

## Capítulo 5.

# Modelo de gestión de sostenibilidad ambiental para Colombia

---

Con los desarrollos contemplados en los capítulos anteriores, es posible la inferencia de un modelo de gestión de sostenibilidad ambiental para Colombia; donde se apela a la experiencia y realidad ambiental de los países referentes. Sin embargo, se considera también necesario aclarar otros ítems que enriquece y da mayor sustento al modelo propuesto, tal como un esbozo a la realidad colombiana en políticas públicas ambientales y aclaraciones preliminares de modelo, Gestión ambiental e indicadores de sostenibilidad ambiental. Así mismo en este capítulo se finaliza las políticas públicas ambientales de Francia y Brasil, realizando un comparativo entre ambos países.

### **5.1 COMPARATIVO ENTRE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTALES Y GASTO PÚBLICO DE FRANCIA Y BRASIL**

En este análisis comparativo se tuvo en cuenta la descripción geográfica que se hizo de cada país, así como las políticas públicas ambientales y las finanzas públicas haciendo énfasis en el gasto ambiental; el cual permite la inferencia de conclusiones.

#### **5.1.1 Análisis comparativo de las políticas públicas ambientales de Francia y Brasil**

En las descripciones realizadas en los capítulos 2 y 3 sobre las políticas públicas ambientales de Francia y Brasil respectivamente, se puede notar la diferencia

numérica. Para Francia sólo se describieron seis políticas públicas ambientales, mientras que para Brasil fueron catorce, equivalente al 233% con respecto a las primeras. Tratando de darle una explicación a esta gran diferencia, se apela a los siguientes razonamientos:

- **Diferencia respecto a población y superficie:** como se mencionó antes, Brasil es el quinto país más grande del mundo en cuanto a población y superficie. Haciendo la relación entre la población y superficie de Brasil y Francia, se tiene que Brasil es superior en un 319% y 1543% respectivamente (ver Tabla 13). Esta condición poblacional de Brasil hace que haya consecuencias directas al medio ambiente, ya que se debe atender los requerimientos que de ello surge tales como: producción de alimentos, consumo de agua y energía, generación de residuos y emisiones de GEI en grandes cantidades, entre otros (Alberti, 1996).

**Tabla 13.**

*Relación entre la Población y Superficie de Francia y Brasil.*

País/	POBLACIÓN	% Diferencia población	SUPERFICIE (km <sup>2</sup> )	% Diferencia superficie
<b>FRANCIA</b>	65018096	319,389	552000	1542,675
<b>BRASIL</b>	207660929		8515570	

*Fuente:* Elaboración propia

- **Biodiversidad:** “Brasil posee la cubierta forestal tropical más grande del mundo y concentra alrededor del 12% de la biodiversidad del planeta.” (Ministério das Relações Exteriores, 2018). Igualmente, Brasil posee el 65% de la selva amazónica donde alberga la biodiversidad más rica de cualquier ecosistema del planeta; el sistema fluvial de Amazonia también suministra energía hidroeléctrica para millones de personas y la región es el hogar de millones de personas como Tokio, Ciudad de México y Nueva York juntas (Conservation International, 2017); es de esperarse que existan políticas públicas ambientales que se dirijan a proteger tan importante recurso ambiental para el mundo entero.

Lo anterior para explicar que las políticas públicas de Francia no son insuficientes, es sólo que la realidad ambiental de Brasil, difiere mucho a la de Francia; haciendo preciso entonces el establecimiento de políticas públicas ambientales acordes a las

necesidades y requerimientos de cada país. En la Tabla 14 se muestran las Políticas Públicas Ambientales establecidas explícitamente por cada país (seis para Francia y catorce para Brasil). Aquí hay que señalar que dentro de algunas Políticas Públicas Ambientales de Brasil se encuentra inmersas otras que para Francia son explícitas y viceversa. En la Tabla 15, se señalan indicadores de sustentabilidad ambiental que están presentes en las políticas públicas ambientales descritas de Francia y Brasil, y que según lecturas analizadas (ver Tabla 1) son los que se deben contener como mínimo para que exista sustentabilidad ambiental. Analizando las políticas públicas ambientales bajo el criterio de indicadores de sustentabilidad ambiental, no existe diferencia numérica sustancial entre los indicadores de sustentabilidad ambiental presentes en las políticas públicas ambientales de Francia y Brasil. Los criterios en los cuales no se muestra su presencia en Francia (3) y Brasil (2), corresponde a que no se encuentran explícitamente en las políticas públicas ambientales descritas en este libro; pero no significa que el país como tal no tenga establecida alguna política al respecto; por tal razón en estos espacios se indica como (-).

