desarrollo de las ciudades (Fernández 2005, 2). “La producción de residuos per cápita ha crecido, debido a esquemas y patrones de vida que asocian erróneamente conceptos como calidad de vida y desarrollo” (Fernández 2005, 3).

En general la gestión de residuos sólidos urbanos está a cargo de los gobiernos autónomos descentralizados municipales. Un manejo integral de los residuos sólidos es considerado desde su tratamiento, reciclaje, disposición, y adicional (Fernández 2005, 3). “También responsabilidad y el compromiso por reducir, desarrollar tecnologías limpias, procesos ecoeficientes, que estén basados en la sostenibilidad del desarrollo de la sociedad con el medio ambiente” (Fernández 2005, 3).

La gestión sustentable de los desechos implica, por un lado, la propuesta de programas de separación y reciclaje de residuos, por otro lado necesariamente la participación social, es decir, una responsabilidad compartida en el manejo eficiente y ambientalmente seguro del flujo de residuos urbanos” (Bernache Pérez 2015).

En persistir la ausencia de acciones decididas, en las próximas décadas podemos esperar un aumento de los residuos y consecuentemente de sus emisiones, lo cual refleja la urgencia de transformar el sector de los residuos de acuerdo con el principio de reducir, reutilizar, reciclar. Si se promueve bajo el margen de economía circular la reducción de residuos generados, la reducción de materias primas extraídas y procesadas, el carbono atrapado por suelos abonados con compost, aprovechamiento de las emisiones en vertederos, se estima que se podría lograr una reducción de entre el 10% y 15% de las emisiones globales de GEI (Martín, Rivera y Castizo 2018, 184).

1.1.6 Emisiones de metano y dióxido de carbono de los residuos, incremento de Gases de Efecto Invernadero

Mediante la descomposición de la materia orgánica se produce dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄). El CH₄ es GEI antropogénico más abundante después del CO₂, que representa alrededor de 20% de las emisiones globales. El metano es considerado un “forzador del clima a corto plazo”, lo que significa que su duración es relativamente corta en la atmósfera, con aproximadamente 12 años (Global Methane Initiative 2016, 1). Si bien el metano permanece en la atmósfera durante un período más corto de tiempo y se emite en cantidades más pequeñas que el CO₂, su potencial de calentamiento global (es decir, la capacidad del gas de atrapar calor en la atmósfera) es entre 28 y 34 veces mayor (Global Methane Initiative 2016, 1).

Las emisiones de metano contribuyeron a un tercio del calentamiento antropogénico actual (Global Methane Initiative 2016, 2). “El metano se emite durante la producción y transporte de carbón, gas natural y petróleo” (Global Methane Initiative 2016, 2). Las emisiones también son el resultado de la descomposición de la materia orgánica en los vertederos de desperdicios sólidos municipales, algunos sistemas de almacenamiento del estiércol de ganado y ciertos sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales y agroindustriales. (Global Methane Initiative 2016, 2). “El CH₄, gas de efecto invernadero, se produce en los sitios de disposición de residuos sólidos municipales, trátese de un relleno sanitario o un vertedero a cielo abierto” (Solórzano 2003, 4).

Como se cita en (Martín, Rivera y Castizo 2018, 186), una de las acciones más sencillas es evitar la quema de residuos a cielo abierto o garantizar una adecuada disposición de residuos en rellenos sanitarios controlados, a esto sumando la implementación de políticas que ayuden a minimizar o prevenir la generación innecesaria de residuos en la fuente. Existe un potencial muy significativo para reducir las emisiones del sector residuos a través de diferentes acciones. Inclusive considerando el uso de tecnologías ya existentes de captura de biogás en vertederos se podrían evitar hasta un 61% de las emisiones del sector residuos de aquí a 2030.

“La captura del metano ofrece una oportunidad de mitigar el cambio climático y aumentar la seguridad energética, mejorar el crecimiento económico, y mejorar la calidad del aire y la seguridad laboral” (Global Methane Initiative 2016, 2).

1.1.7 Generación eléctrica mediante biogás en relleno sanitario

Siendo el relleno sanitario una infraestructura de ingeniería diseñada para recibir residuos sólidos municipales, con un sistema de captación de gas y lixiviados, la adecuada ubicación para la operación de un relleno sanitario debe caracterizarse principalmente por no contar con acuíferos cercanos, por el posible riesgo de contaminación por lixiviados. El diseño de un relleno sanitario debe contemplar los procesos que se generan de la descomposición de los desechos, como el llamado biogás que es producto de la digestión anaerobia del contenido orgánico de los residuos sólidos (Agencia de Regulación y Control de Electricidad 2019, 5).

El biogás es una mezcla constituida principalmente de metano y bióxido de carbono, en concentraciones fluctuantes entre 45% a 60% para el metano y entre 40% a 60% para el bióxido de carbono. La captura y tratamiento del biogás son necesarios, debido al carácter explosivo de las mezclas biogás—aire, al comportamiento del metano y dióxido de carbono como gases de efecto invernadero y al valor energético del metano. Ambos compuestos son importantes gases de efecto invernadero, sin embargo, el grado de la contribución de cada uno es muy diferente, siendo el efecto del metano 23 veces mayor al del bióxido de carbono (Agencia de Regulación y Control de Electricidad 2019, 5).

El biogás producido puede ser colectado mediante tubos verticales u horizontales perforados y llevado, ya sea a un mechero para su quemado, o a una instalación de generación eléctrica donde es comprimido, filtrado, deshidratado e introducido en motores de combustión interna que generan energía eléctrica” (Agencia de Regulación y Control de Electricidad 2019, 5-6).

Marco metodológico

1.1.8 Tipo de investigación

El tipo de investigación aplicada es exploratoria, debido a su enfoque en identificar la capacidad energética que se concibe a partir de los residuos sólidos generados en el cantón Mocache, a esto se suma que en el cantón no se han realizado investigaciones referentes al aprovechamiento de gases de efecto invernadero; por tal razón, se reconoce la necesidad de aplicación de la investigación exploratoria que es aplicada para fenómenos no estudiados, debido a los pocos datos y antecedentes que se poseen en relación a esta temática.

1.1.9 Métodos de investigación

Para el desarrollo de esta investigación se empleó el método mixto de investigación (cuantitativo y cualitativo) para la estimación de producción de biogás que los residuos

sólidos urbanos del cantón Mocache, tomando cuenta el método deductivo que permite “el análisis de los principios generales de un tema específico: una vez comprobado y verificado que determinado principio es válido, se procede a aplicarlo a contextos particulares” (Torres 2006, 59). Los datos disponibles fueron analizados en conjunto con los datos recopilados durante el proceso investigativo.

“La investigación cuantitativa se basa en técnicas mucho más estructurales ya que busca las mediciones de las variables previamente establecidas” (Nelly López 2016, 5). Se empleará este método para la estimación de producción de biogás mediante un modelo de simulación de procesos de la EPA.

La investigación cualitativa es la que produce datos descriptivos, con las propias palabras de las personas, habladas o escritas y la conducta observable. Constituida por un conjunto de técnicas para recoger datos (Nelly López 2016, 8). Los datos recopilados serán analizados para la obtención de resultados sobre gestión de residuos en el territorio y determinar los beneficios de la propuesta de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a través generación y aprovechamiento del gas metano a partir de los residuos sólidos generados en el cantón durante un periodo determinado de tiempo.

1.1.10 Técnica de investigación

La técnica de la investigación empleada es la implementación de encuestas y entrevistas a la ciudadanía para la recopilación de información del tema de estudio.

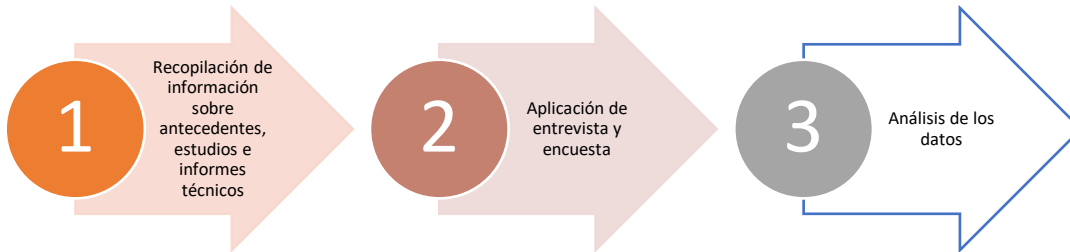
Las entrevistas fueron planteadas mediante el criterio de aplicación por conveniencia, realizadas mediante vía telefónica en un tiempo estimado de 25 minutos con preguntas abiertas, ejecutadas estratégicamente de acuerdo al campo de desarrollo de cada encuestado, con el fin de garantizar mayor flexibilidad para la obtención de la información.

Se aplicaron un total de 8 entrevistas a actores claves que fueron escogidos mediante un mapeo de actores (Ver anexo 1). Por otra parte, las encuestas fueron aplicadas vía internet mediante la aplicación de un formulario de Google con 15 preguntas a 162 personas que habiten en el cantón. Para el cálculo de la muestra se tomaron los datos del número de viviendas de la zona urbana del cantón según INEC (2293 hogares), aplicando la fórmula de la muestra con un nivel de confianza del 80% y el 5% de error.

