



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD  
INSTITUTO DE ECOLOGÍA  
SISTEMAS ENERGÉTICOS

METODOLOGÍA SOSTENIBLE PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS  
BIOMÁSICOS A TRAVÉS DE LA PRODUCCIÓN DE BIOENERGÍA EN  
COMUNIDADES DE MÉXICO

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

PRESENTA:  
BRENDA YADIRA HERNÁNDEZ MIRANDA

TUTOR PRINCIPAL  
DR. JAVIER EDUARDO AGUILLÓN MARTÍNEZ  
INSTITUTO DE INGENIERÍA UNAM

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR  
DRA. NATHALIE ROBERTE CHANTAL CABIROL  
FACULTAD DE CIENCIAS UNAM

DR. ROBERTO IVÁN ESCALANTE SEMERENA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS UNAM

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO, NOVIEMBRE 2019



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Coordinación de Estudios de Posgrado  
Ciencias de la Sostenibilidad  
Oficio: CEP/PCS/967/19  
Asunto: Asignación de Jurado

M. en C. Ivonne Ramírez Wence  
Directora General de Administración Escolar  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Presente

Me permito informar a usted, que el Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, en su cuadragésimo octava sesión del 11 de junio del presente año, aprobó el jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**, de la alumna **Hernández Miranda Brenda Yadira** con número de cuenta **302090239** con la tesis titulada "Metodología sostenible para el aprovechamiento de residuos biomásicos a través de la producción de bioenergía en comunidades de México", bajo la dirección del Dr. Javier Eduardo Aguillón Martínez.

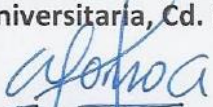
PRESIDENTE: DRA. ALMA CONCEPCIÓN CHÁVEZ MEJÍA  
VOCAL: DRA. ALICIA MARÍA JUÁREZ BECERRIL  
SECRETARIO: DRA. NATHALIE ROBERTE CHANTAL CABIROL  
SUPLENTE 1: DR. ROBERTO IVÁN ESCALANTE SEMERENA  
SUPLENTE 2: DR. JAVIER EDUARDO AGUILLÓN MARTÍNEZ

Sin más por el momento me permito enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE,**

**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

Cd. Universitaria, Cd. Mx., 21 de noviembre de 2019.

  
Dr. Alonso Aguilar Ibarra  
Coordinador

Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM

## **Agradecimientos**

Al Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT-México) por la beca otorgada para la realización y culminación de la presente investigación.

Al Instituto de Ingeniería, en particular a la Torre de Ingeniería por las facilidades técnicas y científicas brindadas para el desarrollo de este trabajo.

Al Dr. Javier E. Aguillón por la profunda confianza y acompañamiento, así como por el compromiso ético profesional y humano con el que dirigió el proceso y culminación de este trabajo de investigación.

Al Ing. Gustavo Cadena Jefe de unidad de transferencia de Tecnología del I. Ingeniería de la UNAM, quien me dio la oportunidad de enriquecer mi formación como maestra a través del cursamiento del “Diplomado de innovación tecnológica y creación de empresas de base tecnológica, ambientalmente y socialmente responsables”.

A la Dra. Nathalie C. Cabirol, miembro del comité tutor quien acompañó y asesoró el enfoque socioambiental que integra la metodología desarrollada, haciéndolo siempre desde un total compromiso y responsabilidad éticos.

A la comunidad *hñähñú* El Alberto y el Caracol Zapatista Morelia por la confianza que tuvieron para dejarme entrar a su espacio, en el que pude des-aprender y nacer nuevamente a través de ese su *otro* mundo, su *otro* conocimiento.

A los integrantes del jurado: a la Dra. Alma Chávez Mejía, Dra. Alicia Juárez Becerril y el Dr. Roberto Escalante Semerena, que a través de sus aportaciones desde sus campos de investigación, el presente trabajo fue enriquecido en gran medida.

### *Agradecimientos especiales*

A Manuel por su acompañamiento en el camino a través del tiempo

A Francisco Juárez por su sabiduría y naturalidad con la que resuelve mis preguntas sobre la vida, por su acompañamiento incondicional

A Fer, Dani y Oscar por su insaciable diversión y acompañamiento en la vida

*Tabajo dedicado a ...*

las mujeres zapatistas, a las abuelas, madres, amigas y maestras que me han hecho creer en otros mundos posibles de respeto y comunidad: mi madre Herminia, mi amorosa Deseo †, mi abuela Josefina †, mi amiga y maestra Rosalia, mi amiga y guía espiritual Fina †, mi amiga y hermana Diana, mi querida confidente Isabel, mis amigas siempre presentes Corina, Malena, Alicia, Estrella, Fernanda, mi † carnalísima Ingrid, mis maestras del movimiento Jenet, Ana, Bertha, Patricia, Claudia, Cecilia, Abigail.

A Carlos y María que avivan mi corazón

✿ mi Julián ✿

*Porque acordamos vivir y como para nosotras vivir es luchar,  
pues acordamos luchar, cada una según su modo, su tiempo y su mundo.*

*8 de marzo de 2018*

*Caracol Zapatista Morelia*

## Resumen

De la *naturaleza contemplativa* a la *naturaleza servidora*, fue la transición ontológica de la que deviene la cosificación de lo natural como recurso y espacio de explotabilidad al servicio de las sociedades. Nosotros nos hemos servido desmedidamente de todo aquello que hoy en día lo nombramos como *recurso natural*, para poder dar paso al supuesto desarrollo social, económico y político, provocando problemáticas complejas con daños directos y colaterales en diferentes dimensiones espacio-temporales. Razones por las que, hoy en día el aún emergente campo de investigación, Ciencias de la Sostenibilidad, reconoce la necesidad de articular las problemáticas presentes desde diversas líneas de pensamiento; pues resulta complejo observar los conflictos socioambientales desde una sola perspectiva, debido a su naturaleza heterogénea, a los múltiples flujos de los cuales nace y los diversos efectos que también emergen de éstos, además de los variantes contextos sobre los cuales se despliegan. Por lo que, para determinar el estado de un problema desde las *Ciencias de la Sostenibilidad*, se requiere de hacer el esfuerzo desde lo transdisciplinar, poniendo en dialogo la diversidad de perspectivas venidas desde diferentes campos de conocimiento, que desde una visión holística, será posible encontrar nuevas líneas de pensamiento que propicien la renovación o creación de nuevas alternativas para abordar un problema en un tiempo-espacio definido; pues es el carácter sensorial y experiencial que se da a través del cruce de saberes, sumado al hacer investigativo que genera certezas conceptuales, lo que distingue a los procesos transdisciplinarios realizados desde las Ciencias de la Sostenibilidad.

El presente trabajo de investigación desarrollado para el campo de Sistemas Energéticos se desarrolló a partir de los fundamentos epistemológicos, la transdisciplinariedad y la multidimensionalidad, que conforman a las Ciencias de la Sostenibilidad. Donde se formuló y diseñó una metodología sostenible para el aprovechamiento de residuos biomásicos a través de la producción de bioenergía en comunidades de México. Cabe destacar la importancia de las comunidades, El Alberto, integrada por ñañús, ubicada en Ixmiquilpan, Hidalgo; y El Caracol Zapatista Morelia, conformada por tzeltales, tzotziles, tojolabales, entre otros, en el Estado de Chiapas, quienes colaboraron para el entendimiento ontológico fundamental base de una comunidad que aqueja una problemática residual pero vista como un sistema complejo de aprovechamiento bioenergético; dicha información concentra la parte medular requerida para la realización de esta investigación. La presente metodología sostenible de aprovechamiento bioenergético resalta por tres categorías distintivas: una es la *multidimensionalidad* que contiene en su procesualidad, abordando las dimensiones social, ambiental, tecnológica y económica, que éstas a su vez pueden ponderarse dependiendo de las necesidades que la población involucrada desea resolver; otra categoría es la *legitimidad* que otorga el uso de *indicadores* cuali y cuantitativos que fueron identificados y definidos a través del sistema PER; y la última es la *representatividad* dada por los criterios y atributos representativos que conforman el sistema poblacional en el que se reconoce una problemática residual biomásica, éstos fueron identificados y definidos a través de marcos sostenibles como 2MBio herramienta creativa para el diseño conceptual participativo para sistemas bioenergéticos, y MESMIS enfocado al manejo de recursos naturales a través de indicadores. Es así como a través de esta metodología sostenible se identifica el problema, reconoce la extensión multidimensional del problema, y se diseñan alternativas integrales clave para el aprovechamiento energético de residuos biomásicos, desde diversas perspectivas expresadas en escenarios futuros que apoyan una adecuada toma de decisiones y posible estructuración de políticas sostenibles, que cubran las necesidades de los actantes involucrados en el propio contexto comunitario.

## ÍNDICE GENERAL

### CAPÍTULO 1

RESIDUOS BIOMÁSICOS Y BIOENERGÍA: UNA PERSPECTIVA DESDE LAS CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD .....	2
<b>1.1 Las Ciencias de la Sostenibilidad como campo de estudio fundamental en el desarrollo de herramientas metodológicas .....</b>	<b>3</b>
1.1.1 <i>La sostenibilidad como nuevo paradigma hacia un aprovechamiento ético de la naturaleza .....</i>	3
1.1.2 <i>Transdisciplina: base fundamental en las Ciencias de la Sostenibilidad .....</i>	4
1.1.3 <i>Perspectivas dimensionales sostenibles que integran la presente metodología: ambiente, sociedad, economía y tecnología .....</i>	6
<b>1.2 Política energética: residuos biomásicos y bioenergía en México .....</b>	<b>12</b>
<b>1.3 Tecnología de gasificación ambiental y socialmente responsable, desarrollada en el Instituto de Ingeniería de la UNAM .....</b>	<b>17</b>
<b>1.4 Herramientas base para la elaboración de la metodología de aprovechamiento residual biomásico desde una perspectiva sostenible .....</b>	<b>19</b>
1.4.1 <i>El uso de indicadores como herramienta base en la representación de un sistema Socio-Eco-Tecno-Ambiental.....</i>	19
1.4.2 <i>Modelos para la representación de un sistema Socio-Eco-Tecno-Ambiental a través de indicadores .....</i>	20

### CAPÍTULO 2

OBJETIVO PARA LA ELABORACIÓN DE UNA METODOLOGÍA SOSTENIBLE EN EL APROVECHAMIENTO RESIDUAL BIOMÁSICO .....	25
<b>2.1 Objetivo.....</b>	<b>26</b>
2.1.1 <i>Objetivos particulares .....</i>	26
<b>2.2 Hipótesis.....</b>	<b>27</b>
<b>2.3 Justificación .....</b>	<b>27</b>

### CAPÍTULO 3

REPRESENTACIÓN DEL SISTEMA SETA (Social-Económico-Tecnológico-Ambiental) A TRAVÉS DE LA DEFINICIÓN DE INDICADORES MACRO DIMENSIONALES .....	29
<b>3.1 Enmarcación del sistema SETA: problemática en torno al cúmulo de residuos biomásicos para el aprovechamiento bioenergético en una población pequeña .....</b>	<b>30</b>
3.1.1 <i>Representación del sistema SETA a partir de los modelos MESMIS, 2MBio y PER: criterios y atributos representativos de cada dimensión sostenible, componentes integrales de una comunidad .....</i>	30
3.1.2 <i>Indicadores definidos para cada dimensión del sistema SETA a partir de los modelos anteriores .....</i>	37
3.1.3 <i>Elaboración de indicadores complejos definidos para el sistema SETA.....</i>	40
3.1.4 <i>Macro indicadores dimensionales que representan el sistema SETA .....</i>	45

## **CAPÍTULO 4**

<b>DISEÑO DE LA METODOLOGÍA .....</b>	<b>54</b>
<b>4.1 Etapas base que constituyen la metodología propuesta .....</b>	<b>55</b>
<i>4.1.1 Núcleo metodológico, Proceso evaluativo, Escenarios presentes, Escenarios futuros y Toma de desiciones .....</i>	<i>55</i>
<b>4.2 Elementos base de la Metodología .....</b>	<b>64</b>

## **CAPÍTULO 5**

<b>Conclusiones y comentarios .....</b>	<b>66</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>84</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.1 Residuos producidos en México.</i> .....	12
<i>Figura 1.2 Productos de la Gasificación</i> .....	13
<i>Figura 1.3 Residuos urbanos en México.</i> .....	13
<i>Figura 1.4 Gasificador del Instituto de Ingeniería de la UNAM.</i> .....	18
<i>Figura 1.5 Proceso general del sistema de gasificación</i> .....	18
<i>Figura 1.6. Diagrama causal que representa al modelo PER</i> .....	22
<i>Figura 1.7 Categorías de 2MBio</i> .....	23
<i>Figura 1.8 Estructura operativa de MESMIS</i> .....	24
<i>Figura 3.1 Divisiones políticas organizativas de una comunidad</i> .....	31
<i>Figura 3.2 La capacidad de un sistema para autorregularse y transformarse</i> .....	34
<i>Figura 3.3 Sistema SETA definido a partir del modo operativo de MESMIS.</i> .....	35
<i>Figura 3.4 Sistema SETA adecuado al modelo PER</i> .....	36
<i>Figura 3.5 Dimensión ambiental</i> .....	38
<i>Figura 3.6 Esquema de la dimensión económica</i> .....	39
<i>Figura 3.7 Esquema de la dimensión social</i> .....	40
<i>Figura 4.1 Primera fase de la metodología de aprovechamiento residual</i> .....	57
<i>Figura 4.2 Segunda fase de la metodología de aprovechamiento residual</i> .....	62
<i>Figura 4.3 Tercera fase de la metodología de aprovechamiento residual.</i> .....	63
<i>Figura 4.4 Cuarta fase de la metodología de aprovechamiento residual</i> .....	64
<i>Figura 5.1 Dimensión ambiental sostenible</i> .....	69
<i>Figura 5.2 Dimensión económica sostenible</i> .....	70
<i>Figura 5.3 Dimensión social sostenible</i> .....	71

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.1 Basureros a cielo abierto</i> .....	14
<i>Tabla 1.2 Indicadores complejos</i> .....	41
<i>Tabla 1.3 Indicadores complejos bioenergéticos.</i> .....	44
<i>Tabla 3.4 Vectores independientes.</i> .....	49
<i>Tabla 3.5 Macroindicador del Costo Anual de Bioenergía.</i> .....	50
<i>Tabla 3.6 Macroindicador de Costos por Sustitución</i> .....	51
<i>Tabla 3.7 Macroindicador de Toneladas Equivalente de CO<sub>2</sub></i> .....	51
<i>Tabla 3.8 Macroindicador de Emisiones evitadas por uso de la Tecnología.</i> .....	51
<i>Tabla 3.9 Macroindicador de problemáticas sociales</i> .....	52
<i>Tabla 3.10 Macroindicador del Total de Consumo Energético</i> .....	53
<i>Tabla 4.1 Secciones y etapas que componen la metodología</i> .....	54

## NOMENCLATURA

ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
GEI	Gases de Efecto Invernadero
PER	Presión Estado Respuesta
2MBio	Metodología bioenergética participativa
MESMIS	Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad
SETA	Sistema Social/Económico/Tecnológico/Ambiental
ReBiom	Residuos biomásicos
ICB	Indicador Complejo Bioenergético
CAB	Costo Anual de Bioenergía
ABA	Ahorro Bioenergético Anual
CsTG	Costos por Sustitución a una Tecnología de Gasificación
TCO <sub>2</sub> E	Toneladas Equivalentes de CO <sub>2</sub>
PeRB	Potencial energético de ReBiom
VAE	Viviendas con acceso a energía
PSRE	Problemáticas sociales en torno al cúmulo de ReBiom y deficiencia o ausencia de electricidad

# CAPÍTULO 1

## RESIDUOS BIOMÁSICOS Y BIOENERGÍA: UNA PERSPECTIVA DESDE LAS *CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD*

Hoy en día es necesario articular los componentes de los problemas ambientales desde diversas líneas de pensamiento, pues resulta complejo observarlos desde una sola perspectiva por su naturaleza heterogénea, debido a los múltiples flujos de los cuales nacen y a la diversidad de contextos sobre los cuales se despliegan. Por ello, para determinar el estado del problema de cúmulo de residuos, así como el acceso a la energía eléctrica en poblaciones pequeñas de México, es necesario recurrir a múltiples rutas de investigación, como las que conciernen a lo ambiental, social, económico y tecnológico. Perspectivas dimensionales que dentro de las *Ciencias de la Sostenibilidad* son imprescindibles para el desarrollo de estrategias sostenibles integrales.

## 1.1 La *Ciencias de la Sostenibilidad* como campo de estudio fundamental en el desarrollo de herramientas metodológicas

### 1.1.1 *La sostenibilidad como nuevo paradigma hacia un aprovechamiento ético de la naturaleza*

A modo de retrospectiva, los modos de vida humana establecidos hasta los años cincuenta comenzaban a tener efectos adversos no solamente sobre la vida de las sociedades de aquel entonces, sino que también sobre la naturaleza, fue hasta ese momento que las perspectivas antropocéntricas de *lo vivo* y *lo natural* comenzaron a ponerse en tela de juicio (Descola & Palsson, 2001). De la *naturaleza divina* a la *naturaleza servidora*, fue la transición ontológica de la que deviene la cosificación de lo natural como recurso<sup>1</sup> y espacio de explotabilidad al servicio del *homo naturae lupus*<sup>2</sup>. Esta transición ocurre justo en el auge de la Revolución Industrial, donde el significante *natural* se volcó hacia un significado infinito, explotable, rentable, y que más tarde en el estado actual del capitalismo monopólico, llegaría a configurarse en el concepto de *capital*, sin límites de crecimiento económico, siempre y cuando las sociedades conciban a los ambientes como medio de extracción de materia prima y producción que vaya más allá de las necesidades básicas del ser humano (Dussel, 1996).

Bajo estos preceptos, las sociedades se han servido del ambiente natural en el paso por su desarrollo social, económico y político, provocando problemáticas ambientales por la explotación desmesurada y sus actividades antropocéntricas, con daños directos y colaterales en los diversos sistemas que sostienen la *vida* en el planeta<sup>3</sup> (Burlingame & Toledo, 2006). Por tales circunstancias, en 1972 diferentes naciones alrededor del mundo se vieron obligadas a replantear los modos de vida humana, es a través del informe *Límites del Crecimiento* creado por el Club de Roma<sup>4</sup>, donde por primera vez se reconocen mundialmente las problemáticas ambientales en tanto que agotamiento de recursos naturales, contaminación ambiental, y crecimiento poblacional acelerado. Estos serían, los principales ejes a través de los cuales habría que evaluar los límites de la capacidad del planeta para soportar el crecimiento económico, que trajo consigo el sistema capitalista. Fue este informe el detonante para que, la Organización de las Naciones Unidas (ONU), por primera vez convocara a las naciones interesadas en la formulación de estrategias en beneficio del deterioro ambiental, pues eran más que evidentes los problemas de salud poblacional y los impactos negativos dentro de la economía mundial. Por otro lado, pero de manera paralela, en Latinoamérica se había creado la Fundación Bariloche, Argentina, que también emitió el programa *Modelo Mundial Latinoamericano (MML)*<sup>5</sup> en 1972, como respuesta al trabajo del Club de Roma, exponiendo una perspectiva crítica y contextualizada a partir de la disminución de la inversión del capital a países desarrollados, así como

---

<sup>1</sup> De acuerdo con Descola *et al* (2001), en sus "Perspectivas antropológicas: Naturaleza y Sociedad", recurso *natural* nace del vínculo humano-naturaleza-sociedad, como una perspectiva desde la modernidad. Concepto que nace de entidades independientes, es decir la naturaleza ajena al hombre y viceversa, es entonces que *la naturaleza es un ámbito por fuera de la cultura al que es posible recurrir para satisfacer las necesidades humanas*, y no como parte de la vida sino como un medio que es necesario trabajarlo.

<sup>2</sup> Enrique Dussel en su obra *Filosofía de la liberación*, describe la transición del *homo naturae* al *homo naturae lupus*, como metáfora de la especie humana que ha transformado desde la modernidad, al espacio natural en materia de trabajo.

<sup>3</sup> Bajo esta premisa, sería importante reflexionar sobre el análisis que hace Bolívar Echeverría sobre la *modernidad americana*, donde se vislumbra el proceso de deterioro de lo económico, social y político que pareciera estar dirigido a un estado catastrófico del cual se desconoce su magnitud y radicalidad hasta hoy, resulta ser una de las variadas versiones de modernidad capitalista, es decir, la americana. En la intención de frenar, revertir o sobrevivir al deterioro civilizatorio y sus respectivas consecuencias, es preciso preguntarse sobre los recursos, pues sería un error suponer que estos a través de la historia siguen siendo los mismos o del mismo orden de los que se disponían las civilizaciones del siglo pasado, los cuales fueron desaprovechados y por ello los resultados devastadores.

<sup>4</sup> El Club de Roma nace en 1968 como una organización no gubernamental, conformada por políticos y científicos interesados en plantear y resolver problemas que aquejaban las sociedades de aquel entonces, es por ello que fue de gran importancia a nivel mundial el informe emitido *Límites de Crecimiento*, puesto que había sido creado por un cuerpo multidisciplinario dirigido por la Dra. Donella Meadows, especialista en sistemas dinámicos.

<sup>5</sup> Modelo Mundial Latinoamericano que mostraba un profundo análisis sobre los países latinoamericanos que poseían grandes extensiones de diversidad de ambientes naturales, y que fungían como las cunas de los recursos naturales concebidos como materia prima para la expansión económica de países que lideraban la economía mundial. Es así como la crítica al modelo neo-maltusiano del Club de Roma, sostenía que no era el crecimiento poblacional acelerado una de las razones primeras de las problemáticas ambientales.

repensar la distribución y desigualdad en el acceso a los recursos naturales entre países del sur y del norte del mundo.

En respuesta a estos comunicados, se crea la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD), quien a través de su informe *Brundtland* en 1987, destaca la importancia de definir un concepto que integrara los enfoques económico y político dentro de las estrategias ambientales, dicho concepto sería el de *Desarrollo Sostenible*<sup>6</sup>. Fue a partir de esta concepción que la necesidad de replantearse acerca de lo vivo desde el mundo natural y no desde lo humano, acerca de la finitud de los “recursos naturales”. Fue desde el todavía emergente concepto de *Sostenibilidad* que se instó a la transformación de los paradigmas sobre las relaciones naturaleza-ser humano, así como también paradigmas científicos, poniendo en tela de juicio el papel que juega las ciencias y las humanidades en la construcción de categorías ontológicas que conforman un problema *socioambiental*<sup>7</sup>. En este sentido, se vuelve un reto hacer el ejercicio de articular las propuestas sostenibles de diversos campos de conocimiento, incluyendo el conocimiento ancestral, reto no solo para los actores académicos, institucionales, gubernamentales, privados, inclusive lo es también para las sociedades del mundo (Dietz *et al.*, 2003; Miller, 2013).

Con el paso del tiempo, se han tomado medidas y ejecutado acciones en beneficio de lo social y lo ambiental, sin embargo, era importante realizar acuerdos mundiales que sostuvieran los avances a diferentes escalas geográficas y temporales, así como a diversas dimensiones económica, política, ambiental y socialmente hablando. Así que, con el fin de promover la creación de alternativas en materia de aprovechamiento de recursos naturales, y a razón de mitigar, de frenar las diversas problemáticas mundiales, en septiembre de 2015 se instituyeron los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), definidos dentro del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Diversos países comenzaron a desarrollar proyectos alternativos a las políticas que respectivamente tenían en curso, para así poder contribuir al cumplimiento de estos acuerdos mundiales. De ello, deriva que modelos de investigación han cambiado para poder responder a los impactos de los fenómenos naturales como el cambio climático y efecto invernadero, de esta manera el involucramiento de los actores sociales en los procesos de investigación colaborativa se vuelve fundamental en la creación de redes de conocimiento emergentes desde diferentes sectores, para el cumplimiento de los objetivos locales, nacionales y mundiales (Cash *et al.*, 2003).

### 1.1.2 *Transdisciplina: base fundamental en las Ciencias de la Sostenibilidad*

En las últimas dos décadas del siglo XXI, diversos estudios en torno a programas de conocimiento se han enfocado en analizar el papel que desempeña la ciencia y tecnología, así como las ciencias sociales y humanidades en el *Desarrollo Sostenible*, también la medición de la eficacia en que los sistemas alterados pueden ser descritos con credibilidad, prominencia y legitimidad de la información que otorga una u otra disciplina de conocimiento, han sido puntos focales en el estudio de las *Ciencias de la Sostenibilidad* (Turner *et al.*, 2003). A raíz de estas emergentes concepciones sobre cómo y desde dónde hacer ciencia, los sistemas de conocimiento tradicional recobran la importancia que había sido desplazada por la proliferación del conocimiento occidental devenido del

---

<sup>6</sup> *Desarrollo sostenible* se define en el informe *Our Common Future*, del CMMAD, como “la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”, proponiendo la resolución de las problemáticas ambientales desde perspectivas político-económicas, así como la inmersión de los efectos de las dinámicas sociales en problemas ambientales.

<sup>7</sup> González, M. en su obra de filosofía natural “Cabe los límites” (2016) expone la necesidad de preguntar ontológicamente por lo real en el siglo XXI desde la materia, desde la naturaleza, desde la vida, haciéndose en términos muy distintos al antecedente de filosofías naturales del s XIX. Del mismo modo, el filósofo chileno Maturana, también expone la necesidad de rupturas de algunos paradigmas científicos con el afán de reconfigurar el hacer científico desde una perspectiva ética que contemple lo natural pero también lo humano. Véase de Maturana, 2015, *Del ser al hacer*.

colonialismo y neocolonialismo<sup>8</sup>, como sucedió en los países Latinoamericanos. Dando así, cabida a la coproducción entre diversos conocimientos, aunado al diálogo e inclusión social, conforman la ruta que permite elaborar estrategias sostenibles integrales (Brandt *et al.*, 2013). De ello deviene el concepto de problemas perversos, por su término en inglés *wecked problems*<sup>9</sup>, pues resulta confuso observarlos a través de una única vía de conocimiento, por lo que es necesario realizar un análisis variado, tanto teórico como participativo, por las diferentes dimensiones espaciales y temporales a las cuales actúan los *wecked problems* (Lubchenco, 1998; Martins *et al.*, 2017;).

A causa de estas necesidades epistemológicas, que comenzaron a hacerse visibles en el trabajo del diseño de políticas integrales, es que surge un nuevo campo de conocimiento las *Ciencias de la Sostenibilidad* (Kates *et al.*, 2011); que por sus antecedentes teóricos-estructurales resulta ser de naturaleza *transdisciplinaria* de tal manera que, se entiende como la última etapa de un proceso epistemológico de integración, a partir de herramientas metodológicas y conceptuales que abren espacios de nuevo conocimiento y de pluralidad en la toma de decisiones por parte de los actantes interesados (Kajikawa, 2008; Figge, 2004). En este nuevo campo de investigación, se reconoce la necesidad de articular las problemáticas desde diversas líneas de pensamiento porque resulta complejo observarlas desde una sola perspectiva, debido a su naturaleza heterogénica, a los múltiples flujos de los cuales nace y del cual emergen otros nuevos, y debido también a la diversidad de contextos sobre los cuales se despliegan hoy en día tales emergencias (Burnett, 2000; Lakshmi *et al.*, 2016). Por ello es que, determinar el estado de un problema desde las *Ciencias de la Sostenibilidad*, requiere de hacer el esfuerzo de lo transdisciplinar, pues es en donde se ponen en diálogo la diversidad de perspectivas venidas desde diferentes campos de estudio, dándole un fundamento *holístico*<sup>10</sup> y legítimo a un conflicto, creando así un discurso inclusivo que generará nuevas líneas de pensamiento, debido al carácter sensorial y experiencial que se da a través del diálogo y sumado al hacer investigativo que genera certezas conceptuales, que otorga el ejercicio *transdisciplinar* (Cabrera, 2016).

En las diversas revisiones y análisis que se han realizado en torno a la inserción de los marcos y metodologías transdisciplinarias en la *Ciencias de la Sostenibilidad*, se identifican algunas debilidades como: la ausencia de marcos coherentes, así como la falta de integración de métodos que puedan dar pie a la generación de conocimiento, también el compromiso que puedan llegar a asumir los actores involucrados y la dimensión que el impacto de este quehacer pueda tener; se ha estudiado que alrededor de un 30% de las investigaciones realizadas se acercan a un modelo transdisciplinario (Brandt *et al.*, 2013). También, la falta del establecimiento de plataformas de comunicación es uno de los principales elementos que dificultan el proceso *transdisciplinar*, además de que las investigaciones deberían realizarse desde una comprensión semiótica que desemboque en un lenguaje abierto e inclusivo, de tal manera que diversas disciplinas y sociedades puedan integrarse a tales plataformas (Levin *et al.*, 2012). Cabe mencionar que, a pesar de que el empoderamiento no es un objetivo como tal de la *transdisciplina*, es a través de este ejercicio que ocurre la participación social de diferentes sectores y actores interesados en resolver un problema (Folke *et al.*, 2010). En este mismo sentido, es menester decir que el concepto de sostenibilidad y las Ciencias de la Sostenibilidad son espacios de conocimiento nacientes, en proceso de construcción epistemológica y ontológica, en

---

<sup>8</sup> Desde una perspectiva Dusseliana, el *colonialismo* entendido como modelo que apuntaba a imponer una nueva identidad colonial a los habitantes nativos, en el que se involucra la subyugación de un pueblo a otro, en tanto que economía política y cultura. Según Vargas en "Neocolonialismo, resistencia, crisis y transformación del estado", el *neocolonialismo* entendido como proceso organizativo para la realización de transferencias de valores, conocimiento y recursos a diversos grupos sociales, en las que las corporaciones transnacionales logran mayor eficiencia en sus economías de escala y alcance, mediante un sistema de organización laboral.

<sup>9</sup> Garcés en su artículo "Latin American integration as a wicked problem: the case for a plural approach", un *wecked problema* es definido como problemas *difíciles de definir, únicos, inherentemente paradójicos, consecuentes, sujetos a variadas interpretaciones, sin una solución adecuada*.

<sup>10</sup> Que, desde el Holismo, según Díaz de Rada, se examina un problema con diversas formas de la totalidad, lo que implica categorías que se definen a nivel teoría y método, y no a nivel de objeto que fuese entendido como realidad pre-teórica, por lo que las construcciones del todo dependerán de las construcciones de quien investiga y dialoga, siendo así que no haya un único todo. Véase "Las formas del Holismo. La construcción teórica de las totalidades", 2003.

tanto que sus perspectivas emergentes y trayectorias de investigación, razones por las cuales la sostenibilidad permite abordar una problemática de interés desde diversas perspectivas y al mismo tiempo desarrollar a través de diferentes caminos sus correspondientes propuestas. Siendo así que para la sostenibilidad es inherente su calidad *procesual* porque no pretende un fin u objetivo con culminación de algún cumplimiento o resolución total de un fenómeno, sino que, por el contrario, refiere a un proceso a través del tiempo, lo que da cabida a la variabilidad del tiempo y el espacio del mismo fenómeno, es decir su transformación (Folke, 2006). De tal manera que si bien, aun no es posible establecer conceptos clave de las C. de la Sostenibilidad, sí es posible enmarcar los problemas en cuestión (Bosshard, 2000; Conklin, 2010). Estas ciencias, entonces fungen como una nueva línea de investigación donde a través de la transdisciplina es posible la reconfiguración de un problema, por el intercambio de herramientas generadas a partir de diversos campos de conocimiento, o bien que, en el proceso de este intercambio se generen nuevas herramientas, y que, a través de la participación de diversos sectores y actores interesados, sea posible determinar el estado de una problemática bajo cuestión.

### *1.1.3 Perspectivas dimensionales sostenibles que integran la presente metodología: ambiente, sociedad, economía y tecnología*

Dentro de los ODS, se establece el tratamiento de las diversas problemáticas desde las dimensiones sostenibles, que son la social, ambiental, económica y tecnológica, lo cual resulta posible si se abordan desde la Ciencia de la Sostenibilidad y su hacer transdisciplinario. Pues con los recursos y políticas integrales adecuadas es posible plantear un plan de estrategias encaminado a un Desarrollo Sostenible que asegure el aprovechamiento adecuado de la naturaleza y una mejor calidad de vida humana (Burlingame & Dernini, 2010). Uno de los de los objetivos mundiales que conciernen al presente trabajo de investigación, hace referencia al aprovechamiento residual y generación de bioenergía, por tanto, los objetivos apegados a esta propuesta son: el número siete es referente al tema de *Energía asequible y no contaminante*, y el número doce, enfocado a la *Producción y consumo responsable*. Algunas de las principales razones que anteceden a estos objetivos son por ejemplo el aumento de las concentraciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), siendo el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) el de mayor presencia, con origen en las actividades antropocéntricas, provocando altas temperaturas en el planeta, desde mediados del siglo XX (IPCC, 2011). Este fenómeno se registra proporcional al incremento del uso de combustibles fósiles en la generación de energía y transporte terrestre principalmente, representando alrededor del 80% de las emisiones globales en el 2015 (OCDE/AIE). Aunado a esto, las actividades económicas que responden al desarrollo de las ciudades, en su mayoría, representan un consumo energético de aproximadamente 80% a nivel mundial (Bartlett & Vargas, 2016). Por otro lado, en el caso de los residuos sólidos, el Banco Mundial reportó en el 2015 que los principales GEI desprendidos del cúmulo de residuos son principalmente el CO<sub>2</sub> y metano (CH<sub>4</sub>), representando mundialmente alrededor del 5% de los gases totales.

En vista de tal problemática, se elaboró el Protocolo de Kioto en el que se determina la regulación y reducción de GEI por parte de los países mayormente industrializados, para lo cual se propuso, en lo que concierne al tema energético, desarrollar alternativas enfocadas en *el fomento a la eficiencia energética e implementación conjunta de proyectos, mecanismos de desarrollo limpio y comercio de emisiones*, principalmente (ONU, 2005). Lo que concierne al cúmulo de basura, más tarde en la Cumbre del Clima de Lima (COP20, 2014), se habló de la urgencia sobre un plan de gestión en tema de manejo de residuos, dirigido en especial a las ciudades con un rápido crecimiento económico, pues el aumento exponencial de los residuos sólidos podría ser de 900 millones de toneladas más para el 2025.

En el cumplimiento de tales acuerdos por parte de las naciones participantes, se distingue la necesidad y urgencia de elaborar requerimientos que no solo se enfoquen al problema de generación

de bioenergía y medidas de manejo-aprovechamiento de residuos en sí mismo, sino que la investigación de los problemas que se desprenden de estos *wicked problems* también necesitan ser evaluados (Robert & Weber, 2007). Los efectos adversos de las problemáticas como: la explotación de fósiles, la generación de energía a través de recursos no renovables y modos convencionales, así como el cúmulo de residuos provenientes de actividades humanas, se distinguen por sus extensiones desfavorables en sus categorías social, ambiental, económica y tecnológica (IEA, 2015).

Tales caracteres, vienen a vincularse con el concepto de *sistema socioambiental o socioecotecnológico*, en el caso de esta investigación en la que existe el componente tecnológico en el modelo metodológico sostenible (Karimi *et al.*, 2015). De ahí que las interpretaciones sobre la naturaleza se basan en la asignación de diversos valores que parten de una reflexión ética y cultural, contextualizada a cada momento histórico y lugar en el planeta, consideraciones que se recontextualizan cuando se diseña una metodología (Levin *et al.*, 2012). También, en la investigación del autor Levin sobre modelación sistemas complejos, encuentra que algunas de las características esenciales de estos sistemas socioecotecnológicos, son por ejemplo la no linealidad, interacciones estratégicas, heterogeneidad individual y espacial, así como la variación temporal y escalar, pues son elementos cambiantes en sí mismos, cambiantes en las interacciones que se establecen entre los elementos del sistema y cambiantes entre sistemas, situación que evita una interpretación estadísticamente estable y definitiva. Por ello, será necesario recurrir a la evaluación de un problema socioecotecnológico desde las diversas dimensiones, pero integradas ya sea por modelos, marcos o metodologías sostenibles.

#### i) Dimensión tecnológica

Hablar desde una perspectiva *tecnológica* en lo sostenible, en tanto que procesos tangibles e intangibles elaborados con una base científica, pero con el objetivo sustancial de crearse al servicio de la humanidad, lo tecnológico se entenderá como el *medio de intervención del ser humano en los sistemas naturales* (OIEA, 2008). Los recursos que se encuentran en el ambiente adquieren una resignificación antropocéntrica cuando entran a un proceso de transformación y producción, intervenciones que se van definiendo a medida que, lo cultural e ideológico se va modificando, es decir, a medida que los procesos político-económicos se definen. Como tal, la ética a través de la cual se establecen los valores bajo los cuales se desarrolla la tecnología, puede ser apreciada en los *objetos* tangibles o intangibles, así como también puede ser observada en los productos que se obtienen de tales diseños tecnológicos (Haraway, 1984).