**Tabla 14.**

*Políticas Públicas Ambientales de Francia y Brasil.*

ASPECTOS AMBIENTALES	FRANCIA	BRASIL
<b>Agua</b>	X	X
<b>Áreas protegidas</b>	*	X
<b>Biodiversidad</b>	X*	X
<b>Biomás</b>		X
<b>Ciudades sustentables</b>		X**
<b>Desarrollo rural sustentable</b>		X
<b>Educación ambiental</b>		X
<b>Bosques</b>		X
<b>Gestión territorial</b>		X
<b>Gobierno ambiental</b>		X
<b>Información medioambiental</b>		X
<b>Cambio climático</b>	X	X***
<b>Responsabilidad socio ambiental</b>		X
<b>Seguridad química</b>		X

## Continuación Tabla 14.

ASPECTOS AMBIENTALES	FRANCIA	BRASIL
<b>Polución del aire</b>	X	**
<b>Desechos</b>	X	**
<b>Energía</b>	X	***

\* Dentro de la política ambiental de Biodiversidad se encuentra la de áreas protegidas de Francia.

\*\* Dentro de la Política de Ciudades Sustentables se encuentran las políticas relacionadas con Calidad del Aire y Residuos Sólidos para Brasil.

\*\*\* Dentro de la Política Ambiental para el Cambio Climático se encuentra la política pública para la Energía.

Fuente: Elaboración propia.

## Tabla 15.

*Indicadores sustentabilidad ambiental de Francia y Brasil.*

Criterios Analizados	FRANCIA	BRASIL
<b>Saneamiento básico</b>	Si	Si
<b>Residuos</b>	Si	Si
<b>Acceso al agua</b>	Si	Si
<b>Calidad del agua</b>	Si	Si
<b>Alimentos</b>	-	Si
<b>Combustibles fósiles</b>	Si	-
<b>Energía</b>	Si	Si
<b>Plan del Director</b>	Si	Si
<b>Biodiversidad</b>	Si	Si
<b>Suelo</b>	-	Si
<b>Calidad del aire</b>	Si	Si
<b>Protección áreas</b>	Si	Si
<b>Agricultura</b>	Si	Si
<b>Gastos en gestión ambiental</b>	Si	Si
<b>Transporte</b>	Si	Si

Fuente: Elaboración propia.

Este análisis sustenta la afirmación de que tanto Francia como Brasil, poseen las políticas públicas ambientales necesarias para llevar a cabo una buena gestión

ambiental. Otro análisis correspondería a la efectiva aplicación de las políticas públicas ambientales establecidas en cada país.

### **5.1.2 Análisis comparativo de las finanzas públicas de Francia y Brasil**

El análisis en este apartado, se hace considerando las diferentes categorías que componen los Ingresos y Gastos en cada país. En ambos países las categorías que componen los ingresos son muy similares. Los Ingresos están compuestos por cuatro categorías, y la categoría que más aporta a los ingresos totales en ambos países son los impuestos; en Francia denominado Ingresos Fiscales y en Brasil Impuestos. La única diferencia entre las categorías de estos países es la presencia de la categoría Préstamos en Francia, que no aparece en Brasil; y la categoría Contribuciones Sociales que aparece en Brasil y está ausente en Francia. En cuanto a los Gastos, si difiere considerablemente las categorías en ambos países. Los Gastos de Francia están distribuidos en doce categorías, mientras que en Brasil aparecen sólo ocho. Sin embargo cabe aclarar que Francia discrimina los Beneficios Sociales, mientras que Brasil los agrupa. Una vez agrupado los Beneficios Sociales en Francia, esta quedaría con siete categorías; sin embargo la denominación de las categorías en ambos países es muy disímil entre ellas.

Ahora bien, la categoría de mayor interés en esta investigación para comparar entre ambos países es la de Beneficios Sociales. Para poder compararla se determinó el porcentaje de participación de los Beneficios Sociales en ambos países con respecto a los Gastos Totales (ver Tabla 16). De esta determinación se puede concluir dos grandes aspectos. Primero: la participación de los Beneficios Sociales de Francia en los Gastos Totales está por encima de la participación de Beneficios Sociales de Brasil en los Gastos Totales entre los 14 y 18 puntos porcentuales. Segundo: la variación porcentual en Francia entre 2011 y 2015 (con respecto al año anterior) oscila entre 0,7 y 3,1; y la variación porcentual en Brasil oscila entre 0,05 y 2,4; lo cual indica que la participación en los gastos de los Beneficios Sociales de ambos países permaneció más bien estable en el período analizado, pudiéndose prever que la participación en los gastos de la categoría Beneficios Sociales en ambos países constituye una política en sí misma.

**Tabla 16.***Participación Porcentual de los Beneficios Sociales en los Gastos Totales de Francia y Brasil.*

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>GASTOS TOTALES FRANCIA</b>	26648,6	26972,0	27392,6	28752,7	27106,1	27934,0
Beneficios sociales	13099,0	13071,6	13098,1	13318,0	13388,0	13482,6
Gastos totales en dólar*	37361	37545	35227	38184	36024	31007
Beneficios sociales en dólar*	18365	18196	16844	17686	17793	14966
Porcentaje de participación	<b>49,2</b>	<b>48,5</b>	<b>47,8</b>	<b>46,3</b>	<b>49,4</b>	<b>48,3</b>
<b>GASTOS TOTALES BRASIL</b>	1529342	1738487	1900203	2137802	2528418	2974177
Beneficios sociales	479449	533852	604257	678676	855813	934477
Gastos totales en dólar $\alpha$	2690266	2910401	3785774	4601619	5975410	10083352
Beneficios sociales en dólar $\alpha$	843399	893722	1203861	1460850	2022543	3168157
Porcentaje de participación	<b>31,35</b>	<b>30,71</b>	<b>31,80</b>	<b>31,75</b>	<b>33,85</b>	<b>31,42</b>

\* El total de gastos de Francia expresados en Euros Reales se convirtió a dólares a la tasa de cambio media anual para el periodo 2010-2015; datos obtenidos del Instituto Canario de Estadísticas.