1.1.11 Diseño de la investigación

1.1.11.1 Evaluación de la gestión de residuos sólidos del cantón Mocache

Ilustración 1 Modelo de evaluación de gestión de RSU



Fuente: Datos obtenidos de la investigación

1.1.11.2 Aprovechamiento energético del gas metano

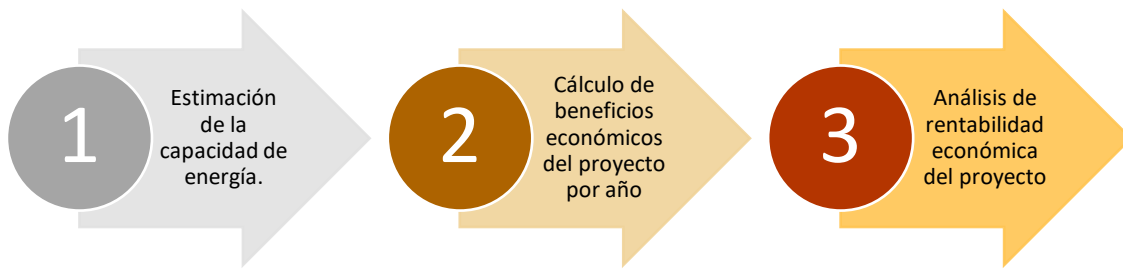
Ilustración 2 Modelo de proceso de estimación de metano



Fuente: Datos obtenidos de la investigación

1.1.11.3 Estimación la viabilidad económica del proyecto de aprovechamiento energético de los desechos sólidos en el cantón

Ilustración 3 Modelo de estimación económica de la propuesta



Fuente: Datos obtenidos de la investigación

Capítulo 2

Resultados y hallazgos

Reducción de los gases de efecto invernadero mediante la propuesta de aprovechamiento de los residuos sólidos

La investigación fue desarrollada para analizar la reducción de los gases de efecto invernadero a través de la propuesta de aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos generados en el cantón, se realizó el cálculo de la generación de metano haciendo un estimativo con los datos recopilados de generación de residuos del año 2017 y 2018, por lo cual se proyectó la cantidad anual de metano que se generaría hasta el año 2042.

Dentro del desarrollo de la investigación se obtuvieron datos relevantes que permitieron analizar la situación de la gestión de los residuos en el cantón, que ceden a la identificación de deficiencias existentes a fin de plantear una propuesta de mejoras. Fue necesario conocer la percepción de la ciudadanía en relación a la propuesta de aprovechamiento de los residuos. Mediante el análisis de los resultados de la encuesta desarrollada a 162 personas, se determinó la disponibilidad ciudadana para ser partícipes en el desarrollo de iniciativas de aprovechamiento de residuos, siendo consiente que la sociedad civil es el eje clave para la ejecución de la separación de residuos desde los hogares.

1.1.12 Descripción social del grupo de estudio

Dentro de los 162 encuestados el 54% representan a mujeres y 46% a hombres. En relación con los hombres encuestados el 47% son entre 20 y 30 años, seguido del 31% con edades entre 31- 45 años, el 13% menores de 20 años, y el 9% mayores de 45 años. En lo que respecta a las mujeres encuestadas el 63% se encuentran entre 20 y 30 años, el 26% entre 31 y 45 años, el 6 % mujeres mayores de 45 años, y con un 5% mujeres menores de 20 años.

Fue preciso conocer ciertos datos de estructura biológica de los encuestados para realizar un análisis de la disponibilidad por sexo y edad, que poseen para ser partícipes en el desarrollo de una propuesta de separación en la fuente de los residuos, lo cual al analizar los datos de las respuestas a la interrogante se obtuvo la siguiente información:

De 87 mujeres encuestadas 63 respondieron que estarían “muy dispuestas” a realizar la separación en la fuente de los residuos, 21 mujeres estarían “medianamente dispuestas” y 3

“no dispuestas”. En lo que respecta a los hombres fueron 75 encuestados, 51 de estos respondieron que estarían “muy dispuestos” a realizar la separación de los residuos desde sus hogares, seguido de 22 hombres que expresaron que estarían “medianamente dispuestos”, y 2 respondieron que no estarían dispuestos. Notándose que la mayoría hombres y mujeres expresan la disponibilidad para el desarrollo de esta iniciativa.

Por otra parte, se realizó un análisis de la disponibilidad para realizar la separación en la fuente de los residuos en relación al rango de edad, y de acuerdo al procesamiento de los datos las personas entre 21 y 30 años son las de más alta predisposición con 63 respuestas a favor, las personas con edades entre 31 y 45 años, son las que encabezan la categoría de poseer “disponibilidad media” para realizar la separación en la fuente.

Para iniciar el desarrollo de proyectos encaminados a mitigar los efectos del cambio climático dentro de los territorios es fundamental que la ciudadanía sea participé y conozca de los beneficios e importancia que tienen las acciones de mitigación que pueden emprenderse. Mediante la concientización se unen esfuerzos entre la ciudadanía, gobiernos locales, instituciones, empresas, entre otros, para encaminar a las ciudades hacia un futuro sostenible. Es por ello que se consideró relevante conocer en qué nivel de importancia consideraban los encuestados en que el municipio de Mocache desarrolle programas de educación ambiental específicamente enfocada en la temática de gestión de residuos.

Se planteó la siguiente pregunta., ¿Qué tan importante es que el municipio de Mocache desarrolle programas de educación ambiental específicamente en separación de residuos? En el análisis por el rango de edad se obtuvieron los siguientes resultados: con 72 respuestas los encuestados entre 21 y 30 años señalan que es “muy importante”, seguido por las personas entre 31 y 45 años de edad con 42 respuestas afirmativas.

La ciudadanía está consciente en que es fundamental que se establezca programas orientados al aprovechamientos de los residuos, tal como lo reflejan el análisis de los datos siendo la población joven los principales interesados en ser partícipes del desarrollo de estas iniciativas.

1.1.13 Acceso a servicios básicos en el cantón

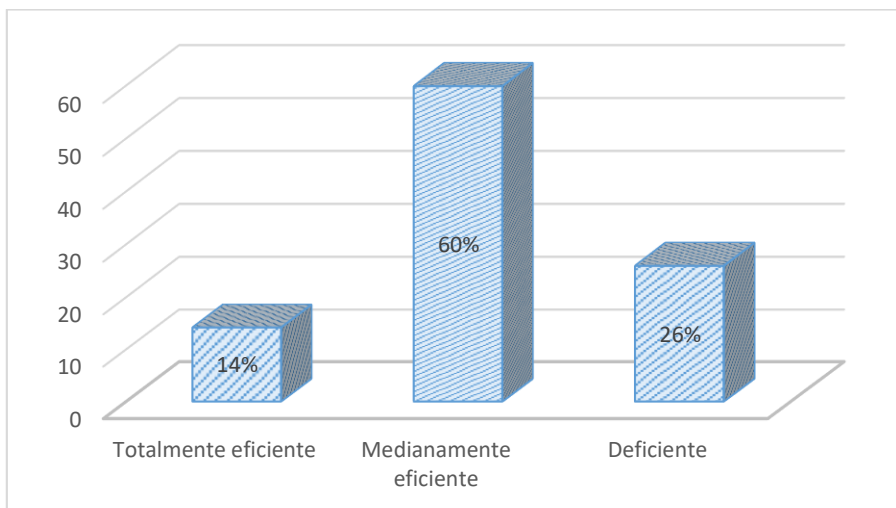
En el cantón Mocache el mayor número de su población vive en la zona rural, en donde el acceso a servicios básicos como: recolección de residuos, acceso a energía, agua potable es limitado. Aunque haciendo el análisis en base a la información recopilada de la entrevista desarrollada al Ingeniero Edison Egas y al PhD. Nelson Guerrero concordaron en que los últimos años se ha evidenciado mayor disponibilidad de acceso a servicios básicos en zonas rurales del cantón.

Como ejemplo Egas manifestó que “Según información disponible en la base de datos de GADM Mocache, el abastecimiento del servicio de agua beneficia alrededor el 80% de los recintos del cantón, por otra parte la recolección de residuos sólidos en la zona urbana es cubierta en su totalidad, mientras que en la zona rural en un 67%” (Egas 2020).

Compensando a esta información es necesario hacer énfasis en el porcentaje de cobertura del servicio recolección en el año 2010, que según datos oficiales era 29,86%, y haciendo comparación con el porcentaje de cobertura actual se nota un importante avance en la disponibilidad al servicio de recolección en las zonas rurales del cantón Mocache.

Del análisis de los datos para determinar la frecuencia con que se realiza la recolección en el cantón se obtuvo lo siguiente: El 43% de los encuestados manifestó que el proceso se realiza tres veces por semana, el 31% manifiesta que dos veces por semana, el 24% una vez por semana y el 2% indica que ninguna. En el proceso de recolección de los residuos generados en el cantón, el 57% de los encuestados manifestaron que se respetan los horarios de recolección de los residuos sólidos, mientras que un el 43% mencionaron que no se respetan. Dicho esto, haciendo un análisis de resultados de la frecuencia y la eficiencia del servicio se determinó que el sistema de recolección es medianamente eficiente ya que existen zonas a la cual el servicio de recolección llega una vez por semana y en ocasiones ninguna.

Ilustración 4. Nivel de eficiencia de la gestión de residuos sólidos urbanos



Fuente: Datos obtenidos de la investigación

Por otra parte, para realizar un análisis más profundo del sistema de recolección en el cantón se ejecutó una entrevista a actores claves con preguntas establecidas de acuerdo al campo en donde se desarrollan los entrevistados. Con la siguiente interrogante: ¿Cree usted que el método y la frecuencia con el que se realiza la gestión de desechos sólidos es la adecuada? Se obtuvieron los siguientes resultados:

En la entrevista sostenida vía telefónica con el Ing. Félix Cevallos, manifestó que la metodología de recolección en el cantón es medianamente apropiada por la limitación en la disponibilidad de vehículos recolectores, existen alrededor del 20% de los recintos a los cuales el servicio de recolección aún no llega. En la actualidad se encuentran aprobados los estudios técnicos para que una empresa se encargue de la gestión de los desecho (Cevallos, Entrevista sobre el desarrollo de la investigación con el tema: Reducir la emisiones de GEI a través de una propuesta de aprovechamiento energético de los RSU en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. 2020). Concuerta con lo mencionado por el Ing. Edison Egas, que afirma que en la zona urbana la cobertura de recolección de desechos sólidos es del 100%, mientras que en la rural es aún limitado el servicio de recolección, una de las desventajas es la distancia de los recintos hasta el sitio de disposición, por lo cual se ha analizado la propuesta de contar con una empresa municipal para brindar un servicio de calidad a la ciudadanía (Egas 2020).