A propósito, esta manera de observar la tecnología es comprensible desde la sostenibilidad, la necesidad de diseñarla con dos perspectivas fundamentales desde la sostenibilidad, una resulta ser que el proceso de producción en un diseño tecnológico cumpla con beneficios y no afectaciones, o bien reducir el máximo de impacto ambiental, social y económico, lo segundo es que el producto tecnológico subsecuente obtenido represente las características éticas socioambientales y sociotecnológicas bajo las cuales fue creado (González *et al.*, 2015). En relación, así los procesos tecnológicos de generación de bioenergía, en su implementación, deberán establecerse desde una responsabilidad social y ambiental con las sociedades. La tecnología es un elemento determinante en el desarrollo económico, comprendido desde lo local hasta lo internacional, y también involucrado en lo relacional y por ende en lo cultural de las sociedades actuales, teniendo efectos directos en el bienestar social y ambiental. Por lo que resulta importante en este trabajo, la articulación de la tecnología con la sociedad, con la finalidad de que los problemas sean atendidos tal y como se perciben y definen por los actantes afectados, dando origen a soluciones consientes sin determinaciones hechas parcialmente y a margen solamente de las partes interesadas (González, 2016). La voracidad con la que funcionan el sistema económico, el capitalismo, y la modernidad, constituyen una fuerza que ha creado una racionalidad *tecnocientífica* delegada a la producción acelerada a mayor escala con un carácter de aplicación inmediata (Saldaña, 2013). Esta racionalidad



ha sido sometida a la lógica del capitalismo, que constituye cotidianamente violaciones a la ética profesional en el desarrollo tecnológico, razón tecnocientífica que también genera problemáticas sociales de diversas índoles (Beltrán, 1982). Por lo que promover una *ciencia tecnológica nacional* es de suma importancia, a cambio de la ciencia universalista que propone verdades absolutas en todo el mundo perdiendo el importante sentido de los contextos en los que se aplica y piensa<sup>11</sup>. La necesidad de un saber tecnológico que esté en diálogo con otras formas de conocimiento, por ejemplo, el tradicional y asumiendo la pluriculturalidad de México, serán las claves hacia una tecnología sostenible (Álvarez, 2018). En este sentido y como es propuesto en el Plan de Reestructuración Estratégica del CONACYT del 2018, diagnosticar las capacidades tecnológicas que se ejecutan en México, hechas desde una actividad científica que se dedique a atender problemas de los sectores más marginados de la población, la promoción de programas que insten a la investigación y gestión colaborativa con comunidades locales, debiera ser uno de los ejes rectores en el desarrollo tecnológico. Y no recurrir a que la investigación científico-tecnológica mexicana se traslade a empresas transnacionales que persiguen una investigación científica dedicada a desarrollar aplicaciones o adaptaciones, que atrasan el proceso de la responsabilidad sobre la formulación de políticas científicas y tecnológicas en la reformación de políticas de Estado<sup>12</sup>.

La tecnología concebida desde *una comprensión, evaluación y aprovechamiento* otorga una base sólida para alcanzar el campo de la *transición tecnológica*, entendida ésta como una transformación económica y reducción de emisiones de carbono, cambio que ocurre a través del desarrollo tecnológico, así como la información y estructuración sobre nuevos hábitos de usos energéticos por parte de los diferentes sectores consumidores, es decir *patrones de consumo* (Araújo, 2014). En relación con este último, el tipo de combustible, acceso, fuente de obtención, distribución y uso final son algunos de los elementos básicos en el desarrollo de un proceso tecnológico (Madureira, 2012). Una de las principales críticas a la *transición*, es que por lo general no se incluyen diversos elementos sociales en la investigación tecnológica, elementos como la evaluación entre la causa y efecto del suministro de servicios modernos de energía, quedando sin apertura dentro de las interpretaciones de lo natural (Grubler, 2012). Esta dificultad epistemológica y de la *praxis* en la *transición*, hace preguntarse desde *¿dónde se puede comenzar con los retos energéticos que surgen a partir de la alta demanda? ¿quién pagará la transición energética? ¿quién decide hacerla o no? ¿qué tipo de infraestructura se requiere? ¿cómo dirigirla? ¿cómo innovar?* (Araújo, 2014). Ante estas dudas se han observado patrones relacionados con el ingreso económico del sector en cuestión, ya sea doméstico, industrial, de transporte, que a su vez está íntimamente relacionado con el tipo de fuentes de obtención energética modernas a las cuales recurren los sectores (Fouquet & Pearson, 2012). Pero no por ello debe considerarse la economía como la única variable desde el cual debe evaluarse la *transición tecnológica*, como ejemplo está Estados Unidos con un GDP (Gross Domestic Product) per cápita de 37 aproximadamente y un IDH (Índice de Desarrollo Humano) de .90 apox., observando que tiene el mayor consumo de energía en el mundo y mayor emisión de GEI a pesar de que la población estadounidense tiene acceso a las tecnologías energéticas “sostenibles” y un alto IDH, en comparación con otros países con uno más bajo y uso de tecnologías convencionales (Elías & Víctor, 2005). Por lo que la *transición* deberá acompañarse por nuevas dinámicas de producción de energía, así como por cambios en los patrones de usos energéticos, definido como escalera energética, lo cual indica que no solo ocurren cambios en la economía interna, sino que también en los hábitos de las sociedades (Valdez-Vazquez *et al*, 2005)

---

<sup>11</sup> Algunos historiadores de la ciencia en México y otras naciones, reformulan el concepto de *ciencia nacional* dentro del tema tecnológico, posterior a la Segunda Guerra mundial, para referirse al hecho de que los científicos trabajan en contextos históricos particulares en los que las instituciones, normas, valores objetivos, utopías de la sociedad, que influyen en el quehacer científico y tecnológico, en su eficiencia en la prominencia de ciertas teorías en función de las tradiciones que están vigentes. Revisar: Saldaña (2013).

<sup>12</sup> Que, a propósito de lo anterior, Roshdi Rashed, describe que la ciencia debería aspirar a formular argumentaciones sólidas capaces de sobrevivir al diálogo intercultural, hechas a partir desde una tradición intelectual particular y con vocación en la generación de *conocimiento de frontera* con orientación a la solución de problemas nacionales. Véase Introduction to the history of Science (1971).

Aunado a lo anterior, viene a cita el caso de la propuesta del desarrollo tecnológico del Instituto de Ingeniería de la UNAM, tecnología abordada en el presente tema de investigación, Gasificador que opera con residuos biomásicos para la generación de energía eléctrica. Que, sobre su estructura normativa y valorativa, el desarrollo histórico que le antecede a su creación entendido como diseño, gestión y evaluación de políticas científicas y tecnológicas, aunado a las rutas de comunicación pública que conlleva la transición de un conocimiento tecnológico institucional hacia la sociedad, son cualidades intrínsecas que acompañan este desarrollo tecnológico sostenible.

## ii) Dimensión social

En lo que respecta a esta dimensión sostenible, se distingue por las amplias generalizaciones que las sociedades hacen sobre la naturaleza, independientes y desinteresadas del contexto en el que se encuentren (Walpole *et al.*, 2014). Estas generalizaciones afectan de manera desventajosa a las decisiones que hacen de las sociedades contemporáneas en torno a las diferentes problemáticas presentes en la vida que acontece al ser humano, pues no permiten visibilizar la diversidad de cambios que ocurren dentro de los escenarios socioambientales (Casas *et al.*, 2016). La toma de decisiones finales sobre, en este caso, el manejo de los residuos biomásicos como punto de origen de un conflicto, pende de las decisiones que se establecen a través del proceso de las dinámicas sociales, ya que estos modos relacionales actúan desde diferentes formas de organización y niveles jerárquicos, así como desde dimensiones espaciales e históricas fluctuantes (Carabias *et al.*, 2008).

Desde la sostenibilidad, en el terreno social resaltan los conceptos de *resiliencia e irreversibilidad* que refieren a la persistencia de las relaciones en un sistema (Folke *et al.*, 2010). Así la descripción de este fenómeno desde lo social ayuda a evaluar los umbrales, límites que componen las esferas de las dinámicas relacionales establecidas dentro de una comunidad, entendido como sistema, que si bien, estos límites sobrepasan los procesos de tal sistema se considera que entran al campo de la *irreversibilidad*, volviéndose éste incapáz de reponer la estructura y funciones de sí mismo (Spangenberg, 2011). Otro concepto que permite evaluar parámetros dentro de la categoría social está la *vulnerabilidad*, definido en relación con un tipo de amenaza. Refiere al grado de susceptibilidad en que los sistemas sociales puedan estar expuestos a una perturbación o estrés, de ahí que diversos modelos y metodologías de evaluación de vulnerabilidad se basan en la calidad de respuesta que da la entidad expuesta a una perturbación, así como también la manera en que la entidad puede amplificar o atenuar los impactos ante el estrés (Turner, 2003). Sus unidades de análisis pueden ser desde una persona hasta un hogar o grupo social, este análisis se hace en dos momentos, en el *antes* se consideran las condiciones de la unidad, y en el *después* están las formas que se desarrollan para enfrentar la situación de estrés (Alwang *et al.*, 2001). En tales evaluaciones existe una relación intrínseca, humanidad-ambiente, donde la exposición del ser humano a un ecosistema tendrá una respuesta ligada a procesos político-económicos en los cuales acontece, estas respuestas son, por ejemplo, los derechos legales relacionados principalmente con la alimentación y el agua, así como funciones primordiales e inherentes a los estilos de vida contemporáneos como el acceso a la energía y disposición de espacios dignos de convivencia humana, que toca temas como los tratamientos que se le dan al cúmulo de residuos en las poblaciones (Ruiz, 2012; Kmmmerbauer, 2001).

A través de estos cráteres es posible trazar un esquema de las dinámicas poblacionales, por lo que es necesario la búsqueda de herramientas a través de las cuales sea posible monitorear y evaluar implementaciones de políticas públicas sostenibles (Arocena, 2009). En la realización de una descripción del estado de un problema ambiental, como podría ser el del cúmulo de residuos biomásicos, será pertinente preguntarse sobre *¿cuáles son las dinámicas sociales de las poblaciones? ¿a través de qué tipo de indicadores se podría monitorear esta dimensión social en términos de desarrollo? ¿cuáles son las extensiones de las problemáticas ambientales energéticas en las esferas de las dinámicas sociales ya sean locales, nacionales o internacionales?* (Dempsey *et al.*, 2011; Hermida, 2017). A propósito de estas preguntas en una evaluación social es importante hacer

distinción entre *desarrollo sostenible* y *desarrollo del manejo sostenible*, pues el primero a pesar de su ambigüedad dentro de la definición atiende a los derechos sociales involucrados en las actividades laborales, el segundo no precisamente refiere a estos derechos, sino que se dirige a las pautas de baja degradación del ambiente. (Reboratti, 2000). De ahí que los movimientos latinoamericanos, como en el caso de México el CEMDA (Centro Mexicano de Derecho Ambiental) abocado al cumplimiento de los derechos humanos ambientales, ajusta y entrelaza de una manera ética las necesidades sociales y la conservación de la naturaleza. En este punto es importante mencionar algunas problemáticas sociales como la violencia que se ejerce sobre la labor y defensa de estos derechos, que en 2017 el CEMDA reportó a México como el cuarto país más violento para esta defensa, resulta ser uno de los principales conflictos sociales que merma los avances en el cumplimiento de programas con calidad de sostenible. Por lo que será pertinente que en la elaboración de herramientas sostenibles se evalúen problemas sociales de base, caracteres como migración, corrupción, violencia, equidad de género, acceso a infraestructura y necesidades básicas como agua, alimento y energía (Hermida, 2017). Y para ello será necesario la participación ciudadana, es como lo establece el Acuerdo Regional sobre Acceso de la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe (adaptado en Escazú, 2018) que, *para enfatizar la importancia de la participación significativa de la sociedad civil y público en general, confirmando el valor de la dimensión regional del multilateralismo para el desarrollo sostenible, teniendo por objeto la disminución de la desigualdad y discriminación, garantizando los derechos de todas las personas a un medio ambiente sano y al desarrollo sostenible, dedicado a grupos en situación de vulnerabilidad y colocando la igualdad en el centro del desarrollo sostenible*, acuerdo en el cual participa México. Aunado a lo anterior, en esta dimensión se recobra la importancia de recurrir a herramientas de análisis que integren estos caracteres sociales a las evaluaciones ambientales y tecnológicas, para así poder tener acceso a un mundo de significados agrupados en temas y multidimensiones de las comunidades, para que de una manera transversal pero también sistemática sea posible resolver un conflicto socioambiental (Gallopín, 2003).

### iii) Dimensión económica

Ante las problemáticas globales, surge la necesidad de replantear el orden económico mundial cambiando las relaciones Norte-Sur, considerando que los principales factores de esta catástrofe son el agotamiento de recursos no renovables, deterioro ambiental, sobrepoblación y contaminación de ecosistemas (Dion, 2000). El modelo MML<sup>13</sup>, creado por los países del Sur, describe una alternativa de desarrollo económico como una desaceleración del crecimiento económico una vez que se cubrieron las necesidades básicas, incorporando la conservación ambiental como costes de producción adicionales, modelo que refleja la relación armónica entre la sociedad y la naturaleza, oponiéndose así a los modelos de crecimiento material económico indefinido de los países del Norte. También, el concepto de propiedad privada se reemplaza por otros más apropiados para la sostenibilidad, tales son *uso* y *manejo* de los medios de producción, donde los procesos de gestión y administración serían regulados por la participación de la sociedad.

A partir del G8+5 en Alemania, surge la incorporación de aspectos económicos a la naturaleza, con el objetivo de determinar valores de tal manera que los beneficios no sólo se reflejarán en lo económico sino también en lo social. Términos como naturaleza, biodiversidad, ecosistemas, fueron determinantes en la caracterización de los atributos de *calidad* y *cantidad* asignados a la naturaleza, así como en lo relacionado a los vínculos entre la actividad económica y bienestar humano (Walpole *et al*, 2014). Ésta es una de las perspectivas económicas más criticada, comprendida desde la consideración que se le hace a los ambientes y sus componentes como un *capital*, puesto que esta concepción, desde una perspectiva capitalista, le da un cargo monetario a lo natural, donde el comercio internacional acumula el *capital natural* en los países industrializados con sus consecuentes

---

<sup>13</sup> Modelo Mundial Latinoamericano.

problemas ambientales, que como daño directo ocasionan un empobrecimiento de recursos en los países de origen (Sanahuja, 2007). La crisis económica internacional de 1973 conocida como la primera crisis petrolera, desestabilizó los modelos económicos que hasta aquel entonces se habían estado habilitando, no se había reflexionado sobre la finitud de los recursos como el petróleo y mucho menos sobre los sistemas de producción descontrolada que no procuraba la conservación de lo natural, en tanto que agua, energía y alimento. Por ello, una de las medidas consideradas para incluir estas perspectivas de conservación natural y distribución adecuada de los recursos naturales, fue que la estimación del PIB incluyera el coste que implicaba para el medio ambiente todas las actividades económicas e industriales (Bojo, 1990). Otra de las estrategias para la integración de lo natural a lo económico fue establecer desde la *economía verde*<sup>14</sup>, la reducción de subsidios a los tipos de generación de energía que dañan en gran medida el ambiente, dando ventajas fiscales a las energías renovables y descentralizadas, que a su vez favorecerán el ahorro energético, así como impulsar la investigación e innovación en el tema bioenergético (PNUMA, 1996).

La mayor parte de la energía consumida por las sociedades tiene un origen mineral, así que la disponibilidad y costo energético futuro dependerá de los nuevos modelos de uso y aprovechamiento, así como de obtención, puesto que los recursos de obtención convencionales se encuentran en su límite (Dávila, 2008). Dentro de la clasificación de los sectores económicos, el acceso a la energía eléctrica es representado por el sector “*otros servicios y bienes de consumo*”, que abarca la construcción de vivienda y planificación de infraestructura de zonas urbanas y rurales, como energía, transporte y comunicaciones (Arriaga, 2012). En relación con esto, se establece que las viviendas deben caracterizarse por ser espacios amónicamente integrados, en los que la inserción de aparatos productivos económicos, como el acceso a la energía, no se traduzca a desigualdades entre poblaciones rurales y urbanas, refiriéndose a los niveles de bienestar general y oportunidades de realización (CONOREVI, 2011). Un estudio revela que en América Latina se muestra con un 40% aprox. de déficit habitacional, considerando no solo viviendas sino también espacios destinados a la educación, cultura y espacios públicos (Tejeda *et al*, 2014). Con base en este tipo de indicadores es posible establecer relaciones causales entre una problemática ambiental y factores económicos internos y externos de una comunidad, puesto que factores como el acceso a servicios básicos, viviendas, ingreso económico familiar neto, inciden de manera benéfica o desventajosa en el desarrollo económico de un sitio. De igual manera, la inversión monetaria que se hace por el *cambio de usos energéticos* es de considerarse en un momento de *transición tecnológica*, aunado a los costos en tanto que el tratamiento y aprovechamiento de residuos biomásicos con fines bioenergéticos. Cabe mencionar que dentro de esta esfera y para los fines de este trabajo investigación, se considera el abordaje de poblaciones pequeñas donde existe una problemática de cúmulo de residuos biomásicos aunado al acceso de energía eléctrica como irregular o nulo. Por lo que será de importancia caracterizar este tipo de poblaciones a través de aspectos económicos, así como también los caracteres económicos referentes al uso de la tecnología de gasificación para el aprovechamiento de residuos.

El campo de la *sostenibilidad* por su carácter político-normativo filtrado desde una categoría ética, propone también, un análisis multidimensional en el que las diversas dimensiones jueguen un equilibrio prioritario sin afectar una u otra, esto con la intención de definir metas u objetivos con efectos positivos en lo temporal y espacial, tanto para las sociedades como para la naturaleza (Hardin, 2013). Este acercamiento a lo multidimensional permite la toma de decisiones consensuadas entre los afectados e interesados en resolver un problema, así como su implementación y monitoreo a través del tiempo (Wiesenfeld, 2003). Ya que tales estrategias no resultan como una propuesta meramente resolutoria, con un resultado fijo, sino como un proceso continuamente cambiante en donde la dirección de las inversiones por parte de la economía, la orientación y ejecución de los procesos tecnológicos, en conjunción con las dinámicas sociales entre instituciones, gobierno y sociedad,

---

<sup>14</sup> Término acuñado por la PNUMA, 1996, definida como *aquella que da lugar al mejoramiento del bienestar humano e igualdad social, mientras que se reducen significativamente los riesgos medioambientales y los escasos ecológica.*

variarán dependiendo de las necesidades de las generaciones presentes y por tanto de las futuras (Bartlett, 2016).

## 1.2 Política energética: residuos biomásicos y bioenergía en México

La mayor parte de la energía consumida mundialmente es generada de fuentes no renovables como el carbón, petróleo y gas, el 13% proviene de las fuentes renovables y un 10.6 % son fuentes renovables de desechos urbanos renovables, el uso de combustibles fósiles para la generación de energía ha desencadenado problemas ambientales que hoy resultan irreversibles y que inciden de forma negativa en la calidad de vida humana (FAO, 2013). Como ya se mencionó anteriormente, el protocolo de Kioto estableció la reducción de GEI, tanto de fuentes fósiles como de residuos generados por las actividades antropocéntricas (Fig.1.1), provenientes principalmente de los países más industrializados, se plantea la disminución a través de alternativas de desarrollo en distintas áreas de investigación (ONU, 2010). Una propuesta para este problema es la diversificación energética, el uso de bioenergía obtenida a través de la biomasa (REMBIO, 2010). Estudios realizados sobre el uso de biomasa en generación de energía revelan que, ésta produce emisiones bajas de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), ya que contiene menos sulfuro y nitrógeno a diferencia de los combustibles fósiles (López, 2008). En comparación con la biomasa, están la energía eólica y solar dependientes de las limitaciones que pueden llegar a atener los sitios de obtención, así como estar sujetas a las condiciones climáticas y estacionalidad de los recursos (Lim *et al.*, 2012). La obtención de energía a partir de biomasa de cáscara de arroz, a través de procesos de gasificación ha demostrado ser una opción confiable y competitiva ante otras tecnologías, porque es posible obtener diversos tipos de energía (Fig. 1.2). En los casos de países asiáticos como China, India, Camboya, Malasia, Filipinas, ya se hace uso de sistemas de gasificación, no sólo con fines industriales sino también en el sector doméstico, algunos otros países como Värnamo en Suecia y Gussing, Australia, también ya se hace uso de gasificación con biomasa (Salam *et al.*, 2010; Shackley *et al.*, 2012).

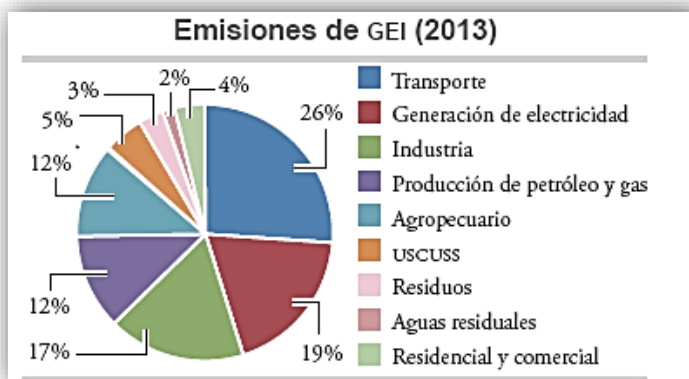


Figura 1.1 Residuos producidos en México. Representan el 3% de total de los GEI, la producción de petróleo y gas con el mayor porcentaje de GEI, Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de 2013, México (Mendivil, 2016).

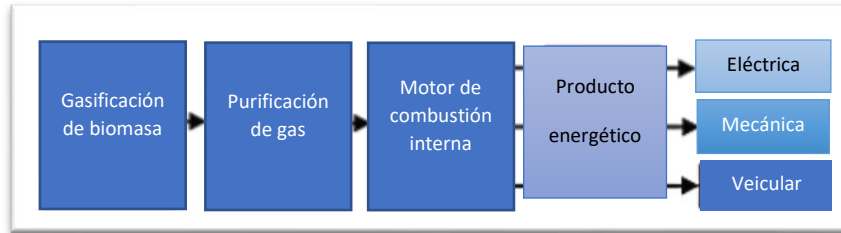


Figura 1.2 Productos de la Gasificación. Descripción de un sistema de gasificación biomásico del que se puede obtener energía eléctrica, motriz y mecánica (Ramchandra, 2014).

A propósito de los residuos biomásicos, se considera residuo a todo material o producto cuyo propietario desecha y que puede ser susceptible a ser valorizado o someterse a tratamiento o disposición final conforme a lo previsto en la misma ley, según la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en México, por otro lado, los residuos biomásicos son materia derivada de seres vivos, incluyendo la materia derivada de productos que se generan de la transformación natural o artificial de los organismos vivos (Masera-Cerutti, 2008; INBio, 2004). El tema de residuos sólidos en México se ha registrado tan solo de urbanos (RSU) entre 1997-2012 un incremento de 43.8%, transitando de 29.3 a 42.1 millones de toneladas, y el dato por habitante es de 361 kg promedio hasta el 2012<sup>15</sup>. Hoy en día se generan a rededor de 102,895,00 toneladas de residuos por día, el 52.4% proviene de residuos biomasicos como comida, jardines y materiales orgánicos similares, y solo el 9.63% es reciclado, véase figura 1.3, (SEMARNAT, 2017).

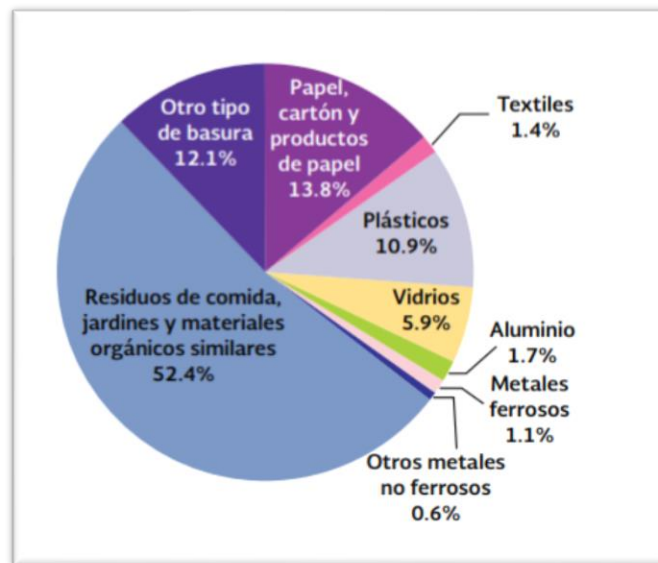


Figura 1.3 Residuos urbanos en México. Con un 52.4% de residuos biomásicos (SEMARNAT, 2017).

Bajo este contexto, existen diversas fuentes de generación de residuos biomásicos en grandes cantidades con calidad no comercial, como los provenientes de la agroindustria, cadenas de producción y servicios, así como también los originados en viviendas, escuelas, jardines, o bien, la biomasa que puede encontrarse en estado natural pero que a partir de una evaluación se detecten como elementos naturales que estén causando una alteración a los sistemas natural y social, como el caso de las algas, sargazo, en el caribe mexicano (Parikka, 2004; Ley de Promoción y Desarrollo de los

<sup>15</sup> Datos generados por la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) en relación con al determinación de la Genracion de Residuo Solidos, norma NMX-AA-61-1985.

bioenergéticos en México LPDBM, 2008). El estudio del procesamiento de este tipo de residuos para la obtención de biomasa ha evolucionado pese a que en algunos casos resulta complicado degradarlos, en otros procesos como la gasificación es viable su aprovechamiento, pasando de ser desechos que generan problemas por ser destinados a vertederos a cielo abierto, se vuelven materia prima con potencial a través del valor agregado (Mejías-Brizuela *et al.*, 2016). Ya se han reportado algunos de los impactos directos que genera el cúmulo de residuos (Tabla 1.1) se muestran algunos de ellos; desde el aspecto social, se registra que 1m<sup>2</sup> de basura a cielo abierto genera 2.500.000 de moscas por semana, siendo este el origen de focos de infección a la salud humana (Zúñiga-González, 2011).

<b><i>DIMENSIONES EN LAS QUE IMPACTA EL CÚMULO DE RESIDUOS BIOMÁSICOS SIN TRATAMIENTO Y APROVECHAMIENTO</i></b>	<b><i>EFFECTOS</i></b>
Social	-Crecientes problemas de salud pública -Proliferación de vectores epidémicos -Degradación del patrimonio cultural -Proliferación de organismos transmisores de enfermedades al humano, como moscas, ratas -Riesgo en la cadena alimentaria
Ambiental	-Incremento en la polución y contaminación de agua, suelo, aire -Degradación del patrimonio cultural -Destrucción de ecosistemas -Degeneración de funciones críticas de la Biósfera
Económico	-En lugares donde se practica la agricultura, existen pérdidas económicas en la producción por contaminación de suelo y aire -Pérdidas económicas por tratamiento de contaminación de agua potable

*Tabla 1.1 Basureros a cielo abierto. Principales problemáticas que se generan en las tres dimensiones sostenibles (Zúñiga-González, 2011).*

Dentro de la valorización que se le puede hacer a los residuos biomásicos se encuentran aspectos biotecnológicos y energéticos tales como *a) la disposición del residuo a nivel local, b) el nivel de estabilidad del residuo, refiriéndose a que el proceso de descomposición sea lento bajo condiciones climáticas del sitio de generación, c) que el residuo, en medida de lo posible, requiera pretratamientos sencillos y económicos, d) que la disposición de las cantidades del residuos permitan una planificación del proceso y la fabricación de algún producto, y d) que el residuo no posea aplicaciones o usos que compitan con el proceso que se pretende promover, así como no se adjudique un valor cultural y/o ambiental que vaya en contra de las ideologías sobre las cuales se aprecia* (Barragán-Huerta, 2008, Gavilanes, 2016; Zúñiga-González, 2011). Otro aspecto biotecnológico es el de la definición de bioenergético “combustible obtenido de la biomasa proveniente de las actividades agroindustriales, industriales, domésticas, comerciales, de macroorganismos y enzimas, así como los derivados producidos por procesos tecnológicos sustentables que cumplan con especificaciones y normas de calidad establecida por la autoridad competente en los términos que la ley disponga” (LPDBM, 2008), ya sean los productos como biodiesel, biogás o etanol anhidro, los diferentes productos energéticos obtenidos de estas tecnologías sostenibles. En relación con esto, el Plan Integral para el Desarrollo de las Energías Renovables en México, realizó un estudio teórico en el que se demuestra que el potencial máximo energético a partir de recursos biomásicos residuales de ganado, agrícolas, forestales y urbanos, puede llegar a ser de 3,700 MW (PwC, 2013).

En relación con el tema bioenergético, mundialmente, cerca de 13,000 millones de personas no cuentan con acceso regular de electricidad, del cual solo el 25% pertenecen a poblaciones rurales o semiurbanas (Wiemann *et al.*, 2013). Las poblaciones rurales y pueblos originarios se caracterizan por ser grupos pequeños marginales, en tanto que ingresos económicos, que por ende presentan una baja demanda energética (Javadi *et al.*, 2013). Uno de los principales objetivos de los países en desarrollo es ampliar la red de distribución energética tanto en poblaciones urbanas como rurales, por lo que un modelo de autosuficiencia energética de calidad sería una alternativa para estas poblaciones pequeñas. Algunas de las problemáticas que dificultan este proceso bioenergético sostenible, vienen por parte de los gobiernos, como por ejemplo los altos costos operativos y mantenimiento de la red eléctrica que provocan a su vez altos precios para el usuario, así como la dificultad en cuanto a costo y acceso para la instalación de comunicación eléctrica en algunas poblaciones remotas, es decir, es nula la intención de la inversión en este tipo de comunidades, dado que no es de conveniencia la descentralización de la energía por los intereses particulares políticos, el avance tecnológico energético sostenible ha sido retrasado no sólo en México sino en varios países del mundo (Ramchandra *et al.*, 2014).

A propósito de ello, desde la necropolítica sería pertinente preguntarse sobre la administración de la energía en México, pues desde esta perspectiva la energía eléctrica es entonces la apertura a la movilidad y acceso a otro espacio para las poblaciones dentro de las dinámicas tanto económicas como sociales. Aquí, cabe citar a Mbembe<sup>16</sup>, quien describe algunas categorías relacionadas con el estado necropolítico del acceso a la electricidad, categorías político-económicas que permiten identificar las debilidades del sistema. Pues bien, está la *raza* entendida como relaciones de poder, es decir, quien dirige la red de distribución de energía, quien administra la gestión los modelos de infraestructura para hacer llegar este servicio a las poblaciones, y es también, quien decide de qué manera generar la electricidad, es decir a través de qué modelos tecnológicos y de qué tipo de recursos naturales se obtendrá la energía. Que para México no se muestra la intención de expandir la red de distribución, ni se han ejecutado proyectos con carácter sostenible como objetivo primordial. Otra categoría es la *soberanía*, determinada como aquellas poblaciones que tiene acceso y que generan su propia energía, lo que hace visible a las comunidades vulnerables con acceso deficiente o sin acceso eléctrico, tales son las rurales y pueblos originarios. Y finalmente la categoría de *fronteras*, que refiere a la energía eléctrica como un elemento que otorga el acceso a beneficios sociales y económicos de una comunidad, como ejemplo están la educación y salud, elementos de suma importancia en el desarrollo humano. Por lo tanto, el acceso a la electricidad apela a una vida digna para el ser humano como ente en su desarrollo individual y en sociedad, pero para no dejar en segundo plano la importancia de la conservación de la naturaleza, este acceso al servicio básico electricidad, hoy en día requiere que su ciclo de vida de obtención, producción y uso sean sostenibles.

Sin embargo, a pesar del debilitado escenario energético en México, se reconoce el importante potencial bioenergético que aún puede aprovecharse, se registra que el 12% representa la generación de energía a través de bioenergía, del cual solo el 5.4% representa la biomasa residual, en particular el bagazo de caña y leña (INECC, 2013). Cabe mencionar que, alrededor del 35% de la generación eléctrica del país la dirigen privados, que para su obtención usan gas natural, generando un endeudamiento por la tasa de intereses más alta, que si fuera una empresa nacional la encargada de la generación y distribución de energía esta deuda no hubiera sido transferida al Estado, quien además debe cubrirla (Sheinbaum, 2008). Se esperaba para el 2015 este escenario mejorara con la aprobación de la Ley de Transición Energética que tenía como objetivos primordiales la regulación y aprovechamiento de energías sostenibles, para así reducir las emisiones contaminantes y ofrecer al consumidor energías limpias, pero después de la aprobación tardía se reportó que la mayor parte de la energía eléctrica sigue siendo producida a partir de tecnologías convencionales (Oswald, 2016);

---

<sup>16</sup> Véase Necropolítica, del filósofo A. Mbembe, 2011.



por otro lado se ha estimado que para el 2030 en México se cubrirá casi el 81% a partir de fuentes limpias (SENER, 2015).

En comparación con México, Brasil se ha comprometido a la diversificación de su matriz energética, aumentando un 23% del uso de energía eólica, solar y biomasa; por su parte, México está enfocado a la *transición* que hasta ahora se ha hecho con planes a corto plazo y poco sostenible, desde la reforma energética del último sexenio presidencial (Mendívil, 2016). Algunos de los obstáculos que han retrasado y dificultan el aprovechamiento de energías renovables, además de la reforma energética dirigida a proyectos de hidrocarburos, están los aranceles de importación de tecnologías como paneles solares, los subsidios destinados a combustibles fósiles y no a las negociaciones internacionales en las que busca reducir GEI (PECC, 2014). Otro obstáculo, es la ya mencionada aprobación que se dio hasta hace poco tiempo de la Ley de Transición Energética hasta la COP21, siendo la única reforma que promueve la planeación e incentivos para el desarrollo de proyectos de energías renovables (INECC, 2013). A través de esta Ley, será de importancia el impulsar industrias verdes, pues es ventajoso por el aumento de la competitividad nacional, generando empleos directos y otros beneficios poblacionales y ambientales (LTE, 2015). Por otro lado, es importante también la generación de salvaguardas ambientales y sociales que resguarden los *Derechos Humanos* en la ejecución de proyectos energético-renovables, como las diversas problemáticas sociales que han originado los parques eólicos en algunas comunidades de Oaxaca (Mendívil, 2016).

México destaca en el décimo tercer lugar con una producción alta de energía, alrededor de 1.6% del total energético producido en el mundo, además de que contribuye con el 1% de la capacidad instalada de la energía renovable del mundo (IEA, 2013). Actualmente, se están desarrollando alternativas de investigación, así como también cambios en las políticas públicas en tema de energía, tal es el caso del Balance Nacional de Energía (2015)<sup>17</sup> e investigaciones en *usos finales*. En relación a esto, cabe destacar que en el objetivo de la reducción de GEI no sólo se involucran los desarrollos tecnológicos, sino también políticas de ahorro energético de usos finales. Éste describe a los indicadores como las principales directrices para poder realizar programas de aprovechamiento bioenergético, algunos de los más representativos son: independencia energética y consumo de energía *per cápita*, desde una perspectiva sectorial residencial, comercial, transporte, agropecuario e industrial. El índice de independencia energética revela el grado en que un país puede cubrir su consumo de energía derivado de su propia producción, para el 2005 este índice decayó a una tasa promedio anual de 3.2%, lo que indica que cubrir la demanda energética se vuelve una problemática interna del país, siendo el factor de producción el que frena el suministro energético (BNE, 2015). Apoyar el desarrollo de tecnologías que permitan la autogestión y autoabastecimiento en pequeñas poblaciones, objetivo que persigue esta investigación, es una de las alternativas sostenibles, donde el uso y aprovechamiento de residuos biomásicos puede albergar una de las directrices del problema de abastecimiento energético en México. La producción de energía eléctrica nacional generalmente viene de las centrales eléctricas públicas, las centrales de los productores independientes de energía (PIE) y los privados que tienen un permiso otorgado por la Comisión Reguladora de Energía, con fines de autoabastecimiento, cogeneración, pequeña producción, usos propios continuos y exportación (REMBIO; 2011). Con respecto a la producción de energía primaria referente a los residuos biomásicos, en el 2014 y 2015 fue en aumento con un 4.36%, en comparación con otro tipo de energías renovables (BNE, 2013). El Balance Nacional, describe que residuos biomásicos en su mayoría cubren el sector industrial, usando como principal residuo el bagazo de caña totalizando con 37.15 PJ aportando el 2.3% del total del requerimiento energético del sector, el sector industrial ocupa el segundo lugar, como mayor consumidor de energía en el país, en relación a este dato se estima que para el 2020 se contará con una capacidad energética de 45.5 GW de los cuales la biomasa cubrirá

---

<sup>17</sup> Cabe mencionar que, el Balance Nacional de Energía es un modelo macroeconómico que permite identificar los principales sectores y usos finales de energía.

20% (PwC, 2015). Para cumplir con tal porcentaje, se deberá de importancia la inclusión de los costos de externalidades ambientales y sociales, así como el desarrollo de incentivos en la selección de fuentes para la generación de energía (LGCC, 2014).

La problemática energética de México puede mejorar en gran medida que el diseño de un modelo bioenergético se constituya por precios asequibles y no por precios competitivos, lo que implica que los objetivos nacionales o locales de este país debieran adecuarse a las necesidades situadas de cada población (Bartlett-Díaz & Vargas, 2017). El problema del sistema neoliberal con entidades regulatorias con componentes ideológico-políticos, es que han orientado al mercado de consumo desmedido, ha provocado que México en su comercialización, tenga una estructura tradicional y con pocas opciones de producción y de consumo, por ello la necesidad urgente de la diversificación energética (Vargas, 2017). Reconocer que el país hegemón, Estados Unidos, utiliza la Seguridad Energética como extensión territorial sobre nuestro país, eleva en México el grado de dependencia energética exterior pues la producción y comercialización de ésta, son principalmente de transnacionales estadounidenses; además de que esto impide el desarrollo de una propia política energética en la que México pueda respetar sus contratos y acceder a inversiones sostenibles (Vargas, 2017).

### **1.3 Tecnología de gasificación ambiental y socialmente responsable, desarrollada en el Instituto de Ingeniería de la UNAM**

Dentro de los antecedentes de las opciones para obtención de energía limpia que se han planteado y ya se practican en varias partes del mundo, es el uso de la gasificación de residuos sólidos como alternativa energética sostenible. Para México existe el caso desarrollado por el Dr. Javier Aguillón, en Instituto de Ingeniería de la UNAM (Fig. 1.4), modelo tecnológico adherido a esta investigación, que cuenta con un gasificador de flujos paralelos operando con residuos biomásicos para la generación de energía eléctrica. Proceso termoquímico que fue pensado en origen, desde el objetivo de darle un uso a la gran cantidad de desechos orgánicos venidos de actividades antropocéntricas, como residuos locales como mercados, viviendas, escuelas, o bien, industrias, como aserraderos, ingenios azucareros, que generan alarmantes problemáticas ambientales (Aguillón-Martínez, 2012). Aunado a este objetivo, también se consideró la importancia de desarrollar la tecnología, de tal manera que la producción de energía eléctrica no fuera de manera convencional, pues por lo general se utilizan grandes cantidades de agua potable y petróleo, y a modo de que los GEI en esta producción no fueran tan altos en comparación con otros procesos, se formularon tres procesos integrativos que incluyen el uso de residuos y evitan altas emisiones de GEI (de la Rosa-Urbalejo, 2010). A continuación, se describen los procesos: el primero es un tratamiento biomásico de trituración y secado, el segundo es que la biomasa tratada pasa a un proceso de combustión en un reactor y el tercero es la obtención de gas de síntesis ya depurado para ser utilizado como combustible a un motor de combustión que generará energía eléctrica (Fig. 1.5).