Además teniendo en consideración que la gestión de los residuos abarca desde la generación hasta la disposición se planteó a la siguiente interrogante., ¿Considera usted que la celda emergente en donde gestionan los desechos sólidos generados del cantón, se realiza un tratamiento óptimo?

Existe un firme convencimiento de que no existe una disposición final adecuada de los residuos en la celda emergente., se suma a este acierto la MSc. Díaz Mariela que menciona que el proyecto de la celda emergente no cumple con las especificaciones técnicas, el estudio fue aprobado teniendo inobservancias de acuerdo a la normativa ambiental, y se agrava la situación cuando se decide conformar la mancomunidad. Después de esto viene una segunda etapa donde debería ser un relleno sanitario, pero hasta la actualidad es un botadero a cielo abierto, agregando que la celda emergente debió estar habilitada solo 2 años y ya sobrepasó este tiempo (Díaz 2020).

Juntamente, el Msc. Diego Muñoz expresó lo siguiente., en la celda emergente no se cumplió con la implementación de la membrana para cubrir los desechos teniendo como consecuencia el colapso de la misma y se convirtió en botadero a cielo abierto, como no se realiza la cobertura diaria se desencadenó la proliferación de vectores. Con esta referencia no puede catalogarse como apropiado a este sistema de gestión de disposición de desechos, qué debido a circunstancias económicas, sociales, financieras, políticas y técnicas no puede considerarse sostenible. También hago mención que actualidad existen denuncias públicas, por posible contaminación a un cuerpo de agua superficial cercano por lixiviados (Muñoz 2020).

1.1.14 Generación de residuos

Para obtener información en relación al volumen de residuos sólidos generados por los hogares, se planteó la siguiente pregunta ¿Aproximadamente cuanta cantidad de residuos genera el hogar cada vez que pasa el servicio de recolección?, los resultados arrojan lo siguiente: el 37% de los encuestados indican que los residuos pesan de 2.1 a 3 kg, mientras que el 32% revelan que pesan de 1.1 a 2 kg, el 20% manifiestan que pesan de 3.1 a 4 kg, y un 10% indican que pesan menos de 1 kg. Haciendo una concordancia con los hallazgos del volumen y la información de los datos de categorización de los residuos generados en los hogares de los encuestados, se reveló que el 72% de su composición son orgánicos, mientras que el 28% son residuos inorgánicos.

En el cantón Mocache no existen antecedentes del desarrollo de proyectos relacionados al aprovechamiento de los residuos sólidos, sin embargo según los hallazgos de la encuesta aplicada el 46% de los encuestados indicó que los residuos generados en su hogar reciben medio aprovechamiento en acciones de reciclaje, seguido del 39% que manifestó que los residuos en su hogar reciben deficiente aprovechamiento.

1.1.15 Aprovechamiento y valorización de residuos sólido urbanos

En el Ecuador ha sido limitado el establecimiento de proyectos encaminados al aprovechamiento de los residuos generados en los territorios. La siguiente interrogante fue planteada a criterio por conveniencia a 2 entrevistados: ¿Tiene conocimiento de proyectos en donde se ha aplicado el aprovechamiento energético de residuos, sería viable aplicar esta propuesta en el cantón Mocache?

Es importante destacar que realizado el análisis de la información referente a la acogida ciudadana sobre el planteamiento de un proyecto valorización de residuos generados en el cantón, mediante el aprovechamiento del metano, se considera a la propuesta viable. Sosteniendo que fuera de que el proyecto sea rentable económicamente o no, existen co-beneficios de la acción ligados netamente a intereses ambientales, que son garantizados mediante la gestión y aprovechamiento sostenible de los residuos, induciendo considerablemente a reducción de la emisión de gases de efecto invernadero.

A dicho análisis se agrega lo mencionado por (Guerrero 2020) que dice “con la experiencia que tengo en la planificación y formulación de proyectos considero que sería un poco complicado el desarrollo de mencionada iniciativa, debido a la capacidad de financiamiento y al desplazamiento de retorno. Pero sería factible realizarlo mancomunadamente, con el fin de compartir gastos, ya que los beneficios van a ser para todos”.

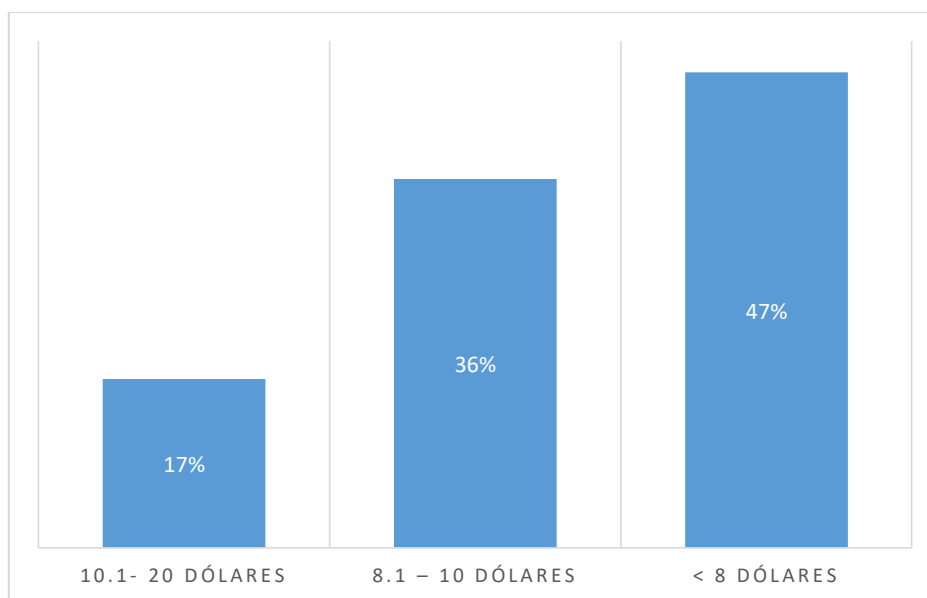
Considerando también que (Díaz 2020), agrega que: “En el Ecuador es limitado la ejecución emprendimientos sostenibles no lo ven con la factibilidad que lo amerita, algunos gobiernos locales no están dispuestos a realizar emprendimiento realmente importantes, si existiera la concientización política sería excelente. La propuesta es muy buena porque fuera de los beneficios económicos que pueda generar, existe algo más importante el beneficio ambiental que este trae consigo”.

Es necesario destacar que para aprovechar los residuos generados es indispensable la provisión de las herramientas requeridas para que la población vaya adaptando la cultura de separar los residuos adecuadamente. El 89% de los encuestados manifestaron que no existen contenedores de recolección diferenciada cerca de sus domicilios, y que una de las medidas que el GADM puede proponer es la colocación de los mismos en puntos estratégicos, seguido de un considerable porcentaje de los encuestados (17%) que señalaron que el proceso de separación se les facilitaría mediante la donación de fundas plásticas, y un 14% con el establecimiento de horarios de recolección.

Para afianzar el análisis de aceptación ciudadana en un proceso de disposición diferenciada fue necesario evaluar disponibilidad para sacar los residuos por parte de los encuestados, arrojando lo siguiente: 84 personas entre 21- 30 años respondieron que si estarían de acuerdo en realizar mencionada acción, agregando que los encuestados en este rango de edad son los de mayor predisposición para comprar contenedores específicos en sus hogares para separar sus residuos. El segundo grupo representativo fueron los encuestados entre 31- 45 años con 36 respuestas afirmativas.

Para la estimación de cuanto estarían dispuestos los encuestados a invertir en la adquisición de los contenedores para la separación de residuos sólidos para uso en sus hogares se establecieron rangos de valores, de los cuales arrojan lo siguiente resultados:

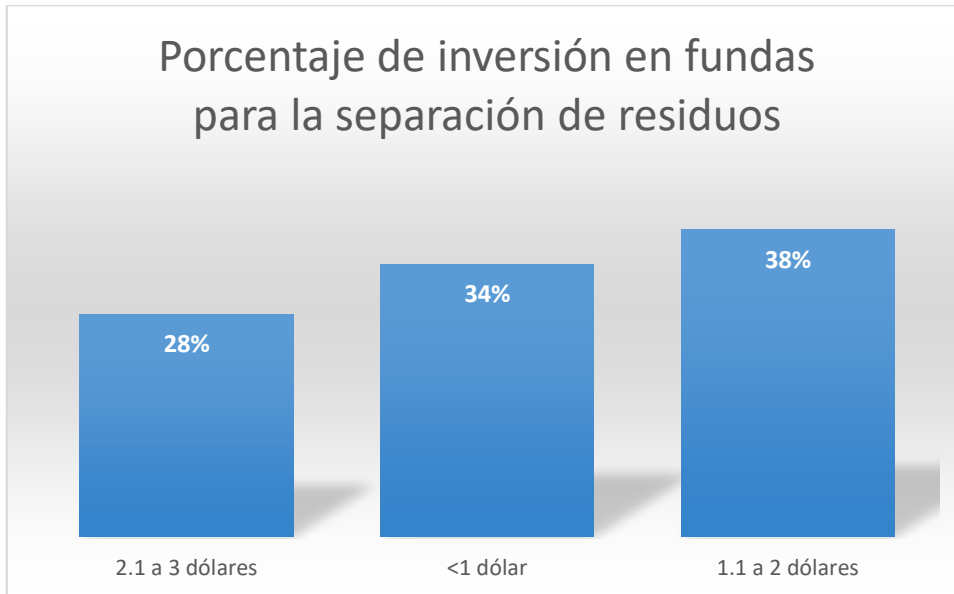
Ilustración 5. Disponibilidad de inversión en la adquisición de contenedores de separación



Fuente: Datos obtenidos de la investigación

A su vez se muestra a continuación el detalle de cuánto dinero los encuestados están dispuestos e invertir en la adquisición de fundas para la separación de los residuos de los cuales;

Ilustración 6. Disponibilidad de inversión en la adquisición de fundas para la separación



Fuente: Datos obtenidos de la investigación

1.1.15.1 Cálculo de la predicción de metano con el modelo propuesto por la EPA

Para realizar el estimativo de la producción de biogás generado por los residuos sólidos urbanos del cantón Mocache se utilizó de la ecuación de primer orden de disposición de residuos histórica planteada por la (EPA) que se expresa de la siguiente manera:

Ecuación 1. Tasa de generación de metano

$$Q = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0,1}^1 k L_0 \left(\frac{M_i}{10} \right) (e^{-kti})]$$

En donde:

Q_{CH_4} : es la tasa de generación de metano (m³/año).

i: incremento de tiempo en 1 año.

n: (año del cálculo)-(año inicial de aceptación de residuos).

j: 0.1- incremento de tiempo.

k: tasa de generación de metano (1/año)

Lo: potencial de los residuos para la generación de metano (m³/ton)

Mi: Tasa de aceptación de residuos (ton)

ti: edad de la sección j de la masa de desechos eliminados en el año i.

La producción de metano fue estimada por año y por día. Aplicando la ecuación se realizó la sumatoria desde el año de apertura +1(i=1) hasta el año de proyección (n), multiplicando por los datos de las toneladas generadas por año, y reemplazando las constantes L₀= 84 y K=0,085 (EPA 1995). Los resultados de la predicción de metano se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1. Estimación de producción de metano de los residuos generados en el cantón Mocache

| Año | Ton | Metano (m³/año) | Metano (m³/día) |
|------------|------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 2017 | 4211 | 0 | 0 |
| 2018 | 7846 | 1210684 | 3317 |
| 2019 | 11481 | 1627237 | 4458 |
| 2020 | 15116 | 1967863 | 5391 |
| 2021 | 18751 | 2242170 | 6143 |
| 2022 | 22386 | 2458705 | 6736 |
| 2023 | 26021 | 2625061 | 7192 |
| 2024 | 29656 | 2747979 | 7529 |
| 2025 | 33291 | 2833433 | 7763 |
| 2026 | 36926 | 2886713 | 7909 |
| 2027 | 40561 | 2912495 | 7979 |
| 2028 | 44196 | 2914907 | 7986 |
| 2029 | 44196 | 2677378 | 7335 |
| 2030 | 44196 | 2459204 | 6738 |
| 2031 | 44196 | 2258810 | 6189 |
| 2032 | 44196 | 2074744 | 5684 |
| 2033 | 44196 | 1905678 | 5221 |
| 2034 | 44196 | 1750389 | 4796 |
| 2035 | 44196 | 1607754 | 4405 |
| 2036 | 44196 | 1476741 | 4046 |
| 2037 | 44196 | 1356405 | 3716 |
| 2038 | 44196 | 1245875 | 3413 |
| 2039 | 44196 | 1144351 | 3135 |
| 2040 | 44196 | 1051101 | 2880 |
| 2041 | 44196 | 965449 | 2645 |
| 2042 | 44196 | 886777 | 2430 |

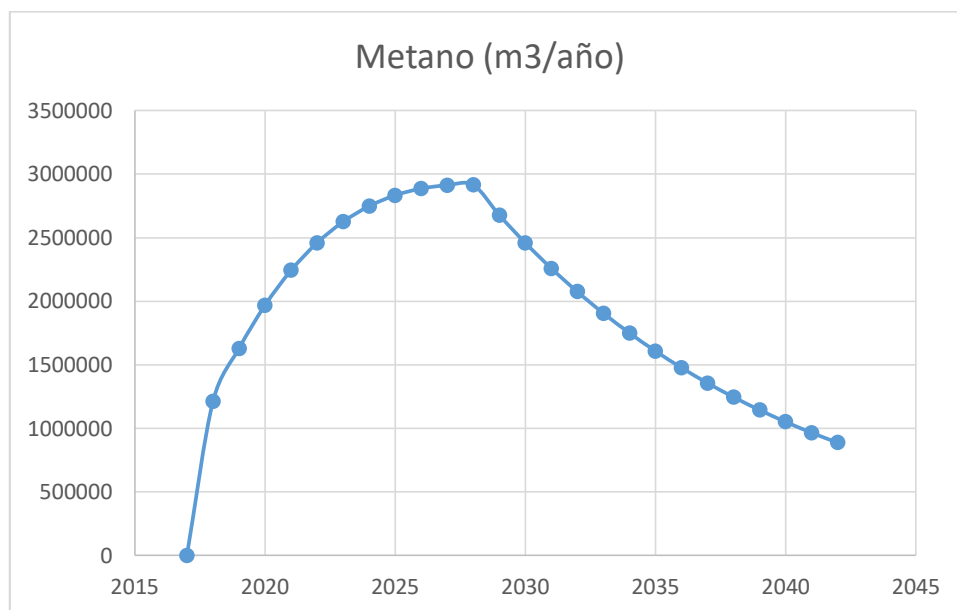
Fuente: Datos obtenidos de la investigación

Es importante destacar que para el cálculo de la producción de metano de los residuos sólidos generados por los desechos en el cantón Mocache se utilizaron datos de la producción de residuos de los años 2017 y 2018, datos que sirvieron de base para la estimación de metano proyectándose la generación hasta el año 2042. Es necesario mencionar que, “la generación de

biogás llega a su máximo después de un periodo de tiempo antes de que haya generación de metano, este período es de un año después de la colocación de los residuos sólidos hasta la generación de biogás” (Urrego y Rodríguez 2015, 339).

Esto explica a que las emisiones de metano en el año de inicio serán 0 debido a que no se genera el proceso de producción del gas en ese año. Las emisiones del metano aumentarían hasta 7986 m³/día hasta el año 2028 pero en el año 2029 comenzará a disminuir debido a que este es el año que se ha considerado tentativo para que se realice el cierre técnico del sitio de disposición. Los resultados de la tabla se expresan en el siguiente gráfico 7:

Ilustración 7. Proyección de eliminación de metano



Fuente: Datos obtenidos de la investigación

1.1.16 Viabilidad económica de propuesta de aprovechamiento del metano para generación eléctrica a partir del biogás

Para la búsqueda de alternativas de aprovechamiento del metano, se realizó una recopilación bibliográfica de proyectos en donde haya desarrollado sistemas de aprovechamiento del metano. Dentro del desarrollo de alternativas y bajo la alta disponibilidad e interés de los encuestados del cantón Mocache, en que los residuos generados en su hogar reciban aprovechamiento se consideró que la alternativa más viable será evaluar la capacidad de generación eléctrica a partir del estimativo del biogás generado por los residuos sólidos. La valoración de aprovechamiento se realizó con el planteamiento de que se emplee una planta de generación de energía con tecnología de generadores de combustión interna.

1.1.16.1 Inversión inicial del proyecto

En el estudio económico se considera un rubro por construcción de celda de disposición de desechos debido a que en el cantón Mocache no cuenta con un sitio de disposición final para residuos. Los valores de construcción del sistema de disposición final se toman de referencia de un estudio desarrollado por (Garrido 2014, 173-175), mostrándose a continuación:

Tabla 2. Detalle de construcción de sitio de disposición

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Precio Total |
|------------------------|--------|----------|-----------------|--------------|
| Limpieza del terreno | m2 | 1782,74 | 0,81 | 1444,0194 |
| Replanteo y nivelación | m2 | 1782,84 | 2,92 | 5205,8928 |
| Excavación manual | m3 | 178,29 | 4,65 | 829,0485 |
| Minicargadora | Hp | 1 | 65000 | 65000 |
| Uniforme | U | 14 | 50 | 700 |
| EPP | U | 9 | 326,66 | 2939,94 |
| Salario operador | 1 | 12 | 491,46 | 5897,52 |
| Salario Obrero | 5 | 12 | 463,64 | 5563,68 |
| Salario Guardia | 3 | 12 | 469,94 | 5639,28 |
| TOTAL | | | | 93219,4 |

Fuente: Datos obtenidos de la investigación

Costos de extracción de biogás y construcción de celda de relleno sanitario

Para la estimación económica de la construcción del sistema de captación de biogás, los componentes y costos fueron ajustados de acuerdo un estudio de análisis de costos de extracción de biogás desarrollado por (López 2016, 96) en donde presenta un detalle de estos rubros que fueron condensados de varios estudios realizados en relación a la implementación de este sistema. Se presenta a continuación un detalle de los valores.

Tabla 3. Costos de inversión en extracción de biogás

| Costos de extracción del biogás | | | |
|--------------------------------------|----------------|--------|-----------------|
| Componente | Costo Unitario | Unidad | Inversión (USD) |
| Gestión y transporte de materiales | 14000 | 1 | 14000 |
| Excavación | 4431,43 | 14 | 62040,02 |
| Pozos de extracción vertical | 300,44 | 70 | 21030,8 |
| Cabezales de pozo | 751,09 | 15 | 11266,35 |
| Ductos laterales | 45,07 | 260 | 11718,2 |
| Ductos intermedios o principales | 112,6 | 155 | 17453 |
| Sopladores 500(m3/h) a 1000 (m3/h) | 45,07 | 200 | 9014 |
| Cárcamos de condensado con bombeo | 25236,6 | 1 | 25236,6 |
| Costo de ingeniería y administración | 600 | 10 | 6000 |

| | |
|-------|-----------|
| TOTAL | 177758,97 |
|-------|-----------|

Fuente: Datos obtenidos de la investigación

Costos de operación y mantenimiento de proyecto de construcción de relleno sanitario

Los datos referenciales de la inversión en operación y mantenimiento fueron tomados de acuerdo a la recopilación bibliográfica de un estudio desarrollado por (López 2016).