Figura 1.4 Gasificador del Instituto de Ingeniería de la UNAM (Barrera, 2008).

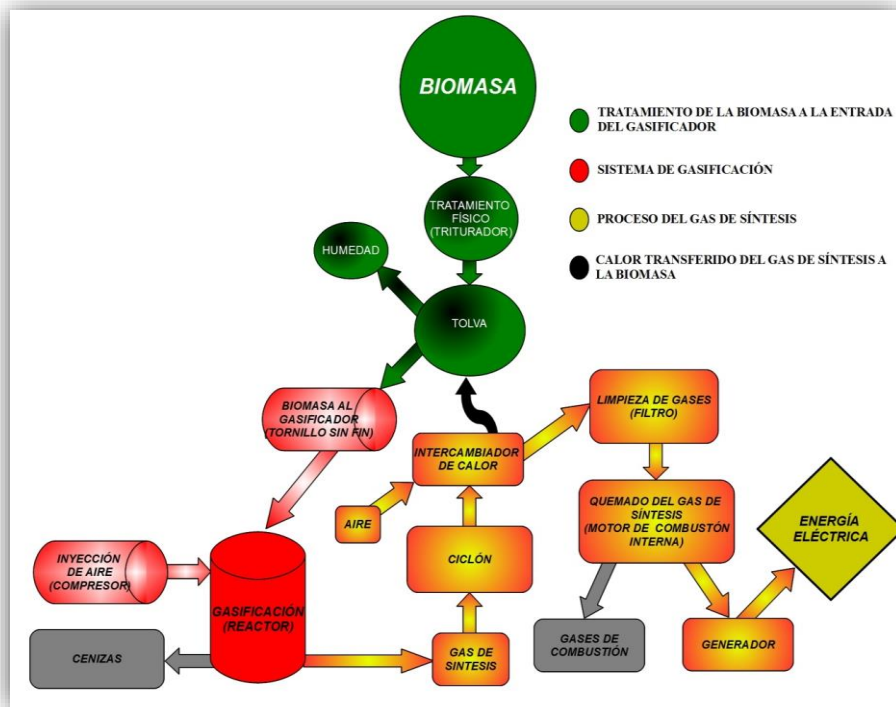


Figura 1.5 Proceso general del sistema de gasificación del Instituto de Ingeniería de la UNAM (Hernández-Miranda, 2014).

Como parte de este desarrollo tecnológico, se han realizado estudios de lo que respecta a la caracterización de diferentes tipos de biomasa con los que puede operar tal sistema. Uno de ellos fue el hecho por Hernández-Miranda en el 2014, donde se estudió el aprovechamiento residual de poda arbórea, estimando que anualmente se pueden obtener alrededor de 122.180 toneladas por año de residuos biomásicos de tres especies arbóreas, lo que equivaldría a  $2.44 \times 10^6$  MJ, con lo que se podría cubrir el consumo energético de 10 casas promedio durante un año, dependiendo de los usos a los cuales se destine la electricidad. Actualmente, esta tecnología se encuentra operando, actividad que refuerza la viabilidad del uso de este sistema para el aprovechamiento de residuos a través de la generación de energía.

## **1.4 Herramientas base para la elaboración de la metodología de aprovechamiento residual biomásico desde una perspectiva sostenible**

### *1.4.1 El uso de indicadores como herramienta base en la representación de un sistema Socio-Eco-Tecno-Ambiental*

En el desarrollo de una herramienta sostenible para el diseño de políticas bioenergéticas integrales es necesario el uso de una guía que proporcione articulación de los elementos de un sistema, aunado a los diversos contextos sobre los cuales se despliegan las dimensiones, una de esas guías son los indicadores. De acuerdo con la OECD, se establece que algunas cualidades de herramientas integrales son tanto la simplificación de los procesos de comunicación de las perspectivas y necesidades de los actantes; así como también la reducción de los diversos parámetros de mediciones que proporcionan la presentación legítima del sistema. Los indicadores se definen como elementos dados en medidas de un tiempo-espacio observado, que permiten evaluar otras partes del fenómeno que no son a simple vista observables (Gallopín, 2003). Es así, como a través de una gran cantidad de datos que describen el fenómeno, es posible sintetizar la información esencial y precisa que represente los caracteres principales de un sistema, esto con el objetivo de permitir una lectura clara y legítima del escenario a evaluar<sup>18</sup>. De esta manera los indicadores miden, cuanti y cualitativamente, al fenómeno bajo estudio, detallando conceptos que no pueden ser completamente medidos en forma operativa como los aspectos sociales o la sostenibilidad de un sistema. Dado lo anterior, se consideran tres funciones básicas importantes de los indicadores que permiten de una manera sistemática y precisa un esquema íntegro del sistema observado, tales funciones son la simplificación, la cuantificación y la interpretación de los datos. Que, divididos en indicadores simples y complejos, donde los simples son obtenidos y representados de forma relativa a la población, son indicadores a partir de los cuales se obtiene información limitada. Por el contrario, los complejos son adimensionales como resultado de la composición de diversos indicadores simples, ofreciendo información vasta del sistema en evaluación (Rueda, 1999).

De acuerdo con el concepto de indicador y su clasificación, éstos son una herramienta que pueden ser utilizados como un complemento fehaciente para la evaluación sostenible de un sistema. Con base en la teoría de Gallopín, se consideran los indicadores como *representaciones operativas de una cualidad, esta última considerada como calidad, característica o propiedad de un sistema*. Aunado a lo anterior, los indicadores pueden ser observados como imágenes de un atributo, diseñadas a partir de un procedimiento de medida u observación de determinada y asociados a una serie de estados del sistema. Para lo cual será necesario considerar la representatividad que los datos deben tener al momento de definir las variables y, por ende, de representar los atributos característicos del sistema, por otro lado la sensibilidad de las variables a los cambios que ocurran en el sistema, ya sea por aspectos sociales, económicos y/o ambientales, a corto o mediano plazo. También es importante

---

<sup>18</sup> Wayne, R. (1994): Environmental Statistics and Data Analysis. Lewis Publishers. Boca Raton. California.

la fiabilidad de los datos, la legitimidad científica con la que son obtenidos y analizados. Finalmente es menester identificar la escala que cubrirán las variables, ya que esto ajusta el contexto, el espacio y el tiempo, a los caracteres representativos del sistema.

Por otro lado, los indicadores complejos y su dificultad de lectura y análisis dependerán siempre de la cantidad de información con la que se trabaje. Por lo que la lectura que se le dé a los indicadores dependerá de los diferentes sistemas a través del cual pueden interpretarse. De acuerdo con Pino (2001) en el caso de la *modelización*, de forma rigurosa se analizan los elementos de un sistema, subsistemas derivados y las posibles relaciones entre ellos, observado así el cambio dinámico y estático de las variables a través de tiempo. Así también, a partir de la *simulación* es posible analizar las variaciones que ocurren a partir del cambio de algunos componentes del sistema, pero manteniendo el resto de los elementos sin alteraciones. *El seguimiento y control*, se cuantifican las causas que afectan tal o cual situación en la que se encuentra el sistema en un tiempo y espacios dados. Finalmente, la *predicción*, donde la historicidad del fenómeno registrada a partir de indicadores complejos se bosqueja un futuro cercano del sistema observado. La *simulación* permitirá integrar los indicadores más representativos de las dimensiones sostenibles, social, ambiental, económica y tecnológica de un sistema en un espacio-tiempo específico.

Algunos de los criterios para poder seleccionar los indicadores más representativos de un sistema son la *pertenencia política y utilidad para los usuarios*, los cuales ofrecen un estado de las condiciones ambientales en las que se encuentra el problema a abordar, así como las presiones que ejerce tal estado y las medidas que ha tomado la población para contribuir a un beneficio común, así mismo estos indicadores deben ser simples, de fácil medición, que sean sensibles a los cambios en el tiempo, y tener un umbral de referencia comparativo. Por otro lado, está la *solidez analítica* que refiere a un fuerte fundamento desde el punto de vista técnico y que sea flexible al asociarlo con otras dimensiones o sistemas de información. Y *medible* es decir, que sean representativos y que se actualicen en intervalos regulares que permitan el monitoreo a través del tiempo (Folch, 1999; OECD, 2004; ONU, 2001).

En la tarea de encontrar los indicadores más representativos de un sistema es necesario recurrir a diversos modelos y marcos conceptuales que orienten el análisis y selección de éstos. Hoy en día existen diversos modelos desarrollados desde una perspectiva sostenible, tales como 2MBio como herramienta ontológica a través de la cual se modulan los elementos integrales de un sistema para el desarrollo de un diseño conceptual participativo en la solución de un conflicto naciente de una problemática bioenergética. Por otro lado, el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), que como su nombre lo dice se encuentra más orientado al manejo de recursos naturales en el sector rural latinoamericano, así como la evaluación de este aprovechamiento desde una perspectiva sostenible. Otro modelo, como el de Presión-Estado Respuesta (PER) se enfoca en una dinámica causal que parte de las actividades antropocéntricas como puntos origen de las actuales problemáticas ambientales y sus efectos en diferentes dimensiones.

#### 1.4.2 Modelos para la representación de un sistema Socio-Eco-Tecno-Ambiental a través de indicadores

En la elaboración de una metodología sostenible es de suma importancia establecer los parámetros dimensionales espacio-temporales desde los cuales se va a desarrollar, pues son diversos factores sociales, ambientales, económicos y tecnológicos los que intervienen en las dinámicas que comprenden el problema de un sistema socioambiental (Levin *et al.*, 2012). Premeditadamente, viene a tema el concepto de *sistema* comprendido como una “forma sistemática de aproximación y

representación de la realidad”<sup>19</sup>, que dentro de éste se concibe la totalidad de un problema, como un sistema, es posible tener una perspectiva holística e integradora en la que las relaciones, inter e intrarelaciones y la comunicación son fundamentales en las formas de trabajo transdisciplinarias (Arnold *et al.*, 1998). Definiendo *sistema bionenergético*, para el presente trabajo como todos aquellos elementos que integran el estado de la problemática que se origina a partir del cúmulo de residuos biomásicos, la falta del tratamiento y manejo de estos mismos, relacionado con un componente tecnológico en la generación de energía <sup>20</sup>.

En la definición de los sistemas, los modelos resultan ser una abstracción de la problemática como un todo, por lo que en su formulación deben ser claros en los objetivos, funcionales, con la habilidad de filtrar específicamente las variables representativas y moderar las escalas, pues a través de esto se pretende simplificar en un número de indicadores clave posibles de medir en el sistema. Indicadores que revelan los umbrales máximos y mínimos que permitirán precisar la evolución del desarrollo sostenibles (García, 2005) En la elaboración de un marco lógico de este tipo de problemáticas es necesario recurrir a *esquemas de organización analítica* para una lectura accesible de lo que acontece dentro del sistema. Estos esquemas contienen un *eje temático* en el que se define la situación específica a abordar, que a su vez son definidos *por medio o recurso* especificando los ecosistemas en los cuales se extiende el problema, es decir, si actúa sobre el aire, agua, suelo o recursos bióticos, también se tiene la definición *sectorial* en donde se definen los sectores en los que ocurre el problema, así como la situación *espacial* donde se clasifica según la escala local, nacional, o global; se detecta en lo *dimensional* donde la información es organizada con respecto a lo social, económico, ambiental y tecnológico, y finalmente lo *causal*, en el que se parte de la premisa de que las actividades humanas ejercen una presión sobre el medio (Polanco, 2016.)

Para tener tal aproximación al problema desde el campo de las Ciencias de la Sostenibilidad, es imprescindible conocer las fronteras, alcances e interacciones del sistema, pues estos componentes forman parte de los elementos descriptivos fundamentales que dan apertura a la construcción, por parte de los actantes, de narrativas íntegras que revelen la problemática de una comunidad (Saldaña, 2013). Será necesario, entonces, recurrir a marcos teóricos y modelos a través de los cuales se puedan analizar, organizar, definir y seleccionar a detalle, los índices e indicadores que posibiliten el entendimiento de los criterios y atributos representativos de sistema bioenergético. Algunos de estos modelos y marcos afines al objetivo del presente trabajo son los siguientes.

a) *Presión-Estado-Respuesta*

El modelo *Presión-Estado-Respuesta* (PER), desarrollado por la OCDE<sup>21</sup>, parte de un principio causal, comprendido como un sistema abierto orientando teleológicamente a la adaptación del entorno en que está inserto, se establecen relaciones entre las actividades humanas que ejercen *Presión*, teniendo efecto sobre la calidad y cualidad del ambiente, considerado como *Estado*, es desde esta lógica que se elaboran propuestas en *Respuesta* a la problemática social, económica y ambiental, ya sea a través de la regulación de instrumentos solo económicos o programas de divulgación, legislación u otros mecanismos, que inducen a cambiar las *presiones* originadas por las actividades antropocéntricas. A partir del PER se pueden observar las interdependencias entre las acciones humanas y sus impactos que ya llevan implícitas la relaciones con la esfera económica, descripciones

---

<sup>19</sup> Desde la Teoría General de Sistemas, TGS, véase Arnolds & Rodríguez, 1989.

<sup>20</sup> De acuerdo con Engels, en su Dialéctica de la Naturaleza, define al sistema como “toda aquella naturaleza asequible a nosotros forma un sistema, una concentración general de cuerpo, entendiéndose aquí por cuerpos todas las existencias materiales, desde los astros hasta los átomos, más aun hasta la partículas del éter, de cuanto existe. El hecho de que estos cuerpos aparezcan conectados, lleva ya implícito el que actúan los unos sobre los otros, y en ésta, su acción mutua consiste precisamente el movimiento” (p. 125).

<sup>21</sup> Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), 2003. Environmental Indicators. Development, Measurement and Use.



del sistema que pueden constituirse a manera de narrativas con la diversidad de percepciones de un problema y confluir en la formulación de políticas bioenergéticas (Fig. 1.6). Cabe destacar, que el modelo PER no está específicamente dirigido a sistemas de bioenergía, sin embargo, por sus características funcionales en tanto que estructura conceptual y epistémica, se extiende hacia esferas no solamente ambientales, sino hacia las derivadas de actividades antropocéntricas y la relación de la secuencia lógica del impacto de éstas con el ambiente, por ello se puede obtener información confiable, armonizada y de lectura sencilla para la elaboración de formatos y estructuras de salida de fácil manejo de un sistema bioenergético (OECD, 2003).

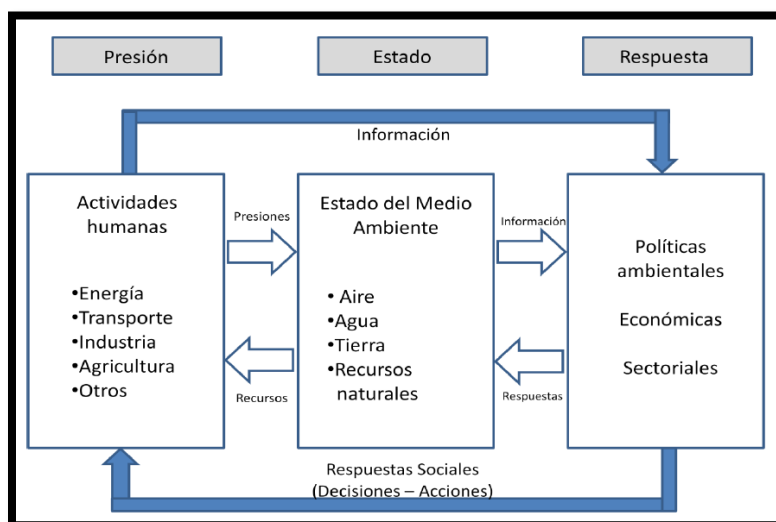


Figura 1.6. Diagrama causal que representa al modelo PER (OECD, 2003).

Algunos programas de organismos e instituciones que emplean el modelo PER, por mencionar algunos están el EUROSAT en su programa de desarrollo sostenible abarcando las dimensiones social, económica, ambiental e institucional, también se encuentra la Agenda 21 en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales en su programa de Definición y Medición de Desarrollo Sostenible, dentro de las temáticas económica, política, cultura, solidaridad, ambiente y recursos naturales (MINMA, 2000).

b) 2MBio

Otro de los modelos sostenibles para el diseño conceptual participativo, pero que en su totalidad está dirigido a sistemas de bioenergía es el 2Mbio<sup>22</sup>. Herramienta con un enfoque analítico a través toma de decisiones para la optimización en eficiencia tecnológica, gestión de recursos con un enfoque sostenible. Para que exista una transición a lo sostenible es necesario que se generen nuevos modos de producción y de consumo, así como también nuevas formas de pensamiento y conceptualización, análisis y definición de qué, cómo y por qué cambiar, por lo que 2MBio es una alternativa de análisis social para la realización de éste (Martins *et al.*, 2016). Este metamodelo propicia el desarrollo de perspectivas sistémicas y transdisciplinarias desde el fundamento de desarrollo transversal adaptado a los niveles de alfabetización, y ajustado a la creatividad, innovación, participación e intercambio de conocimientos entre las diferentes personas involucradas. Una de las principales ventajas de este modelo es que permite observar un sistema sociotecnológico como un todo con elementos dependientes, abiertos, emergentes y adaptativos desde una perspectiva social y ambiental, y desde lo económico, observando a la biomasa como contexto central y su

<sup>22</sup> Consulte el artículo 2MBio, a nivel tool to encourage creative participatory conceptual designo f bioenergy systems- The case of Wood fuel energy systems in south Mozambique de Fuente: Martins *et al.*, 2017.

aprovechamiento a través de una economía circular. Tiene como fundamentos siete esferas (Fig. 1.7), cada uno entendido desde su complejidad, pero con dinámicas entre ellos, así como su carácter emergente dependiendo de los contextos, representados por sus perspectivas e intereses específicos.

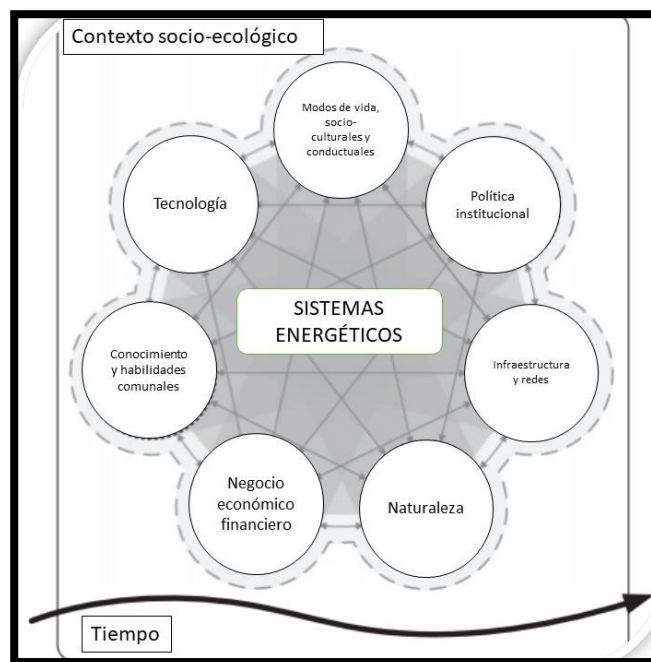


Figura 1.7 Categorías de 2MBio, consideradas en la evaluación de un sistema energético participativo (Martins et al., 2017).

Otra de las características principales de 2MBio es que enfatiza sobre el desarrollo económico que se puede emerger de un sistema bioenergético, pues pueden ocurrir cambios estructurales sólidos que influyan en gran beneficio en los modos y medios de vida humana en una población. El esquema que ofrece este metamodelo en la realización participativa, permite definir los conceptos, constructos y reglas de interacción, de los cuales emergen otros subsistemas, es decir que la lógica del socioecotecnosistema se refleja como una ontología a través de un aspecto visual explícito de elementos básicos que lo conforman, además una vez descrito el sistema bioenergético es posible previsualizarlo dependiendo del contexto en el que se encuentren los actantes.

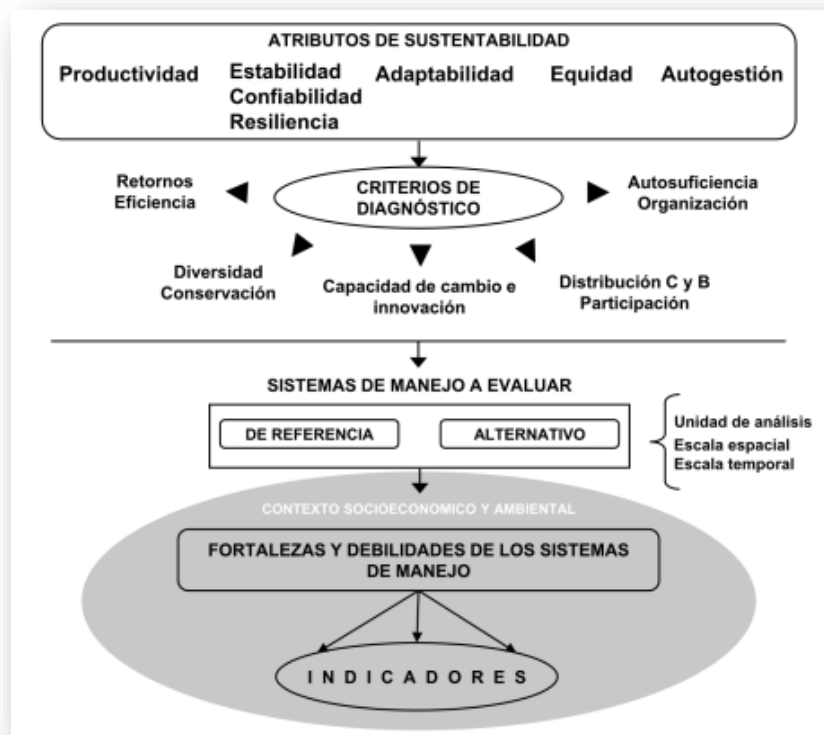
c) MESMIS

El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS)<sup>23</sup>, funge como una herramienta metodológica para el desarrollo y difusión de sistemas de manejo de recursos naturales. A través de este marco se pueden realizar evaluaciones de sostenibilidad de sistemas de manejo en contextos locales, principalmente. Estas evaluaciones permiten a los actantes que a partir de una reflexión crítica se mejoren los diseños de manejo alternativos y propios proyectos involucrados en la evaluación, ya que MESMIS se considera como un proceso analítico y de retroalimentación, y no solamente como la representación numérica de la calificación del sistema dentro de una escala sostenible. Así mismo conocer las limitaciones y posibilidades para poder cumplir con la sostenibilidad de un proyecto, permite construir una estructura flexible a diferentes niveles de información y capacidades técnicas

<sup>23</sup> MESMIS (2017): <http://www.mesmis.unam.mx/>



disponibles localmente. La estructura operativa de este marco se basa en cinco atributos de un sistema de manejo que son la productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autogestión. Para lo cual será necesario contar con la definición geográfica y de contextualización del sistema y su problemática, así como la definición de la escala espacio-temporal específica. En la determinación de los atributos generales que describen a un sistema a partir de MESMIS se definen en puntos críticos o fortaleza y debilidades para las tres dimensiones sostenibles, siendo definidas por criterios de diagnóstico e indicadores (Fig. 1.8).



*Figura 1.8 Estructura operativa de MESMIS, que permite encontrar las relaciones entre atributos e indicadores de un sistema (MESMIS, 2017).*

Algunos de los estudios de caso en los que MESMIS ha sido utilizado en contextos ecológicos aunado a situaciones socioeconómicas de manejo comunitario de bosques y selvas en países como Argentina y México. Es importante reconocer que en el uso de esta herramienta para un sistema bioenergético, debe considerarse a los residuos biomásicos como un recurso aprovechable con potencial energético, y resulta de gran apoyo en la determinación de los atributos representativos de dicho sistema para el desarrollo de la metodología que persigue este estudio.

# CAPÍTULO 2

## OBJETIVO PARA LA ELABORACIÓN DE UNA METODOLOGÍA SOSTENIBLE EN EL APROVECHAMIENTO RESIDUAL BIOMÁSICO

En el presente capítulo se detallan el objetivo general y objetivos particulares establecidos para la elaboración del diseño de la presente propuesta metodológica. También, se encuentra la hipótesis bajo la cual se plantearon las preguntas de investigación que sostienen los resultados obtenidos. Así mismo, la justificación del presente trabajo que responde a una necesidad social y ambiental que se vive en algunas comunidades de México.

## 1.1 Objetivo

Elaborar una metodología sostenible enfocada en el aprovechamiento de residuos biomásicos para la generación de energía eléctrica, a través de la tecnología de gasificación desarrollada en el Instituto de Ingeniería de la UNAM. Diseñada desde el enfoque multidimensional que se abordan en las Ciencias de la Sostenibilidad, con el fin de ejercer la transdisciplina por parte de los actores interesados en la elaboración de políticas públicas como respuesta a la problemática del cúmulo de residuos y el acceso energético en pequeñas poblaciones de México.

### 2.1.1 *Objetivos particulares*

1.-Se identificaron las entidades constitutivas y atributos tanto sociales, como ambientales, económicas y las relacionadas con la tecnología de gasificación, del sistema que engloba la problemática ambiental de residuos y bioenergía. Esta caracterización del sistema se elaboró a partir de los marcos de evaluación sostenible MESMIS y 2MBio, enfocados al diseño conceptual participativo.

2.-A partir de las entidades constitutivas distintivas del sistema, se definieron los criterios representativos para cada entidad. Para ello, se recurrió a la herramienta metodológica PER (modelo de Presión, Estado, Respuesta), que parte de la premisa de principios causales, determinando así las interacciones entre los componentes del sistema.

3.- Con base en las entidades y criterios definidos, así como sus respectivas extensiones espaciotemporales del sistema, se identificaron los índices e indicadores simples para cada dimensión sostenible, y a partir de ello, se formularon los indicadores complejos bioenergéticos correspondientes a cada una.

4.- Se diseñó la metodología con base en los indicadores complejos bioenergéticos obtenidos para cada una de las dimensiones sostenibles, y desde los fundamentos teóricos que proponen las Ciencias de la Sostenibilidad que son con intención del ejercicio transdisciplinar para la toma de decisiones por arte de los actantes involucrados en la problemática.

## 2.2 Hipótesis

El desarrollo de una metodología enfocada en aprovechamiento del potencial biomásico como recurso bioenergético, en su implementación, dará camino a que los actantes interesados puedan llevar a cabo el proceso de gestión sostenible de aprovechamiento. Porque, a partir del diseño de escenarios multipropósito, es decir adecuados a las necesidades sociales, ambientales y económicas que la población demande, podrán realizar la toma de decisiones oportuna, en concordancia con el presente, pero en conciencia con el futuro bienestar del ser humano como individuo social, cultural, así como en su relación con la naturaleza.

Tal planteamiento, es sustentado con el desarrollo de la tecnología de Gasificación del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, que opera con residuos biomásicos en la generación de energía eléctrica, calorífica y motriz, aunado a ello está la investigación multidisciplinaria previa, que se ha realizado sobre el tratamiento y clasificación de los residuos biomásicos con los que funciona esta tecnología. Ambos trabajos constituyen el beneficio que trae consigo el desarrollo de una metodología para el aprovechamiento sostenible de residuos biomásicos, pues ésta es una herramienta alternativa para abordar desde una perspectiva transdisciplinaria y sostenible, una problemática energética nacional y la problemática del cúmulo de residuos, hechos que se extienden afectando las dinámicas ambiental y socioeconómica de una población.

## 2.3 Justificación

De acuerdo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (2014) con números: siete, doce y trece, referentes a energía asequible y no contaminante, producción y consumo responsable, y acción por el clima, la energía es un servicio elemental que hace frente a todos los desafíos que hoy en día se suscitan alrededor del mundo. Para el caso de México, es importante reconocer la carencia estructural objetiva de una política enfocada a la producción de energía a partir de recursos y sistemas tecnológicos renovables, así como la identificación de poblaciones vulnerables y resilientes al problema de acceso a electricidad. Por lo que es importante y necesario, desarrollar un lenguaje común a través de propuestas integrales en un espacio-tiempo contemporáneo, espacio que permitirá resolver la problemática en torno al uso de residuos biomásicos y el acceso a electricidad social y ambientalmente responsables. A través de esta metodología sostenible, se podrá conocer el funcionamiento íntegro del sistema a evaluar, brindando elementos que sirvan para reestructurar o generar políticas públicas que transiten hacia la toma de decisiones ante la problemática suscitada en alguna comunidad de México. Que de acuerdo con el campo de conocimiento *Sistemas Energéticos* del Posgrado de Ciencias de la Sostenibilidad de la UNAM, la evaluación y determinación de propuestas integrativas, es indispensable para poder responder a los problemas de aprovechamiento energético desde una perspectiva transdisciplinaria y sostenible.

La metodología para la gestión sostenible de residuos biomásicos en la generación de energía eléctrica funge como un “objeto de frontera” que vincula el conocimiento científico y la formulación de políticas dentro de múltiples contextos. Entiéndase como *Objeto de frontera* el artefacto que dé cabida a una comunicación efectiva entre los diferentes actores involucrados en la problemática, como: las comunidades de práctica, asociaciones científicas, organizaciones sin fines de lucro, organismos gubernamentales, entre otros (Jewson, 2007). Un espacio en el que existen contrastes de percepciones, valores, e ideologías en relación con diferentes intereses. La metodología resulta ser un componente crítico dentro del diseño de una política de aprovechamiento de residuos biomásicos con un fin energético, pues genera representaciones sinópticas del sistema en cuestión. Funcionando así, como una herramienta de síntesis y traducción holística del problema de uso de residuos biomásicos,

creando un espacio común, abierto al dialogo para el diseño de políticas sostenibles efectivas, donde las percepciones, valores, ideologías y metas diferentes se vinculen en narrativas de lenguaje común.

Las narrativas en este sentido son constructos que involucran personas, lugares y ambientes (Tversky, 2004), que revelan las posiciones de las personas con respecto a algunas preocupaciones ambientales. Y que no sólo implican una complejidad de interacciones, dependencias y retroalimentación entre factores tangibles, por ejemplo, un sistema energético e intangibles como la educación y cultura, sino que evolucionan a medida que las comunidades de práctica discrepan, también determinan las relaciones y las interacciones. Las narrativas describen situaciones, medios, fines y cosas con respecto a cada postura particular, así pueden concebirse a través de la experiencia directa, las representaciones pictóricas y el lenguaje (Kitchin & Freundschuh, 2000). Pueden expresarse en lenguaje natural como testimonios y anécdotas que exponen la ira, el miedo o la preocupación, o como lenguaje científico formal que expone la erudición y la autoridad. Por lo que, a través de una metodología de gestión sostenible, las narrativas permitirán representar la complejidad de algún sistema, llevándolos a un *espacio* de lenguaje común, de esta manera, los resultados son empíricamente válidos y concretan los significados multidimensionales de las entidades de un sistema para la producción de energía a partir de residuos sólidos<sup>24</sup>.

---

<sup>24</sup> Véase Bojórquez *et al*, 2011.

# CAPÍTULO 3

## REPRESENTACIÓN DEL SISTEMA SETA (Social/Económico/Tecnológico/Ambiental) A TRAVÉS DE LA DEFINICIÓN DE INDICADORES MACRO DIMENSIONALES

En el presente capítulo se desarrolla el proceso a través del cual se enmarcaron los atributos y criterios representativos del sistema SETA a través de los modelos 2MBio y PER, así como los indicadores representativos del sistema.

### 3.1 Enmarcación del sistema Socio-Eco-Tecno-Ambiental (SETA): problemática que en torno al cúmulo de residuos biomásicos para su aprovechamiento bioenergético en una población pequeña

#### 3.1.1 Representación del sistema SETA a partir de los modelos MESMIS, 2MBio y PER: criterios y atributos representativos de cada dimensión sostenible, como componentes integrales de una comunidad

##### a) Escala que se contempló para SETA: comunidad

En la enmarcación de sistema del presente trabajo es de importancia definir los niveles políticos que comprenden las comunidades pequeñas, así como los respectivos actores involucrados en el desarrollo de un proyecto sostenible. Se entiende como comunidad “grupo humano que se desarrolla en condiciones físicas más o menos homogéneas, con un grado elevado de interrelación, cohesión y fuerte sentimiento de solidaridad común” en el que el territorio es el espacio de planes de ordenación con enfoque de abajo hacia arriba, lo que implica que la articulación dentro de ésta funcionará siempre y cuando responda a los intereses comunitarios que se expresen en un espacio-tiempo determinado (Negrón, 1996). Algunos caracteres representativos de las comunidades que rigen su funcionamiento son *el autoconocimiento y reconocimiento de los otros, entendido como autonomía, la distribución en el espacio de las estructuras sociales de grupos de interés socioeconómico, religioso o místico y cultural, los grados de cohesión social, los niveles de identidad espacial y los sistemas de valores y pautas de comportamiento, como las costumbres* (Gómez, 2007). Pues el desarrollo de una población depende de su estructura político-territorial, éste determina la distribución de elementos tangibles e intangibles que estarán dominados por las interrelaciones existentes. Así mismo, las comunidades se encuentran dentro del municipio, que es un espacio definido por el ejercicio de gestión, por las diversas identidades culturales y las relaciones económicas, principalmente, además se caracteriza por tener un nivel político-territorial dirigido por una administración pública propia entendida como unidad descentralizada, formando parte del Estado, pero con personalidad *jurídica propia, de carácter autónomo, competencias propias y autogobierno de base democrática* (Brewer-Carías, 1998). Concluyendo, entonces las comunidades son expresiones territoriales físicas a escalas pequeñas en comparación con otros niveles de organización, con núcleos de viviendas con acceso a servicios, comercios y espacios relacionales locales; en ellas resalta el desarrollo de la vida familiar y relaciones sociales primarias (Fujita *et al.*, 2001). Siendo así, estos territorios instaurados dentro de otros con extensión más grande con intereses distintos como la reproducción del bienestar y la mejora de la calidad de vida, como objetivos centrales. Por tal, la comunidad involucra una coherencia territorial, donde se maneje el mismo lenguaje como unidad de *homogeneidad e integración funcional*, lo que da cabida a las cosmovisiones de fenómenos tanto naturales como humanos, y por tanto el análisis de tales fenómenos que permitan la estructuración y aplicación de una política pública (Uzcátegui, 2014).

De acuerdo con lo anterior, se observan las interacciones multiescales, así como los caracteres que distinguen las divisiones políticas en una comunidad (Fig. 3.1). Ésta comprende elementos *biofísicos* que son todos los caracteres del espacio donde se encuentra el sistema, es decir el cúmulo de residuos biomásicos y la descripción del estado de los elementos agua, suelo y aire; dentro de los elementos *tecnológicos* se hizo referencia la tecnología de gasificación con la que se dispone, para esta investigación, con fines de aprovechamiento residual; los elementos *socioeconómicos* fueron aquellos que representan en general los aspectos sociales y económicos que estén siendo afectados a partir de la problemática de la ausencia de una manejo de residuos biomásicos, y finalmente la *historicidad* del acervo histórico de los aspectos sociales, económicos y ambientales, que en conjunto estos elementos ayudaron en la identificación de flujos e interacciones base del sistema SETA.

Con base en la definición de comunidad se consideraron dos poblaciones con menos de 2,500 habitantes, El Alberto en Hidalgo y la comunidad zapatista Caracol Morelia, a través de las cuales se realizó la estructura de las dinámicas sociales y relaciones políticas que ocurren a nivel comunidad.

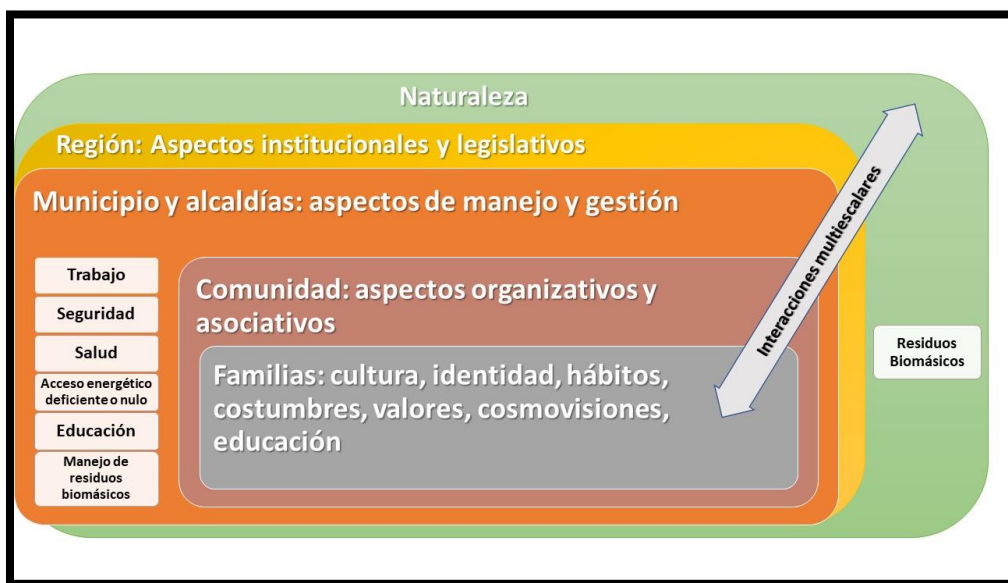


Figura 3.1 Divisiones políticas organizativas de una comunidad, en relación con la problemática de residuos biomásicos y acceso a energía. Elaboración propia basada en modelo MESMIS (2017).

b) Representación de SETA a través de 2MBio en dos territorios: El Alberto y Caracol Zapatista Morelia

En cuanto a la información obtenida para poder describir los aspectos cualitativos que representan las estructuras político-sociales, así como los atributos de grupos sociales organizados en *comunidad*, se recurrió al ejercicio de registrar información a partir de entrevistas, encuestas y notas de las mesas en encuentros culturales de las dos comunidades citadas. Cabe mencionar, que la importancia de registrar esta información, radica en que los indicadores representativos que se emplean en el uso de la presente metodología fueron seleccionados a partir de la información social y política que distingue a las poblaciones pequeñas, por tal cuestión y para fines de este trabajo se consultaron datos base de una estructura de *comunidad*, escala poblacional a la que puede ser viable esta metodología.