Tabla 4. Costos de operación y mantenimiento

| Costos de operación y mantenimiento de proyectos para relleno sanitario | | | |
|---|--------|----------------|------------------|
| Componentes | Unidad | Valor Unitario | Total |
| Operación y mantenimiento de ductos y pozos | 2 | 52640 | 105280 |
| Costo de ingeniería y administración | 1 | 5000 | 5000 |
| Costo de cierre técnico | 1 | 397489,25 | 397489,2 |
| TOTAL | | | 507769,25 |

Fuente: Datos obtenidos de la investigación

Costo de generación de energía eléctrica

Para la presentación de los datos de costo de generación de energía eléctrica, se tomó referencia de un estudio planteado en un cantón de la provincia de Los Ríos por (Romero Carpio 2016, 87-88), el cantón en donde se tomó de referencia posee parecida densidad poblacional al cantón Mocache por lo tanto se consideró los datos descritos a continuación como base para la estimación de costos:

Tabla 5. Costo de generación de energía eléctrica

| Costo de generación eléctrica | | | |
|--|----------------|---------------|-----------------|
| Componentes | Costo Unitario | Cantidad | Inversión(USD) |
| Red de distribución | 174000 | 1 | 174000 |
| Distribución interior viviendas | 780500 | 1 | 780500 |
| Motores de combustión interna | 1.41 | 450 | 634.50 |
| | | SUMA TOTAL | 955134,5 |

Fuente: Datos obtenidos de la investigación

1.1.16.2 Cálculo de Ingresos

Para el cálculo de los ingresos (Tabla N 6) El método se obtuvo de forma referencial del estudio realizado por (Romero Carpio 2016, 89) en el cantón Ventanas situado también en la provincia de Los Ríos, que cuenta con similares características geográficas y demográficas.

Cálculo del potencial energético del metano, generación de energía e ingresos

Para el cálculo de la potencia se estimó en base a la producción de metano m³/h en el sitio de disposición por el potencial energético del metano que es aproximadamente 5 kWh/m³ y por la eficiencia eléctrica de los motores de combustión interna que es aproximadamente 38%.

Las fórmulas descritas a continuación fueron tomadas del estudio citado líneas arriba:

Ecuación 2 Potencia energética

$$potencia = CH4 * \frac{5kWh}{m3} * 0,38$$

Para la estimación de la producción de energía se utilizó la siguiente formula:

Ecuación 3 Energía Anual

$$producción\ energética\ anual = Potencia\ kw * (8760 * 0,85) * 0,85$$

Y posteriormente para el cálculo del ingreso económico se utilizó la energía kW/h por el precio actual del kilovatio/hora en el Ecuador que es 0,09 ctvs.

Ecuación 4 Cálculo de ingreso económico

$$ingreso\ e = energía\ kWh * 0,09\ ctvs$$

En la tabla 6 se representan los valores estimados de la producción de metano por año, para el cálculo de la potencia generada se estimó mediante la multiplicación del metano generado en el año de cálculo por 5 kW/h que es el potencial energético del metano y por la eficiencia de los motores de combustión que es 0,38. La estimación de los kW/h de energía que se produce es el resultado de la multiplicación del valor de la potencia por 8760 minutos que tiene un día y por 0,85 que es el factor de planta de la central, los datos mencionados fueron tomados de referencia por un estudio desarrollado por (Carrasco 2015, 12-15). El ingreso de recursos económico por cada año se estimó en base a la producción energética por el costo actual del kilovatio/hora en el Ecuador que es 0,09 dólares.

Tabla 6. Estimación de potencia, energía del metano generado anualmente

| Año | CH4 | CH4/HORA | Potencia(KW) | Energía KW*h | Ingreso(USD) |
|------|---------|----------|--------------|--------------|--------------|
| 2017 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2018 | 1210684 | 138 | 263 | 1661966 | 149577 |
| 2019 | 1627237 | 186 | 353 | 2233789 | 201041 |

| | | | | | |
|-------------|---------|-----|-----|---------|--------|
| 2020 | 1967863 | 225 | 427 | 2701384 | 243125 |
| 2021 | 2242170 | 256 | 486 | 3077939 | 277015 |
| 2022 | 2458705 | 281 | 533 | 3375187 | 303767 |
| 2023 | 2625061 | 300 | 569 | 3603553 | 324320 |
| 2024 | 2747979 | 314 | 596 | 3772288 | 339506 |
| 2025 | 2833433 | 323 | 615 | 3889595 | 350064 |
| 2026 | 2886713 | 330 | 626 | 3962736 | 356646 |
| 2027 | 2912495 | 332 | 632 | 3998128 | 359832 |
| 2028 | 2914907 | 333 | 632 | 4001439 | 360129 |
| 2029 | 2677378 | 306 | 581 | 3675370 | 330783 |
| 2030 | 2459204 | 281 | 533 | 3375873 | 303829 |
| 2031 | 2258810 | 258 | 490 | 3100781 | 279070 |
| 2032 | 2074744 | 237 | 450 | 2848105 | 256329 |
| 2033 | 1905678 | 218 | 413 | 2616020 | 235442 |
| 2034 | 1750389 | 200 | 380 | 2402846 | 216256 |
| 2035 | 1607754 | 184 | 349 | 2207044 | 198634 |
| 2036 | 1476741 | 169 | 320 | 2027197 | 182448 |
| 2037 | 1356405 | 155 | 294 | 1862005 | 167580 |
| 2038 | 1245875 | 142 | 270 | 1710275 | 153925 |
| 2039 | 1144351 | 131 | 248 | 1570908 | 141382 |
| 2040 | 1051101 | 120 | 228 | 1442898 | 129861 |
| 2041 | 965449 | 110 | 209 | 1325320 | 119279 |
| 2042 | 886777 | 101 | 192 | 1217323 | 109559 |

Fuente: Datos obtenidos de la investigación

1.1.16.3 Rentabilidad económica

Una vez analizado los detalles de la inversión, se estimó que el total de egresos en el primer año de ejecución del proyecto se invierten 1.622.967,66 dólares. Se estima que el tiempo de recuperación de la inversión es 7.2 años. Para el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) fue necesario realizar un flujo de caja de los egresos e ingresos del proyecto (Tabla 8).

Analizando estos datos se considera que el proyecto viabilidad económica media debido al tiempo de recuperación de la inversión es de 86 meses, con una tasa interna de retorno (TIR) del 5% y el valor actual neto de \$2.915.078,58.

Tabla 7. Detalle de rentabilidad del proyecto

| | |
|-----------------|-----------------------|
| VAN | \$2.915.713,08 |
| PR: AÑOS | 7,2 |
| TIR | 5% |

Fuente: Datos obtenidos de la investigación

El análisis de la rentabilidad económica se lo realizó considerando como muestra 10 años de funcionamiento de la celda de disposición, y asumiendo que en el año 2030 se ejecutará el cierre técnico. Si se asume que la construcción del sitio de disposición será en el año 2020 y comenzará a operar en el año 2021, la producción de metano será representativa un año después del inicio de operación de la misma. A continuación se detalla el flujo de liquidez del año 0 hasta el año 10, para estimar la viabilidad del proyecto planeado 10 años

Tabla 8. Detalle Flujo de caja del proyecto

| | | FLUJO DE CAJA | | | | | | | | | |
|---|--|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| PERIODO | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| TOTAL DE PRODUCCION DE ENERGÍA | | \$ - | \$ 303.766,82 | \$ 324.319,73 | \$ 339.505,93 | \$ 350.063,59 | \$ 356.646,21 | \$ 359.831,51 | \$ 360.129,47 | \$ 330.783,34 | \$ 303.828,56 |
| TOTAL DE INGRESOS | | \$ - | \$ 303.766,82 | \$ 324.319,73 | \$ 339.505,93 | \$ 350.063,59 | \$ 356.646,21 | \$ 359.831,51 | \$ 360.129,47 | \$ 330.783,34 | \$ 303.828,56 |
| COSTOS | | | | | | | | | | | |
| SISTEMA DE MANTENIMIENTO | | \$ 105.280,00 | \$ 105.376,00 | \$ 105.472,00 | \$ 105.568,00 | \$ 105.664,00 | \$ 105.760,00 | \$ 105.856,00 | \$ 105.952,00 | \$ 106.048,00 | \$ 106.144,00 |
| COSTO DE INGENIERIA POR ADMINISTRACION | | \$ 5.000,00 | \$ 5.050,00 | \$ 5.100,00 | \$ 5.150,00 | \$ 5.200,00 | \$ 5.250,00 | \$ 5.300,00 | \$ 5.350,00 | \$ 5.400,00 | \$ 5.450,00 |
| TOTAL DE COSTOS | | \$ 110.280,00 | \$ 110.426,00 | \$ 110.572,00 | \$ 110.718,00 | \$ 110.864,00 | \$ 111.010,00 | \$ 111.156,00 | \$ 111.302,00 | \$ 111.448,00 | \$ 111.594,00 |
| INVERSIONES | | | | | | | | | | | |

| | |
|--|------------------------|
| Gestión y transporte de materiales | \$ 14.000,00 |
| Excavación | \$ 62.040,02 |
| Pozos de extracción vertical | \$ 21.030,80 |
| Cabezales de pozo | \$ 11.266,35 |
| Ductos laterales | \$ 11.718,20 |
| Ductos intermedios o principales | \$ 17.453,00 |
| Sopladores 500(m3/h) a 1000 (m3/h) | \$ 9.014,00 |
| Cárcamos de condensado con bombeo | \$ 25.236,60 |
| Costo de ingeniería y admiración | \$ 6.000,00 |
| Construcción de sistema de disposición final | \$ 93.219,44 |
| Red de distribución | \$ 174.000,00 |
| Distribución interior viviendas | \$ 780.500,00 |
| Motores de combustión | \$ 634,50 |
| Cierre técnico | \$ 397.489,25 |
| INVERSIONES | |
| TOTAL DE INVERSIONES | \$ 1.623.602,16 |

| | | | | | | | | | | |
|----------------------|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|
| FLUJO DE CAJA | \$ | \$ | \$ | \$ | \$ | \$ | \$ | \$ | \$ | \$ |
| | 1.623.602,16 | 193.340,8 | 213.747,7 | 228.787,9 | 239.199,5 | 245.636,2 | 248.675,5 | 248.827,4 | 219.335,34 | 192.234,5 |
| | | 2 | 3 | 3 | 9 | 1 | 1 | 7 | | 6 |

Fuente: Datos obtenidos de la investigación

Capítulo 3

Propuesta de mejora de gestión y aprovechamiento de residuos sólidos en el cantón Mocache

La adecuada gestión de los residuos sólidos urbanos es un tema de gran potencial en el desarrollo de acciones de mitigación, con una gestión óptima de los residuos se disminuye la emisión de gases de efecto invernadero por mala disposición, a su vez se alarga la vida útil de los residuos.

En el cantón Mocache los residuos son dispuestos en una celda emergente, desechos que son dispuestos sin caracterización previa. Es mínimo el porcentaje de los mismos que son reciclados. Los desechos son depositados, mezclados y compactados sin ninguna intención al desarrollo de tecnologías de aprovechamiento.

En consecuencia a aquello se plantea proponer medidas de mejora a la gestión integral de residuos sólidos en el cantón, de esta manera encaminando a que el GADM de Mocache garantice una calidad de vida óptima a los ciudadanos, cumpliendo con la responsabilidad ambiental, y con miras al desarrollo de proyectos encaminados a la mitigación de los efectos de cambio climático dentro del cantón.

Con el objetivo de proponer un plan de mejoras al sistema de gestión de residuos sólidos del cantón Mocache, que contenga el planteamiento de programas de manejo para mejorar la eficiencia en el servicio de recolección y juntamente proponer ideas claves para realizar una gestión integral orientada al aprovechamiento de residuos. A continuación se plantea un diseño que incluye los ejes claves que debe cumplir un sistema de gestión municipal de desechos que garantice su eficiencia:

Ilustración 8. Diseño para el seguimiento, control y aprovechamiento de los RSU en el cantón



Fuente: Datos obtenidos de la investigación

El primer paso para el desarrollo de la propuesta de aprovechamiento de los residuos sólidos generados en el cantón será la socialización de como la propuesta la mitiga los efectos del cambio climático mediante la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. El comité de presentación estará estructurado de la siguiente manera:

Tabla 9. Comité de socialización de propuesta de aprovechamiento de residuos

| Componente | Representante | Funciones | Correo electrónico |
|-----------------------------|---------------------|--|--------------------------|
| Gestión Ambiental MESA 1 | Ing. Félix Cevallos | Realizar el plan de gestión integral de residuos en el cantón. Búsqueda de financiamiento internacional para la ejecución de la propuesta | felixcevallosz@gmail.com |

| | | | |
|--------------------------------------|----------------------|--|---------------------------|
| Cambio climático MESA 2 | MSc. Mariela Díaz | Realizar las gestiones que la Universidad Técnica estatal de Quevedo, aporte con talento humano e investigación en el desarrollo del proyecto. | mdiaz@uteq.edu.ec |
| Planificación y Desarrollo MESA 3 | PhD. Nelson Guerrero | Planificar y realizar la propuesta para consideración dentro de la planificación del año 2021 del GADM, considerando que ayuda a cumplir con algunas metas propuestas en el PDYOT. | n.f.guerrero.ch@gmail.com |
| Político Institucional MESA 4 | Ing. Edison Egas | Propuesta de ordenanza para la gestión y aprovechamiento de los residuos sólidos generados en el cantón. | edgas.ed@gmail.com |

Fuente: Datos obtenidos de la investigación

A continuación, con relación a la información recopilada, y mediante el análisis realizado para determinar la eficiencia del sistema de gestión cantonal se han establecido programas en los cuales se detallan actividades puntuales puestas a consideración para que el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Mocache, en el margen de sus competencias considere aplicarlas a fin de mejorar el sistema de gestión de los residuos sólidos urbanos.

Tabla 10. Programa 1: Participación social y acción colectiva

| Número | Actividad | Alcance | Actores involucrados | Duración |
|--------|--|---|--|------------|
| 1 | *Creación de un comité de Autoridad Ambiental Local (Conformado por 2 representantes de la sociedad civil, 2 de asociaciones agrícolas, 2 autoridades locales, 3 funcionarios de áreas estratégicas del GADM, 3 de | <ul style="list-style-type: none"> Establecer acuerdos con institucionales con el fin de buscar cooperación para unir esfuerzos en la búsqueda de soluciones para la mejora de la gestión de RSU. Planteamiento de proyectos, actividades orientadas a mitigar los efectos del cambio climático | *GADM Municipal *Sociedad civil *Instituciones *Proponentes de actividades productivas *Autoridad Ambiental Local *Organizaciones agrícolas | Permanente |

| | | | | |
|--|---|--|--|--|
| | <p>instituciones estratégicas). *Propuesta y ejecución de ordenanza municipal para la gestión adecuada de los RSU, incentivo al cumplimiento con la autoridad ambiental responsable con el manejo de residuos.</p> | | | |
|--|---|--|--|--|

Fuente: Datos obtenidos de la investigación

Tabla 11. Programa 2: Programa de minimización de impactos ambientales por disposición de residuos

| Número | Actividad | Alcance | Actores involucrados | Duración |
|---------------|--|--|--|-----------------|
| 1 | <p>*Disminuir la cantidad de RSU no aprovechables en la fuente, mediante la separación y recolección diferenciada *Control de cumplimiento de gestión de residuos adecuada a actividades locales, trabajar en conjunto interinstitucionalmente en el marco de las competencias en la gestión de residuos peligrosos, especiales, no peligrosos.</p> | <p>Disminuir el porcentaje de residuos sin aprovechamiento, emisiones de GEI. * Afianzar y establecer responsabilidades a los diferentes sectores estratégicos en relación a gestión de residuos.</p> | <p>*Sociedad civil *GADM Municipal</p> | Permanente |
| 2 | <p>*Implementar un programa de educación ambiental a nivel cantonal, enfocado en la temática de separación de residuos en hogares, instituciones, actividades económicas, comerciales, utilización de espacios públicos.</p> | <p>Promover la reducción y aprovechamiento de los residuos generados en los hogares</p> | <p>*GADM *Organizaciones agrícolas, barriales y ciudadanía en general</p> | 2 años |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
|--|--|--|--|--|

Fuente: Datos obtenidos de la investigación

Tabla 12. Programa 3: Gestión sostenible de servicio de recolección

| Número | Actividad | Alcance | Actores involucrados | Duración |
|--------|--|--|---|------------|
| 1 | *Elaboración de Plan de Gestión Integral de Residuos sólidos cantonal que incluya mecanismos para la reducción desde la fuente, y responsabilidad hasta la disposición final. | Plantear los mecanismos, proyectos, acciones necesarios para gestionar adecuadamente los residuos a nivel cantonal | GADM: Dirección de Ambiente y Salubridad | 6 meses |
| 2 | *Ampliar la cobertura del servicio de recolección en la zona rural del cantón *Mejorar la eficiencia en el servicio de recolección en el cantón(horarios y rutas de recolección, por clasificación de residuos) | *Garantizar el acceso al servicio de recolección a nivel cantonal *Reducir la incidencia de contaminación de ríos por vertimiento de residuos, disposición en zonas no establecidas y quema de desechos | GADM Municipal | 3 años |
| 3 | *Buscar el desarrollo de proyectos que brinden el aprovechamiento los residuos generados en los mercados del cantón como ejemplo, trabajar conjunto con las asociaciones agrícolas en proyectos de generación compost. | *Fomentar la concientización ciudadana erradicando el accionar de “consumir y desechar” | *GADM Municipal *Ciudadanía | Permanente |

Fuente: Datos obtenidos de la investigación

Tabla 13. Programa 4: Recuperación y valorización de RSU

| Número | Actividad | Alcance | Actores involucrados | Duración |
|--------|--|--|---|------------|
| 1 | *Implementar puntos de recolección diferenciada de residuos en sitios estratégicos del cantón como Malecón, Parque Central, Polideportivo, mercados, instalaciones municipales, cedes agrícolas. | <ul style="list-style-type: none"> Promover el establecimiento sólido de la cultura de separación en la fuente en la ciudadanía | *GADM *Sociedad civil *Asociaciones agrícolas | Permanente |
| 2 | *Alianzas estratégicas con empresas recolectoras de residuos reciclables | <ul style="list-style-type: none"> Garantizar el aprovechamiento de los residuos reciclables | *GADM *Empresas recicladoras | Permanente |
| 3 | *Establecimiento de 10 estaciones de reciclaje (6 distribuidos en los recintos más poblados y 4 en sitios estratégicos del casco urbano) | <ul style="list-style-type: none"> Fomentar la cultura de separación en la fuente en la ciudadanía y recuperación de residuos | *GADM | Permanente |
| 4 | *Disponibilidad de un sitio de disposición final de residuos cantonal tecnificado con miras al aprovechamiento de los residuos | <ul style="list-style-type: none"> Contar con un relleno sanitario tecnificado para la gestión óptima de los residuos generados en el cantón, cumplimiento con la responsabilidad ambiental otorgada en el margen de las competencias | *GADM | Permanente |
| 5 | *Control de ingreso diario al sitio de disposición de residuos sólidos urbanos | <ul style="list-style-type: none"> Monitorear y caracterizar los residuos sólidos urbanos que se generan en el cantón | GADM Unidad de gestión de residuos sólidos | Permanente |

| | | | | |
|----------|---|---|---------------|------------|
| 6 | *Implementación de sistema de recolección selectiva de residuos especiales(llantas) | <ul style="list-style-type: none"> • Garantizar que los residuos especiales reciban un aprovechamiento | GADM Gestores | Permanente |
| 7 | *Implementar un plan cantonal para el manejo de escombros | <ul style="list-style-type: none"> • Manejo adecuado de escombros | GADM | Permanente |