El Alberto

Es una localidad que se encuentra en Ixmiquilpan, parte oeste del estado de Hidalgo, al Norte del Valle del Mezquital a 177 msnm localizado en la Sierra Madre Oriental y en la Faja Volcánica Transmexicana (Alcántara *et al.*, 2006). Este lugar es característico por presentar un clima semiseco templado, con lluvias de mayo a septiembre y octubre-abril temporada seca. La temperatura anual promedio es de 17.5°C (INEGI, 1992). Presenta una vegetación de matorral y pastizal, con su flora representativa de *Prosopis* spp, de nombre común mezquite<sup>25</sup>. Con una orografía montañosa, comprende de un territorio de propiedad comunal de alrededor de 1600 ha. de extensión, sumando 1135 ha. después de los 80's, de las cuales un área pequeña es destinada a actividades agrícolas de riego (Pérez-Aguilar, 2008). Por tales caracteres del ecosistema en el que se instaura esta comunidad,

<sup>25</sup> Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Hidalgo, 2002



existe un manantial de aguas termales que fluye a cielo abierto, que es aprovechado para el balneario EcoAlberto en el que hay albercas que son alimentadas por estas aguas y para consumo humano.

La mayor parte de la población de este sitio comprende comunidades indígenas ñañús, hñähñus (palabra definida para ñañús de la zona del Valle del Mezquital)<sup>26</sup>. Esta comunidad se compone por 843 personas, de la cual el 97% son indígenas. Algunas de las actividades más representativas de la comunidad son profesores de secundaria y telesecundaria, negocios como tiendas de abarrotes y locales de comida, también el tejido con ixtle por parte de una comunidad de mujeres, producto que ya son exportados, el parque EcoAlberto y actividades agropecuarias. De acuerdo con el INEGI, la migración es característica de este sitio, se registran dos tipos de migración: *jornalero agrícola migrante* referido a la personas que se dedican al trabajo de plantaciones, que cuando terminan una jornada de cosecha vuelven a sus lugares donde se ocupan de cubrir las necesidades de sus familias y de su participación en la comunidad, el otro migrante es el que sale del país, por lo general a Estados Unidos pero no todos vuelven a sus comunidades, sin embargo mantienen una fuerte comunicación con sus familiares. Por tanto, estos grupos de migrantes siguen teniendo voz dentro de la comunidad a pensar que se encuentren en otros lugares, se les considera como personas presentes y ellos responden con el apoyo familiar y a la comunidad cuando se necesita, es decir que sus vínculos relacionales no se pierden a pesar de la lejanía espacial.

El carácter organizativo de esta población es característico, la creación de cooperativas ejidales con participaciones colectivas como la Sociedad de Solidaridad Social EcoAlberto y la organización Civil Corazón de Maguey, que es una cooperativa de mujeres en la que manufacturan productos de fibra de maguey, también llamado ixtle, con su sede principal *La casa de las mujeres reunidas*, en ñañú “Ya munts’i b’ehña”, con alrededor de 200 mujeres; son un ejemplo de dialogo y ejecución de proyectos comunitario para la ejecución de proyectos sostenibles (Flores, *et al*, 2015). Desarrollos económicos alternativos que ante las pocas opciones de trabajo por diversas razones sociopolíticas locales y municipales, resultan de gran importancia para el crecimiento de esta población.

En relación con el acceso a energía eléctrica, la comunidad se encuentra conectada al servicio de energía proporcionado por el Estado, Comisión Federal de Electricidad (CFE) en específico la central Termoelectrica Francisco Perez Ríos en Tula de Allende, y la mayor parte de la electricidad es destinada para el bombeo de uso humano y agrícola, negocios locales, principalmente, el resto se destina al consumo en escuelas y para el parque acuático, básicamente en el bombeo de agua e iluminación nocturna<sup>27</sup>. Como tal, no es un problema emergente la deficiencia o ausencia de energía en el sitio, sin embargo, en enero del 2018 varias comunidades del Valle de Mezquital presentaron quejas ante la CFE por un aumento de hasta un 300 por ciento en las tarifas eléctricas independientemente de que se reportaban niveles de consumo constantes o incluso menores en algunas zonas (Rivera *et al.*, 2011). Por otro lado, con respecto a los residuos, en su mayoría también corresponden al carrizo que se junta de la cosecha, dándole uso de alimento para animales y como barrera en el afluente del río Tula, así como también consideran que es una manera de nutrir el suelo; están los residuos domésticos y los generados en el balneario, residuos que son depositados en un tiradero a cielo abierto aprox. a dos kilómetros de la zona habitacional y EcoAlberto. La comunidad reporta que no existe un manejo de residuos por parte de los habitantes y tampoco existe comunicación para su tratamiento con la cabecera municipal, sin embargo, eventualmente algunos camiones provenientes del centro de Ixmiquilpan se llevan la basura de esta localidad a espacios específicos de almacenamiento.

---

<sup>26</sup> Cuadernos Regionales Estadísticos y Geográficos del Estado de Hidalgo.

<sup>27</sup> <https://www.cfe.mx/Pages/Index.aspx>

### Caracol Zapatista Morelia

Se definen como un grupo social y político que se declara como *movimiento indígena zapatista* quienes comparten un proyecto político-comunitario basado en la autonomía, desarrollo, democracia y resistencia de pueblos indígenas. Se encuentra dividido en diversos Caracoles Zapatistas y Juntas del Buen Gobierno, divisiones que no se encuentran dentro del marco legal mexicano, siendo estos espacios creados para poder gestar procesos sociopolíticos. Por lo que su división política interna es la comunidad, el municipio autónomo rebelde y las Juntas del Buen Gobierno que son Vicente Guerreo, Primero de Enero, Ernesto Che Guevara, Olga Isabel, Lucio Cabañas. Tanto la población civil como como la perteneciente a la estructura militar, comprende indígenas mayas como tzotzil, tzeltal, tojolab´al, chól y mam, con un número de personas inferior a las 1000<sup>28</sup>.

Se encuentra cerca del pueblo San Andrés Larráizar, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, a unos 2,200 msnm. Con relieve montañoso, clima templado húmedo, abundantes lluvias en verano, con 1,200 milímetros anuales de precipitación anual. Su vegetación característica de pino-encino, como las especies más sobresalientes están el ciprés, pino, sabino y roble. El suelo se caracteriza por ser luvisol y regosol con fines pecuarios, principalmente<sup>29</sup>.

Este caracol es uno de los espacios zapatistas en el que se desarrollan procesos organizativos en torno al reconocimiento de las mujeres indígenas, así como el derecho a espacios de participación y representación política<sup>30</sup>. El impulso por desarrollar estrategias organizativas y participación en la mejora e incidencia de sus modos de vida, la mujer representa en su mayoría la directiva de tales proyectos. Así también, dentro de los derechos políticos de la comunidad están la autonomía de organización política y social, la administración del ajusticia, tenencia de la tierra, elección de autoridades locales, manejo de recursos naturales, desarrollo cultural, así como la permisión de la remunicipalización, por ello la administración de servicios como energía y gestión de residuos está dirigido por las juntas del buen gobierno, comités y bases de apoyo.

En relación con el acceso de energía eléctrica, después del movimiento del 94, por parte de muchos movimientos autonomistas en Chiapas, diferentes poblaciones decidieron no pagar recibos de luz, que mostraban precios muy elevados. Actualmente, el servicio eléctrico es proporcionado por CFE, se reporta como deficiente, ya que no es permanente el suministro, con diferentes cortes energéticos a lo largo del día o por días completos. Con respecto al manejo de residuos, la comunidad realiza la separación de basura en orgánica de la cual una parte es destinada al suelo como composta, y la inorgánica que es depositada en un tiradero a cielo abierto a un kilómetro de las habitaciones, después la comunidad misma se organiza para trasladada al municipio central. Se encontró que la mayor parte de los residuos generados corresponden a orgánicos.

A través del modelo 2MBio y con base en la participación de estas dos comunidades para la elaboración de este trabajo, fue posible determinar los límites del sistema a partir de las dinámicas sociopolíticas establecidas dentro y fuera de ellas, así como los diferentes ámbitos hasta los que puede incidir la problemática residual y energética en una comunidad. Este marco, proporciona información de las tres dimensiones sostenibles, así los caracteres como la comunicación y relaciones, instituciones y redes, establecen los medios relacionales, y el impacto social que requiere la ejecución del aprovechamiento residual. Los apartados de problemas, motivación, propuesta, leyes, legalidad, capacidades, costumbres energéticas y comercialización son atributos del sistema que están más orientados hacia los criterios tecnológicos y de aprovechamiento residual, desde su perspectiva legal y alcances que puede tener si se definen los instrumentos colaborativos a través de los cuales puede ocurrir la transición tecnológica. Las transformaciones, beneficios, sinergias, riesgos, impactos,

<sup>28</sup> Según el INEGI, población pequeña se considera menor a 2500 habitantes.

<sup>29</sup> Consultar: [www.inafred.gob.mx](http://www.inafred.gob.mx)

<sup>30</sup> Consultar la Ley Revolucionaria de Mujeres.

competencias evidencian los beneficios o deficiencias que podría tener la implementación de esta alternativa de aprovechamiento. Y el contexto provee de manera sintética los elementos primordiales sobre los cuales se despliega la problemática, a continuación, en las siguientes figuras se muestran los registros de las entrevistas realizadas con base en el modelo 2MBio para las dos comunidades (Anexo 1).

c) Representación de caracteres ambientales y económicos de SETA a través de MESMIS

La representación del sistema SETA a través del marco MESMIS se realizó siguiendo la estructura operativa donde a partir de los atributos sostenibles se identificaron los criterios representativos del sistema. A partir del esquema, de la figura 3.2, del modo operativo de MESMIS se decuaron las etapas necesarias para la selección de los indicadores representativos del sistema. Como parte de la primera etapa, en la determinación del SETA se describieron las premisas sobre las cuales se despliega la problemática a abordar, que para este caso se consideró la presencia del cúmulo de residuos biomásicos en una población pequeña, es decir menor a 2,500 habitantes (INEGI, 2017), en la cual aún no exista un programa de manejo residual y su aprovechamiento. El carácter de la deficiencia o ausencia del acceso al servicio eléctrico se consideró como una variable vinculante entre los residuos y su aprovechamiento energético a través del sistema tecnológico de gasificación como una de las estrategias inmediatas para el aprovechamiento bioenergético. Como segunda etapa se determinaron las fortalezas y debilidades de SETA, lo cual fue definido a partir de los atributos sostenibles como la *productividad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, equidad, autogestión y adaptabilidad* los que otorgan la capacidad de producción en un modelo de manejo a partir de la capacidad de autorregulación y transformación. Y finalmente la tercera etapa en la que se seleccionan y definen los indicadores representativos a partir de la definición de las fortalezas y debilidades del sistema (Fig. 3.3). En el Anexo 1 se muestra una ejemplificación de los caracteres que describieron a cada uno de los indicadores preseleccionados en la enmarcación de SETA.

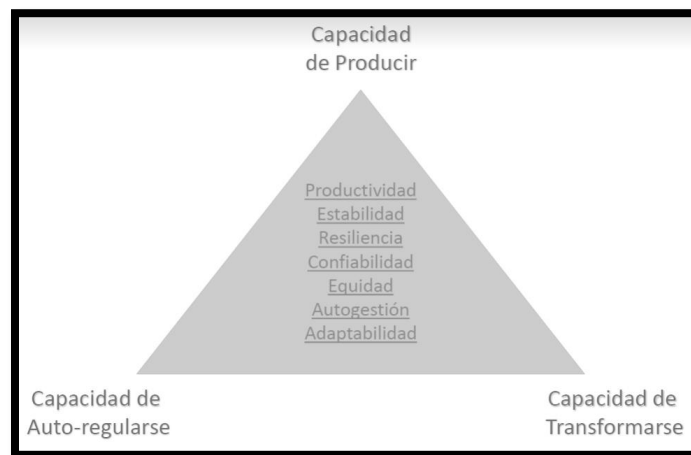
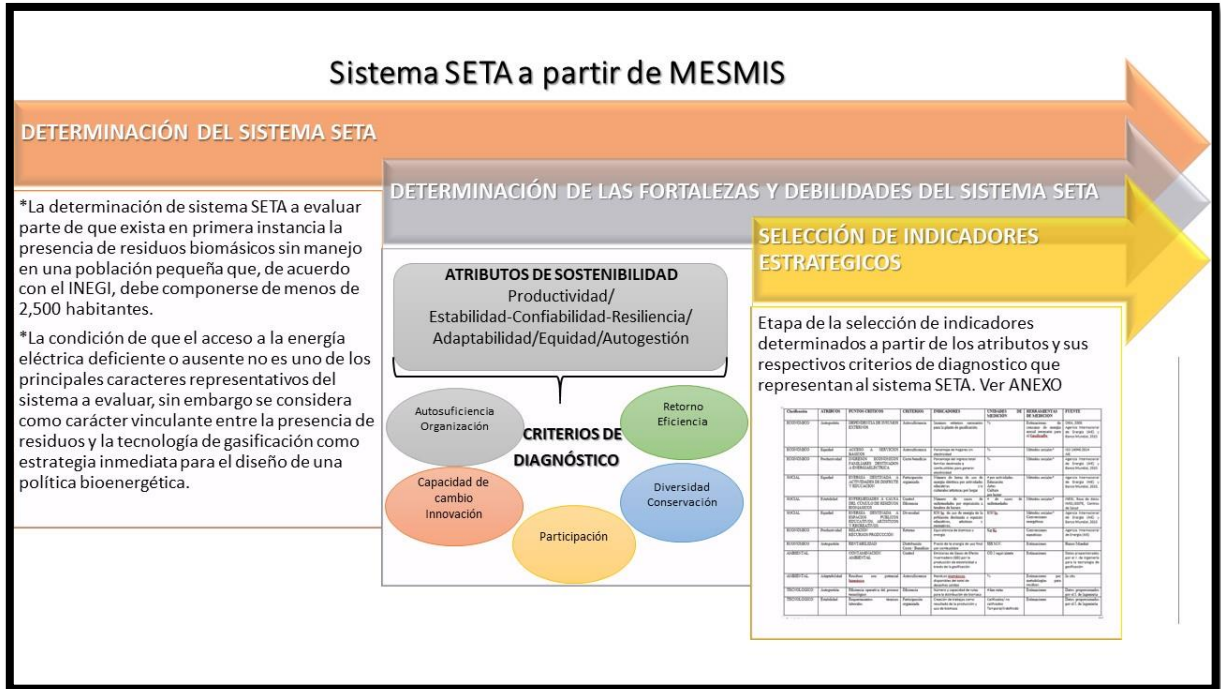


Figura 3.2 La capacidad de un sistema para autorregularse y transformarse está determinada por los atributos que se muestran dentro de la pirámide, para un aprovechamiento sostenible de residuos biomásicos de una población. (MESMIS, 2017).



*Figura 3.3 Sistema SETA definido a partir del modo operativo de MESMIS, donde a través de atributos representativos se seleccionaron indicadores específicos que fundamentan la presente metodología. Elaboración propia a partir de MESMIS (2017).*

d) Representación integral de SETA a través de PER

En relación con el modelo PER, los indicadores fueron agrupados con las categorías ya descritas en el modelo, por tanto, que los indicadores de *Presión* se definieron por las actividades humanas que inciden sobre el medio ambiente, diferenciándose entre indicadores de presión directa e indirecta. Los indicadores de *Estado* referidos a la calidad y cantidad del medio ambiente y los recursos naturales, caracteres que dieron una visión sobre el presente del sistema y su desarrollo a través del tiempo, a partir de la información detallada de los indicadores de Presión (Fig. 3.4). Y los indicadores de *Respuesta*, evidenciando la manera en la que la sociedad responde a los problemas y cambios que ocurren en el ambiente; así las respuestas sociales son individuales y colectivas con el objetivo de mitigar, adaptar o prevenir los impactos negativos en la esfera ambiental. La importancia del uso de este modelo PER, además de que se obtiene información a través de la cual se pueden responder preguntas propias de un proceso de gestión y toma de decisiones, también hacen visible las fuerzas que modifican las dinámicas dentro de un sistema.

La integración de los factores que inciden de manera positiva o negativa en el objetivo de un sistema de aprovechamiento sostenible de residuos biomásicos en un sitio, es el paso para poder determinar el potencial bioenergético de residuos y por ende la planeación de un proceso de gestión sostenible en poblaciones pequeñas de México. Entonces, es posible una lectura a partir de la información fidedigna que los indicadores definidos por del modelo PER en cuanto a las dimensiones ambiental, social, económica y tecnológica, identificando los puntos clave del sistema, pudiendo así diseñar e implementar la propuesta de una nueva política bioenergética de aprovechamiento biomásico.

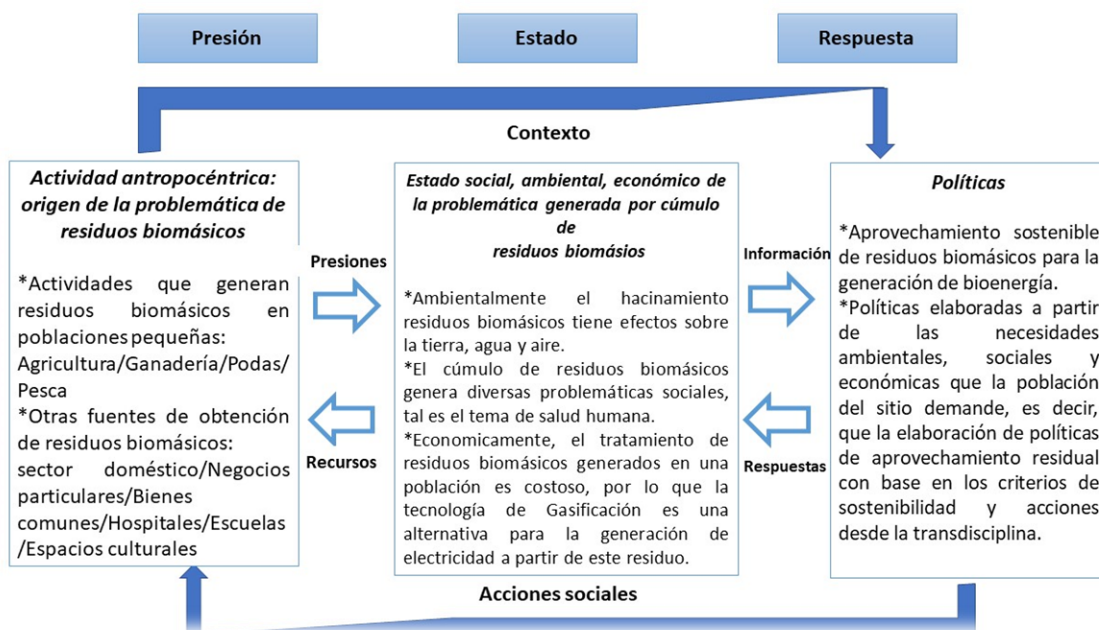


Figura 3.4 Sistema SETA adecuado al modelo PER (2003).

El diagrama anterior, muestra el esquema del modelo PER para este trabajo de investigación, enfocado en el aprovechamiento sostenible bioenergético de residuos biomásicos. Lo que respecta al carácter de *Presión*, comprende las actividades antropocéntricas, *generadores* de residuos biomásicos tal es el caso de los diferentes sectores como industrial, transporte y doméstico, que por ende la exposición al cúmulo de grandes cantidades de residuos biomásicos tiene efectos adversos sobre los modos de vida de la población, en aspectos sociales, así como en ambientales y económicos. Es por ello que los atributos que conforman el *Estado*, brindan una visión actual de las operaciones y obras que ejecutan agravando la problemática de residuos biomásicos, el grado de contaminación de aire, tierra y agua, por otro lado los efectos nocivos sobre la salud de los pobladores aunado a los conflictos sociales de organización interna de la comunidad relacionados con la estética del espacio donde habitan y ejercen labores de trabajo, así como los espacios educativos, recreativos y culturales.

En esta sección también se consideran los costos de operación para el tratamiento de residuos y la presente aplicación de tecnologías para aprovechamiento de biomasa con fines bioenergéticos, Cabe mencionar el panorama legislativo vigente para México en el tema de residuos biomásicos y las acotaciones precisas para su tratamiento son: Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Ley de Residuos Sólidos, Ley General de Salud Pública, Reglamento de la Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable para el Distrito Federal, las normas NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-161SEMARNAT-2011. Finalmente, las propiedades de integran la *Respuesta* implica la elaboración de programas de manejo y tratamiento de residuos biomásicos, así la planeación de la ejecución tecnológica de Gasificación para el aprovechamiento energético residual.

### 3.1.2 *Indicadores definidos para cada dimensión del sistema SETA a partir de los modelos anteriores*

Las dimensiones utilizadas para facilitar la agrupación y ordenamiento de los atributos y caracteres que componen el sistema bioenergético a evaluar fueron la social, ambiental, económica y tecnológica, cabe mencionar que será entonces de suma importancia establecer objetivos clave en torno al aprovechamiento de residuos biomásicos para cada una de las dimensiones sostenibles, pues es así como se cumplirá lo esperado en la planeación, pues más que explicar las relaciones entre atributos y dimensiones, este tipo de indicadores fungen como una guía para el cumplimiento de los objetivos de la política de aprovechamiento. Es así como cada dimensión está enmarcada por sus respectivas características que dejan ver tanto la estructura como los componentes de cada una, así a través de diversos conceptos es posible trazar los temas que componen al sistema. A continuación, se describen las dimensiones y en esquemas se muestran las interconexiones de conceptos, así como las definiciones que devienen de las organizaciones dadas.

#### *Dimensión ambiental*

Ambientalmente hablando, en conjunción con la política de aprovechamiento de residuos biomásicos a través de la tecnología de gasificación y en beneficio del cuidado de los ecosistemas, así como se menciona en los ODS´s siete y doce<sup>31</sup>, el acceso a tecnologías y combustibles menos contaminantes, la generación de energía es uno de los principales factores que contribuyen al cambio climático, por ello se consideraron las diversas fuentes de las que será posible obtener tales residuos, ya que la cadena de problemáticas generadas por el cúmulo de éstos, tiene efectos negativos directos e indirectos sobre las esferas social y económica. Siendo así que, para la elaboración de indicadores que conforman esta dimensión, se tomaron en cuenta los elementos biomásicos encontrados en agua, tierra y aire, a partir de los que se identificaron los productores, consumidores y contaminadores para cada ecosistema, es así como el caso del agua se encuentran los sectores de producción como por ejemplo la pesca, que puede llegar a generar residuos, o de alguna otra actividad acuícola, así como plantas o animales que perturben los cuerpos de agua y que puedan darse el uso de residuos biomásico.

En el caso del aire, el cúmulo de residuos biomásicos genera emisiones de GEI, aunado a la producción de energía eléctrica convencional, siguiendo con los puntos de partida de que la problemática surge de la basura hacia una producción de energía limpia. Por lo que se identificaron los GEI emitidos por cúmulos de residuos biomásicos, emitidos por la producción de energía eléctrica no convencional. En el caso del suelo, se identificaron las actividades antropocéntricas que generan residuos que puedan ser aprovechables en la generación de energía. Los sectores correspondientes son la ganadería, agricultura, podas residuos domésticos y residuos de negocios particulares o comunales. Para esta dimensión fue importante considerar el efecto que tienen los residuos sobre los ecosistemas y las diversas formas en que se puede aprovechar y pueden contaminar a éstos, por lo que el objetivo principal fue mitigar la contaminación en el agua, aire, tierra e identificar las fuentes principales de basura a partir de las actividades antropocéntricas y su aprovechamiento. Es importante mencionar que los organismos que se detecten como perturbadores de un ecosistema y que puedan contemplarse como organismos que puedan fungir como biomasa para producción de energía debe ser evaluado de tal manera que no afecten los ciclos de un ambiente, tal es el caso del alga en las

---

<sup>31</sup> Objetivos de Desarrollo Sostenible, 2015. Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos & Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.



costas del Golfo de México o el caso del lirio acuático en Xochimilco, que pueden ser aprovechables siempre y cuando se consideren a través de una evaluación, como elementos que afectan de alguna manera a un sistema (Fig. 3.5).



Figura 3.5 Dimensión ambiental, considerando el suelo, agua y aire como categorías a través de las cuales se pueden obtener residuos biomásicos. Realización propia.

### Dimensión económica

La dimensión económica está enmarcada por los bienes económicos que genera un recurso a partir de la producción, distribución y consumo del producto en conjunto con sectores e instituciones que tiene por objeto facilitar el proceso gestivo. Así, el aprovechamiento del recurso residuo biomásicos ocurriría a través de la tecnología de gasificación, generado a partir de diferentes fuentes de actividades económicas. Por lo que el objetivo para esta dimensión radica en el aprovechamiento de ReBiom reduciendo las pérdidas económicas que éstos generan, es en este apartado en el que la tecnología de gasificación fue incluida ya que es la alternativa tecnológica para la generación de energía, la que representa las ventajas económicas, así como la inversión del proceso tecnológico. Así pues, se identificaron las fuentes de obtención de residuos biomásicos en las categorías de los sectores que producen los residuos que consumen electricidad y contaminan generando residuos biomásicos, así se encuentran: sector doméstico, negocios particulares, negocios comunales, escuelas, salud, artístico, podas, actividades agropecuarias. Por otro lado, los consumidores de energía eléctrica se situaron el sector doméstico, negocios comunales, negocios particulares, sector educativo, sector salud, sector cultural y artístico, alumbrado público. Finalmente, la tecnología por la entrada de residuos biomásicos que implica el tratamiento, traslado y mano de obra, el proceso que comprende el mantenimiento y la operación de la planta de gasificación, por último, la salida de la energía eléctrica y su distribución, en este proceso está comprendido el ciclo de vida tecnológico (Fig. 3.6).

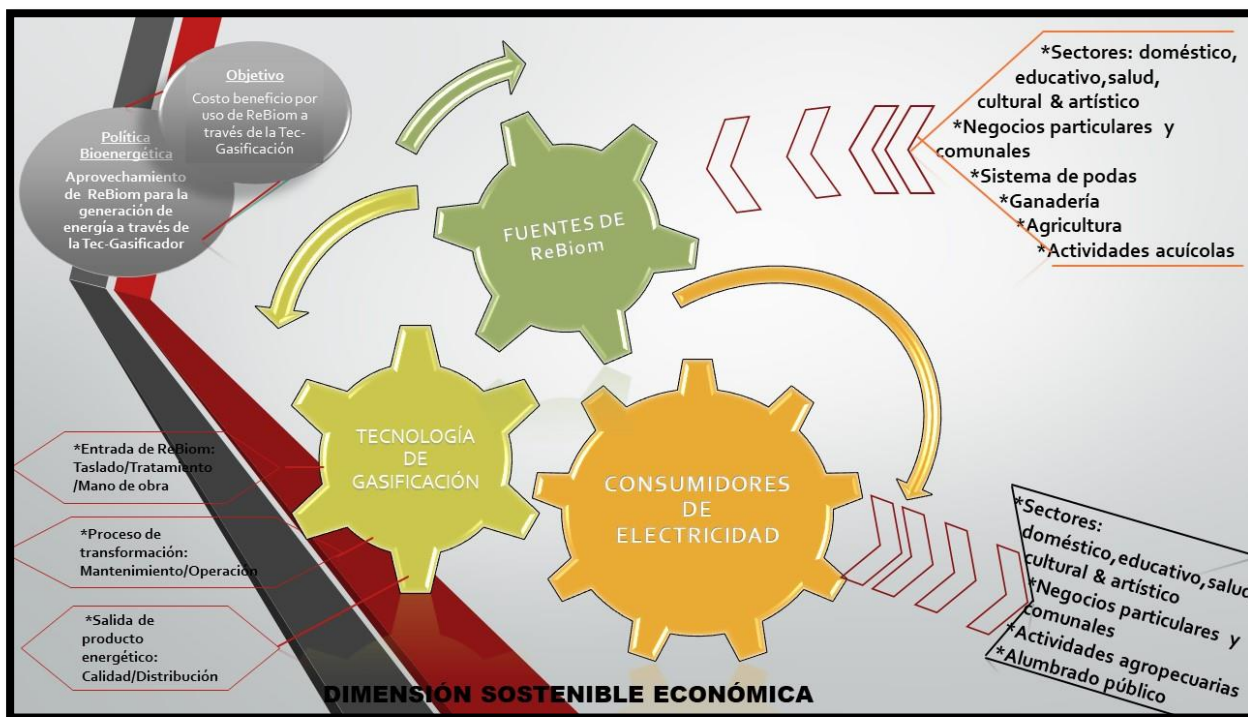


Figura 3.6 Esquema de la dimensión económica que presenta como ejes las fuentes de ReBiom, la tecnología de gasificación y los consumidores de electricidad. Realización propia.

### Dimensión Social

Esta dimensión conjunta las diferentes situaciones sociales que emergen de la convivencia, modos de vida, cosmovisión, culturas, educación y que en relación con la problemática de generación de residuos biomásicos sin uso puedan generar, o bien la falta o ineficiencia de energía eléctrica que pueda desencadenar situaciones sociales que agraven, alteren la convivencia social y el bienestar humano de la localidad.

De acuerdo con el aprovechamiento de ReBiom para generar electricidad, se tienen como objetivos apuntar hacia las problemáticas sociales que surgen por el cúmulo de residuos biomásicos y por el no acceso a energía eléctrica y los sectores principales de la población a los cuales se destinará la energía producida. Por ello se identificaron problemáticas que alcanzan los umbrales de la problemática de residuos que son la inseguridad, corrupción, analfabetismo, desigualdad de género, migración, así como las afecciones a la salud poblacional y demografía. Por otro lado, el destino energético que comprende los sectores salud, educativo, artístico, cultural, negocios comunales, negocios locales, doméstico y alumbrado público (Fig. 3.7).



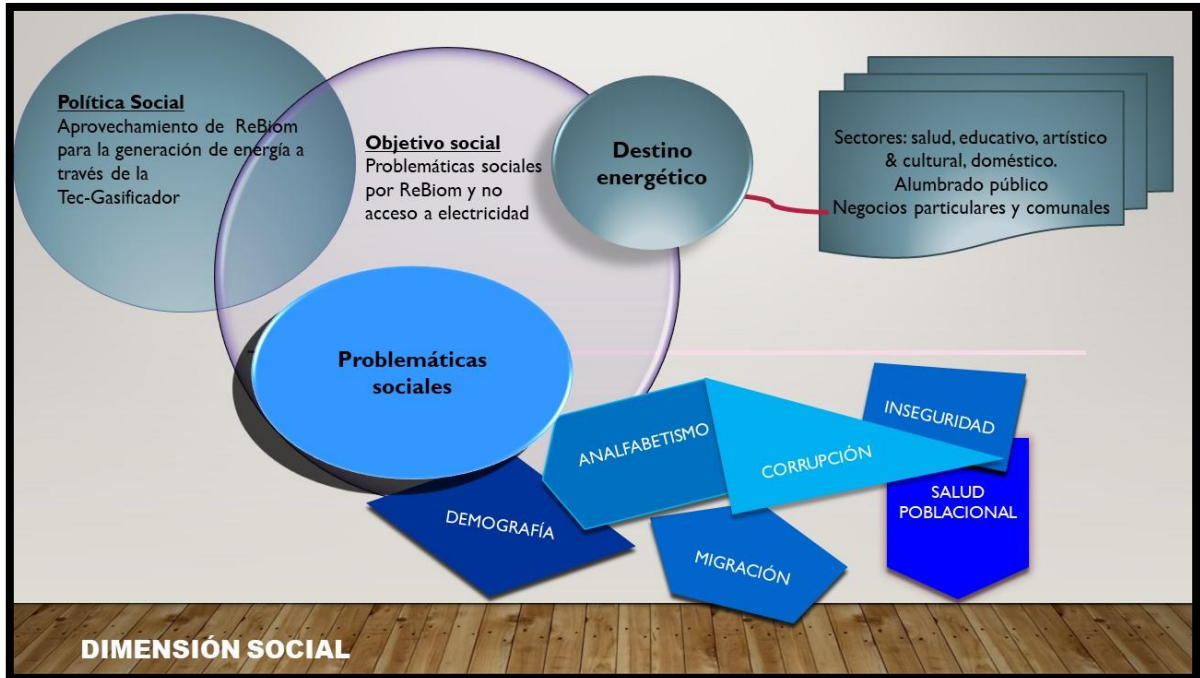


Figura 3.7 Esquema de la dimensión social que representa las problemáticas sociales que se desencadenan por el cúmulo de ReBiom. Realización propia..

La importancia de diagnosticar y evaluar un sistema a través de las diversas dimensiones que pueden componer un sistema bioenergético, radica en la observación particular pero también total que puede hacerse a través de éstas. Es decir, que lo social, económico y ambiental, contiene distintos enfoques de la problemática de residuos biomásicos aunado a la problemática de acceso energético en una población, siendo así que la importancia de una u otra dimensión dependerá de las evaluaciones cuanti y cualitativas representadas a través de indicadores, en relación con las necesidades expresadas por la población y actantes interesados en el desarrollo de alternativas en pro de las problemáticas presentes. Por ello, la ponderación de las dimensiones resulta ser un punto importante en el momento de la toma de decisiones y consecuentemente en la formulación de una política sostenible de aprovechamiento residual con fines bioenergéticos, es así como la descripción de los componentes principales del sistema bioenergético considerado para esta investigación representan los caracteres representativos e indispensables de cada dimensión sostenible, permite reconocer no solo desde una perspectiva científica cuantitativa la significación del problema, sino que también permite considerar otros factores sociales y ambientales involucrados en el problema.

### 3.1.3 Elaboración de indicadores complejos definidos para el sistema SETA

El desarrollo de indicadores complejos en este estudio, parte de conocer los atributos que dan forma a los elementos distintivos del sistema bioenergético a evaluar, pues de esta manera se conocen tanto los límites, alcances e interacciones, de los componentes del biosistema. A partir de modelos anteriores se reconocieron los atributos que definen los elementos de un sistema con el carácter de población pequeña, ubicando así cada elemento en la dimensión sostenible correspondiente. La información que proporcionó lo anterior, da un espectro completo del escenario a evaluar, lo que permitió identificar los indicadores simples, definir y homologar las respectivas

unidades de medida, para que de esta manera se puedan entablar diferentes interacciones, para así poder formar los indicadores complejos que representan al sistema. La definición e identificación de indicadores simples se apoya en la consulta de leyes, reglamentos y normas mexicanas, que abordan los temas ambientales, social y económicos en relación con los residuos biomásicos y tecnologías sostenibles de innovación<sup>32</sup>, por otro lado, se consultaron diversas bases de indicadores a nivel nacional y mundial en relación con los objetivos que se buscan en esta investigación.

El proceso de selección e indicadores simples permaneció bajo los objetivos de la política que se sigue para este trabajo que es el aprovechamiento de residuos biomásicos para la generación de energía eléctrica a partir de una tecnología de Gasificación, en relación con la incidencia directa o indirectamente, así como el espectro de alcance de la problemática de residuos biomásicos sobre la economía, en el ambiente y aspectos sociales de la población en cuestión (Anexo 1). Con base en ello, se analizaron las posibles diferentes interacciones de los indicadores simples para poder constituir los indicadores complejos, que a partir de metodologías y guías de EUROSAT y UNDESA<sup>33</sup>, fue posible integrar información precisa que dará la capacidad de responder las preguntas en torno al planteamiento de la problemática de residuos biomásicos y por ende su aprovechamiento (Tabla 1.2).

Tabla 1.2 Indicadores complejos relacionados con la adquisición de tecnología energética sostenible. Realización propia.

DIMENSIÓN SOSTENIBLE	NOMENCLATURA	INDICADOR COMPLEJO	DEFINICIÓN	UNIDAD
ECONÓMICA	ETD1	COSTO POR EL CAMBIO A UNA TECNOLOGÍA ENERGÉTICA SOSTENIBLE	COSTO POR LA ADQUISICIÓN DE UNA TECNOLOGÍA ENERGÉTICA SOSTENIBLE (GASIFICADOR)	\$por tecnología sostenible/año
ECONÓMICA	ETD2	COSTO POR EL SUMINISTRO DE ReBiom PARA LA TECNOLOGÍA ENERGÉTICA SOSTENIBLE	COSTO POR EL TRATAMIENTO Y TRASLADO DE RESIDUOS BIOMÁSICOS A LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOENERGÍA (GASIFICADOR)	\$/tecnología sostenible
ECONÓMICA	ETD3	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR ACTIVIDAD HUMANA	ENERGÍA CONSUMIDA POR ACTIVIDAD ECONÓMICA, ACTIVIDAD SOCIAL Y PER CÁPITA	kwh/año

<sup>32</sup> Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicada el 8 de octubre del 2003 en el Diario Oficial de la Federación y sus reformas.

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, publicada el 7 de junio de 2013 en el Diario Oficial de la Federación.

Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal, publicada el 13 de enero del 2000 en la Gaceta Oficial del Distrito Federal y sus reformas.

Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, publicada el 22 de abril del 2003 en la Gaceta Oficial del Distrito Federal y sus reformas.

Ley de Salud del Distrito Federal, publicada el 17 de septiembre de 2009 en la Gaceta Oficial del Distrito Federal y sus reformas.

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicado el 30 de noviembre de 2006 en el Diario Oficial de la Federación y sus reformas.

Reglamento de la Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable para el Distrito Federal, publicada el 16 de junio de 2011 en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, publicado el 19 de octubre del 2012 en la Gaceta Oficial del Distrito Federal y sus reformas.

Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, publicado el 7 de octubre del 2008 en la Gaceta Oficial del Distrito Federal y sus reformas.

Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de junio de 2006.

Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCT2/2011, aspectos básicos para la revisión ocular diaria de la unidad destinada al autotransporte de materiales y residuos peligrosos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de agosto de 2011.

Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, Protección ambiental- Salud ambiental – Residuos peligrosos biológico - infecciosos- Clasificación y especificaciones de manejo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de febrero de 2003.

Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de febrero de 2013.

<sup>33</sup> EUROSAT, (2003). Calculation of indicators of environmental pressures caused by transport. Luxemburgo, Comunidades Europeas

UNDESA (2001). Indicators of sustainable development guidelines and methodologies, 2nd edition, Septiembre. Nueva York.

Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas.

<b>ECONÓMICA</b>	ETD4	COSTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR ACTIVIDAD HUMANA	COSTO DE LA ENERGÍA CONSUMIDA POR ACTIVIDAD ECONÓMICA, ACTIVIDAD SOCIAL Y PER CÁPITA	\$/kwh
<b>ECONÓMICA</b>	ETD5	AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR CAMBIO A USO DE TECNOLOGÍA ENERGÉTICA SOSTENIBLE	AHORRO POR EL CAMBIO DE OBTENCIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DE UNA TECNOLOGÍA ENERGÉTICA SOSTENIBLE (GASIFICADOR QUE OPERA CON RESIDUOS BIOMÁSCICOS)	kwh/año
<b>ECONÓMICA</b>	ETD6	AHORRO ECONÓMICO POR CAMBIO A USO DE TECNOLOGÍA ENERGÉTICA SOSTENIBLE	AHORRO ECONÓMICO POR EL CAMBIO DE OBTENCIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DE UNA TECNOLOGÍA ENERGÉTICA SOSTENIBLE, GASIFICADOR QUE OPERA CON RESIDUOS BIOMÁSCICOS	\$/kwh
<b>AMBIENTAL</b>	AAG1	CANTIDAD DE GEI EVITADOS POR USO DE TECNOLOGÍA ENERGÉTICA SOSTENIBLE	CANTIDAD DE CO2 EQUIVALENTE EVITADO POR EL USO DE LA TECNOLOGÍA ENERGÉTICA SOSTENIBLE (GASIFICACIÓN)	tCO2 equiv/año
<b>AMBIENTAL</b>	ACR2	CANTIDAD DE ReBiom GENERADOS POR ACTIVIDADES HUMANAS	CANTIDAD DE RESIDUOS BIOMÁSCICOS GENERADOS POR ACTIVIDAD ECONÓMICA, ACTIVIDAD SOCIAL Y PER CÁPITA PARA SU USO EN LA TECNOLOGÍA ENERGÉTICA SOSTENIBLE (GASIFICADOR)	kg/año
<b>AMBIENTAL</b>	APR3	POTENCIAL ENERGÉTICO DE ReBiom GENERADOS POR ACTIVIDADES HUMANAS	INDICADOR POTENCIAL ENERGÉTICO DE ReBiom GENERADOS POR ACTIVIDAD ECONÓMICA, ACTIVIDAD SOCIAL Y PER CÁPITA PARA SU USO EN LA TECNOLOGÍA ENERGÉTICA SOSTENIBLE	kwh/año
<b>AMBIENTAL</b>	ASV4	CANTIDAD DE SUELO RECUPERADO POR USO DE TECNOLOGÍA ENERGÉTICA SOSTENIBLE	CANTIDAD DE SUELO RECUPERADA POR USO DE RESIDUOS BIOMÁSCICOS ACUMULADOS PARA SU USO EN LA TECNOLOGÍA ENERGÉTICA SOSTENIBLE (GASIFICADOR)	m2/año
<b>SOCIAL</b>	SDC1	CRECIMIENTO POBLACIONAL	EVOLUCIÓN EN EL NÚMERO DE HABITANTES DE LA POBLACIÓN POR AÑO	habitantes/año
<b>SOCIAL</b>	SAC2	CANTIDAD DE ReBiom GENERADOS POR ACTIVIDADES HUMANAS	CANTIDAD DE RESIDUOS BIOMÁSCICOS GENERADOS POR ACTIVIDAD ECONÓMICA, ACTIVIDAD SOCIAL Y PER CÁPITA PARA SU USO EN LA TECNOLOGÍA ENERGÉTICA SOSTENIBLE (GASIFICADOR)	kg/año
<b>SOCIAL</b>	SDS3	VIVIENDAS SIN ACCESO A ELECTRICIDAD	NÚMERO DE VIVIENDAS SIN ACCESO A ELECTRICIDAD	viviendas/año
<b>SOCIAL</b>	SSM4	FALLECIMIENTOS POR EXPOSICIÓN A ReBiom	NÚMERO DE MUERTOS POR EXPOSICIÓN A CÚMULOS DE RESIDUOS BIOMÁSCICOS	defunciones/año
<b>SOCIAL</b>	SSE5	ENFERMEDADES POR EXPOSICIÓN A ReBiom	NÚMERO DE ENFERMEDADES POR EXPOSICIÓN A CÚMULOS DE RESIDUOS BIOMÁSCICOS	enfermedades/año
<b>SOCIAL</b>	SGE6	EQUIDAD DE GÉNERO	NÚMERO DE MUJERES CON PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN ALFABETISMO, EMPLEO Y PROGRAMAS DE EQUIDAD DE GÉNERO	mujeres/año

<b>SOCIAL</b>	SGH7	INSEGURIDAD POBLACIONAL	NÚMERO DE HOMICIDIOS NOCTURNOS OCURRIDOS EN LA POBLACIÓN	homicidios/año
<b>SOCIAL</b>	SGM8	MIGRACIÓN	NÚMERO DE MIGRANTES POR FALTA DE EMPLEO	migrantes/año
<b>SOCIAL</b>	SGC9	CORRUPCIÓN	NÚMERO DE ACTOS DE CORRUPCIÓN DENTRO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA	corrupción/año

### Elaboración de indicadores complejos bioenergéticos

A partir de los indicadores complejos, será necesario homogeneizar las unidades de medición para direccionarlos hacia la política de aprovechamiento biomásico energético, lo cual definirá los indicadores bioenergéticos. Esto con la finalidad de encontrar relaciones entre los indicadores complejos que puedan conjuntarse, de esta manera se simplifica la información que se va obtener del sistema, es menester mencionar que la propuesta metodológica es sencilla para que en conjunto, los actantes interesados, puedan hacer uso de ella. Para la realización de ello se consideró a la tecnología sostenible de Gasificación y los residuos biomásicos que están generando la problemática en la población, es así que para los indicadores complejos económicos se basó en el objetivo de variables en unidades monetarias nacionales mostrando costo beneficio por el uso de residuos biomásicos y la inversión del gasificador, en el caso de los indicadores complejos ambientales fue de unidades que reflejarán la intensidad de contaminación en aire, agua y suelo, así como unidades de peso que reflejen la cantidad de biomasa disponible por las actividades agropecuarias, finalmente para los indicadores complejos sociales el objetivo fue sobre unidades que muestren los efectos sobre la salud poblacional, el destino energético y las problemáticas sociales en la población (Tabla 1.3)

<b>INDICADORES COMPLEJOS COMPUESTOS</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>INDICADORES COMPLEJOS COMPUESTOS ECONÓMICOS</b>	
$\langle ETD1 ETD2 \rangle = \left[ \frac{\text{tecnología sostenible}}{\text{año}} \right] \left[ \frac{\$}{\text{tecnología sostenible}} \right] = \left[ \frac{\$}{\text{año}} \right]$	$\left[ \frac{\$}{\text{año}} \right]$
$\langle ETD3 ETD4 \rangle = \left[ \frac{\text{kwh}}{\text{año}} \right] \left[ \frac{\$}{\text{kwh}} \right] = \left[ \frac{\$}{\text{año}} \right]$	
$\langle ETD5 ETD6 \rangle = \left[ \frac{\text{kwh}}{\text{año}} \right] \left[ \frac{\$}{\text{kwh}} \right] = \left[ \frac{\$}{\text{año}} \right]$	
<b>INDICADORES COMPLEJOS COMPUESTOS AMBIENTALES</b>	
$\langle AAG1 AAG1 \rangle = \left[ \frac{\text{tecnología sostenible}}{\text{año}} \right] \left[ \frac{\text{t CO2 equiv}}{\text{año}} \right] = \left[ \frac{\text{t CO2 equiv}}{\text{año}} \right]$	$\left[ \frac{\text{t CO2 equiv}}{\text{año}} \right]$
$\langle AAG1 ACR2 \rangle = \left[ \frac{\text{tecnología sostenible}}{\text{año}} \right] \left[ \frac{\text{kg}}{\text{año}} \right] = \left[ \frac{\text{kg}}{\text{año}} \right]$	$\left[ \frac{\text{kg}}{\text{año}} \right]$
$\langle AAG1 APR3 \rangle = \left[ \frac{\text{tecnología sostenible}}{\text{año}} \right] \left[ \frac{\text{kwh}}{\text{año}} \right] = \left[ \frac{\text{kwh}}{\text{año}} \right]$	$\left[ \frac{\text{kwh}}{\text{año}} \right]$
$\langle AAG1 ACSV4 \rangle = \left[ \frac{\text{tecnología sostenible}}{\text{año}} \right] \left[ \frac{\text{m2}}{\text{año}} \right] = \left[ \frac{\text{m2}}{\text{año}} \right]$	$\left[ \frac{\text{m2}}{\text{año}} \right]$
$\langle AAG1 AAV5 \rangle = \left[ \frac{\text{tecnología sostenible}}{\text{año}} \right] \left[ \frac{\text{lt}}{\text{año}} \right] = \left[ \frac{\text{lt}}{\text{año}} \right]$	$\left[ \frac{\text{lt}}{\text{año}} \right]$

INDICADORES COMPLEJOS COMPUESTOS SOCIALES		
$\langle SDC1 SDE2 \rangle = \frac{\left[ \frac{\text{habitantes}}{\text{año}} \right]}{\left[ \frac{\text{kg}}{\text{año}} \right]} = \left[ \frac{\text{habitantes}}{\text{kg}} \right]$		$\left[ \frac{\text{habitantes}}{\text{kg}} \right]$
$\langle SDE2 SDS3 \rangle = \frac{\left[ \frac{\text{viviendas}}{\text{año}} \right]}{\left[ \frac{\text{kg}}{\text{año}} \right]} = \left[ \frac{\text{viviendas}}{\text{kg}} \right]$		$\left[ \frac{\text{viviendas}}{\text{kg}} \right]$
$\langle SDC1 SSM4 \rangle = \frac{\left[ \frac{\text{defunciones}}{\text{año}} \right]}{\left[ \frac{\text{habitantes}}{\text{año}} \right]} = \left[ \frac{\text{defunciones}}{\text{habitantes}} \right]$		$\left[ \frac{\text{defunciones}}{\text{habitantes}} \right]$
$\langle SDE2 SSM4 \rangle = \frac{\left[ \frac{\text{defunciones}}{\text{año}} \right]}{\left[ \frac{\text{kg}}{\text{año}} \right]} = \left[ \frac{\text{defunciones}}{\text{kg}} \right]$		$\left[ \frac{\text{defunciones}}{\text{kg}} \right]$
$\langle SDC1 SSE5 \rangle = \frac{\left[ \frac{\text{enfermedades}}{\text{año}} \right]}{\left[ \frac{\text{habitantes}}{\text{año}} \right]} = \left[ \frac{\text{enfermedades}}{\text{habitantes}} \right]$		$\left[ \frac{\text{enfermedades}}{\text{habitantes}} \right]$
$\langle SDE2 SSE5 \rangle = \frac{\left[ \frac{\text{enfermedades}}{\text{año}} \right]}{\left[ \frac{\text{kg}}{\text{año}} \right]} = \left[ \frac{\text{enfermedades}}{\text{kg}} \right]$		$\left[ \frac{\text{enfermedades}}{\text{kg}} \right]$
$\langle TEC - SOS SGE6 \rangle = \left[ \frac{\text{tecnología}}{\text{sostenible}} \right] \left[ \frac{\text{mujeres}}{\text{año}} \right] = \left[ \frac{\text{mujeres}}{\text{año}} \right]$		$\left[ \frac{\text{mujeres}}{\text{año}} \right]$
$\langle TEC - SOS SGH7 \rangle = \left[ \frac{\text{tecnología}}{\text{sostenible}} \right] \left[ \frac{\text{homicidios}}{\text{año}} \right] = \left[ \frac{\text{homicidios}}{\text{año}} \right]$		$\left[ \frac{\text{homicidios}}{\text{año}} \right]$
$\langle TEC - SOS SGM8 \rangle = \left[ \frac{\text{tecnología}}{\text{sostenible}} \right] \left[ \frac{\text{migrantes}}{\text{año}} \right] = \left[ \frac{\text{migrantes}}{\text{año}} \right]$		$\left[ \frac{\text{migrantes}}{\text{año}} \right]$
$\langle TEC - SOS SGC9 \rangle = \left[ \frac{\text{tecnología}}{\text{sostenible}} \right] \left[ \frac{\text{corrupción}}{\text{año}} \right] = \left[ \frac{\text{corrupción}}{\text{año}} \right]$		$\left[ \frac{\text{corrupción}}{\text{año}} \right]$

Tabla 1.3 Indicadores complejos bioenergéticos. Realización propia.

El análisis de unidades realizado permitió conjuntar y simplificar los diferentes indicadores simples correspondientes a cada dimensión, pues a pesar de que éstos pertenezcan a un mismo grupo, por las unidades en que se representan pueden ser distintas impidiendo llevar a cabo análisis. En relación con las unidades de indicadores complejos económicos cabe mencionar que están involucrados los costos de generación de energía, potenciales económicos de ahorro de energía, los costos por adquisición de la tecnología de gasificación y los insumos de energía en

función del precio de la electricidad, estos son los ejes sobre los cuales se determinaron las unidades de indicadores económicos, principalmente. Por otro lado, para los ambientales, se determinador por unidades de toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> al año y kilogramos de ReBiom al año. Para los indicadores correspondientes a lo social, se determinaron en función del crecimiento de la población y por las diferentes problemáticas que traen consigo el cúmulo de residuos biomásicos y la ausencia de electricidad o de un servicio deficiente eléctrico. Esto es porque la dimensión social funciona desde diferentes parámetros que tienen que ser considerados cada uno en relación con el aprovechamiento. De esta manera será posible observar como es que un problema de residuos biomásicos permea hasta ciertos fenómenos sociales, los alcances de la problemática, a que grupos vulnerables y no vulnerables. Por ello las unidades están dadas no solo en cuestiones demográficas de vivienda y crecimiento poblacional sino también en número de migrantes al año, casos de corrupción al año, salud, entre otros. Es menester mencionar que se realizaron las distinciones de las categorías para cada dimensión, también fue una guía el marco propuesto por Comisión de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sustentable<sup>34</sup>

### *3.1.4 Macro indicadores dimensionales que representan el sistema SETA*

De acuerdo con los marcos evaluativos que fueron utilizados para poder caracterizar el sistema, así como el modelo PER que orientó al sistema en cuanto a los componentes que integran la sinergia entre Presión, Estado y Respuesta, todo ello dio lugar a la conformación de los Indicadores Complejos Bioenergéticos que integran los atributos representativos de cada dimensión sostenible. De esta manera fue posible organizar, clasificar las distintas categorías representativas del sistema bioenergético a evaluar. Hasta este punto los indicadores obtenidos muestran la representatividad de cada dimensión, sin embargo, no representan la unidad dimensional del sistema, pues cada elemento, es decir cada indicador complejo determina los elementos constitutivos, pero por separado, sobre el objetivo de generar energía eléctrica a partir de residuos biomásicos y los respectivos caracteres que constituyen a cada una de las dimensiones. Para lo que será necesario realizar indicadores marco que representen todos los indicadores complejos así como las relaciones que se establecen entre cada indicador, por lo que la realización de los indicadores Macro permitirá conocer las interacciones que pueden establecerse a partir de la agrupación de los indicadores compuestos bioenergéticos que sintetizan la información requerida para trazar las tendencias en el tiempo, de los comportamientos de cada uno de los fenómenos que ocurren en las tres dimensiones sostenibles en torno a la problemática de residuos biomásicos. Esto será dado por la unificación de unidades ya realizado, se representará a través de ecuaciones integradas por la suma de los indicadores complejos bioenergéticos pero cada miembro de la ecuación, es decir, cada indicador complejo es independiente, pero en unión con los demás a través de la homogeneización de unidades que ya se dio para todos los indicadores, es así como será posible que estos interactúen para poder brindar un resultado esquemático que entrelaza diferentes atributos del sistema.

#### **Indicadores Macro Económicos**

Para la conformación de estos indicadores es menester mencionar que los ICB se enfocan en la reducción de las pérdidas económicas a través del aprovechamiento de residuos biomásicos, en las ventajas económicas que trae consigo el uso de la gasificación para tal aprovechamiento y en el consumo, en términos monetarios, de energía eléctrica. Es decir en los costos y ahorros monetarios que implica la transición tecnológica y le uso de los residuos biomásicos de la población.

---

<sup>34</sup> UNDESA (2001). Indicators of sustainable development: Framework and Methodologies Background paper No.3 CSD9, UNDESA/DSD/2001/3, April 2001, New York. E.U.

Para ello, se formularon tres ecuaciones que expresan el costo anual de energía, costo por sustitución y ahorro anual de energía. A continuación, se muestran los elementos que componen a cada una de las ecuaciones determinadas.

#### *Costo Anual de Bioenergía CAB*

Este indicador revela los costos de energía y de consumo a partir de las unidades \$/año por sector o destino final, costos de energía por región. Considerando que es importante conocer los precios de consumo energético puesto que varían dependiendo la región y el sector, facilitando así el futuro análisis de ahorro energético demostrado en cantidades monetarias. Cabe mencionar que el ahorro energético expresado en ahorro monetario es una de las prioridades de esta dimensión a partir de una sustitución sostenible. Por lo que la sumatoria se muestra de la siguiente manera:

(1) ...

$$I_{CAB} = \left( \frac{\$}{\text{año}} \text{ Costo de energía por sector} \right) + \left( \frac{\$}{\text{año}} \text{ Costo de energía por región} \right) + \left( \frac{\$}{\text{año}} \text{ Costo de consumo energético por sector} \right) + \left( \frac{\$}{\text{año}} \text{ Costo de consumo energético por región} \right) + \left( \frac{\$}{\text{año}} \text{ Potencial económico energético disponible de los ReBiom} \right)$$

#### *Ahorro Bioenergético Anual ABA*

Para la determinación de este indicador se consideraron los ahorros energéticos en términos monetarios, resultantes del cambio de uso de tecnología de producción energética convencional por una sostenible que es el caso en el proceso de Gasificación, por lo que se consideraron ahorros económicos por sector por región y por cambio de uso de una tecnología de producción energética convencional a una no convencional. Quedando así la sumatoria de:

(2) ...

$$I_{ABA} = \left( \frac{\$}{\text{año}} \text{ Ahorro de energía por sector} \right) + \left( \frac{\$}{\text{año}} \text{ Ahorro de energía por región} \right) + \left( \frac{\$}{\text{año}} \text{ Ahorro de energía por cambio a uso de una TGS} \right)$$

#### *Costos por Sustitución a una Tecnología de Gasificación CsTG*

Las implicaciones de gastos monetarios que trae consigo la apropiación de una nueva tecnología son, para este diseño de aprovechamiento de residuos, son por ejemplo los gastos que se destinan al tratamiento de residuos biomásicos, desde su tratamiento insitu hasta su trasportación a la planta de gasificación, por otro lado la inversión necesaria para poder instalar el gasificador, así como los costos de operación e instalación de ésta, para lo cual se ha diseñado la siguiente sumatoria:

(3) ...

$$I_{cSTG} = \left( \frac{\$}{\text{año}} \text{Costo de la TGS} \right) + \left( \frac{\$}{\text{año}} \text{Costo por el cambio a una TGS} \right) \\ + \left( \frac{\$}{\text{año}} \text{Gasto por el tratamiento de ReBiom} \right) + \left( \frac{\$}{\text{año}} \text{Costo de instalación de la TGS} \right) \\ + \left( \frac{\$}{\text{año}} \text{Costo por la operación de la TGS} \right) + \left( \frac{\$}{\text{año}} \text{Apoyos economicos para la adquisición de TGS} \right)$$

### Indicadores Macro Ambientales

De igual manera que el anterior indicador fue necesario establecer unidades generales a todos los indicadores para poder homologar los elementos de la sumatoria, que para ello se utilizaron algunos métodos para unificación de unidades<sup>35</sup>. Una vez realizado ello, se consideraron elementos evaluativos de los ICB que representen a una ecuación general enfocada en la mitigación de la contaminación ambiental, de agua, suelo y aire. Por lo que se llegaron a las siguientes ecuaciones.

#### *Toneladas Equivalentes de CO<sub>2</sub>*

Las Toneladas Equivales de CO<sub>2</sub> generados por el cúmulo de ReBiom provenientes de diferentes sectores de actividades humanas, así como la disposición de estos mismos residuos para su uso y aprovechamiento energético, como parte de la evaluación que debe en qué medida se mitiga la contaminación ambiental. Por lo que se llegó a la siguiente primera ecuación:

(4) ...

$$I_{TCO2E} = \left( \frac{\text{Ton CO2 equiv}}{\text{año}} \text{Emisión de GEI por Tno C} \right) + \left( \frac{\text{Ton CO2 equiv}}{\text{año}} \text{Emisión de GEI por habitante} \right) \\ + \left( \frac{\text{Ton CO2 equiv}}{\text{año}} \text{Emisión de GEI por destino final} \right) + \left( \frac{\text{Ton CO2 equiv}}{\text{año}} \text{Emisiones evitadas por sustitución a una TGS} \right) \\ + \left( \frac{\text{Ton CO2 equiv}}{\text{año}} \text{Emisiones de GEI por cúmulo de ReBiom} \right)$$

<sup>35</sup> Duran, Gema. (2006). Medir la sostenibilidad: Indicadores Económicos, Ecológicos y Sociales. Departamento de Estructura Económica y Economía del Desarrollo. Universidad Autónoma de Madrid.



### *Potencial energético de ReBiom PeRB*

Para este indicador se considera el potencial bioenergético que puede obtenerse de los residuos biomásicos disponibles en la población a evaluar, por lo que se consideran las unidades de kg al año que ayuda a la estimación de voltaje eléctrico que se generará a partir de estos residuos. Se describió de la siguiente manera:

(5) ...

$$I_{PeRB} = \left( \frac{kg}{año} \text{ Generación de ReBiom} \right)_{\text{por destino final}} + \left( \frac{kg}{año} \text{ Generación de ReBiom} \right)_{\text{por habitante}}$$

### **Indicadores Macro Sociales**

Dentro de esta categoría de indicadores se consideran el acceso a la energía eléctrica y los alcances dimensionales de los efectos que puede tener el cúmulo de residuos biomásicos y la deficiencia o falta de energía eléctrica en una población. Es así como estas causas pueden tener efectos negativos en la salud, la equidad, inseguridad, migración y corrupción y analfabetismo en la población a evaluar, principalmente, que están íntimamente ligados a la demografía del sitio. Para lo que se ha definido las siguientes ecuaciones:

*Viviendas con acceso a energía VAE*

(6) ...

$$I_{VAE} = \left( \frac{viviendas}{año} \text{ Total de viviendas} \right)_{\text{con acceso a energía}} + \left( \frac{viviendas}{año} \text{ Viviendas sin acceso a energía} \right)$$

Problemáticas sociales en torno al cúmulo de ReBiom y deficiencia o ausencia de electricidad PSRE

(7) ...

$$I_{PSRE} = \left( \frac{habitantes}{año} \text{ Crecimiento poblacional} \right) + \left( \frac{habitantes}{año} \text{ Inseguridad} \right) \\ + \left( \frac{habitantes}{año} \text{ equidad de género} \right) + \left( \frac{habitantes}{año} \text{ Migración} \right) \\ + \left( \frac{habitantes}{año} \text{ Analfabetismo} \right)$$

PSREcc como indicador de corrupción ya que sus unidades son específicamente en número de casos que se registran por institución o dirección.

(8) ...

$$I_{PSREcc} = \left( \frac{\text{casos}}{\text{año}} \text{Corrupción} \right)$$

La definición de los Macro Indicadores está dada para las tres dimensiones sostenibles con base en los indicadores complejos bioenergéticos. Para cada categoría se observaron los atributos y objetivos representativos que emergieron a partir del modelo PER, así como la inspección que se tuvo en la homogenización de las unidades de cada indicador para facilitar la interacción de datos y por ende la interpretación multivariable de estos mismos. También se estructuraron partiendo de los caracteres que contextualizan la problemática como los precios de la energía eléctrica dependiendo de la región y sector, entre otros. La importancia de ir concretando la diversidad de elementos constitutivos, así como las diversas dimensiones entre las que éstos se mueven, dando paso a observar una problemática de residuos de una manera organizada y puntual que permita la toma de decisiones bajo información legítima. De tal forma que, para poder establecer una matriz en la que las interacciones entre dimensiones e indicadores, sea posible se necesitan definir algunos vectores que contextualicen la problemática abordada, siendo así la ruta para poder interpretar y proyectar los alcances de los indicadores complejos en tanto que dimensiones. Los vectores considerados para la elaboración de indicadores marco fueron: región, ReBiom, costo de energía, consumo de energía, emisión de contaminantes, tecnología de gasificación sostenible, viviendas, defunciones, enfermedades, problemáticas sociales, crecimiento poblacional.

Los vectores independientes definidos para los indicadores Macro sitúan en un contexto, circunstancias particulares que definen a cada una de las dimensiones, así como sus alcances. Los vectores también desdibujan las líneas estructurales que sustentan a cada elemento de las dimensiones y del sistema, es una guía del movimiento que los fenómenos que ocurren dentro de un sistema por ello es importante considerar aquellos que denoten sobre las estructuras económicas, el grado de contaminación ambiental y el desarrollo social de la población, y que aun cuando éstos no mantengan alguna interrelación pueden estar presentes en varias de las dimensiones sostenibles. Por lo anterior es necesario determinar vectores independientes para cada una de las dimensiones identificando y conjuntando los elementos relacionados con la problemática del cumulo de ReBio y la ineficiencia o falta de energía eléctrica. A continuación, se muestran los vectores definidos para cada categoría sostenible (Tabla 3.4).

<b>Dimensión Sostenible Económica</b>	<b>Dimensión Sostenible Social</b>	<b>Dimensión Sostenible Ambiental</b>
Sector Región Tecnología de Gasificación Sostenible ReBiom	Viviendas Sector Edad Alumbrado público ReBiom Tecnología de Gasificación Sostenible	Sector Destino energético final ReBiom Tecnología de Gasificación Sostenible Emisiones de contaminantes

Tabla 3.4 Vectores independientes para la realización de indicadores Macro. Realización propia.

Como es de observarse, cada categoría tiene al menos un vector independiente en común esto es porque el objetivo perseguido en este diseño metodológico va en función del aprovechamiento de residuos a partir de la tecnología de gasificación, y que a pesar de que las dimensiones puedan ser diferentes y atender diversas problemáticas comparten el contexto que dan los vectores. Tales son los vectores de Tecnología de Gasificación Sostenible y residuos biomásios ReBiom que se encuentran presentes en todas las dimensiones ya que son los puntos de partida para el aprovechamiento de residuos. Por otro lado, en el caso de la dimensión económica se destacan los vectores de Costo energético y consumo de energía que son de suma importancia que aunados con los demás vectores establecen la estructura contextual de hacia dónde se orienta la meta, que para este caso es hacia el ahorro. En el caso de la dimensión ambiental, se enfocan en el grado de emisiones de contaminantes tanto por el cúmulo de residuos biomásicos en una población, y para el caso social los vectores independientes se distinguen por las problemáticas hasta las cuales se extiende la problemática ambiental del cúmulo de residuos<sup>36</sup>. Para poder integrar los vectores independientes determinados para cada dimensión se elaboraron las siguientes formulas dependiente<sup>37</sup>, con el objetivo de efectuar la interacción entre las diferentes categorías sostenibles, que a su vez darán cabida a la jerarquización de dichas categorías en función de las metas que se quieren cumplir en el diseño de aprovechamiento energético residual.

### Indicadores Macro Económicos en función de los vectores determinados

Como primer caso se consideró el macro de Costo Anual de Bioenergía CAB que evalúa el uso de la energía desde la perspectiva monetaria, así como la intensidad energética de la población. Será entonces necesario que a través de este indicador se pueda identificar todos aquellos factores que alteren el ritmo de desarrollo económico en relación con el cúmulo de residuos biomásicos y la falta o ineficiencia eléctrica, así como la transición tecnológica hacia una mejor alternativa ambiental y social, en efecto (Tabla 3.5).

Indicador	Nomenclatura	Unidades
Costo anual de energía por destino energético final	CABD1	\$/año
Costo anual de energía por región	CABR2	\$/año
Costo promedio de energía de la TGS por eficiencia	CABTG3	\$/año
Ecuación algebraica	$I_{CAB} = (CABD1) + (CABR2) + (CABTG3)$	

Tabla 3.5 Macroindicador del Costo Anual de Bioenergía. Realización propia.

Como segundo caso, se tiene el indicador macro de Costos por Sustitución que está relacionado con el macro de Ahorro monetario, porque los ahorros monetarios ocurren en el momento de la sustitución de una nueva tecnología sostenible, considerando el ahorro genuino que refiere a la tasa real de ahorro de una economía o ahorro neto, quedando de la siguiente manera:

Indicador	Nomenclatura	Unidades
Potencial de ahorro económico por aprovechamiento de ReBiom	CSReBiom1	\$/año

<sup>36</sup> Para la definición de los vectores se apoyo en la información encontrada en: Ribeiro (2006), UNSD (2003).

<sup>37</sup> Las ecuaciones determinadas ya en función de los vectores se elaboraron a partir de información encontrada en: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2004). Indicadores de desarrollo sustentable en México. INEGI.

<b>Potencial de ahorro económico por sustitución de TGS</b>	CSTGS2	\$/año
Ecuación algebraica	$I_{CS} = (CSReBiom1) + (CSTGS2)$	

Tabla 3.6 Macroindicador de Costos por Sustitución. Realización propia.

### Indicadores Macro Ambientales en función de los vectores determinados

En este macro indicador se consideran las Toneladas Equivalentes de CO<sub>2</sub> emitidas por causa del consumo de energía eléctrica, así como las que se generan a partir del cúmulo de residuos biomásicos sin aprovechamiento o uso. Por lo que se enfoca a el grado de contaminación que se genera a partir de estas problemáticas a nivel ambiental, así como brindar información sobre los programas de aprovechamiento de residuos que se apliquen en la población, de forma más indirecta también dictamina la exposición de los pobladores a estos focos de infección. Por lo que el indicador se muestra de la siguiente forma:

Indicador	Nomenclatura	Unidades
<b>Emisiones de CO<sub>2</sub> por Destino Energético Final</b>	TED1	Ton de CO <sub>2</sub> equiv/año
<b>Emisiones de CO<sub>2</sub> por cúmulo de ReBiom</b>	TERB2	Ton de CO <sub>2</sub> equiv/año
<b>Emisiones de CO<sub>2</sub> por Tecnología de Gasificación Sostenible</b>	TETGS3	Ton de CO <sub>2</sub> equiv/año
<b>Generación de residuos biomásicos por sector</b>	TERBS4	Ton de CO <sub>2</sub> equiv/año
Ecuación algebraica	$I_{TCO2E} = (TED1) + (TERB2) + (TETGS3) + (TERBS4)$	

Tabla 3.7 Macroindicador de Toneladas Equivalente de CO<sub>2</sub>. Realización propia.

Por consecuente y con el objetivo de conocer la cantidad de emisiones que se pueden evitar si es que se sustituye el consumo de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de residuos biomásicos a través de la tecnología de gasificación, sirviendo como ahorro de energía dentro de un programa en el que tal vez no sólo se aproveche el residuo para fines energéticos sino que pueda ser destinado para otros programas que se diseñen en población o comunidad, dependiendo de sus intereses. Para ello se desarrolló la siguiente ecuación:

Indicador	Nomenclatura	Unidades
<b>Emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas por sustitución a la TGS</b>	EETGS1	Ton de CO <sub>2</sub> equiv/año
<b>ReBiom disponibles para aprovechamiento bioenergético por TGS</b>	RBA2	Ton de CO <sub>2</sub> equiv/año
<b>Emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas por aprovechamiento de ReBiom</b>	EERB3	Ton de CO <sub>2</sub> equiv/año
Ecuación algebraica	$I_{ERG} = (EETGS1) + (RBA2) + (EERB3)$	

Tabla 3.8 Macroindicador de Emisiones evitadas por uso de la Tecnología de Gasificación. Realización propia.

### Indicador Macro Sociale en función de los vectores determinados

Dentro de la categoría social es importante registrar los progresos en tanto que accesibilidad al servicio de energía eléctrica y los alcances de la problemática de cúmulo de residuos biomasicos en una población, pues no sólo incide sobre los ecosistemas sino que también tiene efectos en algunas problemáticas sociales como la salud y educación principalmente, que a su vez revela la calidad de vida de la población. Por lo que se determinaron los siguientes indicadores:

Indicador	Nomenclatura	Unidades
Total de viviendas con electricidad	VCE1	Viviendas/año
Total de viviendas sin electricidad	VSE2	Viviendas/año
Sectores con acceso a electricidad	SCE3	Sectores/año
Defunciones por exposición a Rebiom por edad	DRBE4	Defunciones/año
Enfermedades por exposición a Rebiom por edad	ERBE5	Enfermedades/año
Casos de inseguridad por ausencia del alumbrado público	ISAP6	Casos de inseguridad/año
Casos de corrupción en la red de distribución de energía eléctrica	CREE7	Casos de corrupción/año
Número de mujeres que pueden trabajar en la planta de gasificación	MTG8	Mujeres/año
Número de hombres que pueden trabajar en la planta de gasificación	HTG9	Hombre/año
Número de empleos que se generan por el cambio a una TGS	ECTGS10	Empleos/año
Ecuación algebraica	$I_{PS} = (VCE1) + (VSE2) + (SCE3) + (DRBR4) + (ERBE55) + (ISAP6) + (CREE7) + (MTG8) + (HTG9) + (ECTGS10)$	

Tabla 3.9 Macroindicador de problemáticas sociales. Realización propia.

### Indicador Macro Tecnológico de “Gasificación”

Finalmente, los indicadores que definen el consumo energético de la población, tanto la materia disponible para sustentar el funcionamiento del gasificador, así como la energía necesaria para que el sistema de gasificación opere se muestran en la siguiente tabla (3.10).

Indicador	Nomenclatura	Unidades
Consumo total de energía para iniciar la TGS	CEiTGS1	GWh/año
Energía total disponible de ReBiom para aprovechamiento energético	EReBiom2	GWh/año
Producción neta de energía eléctrica a través de la TGS	PNETGS3	GWh/año

Consumo total de energía eléctrica de los sectores	CES4	GWh/año
Consumo de energía eléctrica total de la población	CEPo5	GWh/año
Ecuación algebraica	$I_{TCE} = (CEiTGs1) + (EReBiom2) + (PNETGS3) + (CES4) + (CEPo5)$	

Tabla 3.10 Macroindicador del Total de Consumo Energético por tecnología. Realización propia.

Cabe mencionar que, para este ultimo macroindicador se consideró la tecnología de gasificación, puesto que se cuenta con esta posibilidad de aplicación de aprovechamiento biomásico, sin embargo la tecnología con la que se disponga para la población en cuestión, puede ser ajustada a la metodología, siempre y cuando ésta sea ambiental y socialmente responsable en la generación de energía.

# CAPÍTULO 4

## DISEÑO DE LA METODOLOGÍA

En el capítulo anterior se definieron los indicadores que representan los elementos constitutivos del sistema SETA. Indicadores que se integran al diseño de la metodología para la elaboración del diseño metodológico, se identificaron significaciones básicas, constructos y normas de interacción en un sistema bioenergético.

## 4.1 Etapas base que constituyen la metodología propuesta

### 4.1.1 Núcleo metodológico, Proceso evaluativo, Escenarios presentes, Escenarios futuros y Toma de decisiones

El diseño de la presente metodología se compone por cinco etapas base que, de manera secuencial van generando la ruta de evaluación en torno a la problemática de residuos biomásicos del sitio específico. Es importante mencionar que las etapas base fueron diseñadas desde la concepción de *comunidad*, en el entendido de que este procedimiento evaluativo fue diseñado para poblaciones pequeñas. Y que, se pensó desde una visión ontológica sostenible para la formulación de políticas multiagenciales en un sistema bioenergético. Es así como a partir de tal estructura base, las etapas constitutivas de esta metodología se concentraron en un vector integral que requiere del ejercicio transdisciplinario a partir de: el *diálogo de saberes entre actantes* interesados, el *componente analítico* cuali-cuantitativo, y la *construcción de narrativas epistémicas* emergentes desde el reconocimiento analítico y sensible del problema comunitario contextualizado. Todo ello con proyección de los posibles escenarios, que darán apretura y legitimidad a la toma de decisiones que realizará el cuerpo comunitario, en torno al aprovechamiento bioenergético (Tabla 4.1).

A continuación, se muestran las secciones y las etapas correspondientes de la metodología, las cuales son desarrolladas más adelante.

<b><u>NÚCLEO METODOLÓGICO</u></b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ <i>Colaboradores</i> [pobladores de la comunidad y actores interesados]</li><li>✓ <i>Reconocimiento</i> [de la problemática residual]</li><li>✓ <i>Política</i> [sostenible de aprovechamiento de los residuos biomásicos]</li><li>✓ <i>Objetivos</i> [sostenibles, ambiental, social, económico]</li></ul>
<b><u>PROCESO EVALUATIVO</u></b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ <i>Etapa A</i> [Diálogo y Narrativas]</li><li>✓ <i>Etapa B</i> [Potencial de aprovechamiento residual]</li><li>✓ <i>Etapa C</i> [Estado de la situación energética]</li><li>✓ <i>Análisis multicriterio</i></li></ul>
<b><u>ESCENARIOS PRESENTES</u></b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ <i>Diálogo y narrativas sociales</i></li><li>✓ <i>Diálogo y narrativas residuales</i></li><li>✓ <i>Diálogo y narrativas energéticas</i></li></ul>
<b><u>ESCENARIOS FUTUROS</u></b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ <i>Economía</i></li><li>✓ <i>Ambiente</i></li><li>✓ <i>Sociedad</i></li></ul>
<b><u>TOMA DE DECISIONES</u></b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ <i>Intereses ambientales</i></li><li>✓ <i>Intereses sociales</i></li><li>✓ <i>Intereses económicos</i></li></ul>

Tabla 4.1 Secciones y etapas que componen la metodología de aprovechamiento.



## **NÚCLEO METODOLÓGICO**

El enfoque medular de la metodología se basa en observar a la problemática desde un concepto sostenible, es decir que se integren elementos de las dimensiones sociales, tales como los económicos, ambientales, sociales y hasta los tecnológicos, como lo es en este caso de la tecnología de gasificación. Así como el énfasis en la operación de esta metodología desde un ejercicio transdisciplinario, en el que tanto los habitantes de la comunidad como los actores interesados mantengan una comunicación y participación continua en el desarrollo de alternativas para las problemáticas que devengan del cúmulo de residuos biomásicos (Figura 4.1).

### ✓ COLABORADORES

*Pobladores de la comunidad y actores interesados.*

*¿quiénes son los afectados por el cúmulo de residuos biomásicos?*

*¿quiénes son los interesados en resolver la problemática de residuos biomásicos?*

Se considerarán colaboradores a los habitantes de la comunidad, así como las personas, instituciones privadas o públicas, gobierno, organismos intelectuales, interesados en buscar alternativas ante las problemáticas generadas por el cúmulo de residuos biomásicos y su aprovechamiento con fines bioenergéticos, en el sitio a evaluar. Por lo que será necesario que se reconozcan las dinámicas en tanto que políticas internas y relaciones jerárquicas al interior de la comunidad, y su relación con políticas externas. O bien reconocerlas a partir de herramientas sociales como *observación participante, entrevistas semiestructuradas, diseño de jerarquías sociales, mapeo de actores*, entre otras.

### ✓ RECONOCIMIENTO

*Reconocer la problemática de residuos biomásicos.*

*¿de qué maneras está afectando el cúmulo de residuos biomásicos?*

Reconocer que existen diversas problemáticas originadas a partir del cúmulo de residuos biomásicos, sin uso o aprovechamiento en la comunidad, da paso a la sensibilización y por ende toma de conciencia de los pobladores y *stakeholders* ante lo que acontece en el sitio.

### ✓ POLÍTICA

*El carácter constitutivo de la política es sostenible*

*¿qué es lo que se busca al abordar la problemática de residuos?*

La política es de carácter sostenible y se dirige al aprovechamiento bioenergético de los residuos biomásicos disponibles en la comunidad, integrando así las dimensiones social, ambiental y económica hacia un fin común, el aprovechamiento residual.

### ✓ OBJETIVOS

*Los objetivos sostenibles.*

*¿cuáles objetivos sostenibles que se persigue con esta política sostenible de aprovechamiento residual?*

La política de aprovechamiento se dirige hacia tres objetivos dimensionales que son:

1. Ambiente. - mitigar la contaminación ambiental generada a partir del cúmulo de residuos biomásicos
2. Sociedad. - aumentar la resiliencia social frente a las problemáticas originadas por los residuos biomásicos
3. Economía. - optimización del costo-beneficio por el aprovechamiento de residuos biomásicos

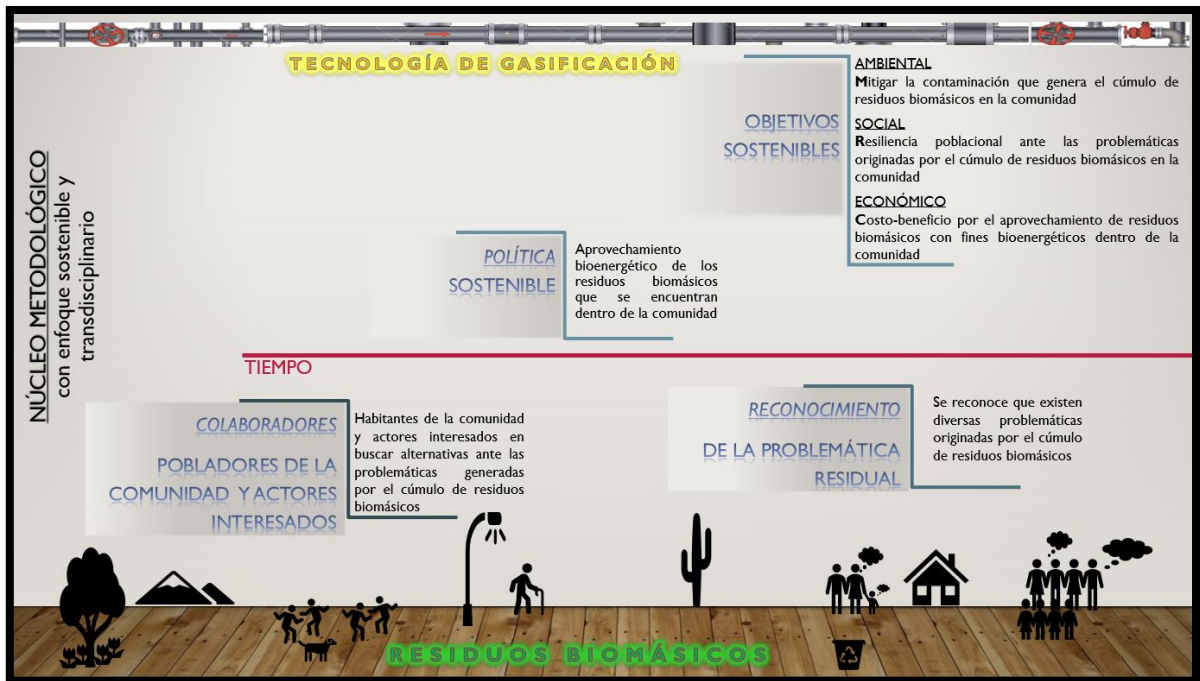


Figura 4.1 Primera fase de la metodología de aprovechamiento residual. Realización propia.

## PROCESO EVALUATIVO

Las etapas que componen este proceso evaluativo y valorativo se realizan a partir de indicadores definidos para esta sección. De tal manera, que será posible observar los estados presentes de los diversos atributos representativos del sistema (Figura 4.2).

### ✓ ETAPA “A”

*Diálogo y Narrativas*

*¿qué dinámicas sociales se ven afectadas por la problemática de residuos?*

El acercamiento a través del diálogo entre los habitantes de la comunidad y los actores interesados da paso a la reconstrucción histórica de las problemáticas que devienen de los residuos biomásicos. Las experiencias particulares y en comunidad, aunado a las perspectivas de los “*stakeholders*”, conforman diversas narrativas en las que se sintetizan la complejidad de las dinámicas del sistema. Las narrativas elaboradas en un lenguaje común que vinculen conocimientos de los interesados, definidos en múltiples contextos, contrastando valores, percepciones, ideologías, pero con objetivos en común, encuentran los componentes críticos que interpretan y comunican a través de los indicadores.

A través de la manifestación de cómo es que se aprecia la problemática de residuos es posible describir todo aquello que se identifica dentro del problema, para posteriormente evaluar a través de los indicadores de cada etapa respectivamente el grado de afectación de la acumulación de residuos.

✓ ETAPA “B”

*Potencial de aprovechamiento residual*

*¿Cuál es la disponibilidad de los residuos biomásicos en la comunidad?*

En esta etapa se identifica, clasifica y estima el potencial de residuos biomásicos con fines bioenergéticos. Lo cual es determinado a partir de los siguientes puntos:

IDENTIFICACIÓN:

a) Sitio ambiental de la comunidad en el que se encuentran los residuos biomásicos:

\_\_\_ CUERPOS DE AGUA *manantiales, ríos, lagos, lagunas, mar*

\*Residuos biomásicos de origen humano depositados por los pobladores

\*Residuos biomásicos de origen económico depositados por actividades económicas

\*Residuos biomásicos naturales considerados como organismos que están afectando los ciclos de la naturaleza

\_\_\_ SUELO *en tiraderos a cielo abierto con suelo pavimentado, sobre calles pavimentadas cerca de las casas habitacionales, cerca o dentro de las áreas de cultivo, en la periferia de las casas habitacionales de la comunidad*

\*Residuos biomásicos de origen humano depositados por los pobladores

\*Residuos biomásicos de origen económico depositados por actividades económicas

\*Residuos biomásicos naturales considerados como organismos que están afectando los ciclos de la naturaleza

\_\_\_ AIRE

\*Residuos biomásicos que estén afectando la calidad del aire

b) Usos actuales de los residuos biomásicos en la comunidad  
los residuos biomásicos son ubicados y:

\*Son aprovechados

→¿De qué manera?

→¿Con qué fines?

\*Son rehusados

→¿De qué manera?

→¿Con qué fines?

CLASIFICACIÓN

a) Residuos biomásicos por sector poblacional

→DOMÉSTICO

Todos los residuos biomásicos generados en las viviendas

→NEGOCIOS COMUNDALES Y PARTICULARES

Todos los residuos biomásicos generados por los negocios comunales y particulares, tales como tiendas de abarrotes, mercados, tianguis, parques o espacios recreativos ecoturísticos, industrias y servicios

→AGROPECUARIO

Todos los residuos biomásicos generados por las actividades agropecuarias, como agricultura, ganadería, también actividades acuícolas

→EDUCATIVO-ARTÍSTICO

Todos los residuos biomásicos generados en espacios destinados a la educación y formación o actividades artísticas-culturales

→**PODAS**

*Todos los residuos biomásicos generados a través de las podas como planes de manejo en silvicultura, o bien, en áreas ajardinadas*

b) *Tipo de residuos biomásicos*

→**MATERIA CELULÓSICA**

*Todos aquellos residuos biomásicos que se identifiquen como plantas, madera, hojas, ramas y algas*

→**ORGANISMOS BIOLÓGICOS**

*Todos aquellos residuos biomásicos que se identifiquen como organismos biológicos, tales como peces, mamíferos, insectos*

→**FRUTAS Y VERDURAS**

*Todos aquellos residuos biomásicos identificados como frutas y verduras*

→**HECES FECALES**

*Todos aquellos residuos biomásicos identificados como heces fecales de animales y humanos*

c) *Espacio socioeconómico afectado por la presencia de residuos biomásicos*

→**POBLACIÓN**

*El cúmulo de residuos biomásicos ha provocado problemas sociales*

→**ECONOMÍA**

*El cúmulo de residuos biomásicos ha provocado afecciones en la economía de algún sector poblacional (doméstico, negocios comunales/particulares, agropecuario, educativo-artístico, podas)*

## ESTIMACIÓN

La estimación de la cantidad de residuos biomásicos en toneladas y potencial energético disponibles en la comunidad, son datos importantes para esta etapa del trabajo, pues conocer la cantidad de residuos disponibles y su equivalencia energética permitirá conocer si la demanda energética de la comunidad puede ser cubierta por la materia disponible, así como conocer los sectores que puede cubrir esta alternativa energética.

✓ ETAPA “C”

*Estado de la situación energética de la comunidad*

*¿es una alternativa viable para la comunidad, el aprovechamiento bioenergético de residuos biomásicos?*

La evaluación de la situación energética de la comunidad permitirá conocer si el potencial biomásico disponible es el necesario para cubrir una demanda bioenergética de la población. Lo cual se realiza a través de:

→**ACCESO** a la energía eléctrica por sector:

*\*Doméstico*

Se identifican como las casa habitaciones que tienen acceso a energía eléctrica

*\*Negocios comunales y particulares*

Se identifican como los negocios de particulares o comunales como áreas naturales protegidas, espacios con fines ecoturísticos, espacios en los que se realizan actividades de diversas índoles con fines de ingresos económicos particulares y comunales, con acceso a energía eléctrica

*\*Agropecuario*

Se identifican como las actividades económicas del sector primario con acceso a energía eléctrica: ganadería, agricultura y acuicultura

*\*Educativo-artístico*

Se identifican como los espacios destinados al desarrollo artístico cultural y a educación con acceso a la energía eléctrica

*\*Servicios públicos*

Se identifican como los espacios que ofrecen servicios públicos a los pobladores tales como centros destinados a la salud poblacional, alumbrado público, espacios en los que ofrecen atención a servicios y proceso burocráticos que tienen acceso a energía eléctrica

→CONSUMO energético por sector

*\*Doméstico*

Cantidad de energía eléctrica consumida por las casa habitaciones

*\*Negocios comunales y particulares*

Cantidad de energía eléctrica consumida por los negocios de particulares o comunales como ANP, espacios con fines ecoturísticos, espacios en los que se reaizan actividades de diversas índoles con fines de ingresos económicos particulares y comunales, con acceso a energía eléctrica

*\*Agropecuario*

Cantidad de energía eléctrica consumida por las actividades económicas del sector primario con acceso a energía eléctrica : ganadería, agricultura y acuicultura

*\*Educativo-Artístico*

Cantidad de energía eléctrica consumida por espacios destinados al desarrollo artístico cultural y a educación con acceso a la energía eléctrica

*\*Servicios públicos*

Cantidad de energía eléctrica consumida por espacios que ofrecen servicios públicos a los pobladores tales como centros destinados a la salud poblacional, alumbrado publico, espacios en los que ofrecen atención a servicios y proceso burocráticos que tienen acceso a energía eléctrica

→COSTE

*\*Doméstico*

Se identifican como las casa habitaciones que realizan un pago por consumo energético

*\*negocios comunales y particulares*

Se identifican como los negocios de particulares o comunales como ANP, espacios con fines ecoturísticos, espacios en los que se realizan actividades de diversas índoles con fines de ingresos económicos particulares y comunales, realizan un pago por consumo energético

*\*Agropecuario*

Se identifican como las actividades económicas del sector primario que realizan un pago por consumo energético: ganadería, agricultura y acuicultura

*\*Educativo-Artístico*

Se identifican como los espacios destinados al desarrollo artístico cultural y a la educación, realizan un pago por consumo energético

*\*Servicios públicos*

Se identifican como los espacios que ofrecen servicios públicos a los pobladores tales como centros destinados a la salud poblacional, alumbrado público, espacios en los que ofrecen atención a servicios y proceso burocráticos que realizan un pago por consumo energético

En esta sección la ponderación se vuelve una de las etapas cruciales de la metodología, ya que dependerá de la forma en la que se priorice tal o cual atributo representativo de cada dimensión expresado en indicador, decisiones que continuamente son dialogadas entre los actantes y grupos de interés que integren los distintos puntos de vista. En este sentido, la ponderación estará acompañada tanto de datos cuanti y cualitativos sino que también se armoniza con el proceso de diálogo que contiene esta metodología, es decir, que tales pesos asignados no dependen completamente de un juicio de valor, pues también se expresarán las posibles correlaciones entre factores y dimensiones. Las urgencias que puedan expresar los actantes para este sistema de aprovechamiento bioenergético emergerán desde la premisa del uso de residuos biomásicos, y su destino energético a través de una tecnología de producción energética. Para esta metodología, el análisis multicriterio es una de las herramientas analíticas de manejo accesible para los *stakeholders*, ya que permitirá un ordenamiento en el que se puedan visualizar los desempeños de los distintos atributos de cada dimensión.

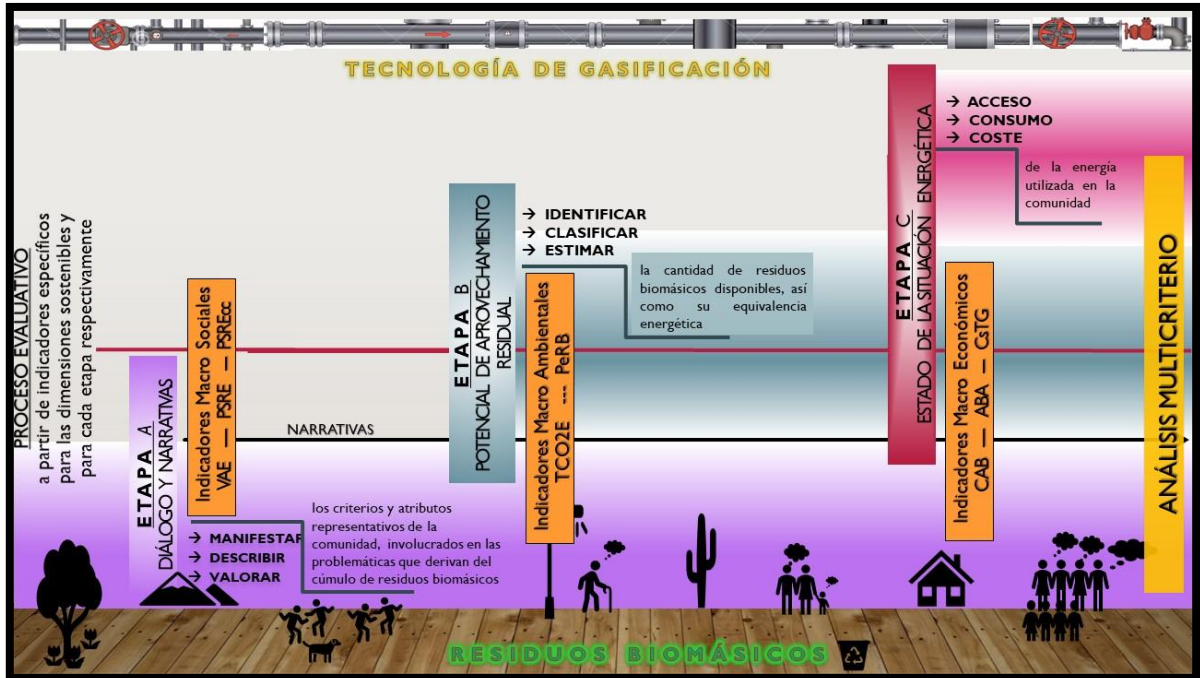


Figura 4.2 Segunda fase de la metodología de aprovechamiento residual. Realización propia.

## ESCENARIOS PRESENTES

En esta etapa de la metodología, ya habrá procedido la evaluación integral de las diversas problemáticas emergentes por el cúmulo de residuos biomásicos, seguido de la estimación de residuos, disponibilidad y equivalencia energética, así como la estimación de la demanda energética de la comunidad (Figura 4.3). Es decir, la disposición de información cuali y cuantitativa legítimamente obtenida a través de los indicadores complementarios para cada etapa del *Proceso evaluativo*. Por consiguiente, expresar la información obtenida en forma de *narrativas* ontológicas sostenibles permitirá que los escenarios presentes de la problemática de residuos sean evidentes desde un lenguaje comunitario para todos los “*stakeholders*”.

De acuerdo con la ETAPA “A”, se elaborarán narrativas sobre las problemáticas sociales en las que incide el cúmulo de residuos biomásicos a partir de las evaluaciones realizadas a través de indicadores respectivamente. En estas figuras descriptivas se configura el escenario social, es decir las diversas problemáticas que emergen del problema de residuos biomásicos, o bien, conflictos sociales con otros orígenes que están siendo aún más problematizados por la presencia de residuos biomásicos en la comunidad.

Para la ETAPA “B”, las narrativas realizadas se enfocan en el discurso elaborado a partir de la información obtenida en torno a la cantidad de residuos biomásicos disponibles en equivalente energético. Para lo cual ya se encuentran identificados tanto los sectores a partir de los cuales está disponible la biomasa residual, y de ello la biomasa disponible para aprovechamiento bioenergético. Las narrativas del tema residual integran de manera directa las problemáticas sociales, debido a la propuesta de macro-indicadores definidos para este sistema bioenergético evaluativo.

En cuanto a la ETAPA “C”, se elaborarán las narrativas referentes al tema energético en las que revelan el consumo y gasto energético de la comunidad. Que de igual manera, se describen a partir del análisis realizado a través de los macro-indicadores definidos para el tema energético, que también integran perspectivas sociales económicas y tecnológicas, debido a la necesidad epistemológica de realizar estos escenarios desde una perspectiva sostenible.

Los escenarios presentes, entonces, demostrarán la situación de la problemática residual *presente* en la comunidad. La importancia de esta etapa de *contruccion de las narrativas social, residual y energtecia* radica en que no solo es una interpretación analítica de informacion cuali y cuantitativa legitima, sino que también es una esquema de imaginarios que se constituyen por el pasado que lo constata el uso de indicadores, el presente revelado por el análisis realizado y el futuro de lo que posiblemente pueda pasar en torno al tema de aprovechamiento. Tales construcciones ontológicas sostenibles en este caso de un sistema bioenergético, permitirá a los actantes interesados realizar una toma de desiciones adecuada, con miras hacia la siguiente etapa de construcción de una política bioenergética sostenible.

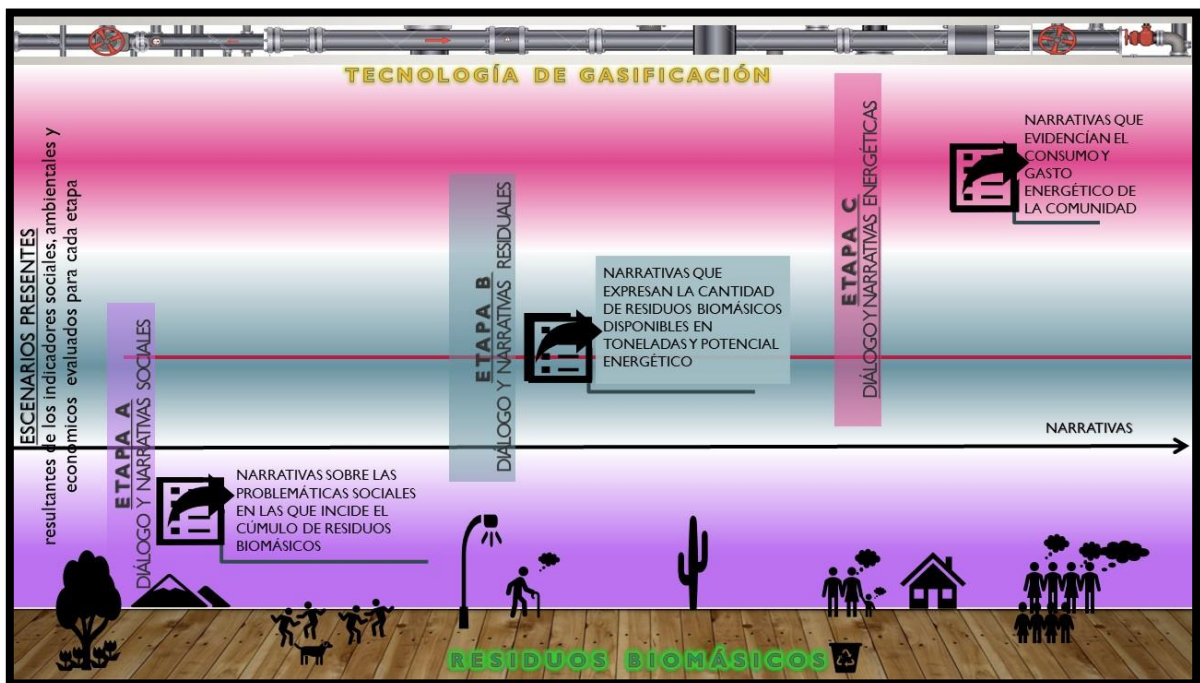


Figura 4.3 Tercera fase de la metodología de aprovechamiento residual. Realización propia.

### **POSIBLES ESCENARIOS**

Los escenarios presentes resultan ser una evidencia del estado de la situación del problema en el presente, lo que ayuda a vislumbrar el avance en el tiempo de la problemática. Por lo que a través de la ponderación que se realiza a los intereses de la comunidad ya sean intereses sociales, económicos o ambientales, definidos tanto por los stakeholders como por los pobladores, se podrán elaborar escenarios futuros que beneficien una política de aprovechamiento residual integral. Tales esquemas fungen como una herramienta base en la elaboración de la política de aprovechamiento que se ejecutará (Figura 4.4).



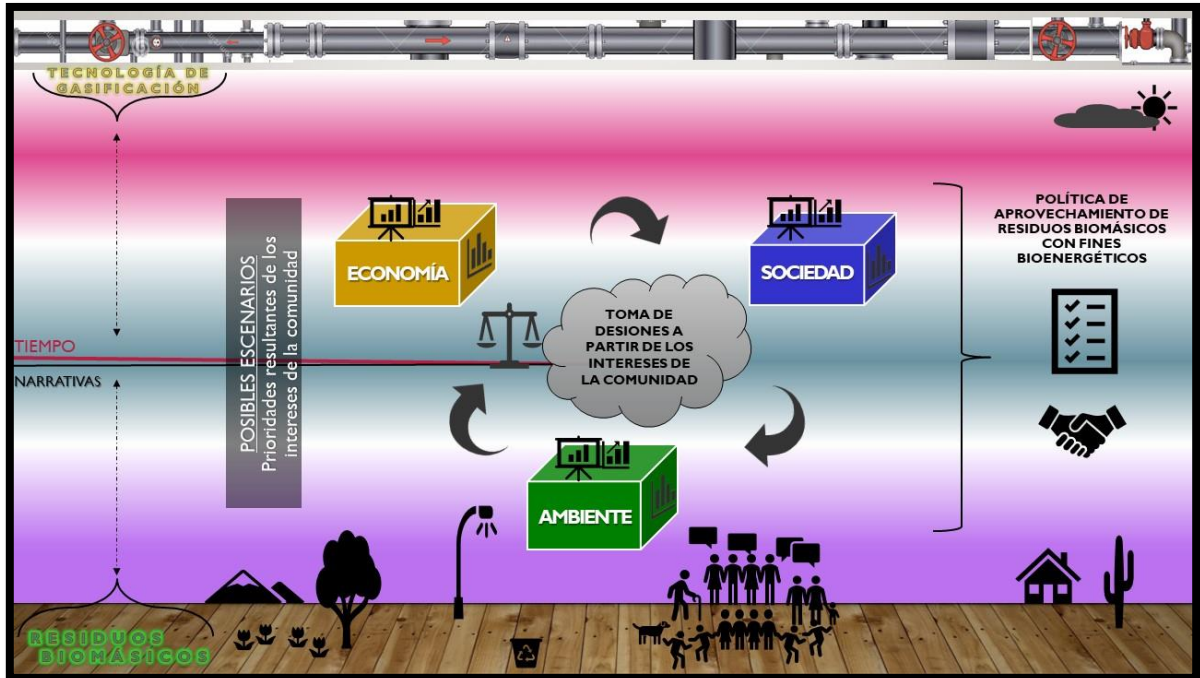


Figura 4.4 Cuarta fase de la metodología de aprovechamiento residual. Realización propia.

## 4.2 Elementos base de la Metodología

### Tiempo

Dentro de esta metodología el tiempo se considera como un elemento conceptual bajo el cual transcurre la sostenibilidad, pues cabe mencionar que ésta es concebida como un objetivo que se consume una vez que se cumple, sino que por el contrario la sostenibilidad es pensada como un proyecto continuo, que cambia en tanto que objetivos establecidos en un inicio, además de que ésta se ejecuta a nivel social, por lo que las dinámicas sociales cambian constantemente. La sostenibilidad también enfatiza sobre el seguimiento que se debe tener en los proyectos sostenibles, el monitoreo del proceso del proyecto en sus aspectos económicos pero también sociales y ambientales revelan su evolución a través del tiempo, el registro a partir de indicadores configuran una historia precedente al pasado que puede ayudar a aproximarse a lo que puede ocurrir en el futuro.

### Narrativas

Dentro de un proyecto sostenible es importante la expresión, comunicación y diálogo entre los actantes interesados y pobladores, pues revelan a modo de Ontologías los diversos nexos la sociedad y el espacio y la problemática, las Descripciones a través de experiencia directa, representaciones pictóricas o escritas son de suma importancia cuando se trabaja desde un concepto transdisciplinario, pues por ello se pueden encontrar conceptos polisémicos venidos de elementos simbólicos y culturales, por la variabilidad de cosmovisiones, perspectivas con las que las personas observan lo que acontece. Por ello las narrativas se elaboran a lo largo del proceso a modo que conforme se avanza en la metodología mantienen interacciones-dependencias-retroalimentación la narrativa que se formula desde la primera

etapa metodológica. Y la cual tendrá una descripción holística e integral en el momento que se formulen los posibles escenarios de las problemáticas.

### Residuos biomásicos

Los residuos biomásicos se encuentran también en todo el proceso metodológico, ya que es la base sobre la cual se elabora la política de aprovechamiento, es decir, ésta será utilizada siempre y cuando se identifique de primera instancia como un problema focal.

### Tecnología de Gasificación

La tecnología de gasificación también es considerada como un elemento base con el que se cuenta para ejecutar una política de aprovechamiento, pues resulta importante la presencia de una tecnología o proceso tecnológico que acompañe el aprovechamiento residual.

Cabe mencionar que es importante evaluar los procesos de adopción de tecnología, puesto que los grupos sociales, comunidades también requieren un proceso de entendimiento sobre el beneficio de una tecnología así como su adición de un proceso tecnológico a sus usos y costumbres cotidianas. Que de acuerdo con Gaitan *et al* (2010) las etapas de la adopción tecnológica son: Recepción (estado inicial), Motivación, Interiorización (Evaluación), Aceptación (experimentación), Práctica cotidiana (aprobación). Que para el caso de la tecnología de gasificación se cuenta con una estructura de producción.

# CAPÍTULO 5

## Conclusiones y comentarios

**E**n el presente capítulo se describen las conclusiones y comentarios que apoyan la reflexión sobre la metodología diseñada.

El desarrollo de este proceso de investigación estuvo enfocado en el diseño de una metodología sostenible para el aprovechamiento energético de residuos biomásicos en comunidades pequeñas de México. Es importante mencionar que esta herramienta metodológica se configura desde las Ciencias de la Sostenibilidad, ciencia que se encuentra en un proceso emergente desde el cruce epistemológico entre distintos campos de conocimiento. Por ello mismo se vuelve necesario el ejercicio transdisciplinar entre diferentes actores que se encuentren involucrados en la creación de herramientas para la solución de un problema. Otro fundamento importante de esta ciencia es la perspectiva multidimensional para abordar conflictos, es decir que no solo los factores sociales están involucrados en un problema persistente, sino también lo ambiental, económico, y tecnológico, entre otras. Por lo tanto, la transdisciplinariedad y la multidimensionalidad en conjunto son fundamentos a través de los que pueden formularse diversas preguntas y las posibles interacciones que hay entre ellas, lo cual hace perceptible la diversidad de perspectivas que una comunidad tiene en torno a los problemas que la aquejan. Por ello, resulta favorecedor que los conocimientos que puedan ser intercambiados para la solución de una problemática, no solo sean exclusivamente de investigadores e instituciones académicas, sino también resultan importantes las voces de otros acatantes interesados, voces que resultan ser igualmente legítimas e importantes en el momento de abordar un problema desde una perspectiva sostenible.

El análisis de un problema desde las Ciencias de la Sostenibilidad implica un esfuerzo no solamente de un proceso reflexivo epistemológico y ontológico, no solamente de un proceso de experimentación, va más allá de un camino de investigación detallado, comprobado y analítico, porque implica la involucramiento de varios actores en el ejercicio transdisciplinario; que en este último es donde se concentran y organizan el conjunto de diversas opiniones, cosmovisiones sobre la vida, y por lo tanto sobre el problema en cuestión. Tal es el ejemplo que se aborda en esta investigación, hoy en día no es suficiente responder desde la Biología el problema de la contaminación provocada por la generación de energía y cúmulo de residuos biomásicos, no sólo le corresponde a la Ingeniera el diseño de un desarrollo tecnológico ambiental y socialmente responsable para la producción energética, no sólo le atañe a la Sociología responder sobre el problema necropolítico que implica el no acceso a la energía en comunidades lejanas; hoy se vuelve necesario realizar un trabajo colaborativo entre diversos actantes, por la complejidad de las problemáticas que se viven tanto a nivel local como a nivel mundial. Resolver, entonces, un problema energético y residual desde una ruta sostenible, implica justamente un trabajo de escucha, organización y elaboración que confluya en herramientas que permitan el desarrollo de alternativas que respondan a un beneficio multidimensional a lo largo del tiempo.

Las herramientas, generadas desde las Ciencias de la Sostenibilidad, deberán entonces caracterizarse por fundamentarse en un proceso de ejecución integral, en el que su aplicación sea inclusiva y su procedimiento esté expresado en un lenguaje que permita la comunicación entre los diversos actantes que estén por resolver un conflicto. Por ello, las metodologías analíticas cualitativas y cuantitativas, no son las únicas herramientas funcionales para la toma de decisiones de un problema, sino que también se abre la posibilidad, de contar con talleres

y ejercicios participativos, que desde la pedagogía, arte y cultura tengan incidencia en la formulación, desarrollo y seguimiento de un conflicto. Para el presente trabajo de investigación, el diseño de la metodología desarrollada se apoya en el uso de herramientas analíticas cualitativas y cuantitativas tales como el sistema PER, así como también el uso de indicadores, elementos que integran los distintos procesos dimensionales representados en el sistema a evaluar, para este caso un sistema bioenergético residual. El uso y desarrollo de indicadores para este trabajo, emerge de los atributos representativos del sistema bioenergético a evaluar, fungen como un apoyo analítico que permite hacer una proyección sobre el estado del problema en una línea de tiempo. Los macrondicadores desarrollados para esta metodología, conjuntan tales caracteres del sistema lo cual facilita y legitima la toma de decisiones en torno al problema. Cabe señalar que los indicadores finales integran las tres dimensiones sostenibles, de tal manera que fortalecen el análisis cuali y cuantitativo por abordar de manera holística los parámetros del problema en cuestión. Por otro lado, esta metodología también se sustenta en una herramienta constitutiva participativa social, 2MBio, en la que los saberes comunitarios y demás voces involucradas en la problemática, conformaron los espectros dimensionales que debía contener la presente metodología. Cabe señalar que, esta metodología fue diseñada desde y para un ejercicio trasndisciplinario, que por su carácter multidimensional se vuelve necesaria la participación tanto de especialistas como de pobladores de la comunidad. Para esta metodología, los conocimientos comunitarios y los venidos de especialistas recaen en una misma importancia, que aunados a las herramientas analíticas base, configuran una ruta para el transito e interpretación legítima de la problemática bioenergética situada, figurando como espacio ontológico para la toma de decisiones comunitarias.

Otra categoría importante para el entendimiento del espectro epistemológico de las Ciencias de la Sostenibilidad, es su carácter procesual tanto en tiempo como en espacio, pues las problemáticas son multidimensionales, y una respuesta devenida de una sola disciplina para un tiempo y espacio determinante resultaría inconclusa, puesto que los conflictos cambian y se complejizan al tiempo que avanzan en el espacio-tiempo. Hoy en día, los problemas sociales, ambientales y económicos, se muestran heterogénicos, desplegándose en diversos contextos, por lo que la observación, análisis y reflexión de las problemáticas desde la sostenibilidad, se asume como un proceso cambiante en el cual se puede ir modificando las técnicas, métodos, que puedan ir disolviendo la complejidad del problema, y al mismo tiempo haciendo visible los diversos factores que inciden en el beneficio o afectación del las alternativas como respuestas al problema. Es así, como la problemática abordada en este trabajo se considera un “*wecked problem*”, que por los diversos orígenes de los cuales parte tanto el acceso a la energía eléctrica, como el cúmulo de residuos biomásicos, así como los diversos efectos que estos factores tienen en las distintas dimensiones sostenibles, es necesario el empleo de indicadores que muestren a manera de historia, los diversos cambios a través del tiempo, escenarios que permitirán la observación procesual del problema y la toma de decisiones en función de los cambios graduales o ponderaciones de las dimensiones. Con respecto a lo anterior, en el desarrollo de la metodología sostenible bioenergética, se realizó el análisis y configuración del problema energético y residual representado como

sistema compuesto por distintas dimensiones con sus categorías y atributos representativos respectivamente.

A continuación se muestra cada una de las dimensiones con su respectivo esquema sistemático, para ello fue necesario realizar un análisis específico por dimensión puesto que cada una posee dinámicas distintas en función de los conflictos en torno a la acumulación de residuos biomásicos y generación energética. La observación, por ejemplo, de los distintos ambientes que son afectados por los residuos biomásicos y la generación de energía, se clasificaron en tres categorías principales, así mismo se observó que el objetivo general de esta dimensión parte de, en primer lugar poder encontrar la materia de producción energética, en segundo lugar disminuir los GEI, por lo tanto, la reducción de contaminantes provenientes tanto de los residuos como de generación energética puede resolverse a través del aprovechamiento bioenergético residual (Figura 5.1).