Fuente: Datos obtenidos de la investigación

Conclusiones

- En los últimos años ha sido evidente la disponibilidad de ampliación de cobertura de los servicios, llegando a una cobertura total en la zona urbana, pero es importante destacar que las zonas rurales es aún notable la deficiencia en la garantía de acceso a servicios de calidad. Esto representa a un 80% de Mocacheños que disponen de acceso limitado a los servicios básicos ya que en cantón Mocache la mayor concentración de su población se encuentra establecida en las zonas rurales.
- La interacción que posee el ser humano con la naturaleza es un proceso conocido como metabolismo social, el cual demanda el uso intensivo e indiscriminado de recursos naturales, produciendo contaminación y por ende mayor generación residuos sólidos. En el cantón al pasar de los años se ha incrementado la generación de residuos sólidos, producto de acelerado crecimiento poblacional, según la apreciación de los encuestados estos residuos no reciben la gestión y disposición final adecuada en su totalidad. La celda emergente en donde son captados ya ha sobrepasado el tiempo establecido para su funcionamiento, y ha sido considerada por fallas técnicas como foco de contaminación de emisión directa gases de efecto invernadero.
- La evaluación de la percepción ciudadana determinó que el modelo de gestión de residuos sólidos en el cantón Mocache es medianamente eficiente, y que existe una gran predisposición ciudadana por separar los residuos desde sus hogares. Entonces surge la necesidad de que en el cantón se realice una gestión integral sostenible que vaya desde la minimización en la fuente hasta el establecimiento de un sitio de disposición final tecnificado. Adoptando una gestión integral en todas sus fases para transformar cultura errónea de la eliminación actual de los desechos, mediante el establecimiento prácticas de aprovechamiento sostenible que impulsen el buen vivir de la población y establezcan acciones de mitigación que hagan resiliente al territorio ante los efectos del cambio climático.
- Dentro de las medidas de mitigación que se pueden emplear para la reducción de los GEI está el uso de energías limpias. Con el análisis de los datos de la estimación de la generación del gas metano de la proyección de los residuos generados en el cantón, se

evidencia una producción de metano considerable que puede ser aprovechada. Haciendo una aproximación de la cantidad de metano generado con la acumulación de residuos a 12 años se estima que se producirán 7986 m³ de metano por día. Relacionando a esto, que la ciudadanía de cantón acoge favorablemente la propuesta de separar desde sus hogares los residuos, contando con la participación activa de la sociedad civil, hace interesante la consideración de una propuesta de aprovechamiento de los residuos generados, que aparte de los beneficios ambientales, mejora de la estética de la ciudad, salud pública e inclusive finanzas dentro del cantón.

- Viéndolo desde el punto de vista económico, la propuesta de aprovechamiento de los residuos generados en el cantón para producir energía limpia a base de la generación y utilización del metano, es medianamente viable debido a valor elevado de la inversión con relación al tiempo de recuperación. Aunque es importante destacar que el proyecto genera una TIR del 5%.
- Siendo así analizando los beneficios ambientales que son incalculables el proyecto si compensaría su viabilidad ya que la aportaría a la nula emisión de gases de efecto invernadero, inclusive a reducir riesgos a enfermedades relacionadas con la contaminación, convirtiéndose también en una alternativa para llevar energía eléctrica a zonas aisladas del cantón.

Anexos

Anexo 1 Lista de datos de personas entrevistadas.

| Número | Nombres y apellidos | Institución | Contacto |
|---------------|----------------------------|---|-------------------|
| 1 | Ing. Félix Cevallos | Director de Ambiente e Higiene GADM Mocache | 0988426493 |
| 2 | PhD. Nelson Guerrero | Director de Planificación Territorial | 0999106170 |
| 3 | MSc. Ing. Diego Muñoz | Analista de seguimiento y control de la Dirección de Gestión Ambiental de la Prefectura de Los Ríos: | 0999507986 |
| 4 | MSc. Mariela Díaz Ponce | Coordinadora de la Carrera de Ciencias Ambientales de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo | 0980904746 |
| 5 | Ing. Edison Egas | Concejal del cantón Mocache | 0999507256 |

Fuente: Datos obtenidos de la investigación

Anexo 2 Formato de entrevista a actores

ENTREVISTA



IDRC | CRDI
International Development Research Centre
Centre de recherches pour le développement international



**LIDERAZGO
CAMBIO CLIMÁTICO
Y CIUDADES**

Saludos, quien suscribe Joselyn Gabriela Posligua Solís, estudiante de la especialización en Liderazgo, Cambio climático y Ciudades de la FLACSO sede Ecuador. La presente entrevista se realiza en el marco de mi proyecto de titulación sobre el tema “Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a través de una propuesta de generación y aprovechamiento del gas metano a partir de los residuos sólidos en el Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos”.

Para obtener la información, se han seleccionado profesionales y actores clave en el campo de acción climática con experticia académica, técnica, conocedores de la gestión de residuos sólidos en el cantón. La información obtenida se utilizará para analizar si es viabilidad y beneficios de gestionar, aprovechar los residuos sólidos generados en el cantón mediante sistema de aprovechamiento energético del más metano. De esta manera establecer acciones de mitigación que contrarresten los efectos del cambio climático en los territorios. Usted podrá acceder a los resultados del estudio en la página web de FLACSO.

Los datos que usted proporcione en esta entrevista son de uso exclusivo para el análisis de la presente investigación. Se estima un tiempo de duración de 25 minutos.

Si usted autoriza, su nombre puede aparecer en los resultados del proyecto, caso contrario se utilizará una codificación.

Autoriza el uso de sus datos: SI _____ NO _____

Fecha: _____ Hora: _____ Ciudad: _____

Nombre del entrevistado(a): _____

Sexo: _____ Edad: _____ Nivel de escolaridad:

Profesión u ocupación: _____

Preguntas

1. ¿Considera usted que el sitio de disposición final (celda emergente) brinda una gestión eficaz de los desechos?

2 minutos

2. ¿Cree usted que el método y la frecuencia con el que se realiza la gestión de desechos sólidos es la adecuada?

2 minutos

3. ¿Se han desarrollado proyectos, actividades en temas de mitigación al CC en coordinación con el GADM Mocache?

2 Minutos

4. ¿Cuáles son las propuestas que como institución plantean para el desarrollo de iniciativas de mitigación al cambio climático en los GADM?

5 minutos

Aprovechamiento energético

5. ¿Considera usted que el compostaje es una buena propuesta de aprovechamiento energético en el antiguo vertedero?

5 minutos

6. ¿Tiene conocimiento de proyectos en donde se ha aplicado el aprovechamiento energético de residuos, sería viable aplicar esta propuesta en antiguos vertedero del cantón Mocache?

5 minutos

Anexo 3 Formato de encuesta ciudadana

ENCUESTA



IDRC | CRDI
International Development Research Centre
Centre de recherches pour le développement international



**LIDERAZGO
CAMBIO CLIMÁTICO
Y CIUDADES**

Introducción

Saludos cordiales, quien suscribe Joselyn Gabriela Posligua Solís, estudiante de la especialización en Liderazgo, Cambio climático y Ciudades de la FLACSO sede Ecuador. La presente encuesta se realiza en el marco de mi proyecto de titulación sobre el tema “Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a través de una propuesta de generación y aprovechamiento del gas metano a partir de los residuos sólidos en el Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos”.

Seleccione su sexo

Hombre

Mujer

Indique su edad

< = 20 años

Entre 20 y 30 años

Entre 31 y 45 años

> De 45 años

1. En una escala del 1 al 3 califique el nivel de eficiencia de la gestión de residuos sólidos en el cantón Mocache.

1. Totalmente eficiente 2. Medianamente eficiente 3. Deficiente

2. ¿Cuántas veces por semana se brinda el servicio de recolección en su sector?

Una Dos Tres

3. ¿Se respetan los horarios de recolección de residuos en su territorio?

SI NO

4. En una escala evalúe el proceso de recolección de los desechos en el cantón.

Apropiado Medianamente apropiado No apropiado

5. Indique ¿En qué nivel usted considera que los desechos generados en su hogar reciben aprovechamiento (reciclar o reutilizar)?

1. Total aprovechamiento 2. Medio aprovechamiento 3. Deficiente aprovechamiento

6. ¿Dentro de su hogar cual es el residuo que se genera en mayor porcentaje?

*Residuos orgánicos (restos de comida) * residuos inorgánicos (vidrio, papel, plástico)

7. ¿Aproximadamente cuanta cantidad de desechos genera el hogar cada vez que pasa el servicio de recolección?

- <1 Kg 1.1-2 kg 2.1-3 kg 3.1- 4 kg

8. ¿Cerca de su domicilio existen contenedores específicos para reciclaje o separación de residuos?

- SI NO

9. ¿Qué tan dispuesto estaría usted, en realizar una separación en la fuente de residuos en su hogar?

1. Alto 2. Medio 3. Bajo

10. ¿Qué tan importante es que el municipio de Mocache desarrolle programas de educación ambiental específicamente en separación de residuos?

- Muy importante medianamente importante poco importante

11. ¿Cuál de las siguientes 3 propuestas que puede implementar el GADM Mocache usted escogería para que se le facilite la separación en la fuente?

- Contenedores específicos Dotar de fundas de separación

Establecer días de recolección por residuos

12. ¿Estaría usted dispuesto en sacar los desechos por día de recolección?

Ejemplo lunes- orgánicos, martes- inorgánicos?

- SI NO

13. ¿Estaría usted dispuesto a comprar contenedores por colores para la separación de residuos en su hogar?

- SI NO

14. ¿Cuánto usted estaría dispuesto a gastar en la compra de contenedores específicos para la separación de residuos en su hogar?

< 8 dólares 8.1 – 10 dólares 10.1- 20 dólares

15. ¿Cuánto usted estaría dispuesto a gastar mensualmente en la adquisición de fundas para la separación de residuos en su hogar?