<b><u>Dimensión Ambiental</u></b>		
<b>Objetivo Principal</b> Mitigar la contaminación ambiental por el cúmulo de residuos biomásicos y contaminación por generación de energía eléctrica		
<b>Política ambiental</b> Aprovechamiento de residuos biomásicos para la generación de energía eléctrica a través de la tecnología de gasificación		
<b>Categoría Suelo</b>	<b>Categoría Agua</b>	<b>Categoría Aire</b>
<b>Atributos en función del objetivo principal:</b> Obtención de residuos biomásicos que pueden ser aprovechados para la generación de energía.  →Negocios comunitarios y particulares →Actividades agropecuarias →Domésticos Centro de actividades educativas y culturales →Podas	<b>Atributos en función del objetivo principal:</b> Obtención de residuos biomásicos que pueden ser aprovechados para la generación de energía.  →Cúmulo de organismos que perturben ambientes acuáticos →Cúmulo de residuos biomásicos de actividades acuícolas	<b>Atributos en función del objetivo principal:</b> Grado de contaminación ambiental.  →GEI por generación convencional de electricidad →GEI por cúmulo de residuos biomásicos

*Figura 5.1 Dimensión ambiental sostenible que distingue la presente metodología, y sus respectivas categorías. Realización propia.*

Para la dimensión económica se consideró importante evaluar el costo-beneficio por el uso y aprovechamiento de residuos biomásicos en la generación de energía eléctrica a través de la tecnología de gasificación, cabe mencionar que el diseño de esta metodología contempló este desarrollo tecnológico puesto que se cuenta con una investigación previa realizada en el Instituto de Ingeniería de la UNAM, sin embargo es posible el ajuste tecnológico en esta metodología, es decir, no está sujeto a un sólo uso tecnológico energético, sino que puede agregarse la tecnología ambiental y socialmente responsable con la que se cuente en la comunidad o bien con la cual estén dispuestos a implementar. La política para esta dimensión parte, igualmente, del aprovechamiento de residuos con fines energéticos, puesto que el objetivo de esta investigación tiene como eje rector por un lado reducir el

impacto de la contaminación ambiental generada por los residuos biomásicos y por producción energética, al mismo tiempo que el aprovechamiento de los residuos funge como respuesta al acceso energético en comunidades sin o con acceso energético nulo, por otro lado el desarrollo tecnológico de gasificación responde también a la contaminación residual. Los atributos representativos en lo económico reflejan atributos encontrados en las dimensiones social y ambiental, pues la tecnología en este caso de gasificación, los consumidores de energía y los residuos biomásicos disponibles son los elementos importantes que rigen el análisis sistemático de esta dimensión. A diferencia del ambiental que está enfocado en actividades productivas y contaminación ambiental residual y energética (Figura 5.2).

<b><u>Dimensión Económica</u></b>		
<b>Objetivo Principal</b> Costo-beneficio por uso de residuos biomásicos a través de la tecnología de gasificación		
<b>Política bioenergética</b> Aprovechamiento de residuos biomásicos para la generación de energía a través de la tecnología de gasificación		
<b>Categoría</b> Tecnología de gasificación	<b>Categoría</b> Fuentes de residuos biomásicos	<b>Categoría</b> Consumidores de electricidad
<b>Atributos en función del objetivo principal:</b> Costo-beneficio en función del procesamiento tecnológico de los residuos biomásicos:  →Entrada de residuos biomásicos: traslado/tratamiento/mano de obra →Proceso de transformación: mantenimiento/operación →Salida de producto energético: calidad/distribución	<b>Atributos en función del objetivo principal:</b> Costo-beneficio en función de los principales sectores de obtención de residuos biomásicos:  →Sectores: doméstico, educativo, salud, cultural y artístico →Negocios particulares y comunales →Sistema de podas →Ganadería →Agricultura →Actividades acuícolas	<b>Atributos en función del objetivo principal:</b> Costo-beneficio en función de los consumidores energéticos:  →Sectores: doméstico, educativo, salud, cultural y artístico →Negocios particulares y comunales →Actividades agropecuarias →Alumbrado público

*Figura 5.2 Dimensión económica sostenible que distingue la presente metodología, y sus respectivas categorías. Realización propia.*

Para el esquema sistemático de la dimensión social, se reveló la importancia de los problemas sociales que emergen de la problemática del cúmulo residual sin manejo y del acceso limitado o nulo de energía eléctrica, ello también revela el espectro de afectación en las dinámicas sociales, es decir hasta dónde es que estos problemas pueden incidir de manera negativa en los modos de vida de un grupo social (Figura 5.3).

### Dimensión Social

#### **Objetivo Principal**

**Problemáticas sociales por residuos biomásicos y no acceso a la energía eléctrica**

#### **Política bioenergética**

**Aprovechamiento de residuos biomásicos para la generación de energía a través de la tecnología de gasificación**

<b>Categoría Problemáticas sociales</b>	<b>Categoría Destino energético</b>
<b>Atributos en función del objetivo principal:</b> Estimación de las afectaciones provocadas por el cúmulo de residuos biomásicos y por el bajo o nulo acceso energético  →Demografía →Analfabetismo →Corrupción →Migración →Salud poblacional →Inseguridad	<b>Atributos en función del objetivo principal:</b> Principales consumidores energéticos involucrados en la resolución de la problemática residual y energética.  →Sectores: doméstico, educativo, salud, cultural y artístico →Alumbrado público →Negocios particulares y comunales

*Figura 5.3 Dimensión social sostenible que distingue la presente metodología, y sus respectivas categorías. Realización propia*

La realización del esquema sistemático para cada una de las dimensiones fue necesario para poder conocer tanto los elementos representativos del sistema a evaluar, como las relaciones intrínsecas entre cada dimensión, es decir en qué grado y qué modos de vida, procesos económicos e impactos ambientales son afectados por problemática residual y energética. Para ello, se contó con un estudio socioambiental realizado en la comunidad ñañú Ecoalberto en Ixmiquilpan Hidalgo y en la comunidad zapatista Caracol Morelia, Chiapas; en donde se trabajó con el modelo 2MBio para la esquematización del sistema bioenergético a través de un diseño conceptual participativo. Se trabajó con estas dos comunidades porque por un lado presentan la necesidad del acceso energético, pues las condiciones geográficas en las que se encuentran son una razón para que este servicio sea de baja calidad o acceso nulo; otro factor que merma este acceso eléctrico es la situación política en la que se encuentran, tal fue el caso de la comunidad zapatista, donde se encuentran relegados a éste y otros servicios básicos de vivienda. Aunado a ello, está la situación de disponibilidad abundante de residuos biomásicos, que básicamente se conforman de residuos provenientes de cosecha de maíz y café, así como residuos de consumo local, para las dos comunidades, y en el caso de Ecoalberto se agregan los residuos de los sistemas de podas que realizan en las áreas verdes del parque acuático. En el entendido de que en estas localidades modelo, mostraron un problema con el uso de sus residuos generados y el acceso energético, a ello se vincula el nivel de organización social interna que mantienen estos grupos originarios, en los que se vuelve aún más viable la transición tecnológica y la ejecución de un programa de aprovechamiento bioenergético, elaborado a partir del seguimiento de esta metodología. Para estos modelos metodológicos sostenibles, se vuelve imprescindible la organización social y las experiencias de trabajo con alianzas entre diversos actores; por ejemplo, en las dos poblaciones con las que se trabajó el diseño participativo, tienen sus propios sistemas de



economía interna a través de actividades económicas que impulsan el desarrollo socioeconómico interno autónomo, beneficios que se extienden hasta la instauración de servicios de salud y educación comunitarios, como es el caso de la comunidad zapatista. El trabajo comunitario y sus sistemas autónomos en tanto que organización, trabajo, educación y salud principalmente, así como la apertura de trabajo con otros actores, permiten que la presente metodología pueda ser aplicada y ejecutada en su totalidad.

Cabe destacar que, la presente metodología cuenta con trabajos de investigación previamente realizados que conjuntan diversas perspectivas devenidas de campos de conocimiento científico como la ingeniería y biología principalmente. Se encuentra el desarrollo tecnológico de gasificación del Instituto de Ingeniería de la UNAM, que surge por una necesidad social en tanto que acceso energético a comunidades pequeñas, y por una preocupación del impacto ambiental que genera el cúmulo de residuos biomásicos. La tecnología de gasificación se desarrolló con el objetivo de que fuera ambiental y socialmente responsable, por lo que el diseño fue pensado desde el uso de materiales hasta los mecanismos de operación adecuados a tal objetivo. Es así como el uso de residuos biomásicos como materia prima de producción energética, podían resolver el problema de residuos que son un grave problema social, principalmente de salud, aunado al impacto ambiental generado. Como parte de un programa piloto de producción de energía eléctrica en Ciudad Universitaria, se estimó que los residuos más abundantes al interior de esta Casa de Estudios son los provenientes de las podas de áreas verdes del campus, en torno a ello se realizaron diversas investigaciones para la estimación de biomasa y su eficiencia energética a través de esta tecnología. Que, aunado a otras investigaciones atendiendo diversos mecanismos operativos de tal proyecto, se encontró la viabilidad de tal tecnología, en tanto que beneficio ambiental y social. Por tales antecedentes, el presente trabajo se apoya y complementa en los estudios previos, para que esta alternativa energética pudiera transitar hacia la aplicación integral y sostenible en algunas localidades del país, todo ello a través de la herramienta metodológica desarrollada.

Esta metodología sostenible dirigida al aprovechamiento bioenergético de residuos biomásicos es una herramienta sostenible que funge como una ruta de construcción de modelos alternativos para la solución de dos problemas, uno que refiera al acceso de energía eléctrica y el otro en relación con el aprovechamiento de residuos biomásicos en una comunidad pequeña. La viabilidad de una transición tecnológica de gasificación, u otro mecanismo de generación energética, es posible y puede ser ajustado a la metodología, bajo la condición de que sea un proceso ambiental y socialmente responsable, pues en los indicadores a evaluar para los parámetros tecnológicos se estiman tanto aspectos sociales, como ambientales y económicos.

Por los caracteres transdisciplinario y multidimensional de esta metodología es necesario el trabajo colaborativo entre los actantes interesados, y por el manejo de indicadores como herramienta analítica se requiere de un equipo de trabajo en el que haya especialistas en el tema, la presencia de la institución o empresa que esté a cargo de la

tecnología de producción energética se vuelve necesario. Por lo anterior, los límites de esta metodología se encuentran en el que su aplicación depende de tanto personal especializado, el trabajo con la población que aqueja el problema, así como también la necesidad de una capacitación para la operación tecnológica. Sin olvidar que para ello es necesario un proceso de escucha y dialogo, así como de trabajo analítico y de talleres participativos por parte de todos los interesados.

## Referencias

- Álvarez-Buylla, M., (2018) Plan de reestructuración estratégica del Conacyt para adecuarse al Proyecto alternativo de Nación (2018-2024) .
- Alwang, J., Siegel, P., Jorgensen, S. (2001). Vulnerability: a view from different disciplines, Social Protection Discussion Paper Series, Banco Mundial Washington.
- Arnold, M. (1989). Teoría de Sistemas, Nuevos Paradigmas: Enfoque de Niklas Luhmann. Revista Paraguaya de Sociología. 26(75): 51-72.
- Arocena, F. (2009). El desarrollo sustentable: ¿oxímoron o solución? LASA, Rio de Janeiro. Recuperado de <http://www.frbb.utn.edu.ar/sysacad/archivos/801235-Arocena%20F.-2.pdf>.
- Arriaga Becerra, R. (2012), *La evaluación del impacto ambiental en México Situación actual y perspectivas futuras*, disponible en: [www.ceja.org.mx/IMG/pdf/Situacion\\_actual.pdf](http://www.ceja.org.mx/IMG/pdf/Situacion_actual.pdf) .
- Bartlett, S., Statterthwaite, D. (2016). Cites on a finite plante: Towards transformativ responses to climate change. Londres. Edit. Routledge. 274pp.
- Barragán-Huerta, B., Téllez-Díaz, Y., Laguna, T. (2008). Utilización de residuos agroindustriales. Rev. Sistemas ambientales, 2(8), 44-50.
- Barrera\_Galván, M., 2008. Instrumentación de una planta piloto de gasificación de residuos biomásicos. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. pp 134.
- Bartlett-Díaz, M. & Vargas, R. (2017). Reforma energética: el poder duro y consensuado para imponerla. México: Senado de la República-Promographics.
- Bartlett-Díaz, M., & Vargas, R. (2016) Reforma energética: el poder duro y consensuado para imponerla. 97(607).
- Beltrán, E. (1982). Contribución de México a la biología: pasado, presente y futuro, México, Ed. Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología. 206 pp.
- Bojo, J., Maler, K.G., Unemo, L. (1990). Environment and development: an economic approach. Dordrecht. Kluwe.
- Bojórquez-Tapia, L. A., Luna-González, L., Cruz-Bello, G. M., Gómez-Priego, P., Juárez-Marusch, L., & Rosas-Pérez, I. (2011). Regional Environmental Assessment for Multiagency Policy Making: Implementing an Environmental Ontology through GIS-MCDA. *Environment and Planning B: Planning and Design*. 38(3):539–563. <https://doi.org/10.1068/b36129>.
- Bolívar, E. (2007). Ensayo: La modernidad “americana”. México. Editorial Era/UNAM/CISAN. 29 pp.
- Bosshard, A. (2000). A methodology and terminology of sustainability assessment and its perspectives for rural planning. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 77: 29-4.
- Brandt, P., Ernst, A., Gralla, F., Luederitz, C., Lang, D., Newing, J., Reinert, F., Abson, D., Wehrden, H. (2013). A review of transdisciplinary research in sustainability science. *ELSEVIER*. 92(008) 1-15.

- Brewer-Carías, A. (1998). El derecho y la acción de amparo, Instituciones políticas y constitucionales, Editorial Jurídica Venezolana-Universidad Católica del Táchira, Caracas-San Cristóbal, 406 pp
- Burlingame, B., & Toledo, A. (2006). Biodiversity and nutrition: A common path toward global food security and sustainable development. *Journal of food composition and analysis*. *Sciens*.19(6):477-483.
- Burlingame, B., Dernini S., FAO. (2010). Sustainable diets and Biodiversity, directions and solutions for policy, research and action. *Proceedings of the International Scientific Symposium, Biodiversity and Sustainable Diets United Against Hunger*, Roma.
- Burnett, R. (2000). *Disciplines in crisis: Transdisciplinary approaches in the arts, humanities and sciences*. Internet: Transdisciplinary-UNESCO.
- Cabrera, C. (2016). *Límite y emergencia. Procesos creativos inter y transdisciplinarios*. Secretaria de Cultura de Moleros. México. 148 pp.
- Carabias, J., Mohar, A., Provencio, E. (2008) Retos y riesgos en el uso de la biodiversidad, en *Capital natural de México*. vol. III: Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad. Conabio, México 285-295 pp.
- Casas, A., Camou, a., Rangel\_Landa, S., Solis, L., Delgado\_Lemus, A., Moreno, A., Vallejo, M., Guillén, S., Blancas, J., Parra, F., Farfán\_Heredia, B., Arellanes, Y., Pérez\_Negrón, E. (2014). Manejo tradicional de biodiversidad y ecosistemas en Mesoamérica. *Investigación Ambiental, Ciencia y Política Pública*. 6(2):23-28.
- Cash, D., Clark, W., Alcock, F., Dickson, N., Eckley, N., Guston, D., Jäger, J., Mitchell R. (2003). Knowledge systems for sustainable development. *PNAS*. 100(14) 8086-8091.
- CONOREVI. (2011). *La situación de la vivienda en México: síntesis de problemática y propuestas*. México. 458pp.
- Cuadernos Regionales Estadísticos y Geográficos del Estado de Hidalgo. [https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/HGO\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/HGO_ANUARIO_PDF.pdf).
- Datos generados por la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) en relación con a la determinación de la Generación de Residuos Sólidos, norma NMX-AA-61-1985. 2012.
- Dávila, Alejandro. (2008). Los clusters industriales del noreste de México (1993-2003). *Perspectivas de desarrollo en el marco de una mayor integración económica con Texas. región y sociedad* 20 (41): 57-88.
- Dempsey, N., Bramley, G., Power, S., Brown, C. (2011). The social dimension of sustainable development: Defining urban social sustainability. *19(5):46-55*.
- Descola, P., & Palsson, G. (2001). *Naturaleza y sociedad: perspectivas antropológicas*. México. Edit. Siglo XXI. pp. 359.
- Díaz de Rada, A. (2003). Las formas del Holismo. La construcción teórica de la totalidad en etnografía. *Revistas CSIC, RDTP, LVIII (1): 237-262*.
- Dietz, T., Ostrom, E., Stern Pc. (2003). The Strugglet o Governthe Commons. *Science*. 302(5652):1907-1912.

- Dion, M. (2000). La economía política del gasto social: el programa de solidaridad de México. Redalyc. Estudios Sociológicos. XVIII(2): 329-362.
- Duran, Gema. (2006). Medir la sostenibilidad: Indicadores Económicos, Ecológicos y Sociales. Departamento de Estructura Económica y Economía del Desarrollo. Universidad Autónoma de Madrid
- Dussel, E. (1996). Filosofía de la liberación. Bogotá. Nueva América, 4ta edición. pp 234.
- Dussel, E. (2006). Veinte tesis de Política, Siglo XXI Editores, pp 173.
- Echeverría, J. (2003). La revolución tecnocientífica. Madrid: Fondo de Cultura Económica.
- Elias, R. & Victor, D. ( 2005). Energy Transitions in Developing Countries: a Review of Concepts and Literature. No. 40. 33 pp.
- Engels, F. (1873-1886) Dialéctica de la naturaleza. Web: <https://es.scribd.com/doc/122651259/Engels-Dialectica-de-La-Naturaleza-pdf>. Fecha de consulta diciembre de 2016.
- EUROSTAT, (2003). Calculation of indicators of environmental pressures caused by transport. Luxemburgo, Comunidades Europeas
- FAO, ONU. (2008). Bosques y energía, cuestiones clave. Cap.2. Oferta y demanda de energía: tendencias y perspectivas, Roma. pp.5-2 .
- Figge, F. (2004). Bio-folio: applying portofolio theory to biodiversity and Conservation. 13:827-849.
- Flores Amador, Cristina; Zizumbo Villarreal, Lilia; Cruz Jiménez, Graciela Organización comunitaria y turismo en dos comunidades del estado de Hidalgo, México Teoría y Praxis, núm. 17, enero-junio, 2015, pp. 71-101 Universidad de Quintana Roo Cozumel, México.
- Folch, R. (1999). La sostenibilitatés l'element vertebrador del pensamiento postindustrial. Entrevista Luis Reales. En: Revista IDEES 2. pp 411.
- Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. Global Environmental Change. 16(3)253-267.
- Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., Rockström, J. (2010). Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability, Ecology and Society 15(4):20.
- Fouquel, R. & Pearson, J. (2012). Past and perspectives energy transitions: Indisghts from history. 848pp.
- Fujita, M., P. Krugman y A. Venables (2001), The Spatial Economy, Cambridge, The MIT Press.
- Gaitan, C. y Pachón, F., 2010. Causas para la adopción de tecnologías para la renovación de cafetales. Agronomía Colombiana 28(2), 329-336.
- Gallopin, G. (2003). Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico. Chile. Evaluación de la Sostenibilidad en América Matina y el Caribe. CEPAL, 44pp.
- Garcés-Velástegui, P. (2018). Latin American integration as a wicked problem: the case for a plural approach. Redalyc. 13(01) 93-117.

- García P, M., Ráez G, L., Castro R, M. (2005). Sistema de indicadores de calidad. Revista Industrial Data, vol. (6) 2 pp 66-73.
- Gavilanes Teran, Irene. (2016). Sostenibilidad del sector agroindustrial de Ecuador mediante el compostaje de sus residuos y el uso agrícola de los materiales obtenidos. Tesis doctoral Universidad Miguel Hernández (UMH) de Elcher.
- González, J., Gutiérrez, M., San Miguel, A. (2015). Tecnologías para el uso y transformación de biomasa energética. Universidad Politécnica de Madrid, Mundi Ediciones. 442 pp.
- González-Valerio, M. (2016). Cabe los límites. Escritos sobre filosofía natural desde la ontología estética. México, Herder/UNAM. pp 312pp.
- Grubler, A. (2012). Energy transitions research: Insights and cautionary tales. ELSEVIER 50: 8-16.
- Haraway, D. (1984). Manifiesto para cyborgs. Madrid. Cátedra, pp 253.
- Hardin, R. (2013). The priority of social order. Rationality and Society, 25(4), 407–421.
- Hermida, M. (2017). The indicators of the social dimension of sustainable development, the case of Tierra del Fuego. Relmecs. 7(2):21pp.
- Hernández-Miranda, 2014. Estimación de biomasa de *Fraxinus uhdei*, *Ligustrum lucidum* y *Pinus radiata* para la generación de electricidad a través de un gasificador. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Pp 82
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, INECC. (2012). Evaluación de las Políticas de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Inventario Nacional de Emisiones (2013). México, INECC.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Hidalgo, 2002 <https://www.gob.mx/inafed> julio 2017.
- Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC. (2011). Informe especial sobre fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático.
- International Energy Agency (IEA) and the World Bank. (2015). “Sustainable Energy for All 2015-Progress Toward Sustainable Energy” (June), World Bank, Washington, DC.
- International Environmental Issues & OECD (19502000). An historical perspective by Bill Long. Indicadores Ambientales: <http://www.inecc.gob.mx/areas/cepmaacc>.
- Javadi, F., Rismanchi, B., Sarraf, M., Saidur, R., Ping, W., Rahim, N. (2013). Global policy of rural electrification. Renewable Sustainable Energy Rev 2013;19:402–16.
- Jewson, N. (2007). Cultivating network analysis: rethinking the concept of “community” within communities of practice. In Hughes, J., Jewson, N., and Unwin, L. (eds.) Communities of practice: critical perspectives. Routledge.
- Kajikawa, Y. (2008). Research core and framework of sustainability science. Sustain. Sci. 3:215-239.

- Kammerbauer, J. (2001). Las dimensiones de la sostenibilidad: fundamentos ecológicos, modelos paradigmáticos y senderos. *Redalyc, interciencia* 26(8):353-359
- Karimi, A., Brown, G., Hockings, M. (2015). Methods and participatory approaches for identifying socialecological hotspots. *SscienceDirect*. 63:9-20.
- Kates, W. (2011). What kind of a science is sustainability science? *PNAS*. 108(49): 19449-19450.
- Araújo. (2014). The emerging fields of energy transitions: Progress, challenges, and opportunities. *Energy Research & Social Science*.
- Kitchin, R. & Freundschuh, S. (2000). *Cognitive Mapping, Past,present and future*. London. Routledge. 129pp.
- Lakshmi, C., Escalante, A.,Eakin, E., Solares, M., Mazari-Hiriart, M., Nation, M., Gómez-Priego,P., Domínguez, C., Pérez-Tejada, Bojórquez-Tapia, L. (2016). Collaborative framework for designing a sustainability science programme. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. 17 (3): 378 – 403 pp.
- Levin, S., Xepapadeas, T., Crépin, A., Norberg, J., de Zeeuw, A., Folk, C., Hunhes, T., Arrow, K., Barrett, S., Daily, G., Ehrlich, P., Kautsky, N., Mäler, K., Polasky, S., Troell, M., Vincent, J., Walker, B. (2012). Social-ecological systems as complex adaptive systems: modeling and policy implications. 18(2): 111-132.
- Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal, publicada el 13 de enero del 2000 en la Gaceta Oficial del Distrito Federal y sus reformas.
- Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos. (2008). *Diario Oficial de la Federación*, 01 de febrero de 2008, 10 pp.
- Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, publicada el 22 de abril del 2003 en la Gaceta Oficial del Distrito Federal y sus reformas.
- Ley de Salud del Distrito Federal, publicada el 17 de septiembre de 2009 en la Gaceta Oficial del Distrito Federal y sus reformas.
- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, publicada el 7 de junio de 2013 en el *Diario Oficial de la Federación*.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicada el 8 de octubre del 2003 en el *Diario Oficial de la Federación* y sus reformas.
- Lim, J.S., Manan Z.A, Alwi SAW, Hashim H. (2012). A review on utilization of biomass from rice industry as a source of renewable energy. *Renewable Sustainable Energy Rev*. 16:3084–94.
- López-Guadarrama, D. (2008). Estudio calorimétrico y del cromatograma base de la mezcla patrón del gas de síntesis generada en un gasificador que opera con biomasa. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. México D. F. pp 91.
- Lubchenco, J. (1998). Entering the Century of the Environment: A New Social Contract for Science. *Science*. 23(279) 491-497.
- Macedo, B. (2005). El concepto de sostenibilidad, OREAL/UNESCO, Santiago, pp 56-59.

- Madureira, L. (2012). The iron industry energy transition. *Environment & Society*. 50:24-34.
- Martins, R., Cherni J., Videira N. (2017). 2MBio, a novel tool to encourage creative participatory conceptual design of bioenergy systems. The case of wood fuel energy systems in south Mozambique. *ELSEVIER*. XXX(05) 1-17.
- Masera-Cerutti (2008). Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico multidimensional. ECOSUR-UNAM.Munid-Prensa, México, 201 pp.
- Maturana, H. (2015). Los orígenes de la Biología, Del Ser al Hacer. Primera edición. Editorial JC Sáez, Chile, 109 pp.
- Mbembe, A.,(2011), Necropolítica, España: Melusina.160pp.
- Meadows, D.H., Randers J., Behrens, W. (1972). *Limits to Growth: The 30-years update*, Chelsea Green Publishing.
- Mejías-Brizuela, N.†, Orozco-Guillen, & Galáan-Hernández, N. (2016). Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México, *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos naturales*, 2(6): 27-41.
- Mendivil, A.-Niño, G.(2016). Una política energética sustentable: Un pendiente en México Perspectivas. Fundación Friedrich Ebert. ISBN 978-607-7833-64-2.
- MESMIS (2017) Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporado a Indicadores de Sustentabilidad <http://www.mesmis.unam.mx/>
- Miller, R. (2013). Constructing sustainability science: emerging perspectives and research trajectories. *Sustain Sci*. 8:279–293.
- MINMA. (2000) .Estudi sobre la utilizacion d´indicadors sobre l´estat dels recursos naturals en el marc dels països de la OECD. España.
- Montañez Gómez G, Delgado Mahecha O. Espacio, territorio y región: conceptos básicos para un proyecto nacional. *Cuadernos de Geo - grafía* 2007; VII:120-35.
- Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCT2/2011, aspectos básicos para la revisión ocular diaria de la unidad destinada al autotransporte de materiales y residuos peligrosos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de agosto de 2011.
- Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de junio de 2006.
- Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, Protección ambiental- Salud ambiental – Residuos peligrosos biológico - infecciosos- Clasificación y especificaciones de manejo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de febrero de 2003.
- Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de febrero de 2013.
- OCDE-FAO (2013), *Statistical Yearbook*, pp 2013-2022.
- OECD (1994). *OECD Core Set of Environmental Indicators*. Paris.Towards Sustainable Development, *Environmental Indicators*.



- ONU, CEPAL (2016). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Página web: <http://www.sela.org/media/2262361/agenda-2030-y-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible.pdf>.
- ONU-CEPAL (2001). Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas. Chile. Pp124
- Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). 2008. Indicadores energéticos del desarrollo sostenible: directrices y metodologías. Vienna, Austria.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), 2003. Environmental Indicators. Development, Measurement and Use. <http://www.oecd.org/dataoecd/7/47/24993546.pdf>
- Oswald, U. (2016). Seguridad, disponibilidad y sustentabilidad energética en México Energy. Revista Mexicana de Ciencias políticas, 20 pp.
- Pérez y Aguilar, AM 2008. Diagnostico Situacional Ambiental 2008. Ixmiquilpan, Hidalgo: Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Hidalgo. Peterson, AL 1996. Narrativas religiosas y la protesta política. Revista de la Academia Americana de Religión 64 (1).
- Pino, E. (2001). Análisis de indicadores de sostenibilidad ambiental y urbana en las Agendas 21 local y ecoauditoria municipales. El caso de las regiones urbanas europeas. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona.
- Polaco, F. (2016). El concepto de conducta: un análisis socio-histórico-cultural. Interacciones. 2(1), 43-51.
- Ramchandra, P., Diouf, B., Pode, G. (2015). Sustainable rural electrification using rice husk biomass energy: A case study of Cambodia. ScienceDirect. 44:530-542.
- Rashed, R. (1971). Introduction to the history of Science. Paris. 56 pp.
- Reboratti, C. (2000). Ambiente y sociedad. Conceptos y relaciones. Mundo agrario, 1(1):1-6
- Reglamento de la Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable para el Distrito Federal, publicada el 16 de junio de 2011 en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, publicado el 19 de octubre del 2012 en la Gaceta Oficial del Distrito Federal y sus reformas.
- Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, publicado el 7 de octubre del 2008 en la Gaceta Oficial del Distrito Federal y sus reformas.
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicado el 30 de noviembre de 2006 en el Diario Oficial de la Federación y sus reformas.
- RIBEIRO, H. Modelos de indicadores de sustentabilidad: síntese e avaliação crítica das principais experiências. *Saúde e Sociedade*, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 84-95, jan./abr. 2006.
- Robert, E. & Weber, P. (2007). New Tools for resolving Wicked Problems. 34pp. Link: [http://www.strategykinetics.com/New\\_Tools\\_For\\_Resolving\\_Wicked\\_Problems.pdf](http://www.strategykinetics.com/New_Tools_For_Resolving_Wicked_Problems.pdf).
- Roshdi, R. (1971). Introduction to the History of Science, Vol. 1 Elements and Instruments. Paris. 1067 pp.

- Rueda, S. (1999). Modelos e indicadores para ciudades más sostenibles Departamento de Medio Ambiente. Generalitat de Catalunya. Agencia de Europea de Medio Ambiente. En: Ecología Urbana. Barcelona. Beta Editorial,S.A.
- Ruiz\_Rivera, N. (2012). La definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque normativo.Redalyc. Investigaciones Geográficas. 77:63-74.
- Salam, PA, Kumar S, Siriwardhana M. (2010). Report on the Status of biomass gasification in Thailand and Cambodia. Prepared for Energy Environment Partnership (EEP), Mekong Region. Bangkok: Asian Institute of Technology.
- Saldaña, J. (2013). Entre medios y fines, hacia una estructura profesional para la historia de la ciencia en América Latina. Revista de Filosofía. 21(39): 311-314.
- Sanahuja, J. (2007). Regionalismo e Integración in América Latina: balance y perspectivas. Pensamiento Iberoamericano, pp 75-106.
- Secretaría de Energía SENER (2015). Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional: generación, transmisión y distribución. México. 46 pp.
- SEMARNAT (2014). Programa Especial de Cambio Climático PECC. pp 151
- SEMARNAT (2017) Manejo integral de residuos especiales y peligrosos. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/residuos#documentos> noviembre 2017.
- SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2001). Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales. México,D.F.
- Shackley, S., Carter, S., Knowles, T., Middelink, E., Haefele, S., Sohi, S., Cross, A., Haszeldine, S. (2012) Sustainable gasification–biochar systems? A case-study of ricehusk gasification in Cambodia, Part I: Context, chemical properties, environmental and health and safety issues Energy Policy. 42:49–58.
- Sheinbaum-Pardo, C. (2008). Análisis y alternativas de política energética nacional. Argumentos (México, D.F.), 21(58), 11-29. Recuperado en 24 de octubre de 2018, de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-57952008000300001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57952008000300001&lng=es&tlng=es).
- Sistemas Integrados de Tratamiento de Uso de Aguas Residuales en América Latina: Realidad y Potencial (2002).
- Spangenberg, J. (2011) Sustainability science: a review, an analysis and some empirical lesson.Science .38(3):275-287.
- Tejeda-Parra, G., Lara-Enríquez, B.(2014). Housing deficit and residential satisfaction. A comparison between Mexico’s northern border and the rest of the country. Redalyc, Regióy Sociedad . XXX(71):1-36.
- Turner, B., Kasperson, R., Matson, P., James, J., Corell, R., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J., Luers, A., Martello, M., Polsky, C., Pulsipher, A., Schiller, A. (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. PNAS. 100(14) 8074-8079.
- Tversky, B. (2004). Visuospatial Reasoning, Chapter 10.14(2): 210-240.

- UNDESA (2001). Indicators of sustainable development guidelines and methodologies, 2nd edition, Septiembre. Nueva York. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas.
- United Nations, (2001). Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. Second Edition. New York.
- Uzcátegui M., Roberto J. La comunidad como base territorial de gobernabilidad para la municipalización del Distrito Capital Terra Nueva Etapa, vol. XXX, núm. 47, enero-junio, 2014, pp. 55-78 Universidad Central de Venezuela Caracas, Venezuela.
- Valdez-Vazquez, I., Sánchez Gastelum C., Escalante A. (2017). Proposal for a sustainability evaluation framework for bioenergy production, Systems using the MESMIS methodology. Renewable and Sustainable Energy Reviews 68: 360–369.
- Vargas, R. (2017). Cambios paradigmáticos en la política energética de Trump. Revista Petroquímex, 14(86): 59-64.
- Vargas, R. (2017). El papel de México en la integración y la seguridad energética de Norteamérica. México: CISAN, UNAM, 2014
- Vargas, R. (2017). Seguridad energética y empresas. Revista Petroquímex, año 14(8): 56-64.
- Vargas-Hernández, J. (2005). Neocolonialismo, resistencia, crisis y transformación del estado. Revistas Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades, XV (2) 155-183.
- Walpole, W., Balvanera, p., Butchart, S., Halpern, B., Ingwall-King, L., Karp, D., Quijas S., Romanelli, C., Sachse, R., Thonicke, K., Britta, T. (2014). Target 14: Ecosystems that provide Essential Services 14.1-14.34.
- Wayne, R. (1994). Environmental Statistics and Data Analysis. Lewis Publishers. Boca Raton, 370 pp
- Wiemann, M, Gómez, E., Miró-Baz L., (2013). Best practices of the alliance for rural electrification. Third edition alliance for rural electrification.
- Wiesenfeld, E., (2003). La Psicología Ambiental y el desarrollo sostenible. Cuál psicología ambiental? Cual desarrollo sostenible?. Scielo. 8(2): 233-261.
- Zúñiga González C. A. (2011). Texto básico de economía agrícola: Su importancia para el desarrollo local sostenible. Nicaragua: Editorial Universitaria, UNAN-León. ISBN: 978-99964-0-049-0.

### **Páginas web**

- Aguillón, J. (2012) Entrevista del periódico El Universal, Web: <http://archivo.eluniversal.com.mx/articulos/73509.html>. Fecha de consulta: marzo de 2016.
- Comision Federal de Electricidad <https://www.cfe.mx/Pages/Index.aspx> Fecha de consulta: febrero de 2018.
- Conklin, J. (2010). Wicked Problems and Social Complexity. CogNexus Institute. 20pp web: <http://www.cognexus.org> Fecha de consulta: junio de 2016

- Cumbre del Clima de Lima, COP20. (2014). Link: <http://onu.org.pe/wp-content/uploads/2014/07/Triptico-COP-20.pdf>. Fecha de consulta enero 2017
- Energy Information Administration (EIA). (2015). Annual Energy Outlook, with projections to 2040. Disponible en: [www.eia.gov/forecasts/aeo](http://www.eia.gov/forecasts/aeo). Fecha de consulta: octubre de 2017.
- FAO [www.fao.org/sustainability/](http://www.fao.org/sustainability/) 2016
- <https://www.iea.org> 3:155-196 Fecha de consulta enero 2018
- Ley Revolucionaria de Mujeres (2018) <http://enlacezapatista.ezln.org.mx/1993/12/31/ley-revolucionaria-de-mujeres/>  
Fecha de consulta: abril de 2017
- ONU (2010) Protocolo de Kioto, [http://unfccc.int/kyoto\\_protocol](http://unfccc.int/kyoto_protocol)  
Fecha de consulta: agosto -2017
- Protocolo de Kyoto de la convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (2005) Web: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>.  
Fecha de consulta: agosto de 2017
- REMBIO, Red Mexicana de Bioenergía, 2006 <http://www.repsa.unam.mx>  
Fecha de consulta marzo-2010.
- UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México. 2000. <http://www.planeacion.unam.mx/memoria/2000/2000/dgoc.htm>  
Fecha de consulta enero 2017

## ANEXO 1

Se muestra la información obtenida a través del modelo 2MBio para cada una de las comunidades base para posteriormente poder desarrollar la metodología de aprovechamiento.

<p><b>COMUNICACIÓN Y RELACIÓN:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mantenemos comunicación con la cabecera municipal de Ixmiquilpan y comunidades aledañas a El Alberto, sobre todo con las que mantenemos relaciones de comercio</li> <li>Tratamos de conversar de las cosas que afectan a nuestra comunidad y también vemos cómo nos podemos ayudar entre nosotros. Buscamos los medios fuera de nuestro grupo para poder resolver, por ejemplo, lo de la basura se puede tratar con algunos contactos del municipio para poder construir un lugar en donde puedan llevarse y tratarse</li> </ul>			
<p><b>INSTITUCIONES Y REDES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Con la Dra. Cabirol hemos tenido proyectos juntos, quién también pertenece a la UNAM. Y también, el Dr. Aguillón por la tecnología que sabemos convierte basura en energía.</li> <li>También podríamos apoyarnos, con personas de la cabecera municipal.</li> </ul>	<p><b>PROBLEMA, MOTIVACIÓN:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Consideramos, después de este ejercicio, que si tenemos un problema con los residuos porque no tenemos dónde depositarlos y tratarlos</li> <li>Usar la basura para poder tener electricidad es una ventaja para nosotros por las averías que a veces se tienen en nuestras casas</li> </ul>	<p><b>PROPUESTA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Por nuestra parte, podríamos empezar platicando sobre el problema de la basura que no toda la comunidad se da cuenta porque tenemos un tiradero a cierta distancia de nuestras casas. Es un problema que vemos lejos, pero que es importante para la naturaleza</li> <li>Comentar sobre la tecnología de la UNAM, para poder tener electricidad a partir de nuestros residuos, para nuestro parque EcoAlberto y hogares</li> </ul>	<p><b>COSTUMBRES, PRÁCTICAS ENERGÉTICAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nosotros pensamos que el EcoAlberto y nuestras viviendas son las que usan más electricidad, en realidad en donde invertimos más dinero es en la luz del parque al bombear el agua a las albercas</li> <li>También podría ser que en la escuela primaria y secundaria se pueda usar esta electricidad que se hace desde la basura que generamos, y así los niños van a aprender de esto</li> </ul>
	<p><b>LEYES, LEGAL:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dentro de nuestra comunidad decidimos entre varios representantes cómo realizar algo, así que esto de la basura y la energía tendrá que conversarse.</li> <li>Para nosotros las leyes que puedan escribirse en la cabecera municipal en los de la basura pues no hay quien se la lleve a algún lugar y la energía pues si hacemos nuestro contrato con CFE, pero nuestras quejas pocas veces resultan</li> </ul>	<p><b>CAPACIDADES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nosotros sabemos organizarnos y nos escuchamos, aunque a veces estamos en desacuerdo</li> <li>Tenemos un proyecto de los más fuertes en la comunidad que es el EcoAlberto, y sabemos cómo hacerlo y con quiénes comunicarnos para mantenerlo</li> </ul>	
<p><b>RECURSO Y TIERRA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>De donde podríamos sacar más residuos es de:             <ul style="list-style-type: none"> <li>residuos de todo tipo de EcoAlberto, de las personas que vienen y a veces de las podas que hacemos sobre todo al pasto y palmeras</li> <li>basura de nuestros hogares</li> <li>de la escuela y secundaria, aunque es menor la cantidad que se acumula</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>TRANSFORMACIONES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pues hacer un cambio como este de tener nuestra propia electricidad de los residuos es interesante, no sabíamos que se podía hacer, ya no contaminaríamos nuestras tierras con la basura</li> <li>Vemos que podríamos pagar menos de luz, tener un gasto menor y eso aprovecharlo para otras cosas de nuestra comunidad</li> </ul>	<p><b>TRANSPORTE, LOGÍSTICA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Si el municipio nos apoya con una construcción en donde se ponga la basura podríamos aprovechar ese lugar para instalar la máquina de electricidad, no representa un problema llevar nuestra basura a ese sitio</li> <li>Ahí mismo podríamos tratarla, nosotros en EcoAlberto nos vamos rotando para atenderlo, para poder, vigilancia. Por ejemplo, podríamos organizarnos para atender la máquina, tenemos la experiencia de organizarnos para algo grande</li> </ul>	<p><b>COMERCIALIZACIÓN:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pues entendemos que hay un costo por empezar este proyecto, así como el EcoAlberto, el mantenimiento de la máquina y la basura. Dinero que tendremos que considerar, pero los pagos de luz ya no los haremos al 100% porque esto nos ayudaría a mantener funcionando la máquina.</li> <li>Entendemos que esto sería como un trabajo comunal que beneficia a toda la comunidad</li> </ul>
<p><b>RIESGOS, IMPACTOS, COMPETENCIAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pues tal vez otras comunidades vean que ya no pagaríamos tanta luz y quisieran hacer lo mismo y eso genere desacuerdos y enojos</li> <li>Si el municipio no nos otorgará un lugar para poner nuestros residuos y la máquina, tendríamos que hacerlo nosotros, así como comprar el gasificador, si tendríamos que buscar muchos financiamientos y consultarlo con nuestros familiares, y un poco de problema al separar la basura desde las casas porque no lo acostumbramos</li> </ul>			
<p><b>BENEFICIOS, GANANCIAS, SINERGIAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pues nuestra primera ganancia es que la basura se convierte en electricidad</li> <li>Ya no contaminaremos la tierra</li> <li>Ya no pagaríamos tanta luz al gobierno que ya nos roba mucho</li> <li>Mejora en problemas sociales como de salud, seguridad y educación de la población</li> </ul>			
<p><b>CONTEXTO, INFRAESTRUCTURA:</b></p> <p>Nosotros tenemos un lugar donde tiramos la basura, ese puede ser un buen lugar para realizar este proyecto. Si creemos que tenemos un problema con la basura, porque no le damos un uso y esto de podría ser bueno para la comunidad. Con la electricidad, no tenemos un problema grave, pero hacer esto si ayudaría mucho en el balneario EcoAlberto. Podemos tener basura de diferentes lugares, del balneario, de las casas y de las escuelas. Nosotros dentro de la comunidad tenemos comunicación y organización, eso es algo bueno para hacer cosas juntos, por ello podríamos realizar un proyecto como este de la basura y la electricidad.</p>			

Sistema 2MBio obtenido en la comunidad “EcoAlberto”, Hidalgo, México.

<p><b>COMUNICACIÓN Y RELACIÓN:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Nosotras y nosotros estamos unidos por la palabra, y estamos en revolución, entonces no pedimos cosas al gobierno. Por ejemplo, los trabajos que hacemos juntos para el bien de todos y todas las zapatistas y del mundo es apoyado por varias personas de muchos países. Por ahora, cuando necesitamos alimentos, nosotros mismo vemos como tenerlos, algunas veces nos envían alimentos, la electricidad sí la consumimos del gobierno, aunque paguemos mucho por eso</li> <li>No tenemos una comunicación con el Estado, en lo de energía y residuos, nosotros mismos tenemos una manera de cuidar nuestro ambiente, por nuestra situación política, nos organizamos con otros grupos indígenas, algunas veces.</li> </ol>			
<p><b>INSTITUCIONES Y REDES</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Podríamos tener comunicación con la UNAM a través de los encargados de apoyarnos con la tecnología, habría que considerar nuestra situación política</li> <li>Nuestros compañeros que apoyan el movimiento zapatista que son de muchos países también contamos con ellos</li> </ol>	<p><b>PROBLEMA, MOTIVACIÓN:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Nuestro problema con la basura no lo permitimos que afecte nuestros hogares limpios y a la naturaleza, porque si la naturaleza se enferma nosotros también Nosotros usamos de abono algunos residuos y lo demás lo llevamos a los pueblos cercanos donde hay que depositarlos</li> <li>Es bueno que haya una máquina que usa la basura para que se tenga electricidad, a nosotros el gobierno nos negó por mucho tiempo nuestras tierras y también la luz, ahora tenemos, pero no siempre</li> </ol>	<p><b>PROPUESTA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Para nosotros no es problema separar la basura porque ya lo hacemos</li> <li>Para ver cómo saber si esta máquina podría o no ayudarnos para tener nuestra propia electricidad y no depender del gobierno, tenemos que conversar con todas y todos los zapatistas y las Juntas del Buen Gobierno. Encontrar el lugar de nuestro hogar en donde podríamos poner la máquina</li> </ol>	<p><b>COSTUMBRES, PRÁCTICAS ENERGÉTICAS:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>En nuestro Caracol cuidamos y ahorramos, no tenemos una vida que obedezca a un sistema capitalista. No usamos mucho la luz, usamos más el Sol, nuestras casas tienen ventanas amplias por eso, es más en la noche lo de la luz</li> <li>En nuestras casas, tampoco tenemos aparatos, usamos algunos refrigeradores. En nuestros eventos culturales y artísticos si ocupamos más luz, por el audio, cámaras, instrumentos musicales, microfonos</li> </ol>
<p><b>RECURSO Y TIERRA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>La basura que más sale es orgánica, de nuestras escuelitas y de las cosas que comemos.</li> <li>No tenemos muchos plásticos o unicel, a veces en nuestros eventos es donde sale más de esa basura, también alguna poca de nuestra cosecha.</li> </ol>	<p><b>LEYES, LEGAL:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Los zapatistas de este caracol tenemos nuestros marcos legales, independientes del municipio en donde nos encontramos</li> <li>Nuestra forma de organización política es distinta, hacer un evento así no nos genera problemas con el Estado por la autonomía de nuestros pueblos</li> </ol>	<p><b>CAPACIDADES:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Somos un pueblo organizado y autónomo</li> <li>Estamos en constante lucha y nos importa la educación, y tener viviendas dignas donde dormir y comer. Realizar este evento de los residuos y energía no sería una prioridad, pero sí es importante como nuestra producción de café, que es nuestro ingreso económico</li> </ol>	
	<p><b>TRANSFORMACIONES:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Transformar la basura que producimos, en energía sería un beneficio para la naturaleza porque la basura la contamina</li> <li>Aceptar que una máquina así entrara en nuestro hogar sería bueno por la autogestión de electricidad, ya no dependeríamos de los que no nos quieren dar energía por ser un grupo indígena rebelde.</li> </ol>	<p><b>TRANSPORTE, LOGÍSTICA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Nosotros y nosotras contamos con algunos transportes para poder llevar la basura al lugar donde pondríamos la máquina</li> <li>No es problema separar la basura, ya llevamos años haciéndolo: Para ver cómo organizarnos en lo de trabajar con la máquina, tanto las mujeres como hombres podemos hacerlo, nosotros nos asignamos tareas dentro de la comunidad. Tendríamos que aprender sobre esto y nos alegraría aprender sobre algo nuevo para mejorar nuestra comunidad zapatista</li> </ol>	<p><b>COMERCIALIZACIÓN:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Para nuestra economía no sería posible realizarlo, no contamos con suficiente dinero para comprar una máquina, pero podemos pensar cómo hacerlo</li> <li>Pensar también en lo que puede pasar después, saber cómo nos organizaríamos económicamente</li> </ol>
<p><b>RIESGOS, IMPACTOS, COMPETENCIAS:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>El riesgo puede ser que, al no tener luz del gobierno, ellos intervengan en nuestro caracol y roben o destruyan la máquina, al gobierno no le gusta que estemos conectados con ustedes, ni tengamos derecho a una vida digna</li> <li>Estamos acostumbrados a usar, por ejemplo, generadores chiquitos de electricidad, pero nos sería ajeno ver una máquina tan grande en nuestro hogar</li> </ol>		<p><b>BENEFICIOS, GANANCIAS, SINERGIAS:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Es bueno para todos que en la UNAM haya personas que hagan estos inventos, por eso ya es muchos beneficios, ganancias y sinergias</li> <li>Para nosotros no sería el beneficio directamente, sería primero para la naturaleza, porque ya no habrá tanta basura</li> </ol>	
<p><b>CONTEXTO, INFRAESTRUCTURA:</b></p> <p>Nuestra lucha no es solo para nosotros los pueblos zapatistas, sino para todos y todas, para la naturaleza. Sería un buen evento hacer este proyecto con la máquina y nuestros residuos, pues necesitamos la luz en nuestras "escuelitas zapatistas" salas de conferencia, hogares. Aunque usamos mucho más la luz que nos da el Sol. Sería complicado hacerlo por nuestra situación política, pero no imposible. Nos beneficiaría para no pagar más al gobierno. Sobre todo, beneficiaría a la naturaleza, que no enferme más, porque así nosotros también enfermamos.</p>			

Sistema 2MBio obtenido en la comunidad "Caracol Morelia", Chiapas, México.

## ANEXO 2

### Ejemplo de la selección de indicadores a partir del marco MESMIS

Clasificación	ATRIBUOS	PUNTOS CRÍTICOS	CRITERIOS	INDICADORES	UNIDADES DE MEDICIÓN	HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN	FUENTE
ECONÓMICO	Autogestión	DEPENDENCIA DE INSUMOS EXTERNOS	Autosuficiencia	Insumos externos necesarios para la planta de gasificación	%	Estimaciones de consumo de energía inicial necesaria para el Gasificador	OIEA, 2008 Agencia Internacional de Energía (AIE) y Banco Mundial, 2015
ECONÓMICO	Equidad	ACCESO A SERVICIOS BASICOS	Autosuficiencia	Porcentaje de hogares sin electricidad	%	Métodos sociales*	ISO 14046:2014 AIE
ECONÓMICO	Productividad	INGRESOS ECONÓMICOS FAMILIARES DESTINADOS A ENERGÍA ELÉCTRICA	Costo/beneficio	Porcentaje del ingreso total familiar destinado a combustibles para generar electricidad	%	Métodos sociales*	Agencia Internacional de Energía (AIE) y Banco Mundial, 2015
SOCIAL	Equidad	ENERGÍA DESTINADA A ACTIVIDADES DE DISFRUTE Y EDUCACIÓN	Participación organizada	Número de horas de uso de energía eléctrica por actividades educativas y/o culturales/artísticas por hogar	# por actividades: Educación Artes Cultura por hogar	Métodos sociales*	Agencia Internacional de Energía (AIE) y Banco Mundial, 2015.
SOCIAL	Estabilidad	ENFERMEDADES A CAUSA DEL CÚMULO DE RESIDUOS BIOMÁSICOS	Control Eficiencia	Número de casos de enfermedades por exposición a tiradero de basura	# de casos de enfermedades	Métodos sociales*	INEGI, Base de datos IMSS, ISSSTE, Centros de Salud
SOCIAL	Equidad	ENERGÍA DESTINADA A ESPACIOS PUBLICOS EDUCATIVOS, ARTISTICOS Y RECREATIVOS	Diversidad	KW/hr de uso de energía de la población destinada a espacios educativos, artísticos y recreativos.	kw/hr	Métodos sociales* Conversiones energéticas	Agencia Internacional de Energía (AIE) y Banco Mundial, 2015
ECONÓMICO	Productividad	RELACIÓN RECURSOS/PRODUCCIÓN	Retorno	Equivalencia de biomasa a energía	Kg/Kj	Conversiones numéricas	Agencia Internacional de Energía (AIE)
ECONÓMICO	Autogestión	RENTABILIDAD	Distribución Costo / Beneficio	Precio de la energía de uso final por combustible	\$\$\$ M.N.	Estimaciones	Banco Mundial
AMBIENTAL		CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	Control	Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por la producción de electricidad a través de la gasificación	CO 2 equivalente	Estimaciones	Datos proporcionados por el I. de Ingeniería para la tecnología de gasificación
AMBIENTAL	Adaptabilidad	Residuos con potencial biomásico	Autosuficiencia	Residuos biomásicos disponibles del total de desechos sólidos	%	Estimaciones por metodologías para residuos	In situ
TECNOLÓGICO	Autogestión	Eficiencia operativa del proceso tecnológico	Eficiencia	Número y capacidad de rutas para la distribución de biomasa	#/km rutas	Estimaciones	Datos proporcionados por el I. de Ingeniería



TECNOLÓGICO	Estabilidad	Requerimientos laborales	técnicos	Participación organizada	Creación de trabajos como resultado de la producción y uso de biomasa	Calificados/ no calificados Temporal/indefinido	Estimaciones	Datos proporcionados por el I. de Ingeniería
-------------	-------------	--------------------------	----------	--------------------------	---	---	--------------	--

### INDICADORES SIMPLES AMBIENTALES

<i>ATRIBUTOS</i>	<i>#</i>	<i>NOMBRE DEL INDICADOR</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDADES</i>
Ambiente-Tierra-Agricultura	ATA1	Potencial energético de ReBiom de plantas que perturben el ambiente y cultivos	Cantidad de energía obtenida de plantas que perturben el ambiente: invasoras, plagas u otras que no tengan uso en alimento para animales y humanos, o puedan comercializarse	kwh/año
Ambiente-Tierra-Agricultura	ATA2	Disponibilidad de plantas que perturben el ambiente y cultivos	Cantidad de plantas invasoras, plagas u otras que no tengan uso de alimento para animales y humanos o puedan comerciarse	kg/año
Ambiente-Tierra-Agricultura	ATA3	Potencial energético de ReBiom de cultivos	Cantidad de energía de residuos biomásicos obtenidos de cultivos	kwh/año
Ambiente-Tierra-Agricultura	ATA4	Disponibilidad de residuos biomásicos de cultivos	Cantidad de residuos biomásicos de los cultivos	kg/año
Ambiente-Tierra-Ganadería	ATG1	Potencial energético de ReBiom de la ganadería	Cantidad de energía obtenida de residuos biomásicos de la ganadería	kwh/año
Ambiente-Tierra-Ganadería	ATG2	Disponibilidad de ReBiom de la ganadería	Cantidad de energía de residuos biomásicos obtenidos de la ganadería	kg/año
Ambiente-Tierra-Áreas verdes-Manejo forestal	ATMF1	Potencial energético de árboles caducifolios	Cantidad de energía de hojas como residuos biomásicos obtenidos de árboles caducifolios	kwh/año
Ambiente-Tierra-Áreas verdes-Manejo forestal	ATMF2	Disponibilidad de árboles caducifolios del territorio poblacional	Cantidad de hojas como residuos biomásicos obtenidos de árboles caducifolios	kg/año
Ambiente-Tierra-Áreas verdes-Manejo forestal	ATMF3	Potencial energético de arbustos caducifolios	Cantidad de energía de hojas como residuos biomásicos obtenidos de arbustos caducifolios	kwh/año
Ambiente-Tierra-Áreas verdes-Manejo forestal	ATMF4	Disponibilidad de arbustos caducifolios del territorio poblacional	Cantidad de hojas como residuos biomásicos obtenidos de arbustos caducifolios	kg/año



Ambiente-Tierra- Áreas verdes-Manejo forestal	ATMF5	Potencial energético de árboles enfermos para derribo	Cantidad de energía de árboles enfermos a derribar de áreas bajo manejo forestal y jardines	kwh/año
Ambiente-Tierra- Áreas verdes-Manejo forestal	ATMF6	Disponibilidad de árboles enfermos para derribo	Cantidad de árboles enfermos a derribar de áreas bajo manejo forestal y jardines	kg/año
Ambiente-Tierra- Áreas verdes-Manejo forestal	ATMF7	Potencial energético de arbustos enfermos para derribo	Cantidad de energía de arbustos enfermos a derribar de áreas bajo manejo forestal y jardines	kwh/año
Ambiente-Tierra- Áreas verdes-Manejo forestal	ATMF8	Disponibilidad de arbustos enfermos para derribo	Cantidad de arbustos enfermos a derribar de áreas bajo manejo forestal y jardines	kg/año
Ambiente-Tierra- Áreas verdes-Manejo forestal	ATMF9	Potencial energético de ReBiom ramas vivas obtenidas de podas	Cantidad de energía obtenida de ramas vivas podadas de arbustos y árboles	kwh/año
Ambiente-Tierra- Áreas verdes-Manejo forestal	ATMF10	Disponibilidad de ReBiom ramas vivas obtenidos de la poda	Cantidad de residuos biomásicos ramas vivas obtenidas de la poda de árboles y arbustos	kg/año
Ambiente-Tierra- Áreas verdes-Manejo forestal	ATMF11	Potencial energético de ReBiom ramas muertas obtenidos de podas	Cantidad de energía obtenida de ramas muertas podadas de arbustos y árboles	kwh/año
Ambiente-Tierra- Áreas verdes-Manejo forestal	ATMF12	Disponibilidad de ReBiom ramas muertas obtenidos de la poda	Cantidad de residuos biomásicos ramas muertas obtenidas de la poda de árboles y arbustos	kg/año
Ambiente-Tierra- Áreas verdes-Manejo forestal	ATMF13	Potencial energético de ReBiom hojas obtenidos de podas	Cantidad de energía obtenida de las hojas podadas de arbustos y árboles	kwh/año
Ambiente-Tierra- Áreas verdes-Manejo forestal	ATMF14	Disponibilidad de ReBiom hojas obtenidos de la poda	Cantidad de residuos biomásicos hojas obtenidas de la poda de árboles y arbustos	kg/año
Ambiente-Tierra- Agua-Residuos biomásicos	ATMF15	Potencial energético de ReBiom totales	Cantidad de energía	KWh/año
Ambiente-Tierra- Agua-Residuos biomásicos	ATARB1	Disponibilidad de ReBiom totales con fines energéticos	Cantidad de residuos biomásicos obtenidos de: cultivo, ganadería, domésticos, podas-manejo forestal, negocios particulares, Bienes comunes, Hospitales, Escuelas, Centros culturales	kg/año
Ambiente-Tierra- Vulnerabilidad	ATV1	Concentración de contaminantes de suelo por residuos biomásicos	Acidificación de suelo por el cúmulo de residuos biomásicos	m3/año

Ambiente-Tierra-Vulnerabilidad	ATV2	Carga crítica de contaminantes en suelos por residuos biomásicos	Superación de carga crítica de contaminantes de suelo por residuos biomásicos	m3/año
Ambiente-Tierra-Vulnerabilidad	ATV3	Deforestación con fines energéticos	Cantidad de biomasa deforestada con fines energéticos	kg/año
Ambiente-Biodiversidad-Ecosistema-Equilibrio	ABE1	Evolución de Áreas Naturales Protegidas	Número de ANP de la población al año	ANP/año
Ambiente-Biodiversidad-Ecosistema-Equilibrio	ABE2	Manejo efectivo de ANP	Número de acciones establecidas para el manejo y mantenimiento de ANP por año	acciones/año
Ambiente-Agua-Cambio en el consumo poblacional	AAP1	Cambio del consumo de agua en la población	Cantidad de agua consumida por la población	m3/año
Ambiente-Agua-Acumulación de residuos biomásicos	AAC2	Agua contaminada por cúmulo de residuos biomásicos	Cantidad de agua contaminada por cúmulo de residuos biomásicos	m3/año
Ambiente-Agua-Uso en generación de energía	AAC3	Agua contaminada por generación de energía	Cantidad de agua contaminada por generación de energía	m3/año
Ambiente-Agua-Uso en generación de energía	AAP4	Agua potable utilizada con fines energéticos	Cantidad de agua potable utilizada para producción energética	m3/año
Ambiente-Agua dulce-Tratamiento de aguas residuales	AAT5	Tratamiento de aguas residuales provenientes de la producción energética	Cantidad de aguas residuales provenientes de producción energética que son tratadas	m3/año
Ambiente-Agua dulce-Residuos disponibles	AAR6	Disponibilidad de animales que perturben recursos hídricos	Cantidad de animales invasores, plagas u otros que no tengan uso de alimento para animales y humanos o puedan comerciarse, organismos que perturben recursos hídricos	kg/año
Ambiente-Agua dulce-Residuos biomásicos para generación de energía	AAR7	Potencial energético de ReBiom animales que perturben recursos hídricos	Cantidad de energía obtenida de animales invasores, plagas u otros que no tengan uso de alimento para animales y humanos o puedan comerciarse, organismos que perturben recursos hídricos	kwh/año

Ambiente-Agua dulce-Residuos biomásicos para generación de energía	AAR8	Potencial energético de ReBiom plantas que perturben recursos hídricos	Cantidad de energía obtenida de plantas invasoras, plagas u otras que no tengan uso de alimento para animales y humanos o puedan comerciarse, organismos que perturben recursos hídricos	kwh/año
Ambiente-Agua dulce-Residuos disponibles	AAR9	Disponibilidad de plantas que perturben recursos hídricos	Cantidad de plantas invasoras, plagas u otras que no tengan uso de alimento para animales y humanos o puedan comerciarse, organismos que perturben recursos hídricos	kg/año
Ambiente-Atmósfera-Contaminación-Cambio climático	AAGI1	Cantidad de emisiones de GEI por residuos biomásicos	Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por cúmulo de residuos biomásicos	tCO2 eq/año
Ambiente-Atmósfera-Contaminación-Cambio climático	AAGI2	Cantidad de emisiones de GEI por producción de energía no sostenibles	Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por la producción de energía a partir de tecnologías no sostenibles	tCO2 eq/año
Ambiente-Atmósfera-Contaminación-Cambio climático	AAGI3	Emisiones de CO2 por habitante	Emisiones de CO2 por habitante de la población	tCO2 eq/año
Ambiente-Aire-Agua-Suelo-Estética del paisaje-Salud	ARBV1	Generación de ReBiom por vivienda	Disponibilidad de residuos biomásicos por vivienda en poblaciones pequeñas	kg/año
Ambiente-Aire-Agua-Suelo-Estética del paisaje-Salud-Energía	ARBV2	Potencial energético obtenido de ReBiom por vivienda	Cantidad de energía obtenida de residuos biomásicos generados por vivienda en poblaciones pequeñas	kwh/año
Ambiente-Aire-Agua-Suelo-Estética del paisaje-Salud	ARBN3	Generación de ReBiom por negocios particulares en poblaciones pequeñas	Disponibilidad de residuos biomásicos por negocio en poblaciones pequeñas	kg/año
Ambiente-Aire-Agua-Suelo-Estética del paisaje-Salud-Energía	ARBN4	Potencial energético obtenido de ReBiom por negocios particulares en poblaciones pequeñas	Cantidad de energía obtenida de residuos biomásicos generados por negocio en poblaciones pequeñas	kwh/año
Ambiente-Aire-Agua-Suelo-Estética del paisaje-Salud-Energía-Educación	ARBE5	Generación de ReBiom obtenidos de espacios destinados a la educación	Disponibilidad de residuos biomásicos por espacios destinados a la educación	kg/año
Ambiente-Aire-Agua-Suelo-Estética del paisaje-Salud-Energía-Educación	ARBE6	Potencial energético obtenido de ReBiom de espacios destinados a la educación	Cantidad de energía obtenida de residuos biomásicos generados en espacios destinados a la educación	kwh/año
Ambiente-Aire-Agua-Suelo-Estética del paisaje-Salud-Energía-Cultura-Arte	ARBCA7	Generación de ReBiom obtenidos de espacios destinados a cultura y arte	Disponibilidad de residuos biomásicos por espacios destinados a cultura y arte	kg/año

Ambiente-Aire-Agua-Suelo-Estética del paisaje-Salud-Energía-Cultura-Arte	ARBCA8	Potencial energético obtenido de espacios destinados a cultura y arte	Cantidad de energía obtenida de residuos biomásicos generados en espacios destinados a cultura y arte	kwh/año
Ambiente-Aire-Agua-Suelo-Estética del paisaje-Salud-Energía-B.comunes	ARBCA9	Potencia energético obtenido de Bienes comunes: ANP, ecoturismo, negocios comunales	Cantidad de energía obtenida de residuos biomásicos generados en Bienes comunes: ANP, ecoturismo, negocios comunales	kwh/año
Ambiente-Aire-Agua-Suelo-Estética del paisaje-Salud-Energía-B.comunes	ARBCA10	Generación de ReBiom obtenidos de Bienes comunes: ANP, ecoturismo, negocios comunales	Disponibilidad de residuos biomásicos obtenidos de Bienes comunes: ANP, ecoturismo, negocios comunales	kg/año
Ambiente-Aire-Agua-Suelo-Estética del paisaje-Salud-Energía-	ARBCA11	Potencia energético obtenido de espacios destinados a la salud pública	Cantidad de energía obtenida de residuos biomásicos generados en espacios destinados a la Salud pública	KWh/año
Ambiente-Aire-Agua-Suelo-Estética del paisaje-Salud-Energía-	ARBCA12	Generación de ReBiom obtenidos de espacios destinados a Salud pública	Disponibilidad de residuos biomásicos obtenidos de espacios destinados a la Salud pública	kg/año

#### INDICADORES SIMPLES ECONÓMICOS

<i>ATRIBUTOS</i>	<i>#</i>	<i>NOMBRE DEL INDICADOR</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDADES</i>
Economía-Tecnología-Desarrollo económico-Empleo	ETD1	Productividad laboral en la planta de Gasificación	Costo de la productividad laboral generada en la planta de Gasificación	\$/año
Economía-Tecnología-Usos finales por combustible	ETU2	Energía en usos finales por combustibles	Precio de la energía en su uso final obtenida por ReBiom	\$/año
Economía-Tecnología-Costos	ETC3	Precio de la tecnología de Gasificación	Costo de la tecnología de Gasificación por capacidad de distribución eléctrica adecuada a la población pequeña	\$/año
Economía-Tecnología-Costos	ETC4	Financiamiento y apoyos económicos para la adquisición de la tecnología de gasificación	Apoyos para la adquisición de la tecnología de Gasificación	\$/año
Economía-Tecnología-Costos	ETC5	Costos de mantenimiento de la planta	Costos por mantenimiento de la planta de Gasificación	\$/año
Economía-Tecnología-Costos	ETC6	Financiamiento para gastos que se requieran en el proceso de instalación del Gasificador	Financiamiento para gastos que implique la instalación de la planta de Gasificación	\$/año
Tecnología-Producción-Eficiencia	TPE	Eficiencia económica de la tecnología de gasificación	Eficiencia de la conversión y distribución de energía en comparación con otras tecnologías	\$/año
Tecnología-Producción-Capacidad	TPC	Capacidad energética de la planta de Gasificación por ReBiom disponibles	Capacidad energética de la planta de Gasificación por los residuos biomásicos disponibles totales de la población	kwh/año
Tecnología-Producción-Reservas	TPR	Reservas de energía del Gasificador	Cantidad de reservas energéticas de que se tienen en el sistema de Gasificación	kwh/año

Tecnología-Producción-Reservas		Demanda energética total de la población y de sus actividades	Cantidad de energía que demanda la población con sus actividades antropocéntricas	kwh/año
Economía-Consumidor-Evolución	ECE1	Crecimiento del consumo energético	Taza de crecimiento del consumo energético total de la población	\$/kwh
Economía-Consumidor-Evolución	ECE2	Intensidad energética <i>per cápita</i>	Costo de energía <i>per cápita</i>	\$/kwh
Economía-Consumidor-Domestico	ECE3	Costo de energía eléctrica utilizada en el sector doméstico	Costo de energía eléctrica utilizada en el sector doméstico pequeña, costos de energía eléctrica consumida si se tiene negocios particulares	\$/kwh
Economía-Consumidor-Bienes comunes	ECE4	Costo de energía eléctrica utilizada en bienes comunes	Costo de energía eléctrica utilizada en bienes comunes, entiéndase por: ANP, ecoturismo, negocios comunales, considerando costos de energía para acceso a agua potable	\$/kwh
Economía-Consumidor-Educación	ECE5	Costo de energía eléctrica utilizada en Educación	Costo de energía eléctrica utilizada en espacios destinados a la educación de la población pequeña, considerando costos de energía para acceso a agua potable	\$/kwh
Economía-Consumidor-Cultura y Arte	ECE6	Costo de energía eléctrica utilizada en Cultura y Arte	Costo de energía eléctrica utilizada en espacios destinados a la cultura de la población pequeña, considerando costos de energía para acceso a agua potable	\$/kwh
Economía-Consumidor-Salud humana	ECE7	Costo de energía eléctrica utilizada en Salud humana	Costo de energía eléctrica utilizada en espacios destinados a la salud humana de la población pequeña, considerando costos de energía para acceso a agua potable	\$/kwh
Economía-Consumidor-Ahorro	ECE8	Costo de energía eléctrica utilizada en alumbrado público		\$/kwh
Economía-Consumidor-Gastos para energía	ECE9	Ingresos económicos familiares destinado a energía	Gastos destinados a energía eléctrica por vivienda	\$/kwh
Economía-Consumidor-Comunidad	ECE10	Ahorro monetario por uso de bioenergía a partir de ReBiom	Ahorro por la obtención de energía a partir de residuos biomásicos	\$/año
Economía-ReBiom-Costos	ERB1	Costo por el traslado de ReBiom	Costo por el traslado de ReBiom a la planta de gasificación	\$/año
Economía-ReBiom-Costos	ERB2	Costo por el tratamiento de ReBiom Cultura	Costo por el tratamiento de ReBiom de cultivo	\$/año
Economía-ReBiom-Costos	ERB3	Costo por el tratamiento de ReBiom Gan	Costo por el tratamiento de ReBiom de ganadería	\$/año
Economía-ReBiom-Costos	ERB4	Costo por el tratamiento de ReBiom Podas	Costo por el tratamiento de ReBiom de podas	\$/año
Economía-ReBiom-Costos	ERB5	Costo por el tratamiento de ReBiom Agua	Costo por el tratamiento de ReBiom de cuerpos de agua	\$/año
Economía-ReBiom-Costos	ERB6	Costo por el tratamiento de ReBiom Domésticos	Costo por el tratamiento de ReBiom obtenidos de sector doméstico y/o negocios particulares	\$/año
Economía-ReBiom-Costos	ERB7	Costo por el tratamiento de ReBiom Bienes comunes	Costo por el tratamiento de ReBiom de bienes comunes	\$/año

Economía-ReBiom-Costos	ERB8	Costo por el tratamiento de ReBiom Educación	Costo por el tratamiento de ReBiom de espacios destinados a la educación	\$/año
Economía-ReBiom-Costos	ERB9	Costo por el tratamiento de ReBiom CuAr	Costo por el tratamiento de ReBiom de espacios destinados a la cultura y el arte	\$/año
Economía-ReBiom-Costos	ERB10	Costo por el tratamiento de ReBiom Salud humana	Costo por el tratamiento de ReBiom obtenidos de espacios destinados a la salud humana	\$/año
Economía-ReBiom-Costos	ERB11	Costos por recolecta de ReBiom	Costo por la recopilación de residuos biomásicos	\$/año
Ambiente-Agua dulce-Tratamiento de aguas residuales	AATR	Precio por tratamiento de aguas residuales provenientes de la producción energética	Cantidad de aguas residuales provenientes de producción energética que son tratadas	\$/año

### INDICADORES SIMPLES SOCIALES

<i>ATRIBUTOS</i>	<i>#</i>	<i>NOMBRE DEL INDICADOR</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDADES</i>
Social-Salud-Enfermedades	SSE1	Enfermedades producidas por exposición de ReBiom	Cantidad de enfermedades por exposición a cúmulos de residuos biomásicos	enfermedades/año
Social-Salud-Enfermedades	SSE2	Enfermos por exposición a ReBiom	Número de enfermos por exposición a cúmulo de ReBiom	enfermos/año
Social-Salud-Equidad	SSE3	Acceso a servicios de salud por exposición a ReBiom	Cantidad de habitantes que tiene acceso a servicios de salud por enfermedades originadas por exposición a residuos biomásicos	acceso salud/año
Social-Salud-Mortalidad	SSM4	Mortalidad por producción de energía	Cantidad de personas que fallecen por producción energética	defunciones/año
Social-Salud-Mortalidad	SSM5	Mortalidad laboral	Victimas mortales de accidentes por la energía producida en la cadena de combustibles	defunciones/año
Social-Salud-Mortalidad	SSM6	Mortalidad por residuos biomásicos	Cantidad de personas que fallecen por exposición a cúmulos de residuos biomásicos	defunciones/año
Social-Demografía-Crecimiento poblacional	SDC1	Aumento en el número de habitantes en la población	Cantidad de habitantes por año	habitantes/año
Social-Demografía-Desarrollo-Energía	SDE1	Personas con acceso a electricidad	Número de personas con acceso a electricidad	habitantes/año
Social-Demografía-Desarrollo-Energía	SDE2	Viviendas con acceso a electricidad	Número de viviendas con acceso a energía eléctrica	viviendas/año
Social-Demografía-Pobreza-Energía	SDE4	Personas sin acceso a electricidad	Número de personas sin acceso a electricidad	habitantes/año
Social-Demografía-Pobreza-Energía	SDE5	Viviendas sin acceso a electricidad	Número de viviendas sin acceso a energía eléctrica	viviendas/año

Social-Educación-Desarrollo	SD1	Espacios destinados a la educación en la población	Número de espacios destinados a la educación	escuelas/año
Social-Cultura-Arte-Desarrollo	SD2	Espacios destinados a cultura y arte	Numero de espacios destinados a cultura y arte	espacios culturales/año
Social-Salud-Demanda	SD3	Espacios destinados a la Salud poblacional	Numero de espacios destinados a la Salud poblacional	espacios salud/año
Social-Salud-Demanda	SD4	Viviendas	Número de viviendas	viviendas/año
Social-Salud-Demanda	SD5	Espacios de desarrollo económico	Número de negocios particulares	negocios/año
Social-Comunidad-Inclusión social	SD4	Bienes comunes con necesidades energéticas	Numero de espacios destinados a Bienes comunes, entiéndase por: ANP, ecoturismo, negocios comunales	espacios comunales/año
Social-Demanda-Energía-Domestico	SDE1	Demanda energética de sector doméstico	Cantidad de energía que consume el sector domestico	kwh/año
Social-Demanda-Energía-Seguridad	SDE2	Demanda energética del alumbrado público y espacios comunes	Cantidad de energía que se usa en el alumbrado público y otros espacios públicos	kwh/año
Social-Demanda-Energía-Desarrollo	SDE3	Demanda energética en negocios particulares	Cantidad de energía que consumen los negocios particulares	kwh/año
Social-Demanda-Energía-Inclusión social	SDE4	Demanda energética de Bienes comunes	Cantidad de energía que consumen los bienes comunes	kwh/año
Social-Demanda-Energía-Arte-Cultura	SDE5	Demanda energética de espacios culturales y artísticos	Cantidad de energía que se consume en los espacios destinados al arte y cultura	kwh/año
Social-Demanda-Energía-Educación	SDE6	Demanda energética de espacios destinados a la educación	Cantidad de energía que consume en espacios destinados a la educación	kwh/año
Social-Demanda-Energía-Salud	SDE7	Demanda energética de espacios destinados a la salud humana	Cantidad de energía que consume en espacios destinados a la salud poblacional	kwh/año
Social-Demanda-Energía-Vivienda	SDE8	Demanda energética por vivienda	Cantidad de energía que consume por vivienda	kwh/año
Social-Demanda-Energía-habitante	SDE9	Demanda energética <i>per cápita</i>	Cantidad de energía que consume por habitante	kwh/año
Tecnología-Geografía-Consumo	TGC	Consumo de energía por época del año	Cantidad de energía consumida por la población por estación del año	kwh/año
Social-Gobernanza-Inseguridad	SPSE1	Inseguridad poblacional	Número de homicidios nocturnos ocurridos en la población	homicidios/año
Social-Gobernanza-Inseguridad	SPSE2	Migración	Número de migrantes por falta de empleo	migrantes/año
Social-Corrupción	SPSE3	Corrupción	Numero de actos de corrupción dentro de la red de distribución de energía eléctrica	corrupción/año
Social-Educación-Equidad	SPSE4	Nivel educativo de la población adulta	número de personas que saben leer y escribir	alfabetismo/año

Social-Educación-Equidad	SPSE5	Nivel educativo de mujeres adultas	número de mujeres que saben leer y escribir	equidad genero/año
Social-Empleo	SPSE6	Población con empleo	Número de empleos generados por la planta de Gasificación	equidad genero/año
Social-Empleo-Equidad	SPSE7	Equidad de género en empleo	Número de mujeres trabajando en la planta de Gasificación	equidad genero/año