<1 dólar 1.1 a 2 dólares 2.1 a 4 dólares

Lista de siglas y acrónimos

AME: Asociación de Municipalidades del Ecuador

GADM: Gobierno Autónomo Municipal

GEI: Gases de Efecto Invernadero

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

MAE: Ministerio del Ambiente Ecuador

PDYOT: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial

PPC: Producción per cápita

RSM: Residuos sólidos Municipales

SENPLADES: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo

VAB: Valor agregado bruto

Lista de referencia

- Agencia de Regulación y Control de Electricidad. 2019. «Proyecto de regulación: Generación eléctrica a partir de residuos o desechos sólidos no peligrosos municipales.» Informe de sustento, Quito, Ecuador: 5.
- Bernache Pérez, Gerardo. 2015. «La gestión de los residuos sólidos: un reto para los gobiernos locales.» *Sociedad y Ambiente*: 24.
- Bucaram, Santiago. 2018. «Mitigación vs adaptación. Un dilema de supuestos y sentido común.» Tesis doctoral: 2.
- Carrasco, Luis. 2015. «Evaluación Técnica y económica de una planta de biogás para autiabastecimiento energético: Una estrategia para diferentes contextos.» Tesis , Santiago de Chile: 12-15.
- CDKN, Ministry of Foreign Affairs of the Netherlands, y Ukald. 2018. *Liderazgo para el desarrollo compatible con el clima en su territorio*. Publicación de proyecto, Colombia: SEMANA: 13.
- CEPAL. Respuestas al cambio climático en America Latina. 2013. Informe, Santiago de Chile: Copyright Naciones Unidas: 58.
- Cevallos, Félix, entrevista de Gabriela Posligua Solís. 2020. *Entrevista sobre el desarrollo de la investigación con el tema: Reducir la emisiones de GEI a través de una propuesta de aprovechamiento energético de los RSU en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos*. (21 de 05 de 2020).
- Díaz, Mariela, entrevista de Gabriela Posligua. 2020. *Definitivamente no, no cumple con las especificaciones técnicas, el estudio fue aprobado teniendo inobservancia de acuerdo a la normativa, y se agrava la situación cuando se decide conformar la mancomunidad* (05 de mayo de 2020).
- Egas, Edison, entrevista de Gabriela Posligua Solís. 2020. *Entrevista sobre el desarrollo de la investigación con el tema: Reducir la emisiones de GEI a través de una propuesta de aprovechamiento energético de los RSU en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos*. (21 de mayo de 2020).
- EMAC. 2016. «Emac.gob.ec.» *Emac.gob.ec*. 10 de octubre de 2016.
<http://www.emac.gob.ec/?q=content/planta-de-biogas> (último acceso: 22 de marzo de 2020):1-2.

- EMGIRS EP. *Emgirs.gob.ec*. 2017. <https://www.emgirs.gob.ec/index.php/zentools-2/objetivos-estrategicos/45-travels-3/265-quito-genera-energia-electrica-con-el-biogas-de-su-basura> (último acceso: 22 de marzo de 2020): 2.
- EPA. 1995. «Air Emissions from Municipal Solid Waste Landfills-Background Information for Final Standards and Guidelines.» Informe Guía para la estimación de metano.
- Fernández, Alejandro. 2005. «La gestión integral de los residuos sólidos urbanos en el desarrollo sostenible local.» *Revista cubana de química*: 2-3.
- Garrido, Miguel. 2014. «Diseño del complejo ecológico para el manejo integral de residuos sólidos de la mancomunidad formada por el cantón Las Naves y la Parroquia San Luis de Pambil en La Provincia de Bolívar.» Tesis, Quito: 173-175.
- GIZ. 2014. «Estudios de gestión integral de residuos sólidos mancomunidad Sumak Kawsay.» Estudios técnicos, Mocache: 34-44.
- Global Methane Initiative. 2016. «Las emisiones globales de metano y las oportunidades de mitigación.» Informe documental: 1.
- Greenpeace Org. 2018. «Así nos afecta el cambio climático.» Informe cumbre climática, La Antilla, Lepe: 6.
- Guerrero, Fernando, entrevista de Gabriela Posligua Solís. 2020. *Entrevista sobre el desarrollo de la investigación con el tema: Reducir la emisiones de GEI a través de una propuesta de aprovechamiento energético de los RSU en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos*. (22 de 05 de 2020).
- Heres del Valle, David. 2015. *El cambio climático y la energía en américa latina*. Informes de desarrollo, Santiago de Chile: Copyright © Naciones Unidas: 9.
- Hoyos, Michelle. 2019. *Cambio climático mitigación y adaptación*. Proyecto , Lima: Fomento de la Vida-FOVIDA: 9.
- INEC. 2012. «Censo de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales.» Informe de datos estadísticos: 4.
- INEC. 2010. «Censo de población y vivienda.» Datos Censo: 6.
- INEC-AME. 2017. «Censo Gestión de residuos sólidos.» Tabulados finales GIRS: 8.
- IPCC. 2014. *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de Trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático*. Resumen, Ginebra, Suiza: Organización meteorológica mundial: 51.
- IPCC. 2013. *Glosario: Cambio climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos*

- sobre el Cambio Climático*. New York, Estados Unidos de América: Planton, S (ed): 188.
- Jara, Janneth. 2014.«Manejo y Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos de la Provincia de Chimborazo-Ecuador y su potencial uso en la agricultura.» Tesis de maestría, Chimborazo: 2.
- Lindao, David, y Elvis Quisnancela.2016. *Aprovechamiento y potencial energético de los desechos sólidos urbanos generados en el cantón Guayaquil*. Tesis de grado, Guayaquil: Espol.edu.ec: 190-193.
- López, Daniel. 2016. *Modelo de diseño de sistemas de captación y aprovechamiento de biogás*. Tesis de grado, Santiago de Chile: Universidad de Chile: 8.
- Martín, Laura, Alejo Rivera, y Rosa Castizo. 2018. *Cambio climático y desarrollo sostenible*. Informe La Rábida, Huelva, Rábida: Diputación La Huelva: 29,32,34,112, 182,184,186.
- Martinez Joan, y Mariana Walter. 2015. «Metabolismo social y conflictos extractivos.» *ResearchGate*: 8.
- Martínez, Elizarova, y Juan Rodríguez Miranda. 2015. «Aplicación de las metodologías EPA, mexicano e IPCC para la estimación de biogás,caso de estudio relleno sanitario Doña Juana, Bogotá- Colombia.» *Universidad y Salud*: 2.
- Ministerio del ambiente. 2019. *Herramienta para la integración de criterios de cambio climático en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Informe técnico de planificación, Quito: Primera edición 2019, Ministerio del Ambiente: 10-12.
- Muñoz, Diego, entrevista de Gabriela Posligua Solís. 2020. *Entrevista sobre el desarrollo de la investigación con el tema: Reducir la emisiones de GEI a través de una propuesta de aprovechamiento energético de los RSU en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos*. (21 de mayo de 2020).
- Navarro , Carmen, y ed. 2019. *Cambio climático:Análisis comparado de las políticas de cambio climático en municipios de la comunidad Autóctona de Madrid*. Caso de estudio, Madrid: Instituto de Derecho Local.Universidad Autónoma de Madrid.
- Nelly López, Irma Sandoval. 2016.«UDGVIRTUAL.»: 16,28.
<http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/176> (último acceso: 1 de marzo de 2020): 5,8.
- ONU medio ambiente. 2019. «Taller regional: Instrumentos para la implementación efectiva y coherente de la dimensión ambiental de la agenda de desarrollo .» Caso 4: Residuos, San José, Costa Rica: 5.

- PDYOT Mocache. 2018. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Mocache*. Plan de desarrollo, Mocache: GADM Mocache: 4,40,50-58.
- Pinzón, Luis, y Hernando Soletto. 2020. «El cambio climático y la injerencia de los rellenos sanitarios sobre este.» Informe de caso de estudio, Bogotá C.C-Colombia: 2.
- Ramos, Gian. 2016. «Residuos sólidos municipales, minería urbana y cambio climático.» *El cotidiano*: 1-5.
- Rivas, Armenta, Camargo Sierra, y Andrés Vélez. 2017. «Modelación de la producción de metano en el relleno sanitario Parque Ambiental Palangana (Santa Marta).» *Ingeniería. Investigación y Tecnología*: 2.
- Romero Carpio, Johhanny. 2016. *Evaluación de la producción de metano para aprovechamiento energético en el vertedero de desechos sólidos del cantón Ventanas, provincia de Los Ríos*. Tesis de grado, Ventanas: UTEQ: 87-88.
- Rondón, Estefani, y et. 2016. *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Guía técnica, Santiago: Copyrigh. Naciones Unidas: 15,19,25.
- Salas, Juan Carlos, y Hilda Quesada. 2006. «Impacto ambiental del manejo de desechos sólidos ordinarios en una comunidad rural.» *Tecnología en marcha*: 9-10.
- Sánchez, Luis, y Orlando Reyes. 2015. *Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe*. Proyecto de investigación, Santiago de Chile: Copyright Naciones Unidas: 19.
- Solórzano, Gustavo. 2003. «Aportación de gases de efecto invernadero por el manejo de residuos sólidos en México: el caso del metano.» *Gaceta ecológica*: 4.
- Toledo Victor. 2015. «¿De qué hablamos cuando hablamos de sustentabilidad? Una propuesta ecológica política.» *Naturaleza, Ciencia y Sociedad*: 42-43.
- Toledo, Victor. 2016. «El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica.» *ResearchGate*: 18,42.
- Torres, César. 2006. *Metodología de la investigación: para la administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Ciudad de México: Pearson Educación: 59.
- Urrego, Elizarova, y Juan Rodríguez. 2015. «Aplicación de las metodologías EPA, mexicano e IPCC para la estimación de biogás.» *scielo*: 339.
<http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v18n2/v18n2a14.pdf> (último acceso: 20 de marzo de 2020).