$\alpha$  El total de gastos de Brasil expresados en Reales se convirtió a dólares a la tasa de cambio media anual para el periodo 2010-2015; datos obtenidos del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística.

Fuente: Elaboración propia

Con lo analizado hasta aquí, puede notarse la similitud entre Francia y Brasil con respecto a su partida presupuestaria para la categoría Beneficios Sociales; para ambos países esta categoría representa el mayor rubro presupuestal, indicando entonces la importancia que para estos países significa el bienestar de sus ciudadanos, incluyendo la parte ambiental; que sin lugar a duda, es uno de los aspectos que mayor atención deben prestar los gobiernos, en aras de garantizar un futuro a las nuevas generaciones y la sostenibilidad de la misma humanidad.

## 5.2 UNA MIRADA A LA REALIDAD COLOMBIANA EN POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTALES

En este capítulo se pretende proponer un modelo de gestión de sostenibilidad ambiental para Colombia; considerando los desarrollos de los capítulos anteriores y

otros aquí establecidos, los cuales se piensa son indispensables para la construcción del modelo. Se persigue que con este modelo los gobiernos, particularmente el de Colombia, realicen acciones encaminadas a la protección del medio ambiente, así como la mitigación de daños causados por las actividades inherentes a la existencia humana. Aunque es de resaltar que Colombia no es ajena a los problemas ambientales y que ha desarrollado múltiples acciones en aras de atenuar los daños ambientales y mejorar la calidad de vida de sus habitantes. En la página web del Ministerio del Medio Ambiente, se muestra los aspectos ambientales sobre los cuales Colombia ha establecido políticas públicas, y para efectos de complementar la información para el modelo, se describen brevemente a continuación:

*Asuntos ambientales y Sectorial y Urbana:* le corresponde a la Dirección de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana proponer las políticas, coordinar las estrategias y definir las bases técnicas para los procesos de regulación en materia de prevención y control del deterioro ambiental; promover el fortalecimiento de la gestión ambiental de los sectores productivos y de las áreas urbanas del país y garantizar la inserción de las variables ambientales en los procesos de toma de decisiones de las esferas del ejercicio público y privado.

*Asuntos marinos costeros y recursos acuáticos:* se da una especial relevancia a la gestión del riesgo en las zonas marino-costeras y la prevención de la contaminación de dichas zonas. De igual manera, permite tener una adecuada administración de los servicios ecosistémicos que brindan las zonas marino-costeras de Colombia y la respectiva protección de la biodiversidad marina asociada.

*Bosques, biodiversidad y servicios ecosistémicos:* la gestión integral de la biodiversidad comprende procesos a través de los cuales se planifican, ejecutan y monitorean las acciones para la conservación (preservación, uso y restauración) de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos, en un escenario social y territorial definido con el fin de maximizar el bienestar social.

*Cambio climático:* la política nacional de cambio climático inició su formulación en el año 2014 y desde entonces se propuso articular todos los esfuerzos que el país viene desarrollando desde hace varios años, y principalmente desde el 2011, a través de la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono, el plan nacional de adaptación al cambio climático y la Estrategia Nacional REDD+, entre otras iniciativas, y adiciona elementos novedosos para orientar estratégicamente todos

los esfuerzos hacia el cumplimiento del compromiso adquirido en el marco del Acuerdo de París.

*Gestión integral del recurso hídrico:* la Gestión integral del recurso hídrico busca orientar el desarrollo de políticas públicas en materia de recurso hídrico, a través de una combinación de desarrollo económico, social y la protección de los ecosistemas.

*Ordenamiento ambiental territorial y Coordinación del Sistema Nacional Ambiental:* orienta la creación de espacios y mecanismos para fomentar la coordinación, fortalecimiento, articulación y mutua cooperación de las entidades que integran el Sistema Nacional Ambiental.

*Negocios verdes y sostenibles:* se trabaja en el desarrollo de estudios e instrumentos económicos y financieros, que propicien cambios de comportamiento de los actores que hacen uso de los recursos naturales y que sirvan para financiar la gestión ambiental. Además, se desarrollan lineamientos de política e instrumentos para dinamizar la generación de una oferta de bienes y servicios, a partir del uso sostenible de los recursos naturales que sean funcionales a la generación de oportunidades económicas del país.

Lo anterior para aclarar, que la propuesta del modelo no pretende suplir faltas o fallas que puedan presentarse en los modelos ya aplicados en Colombia, sino más bien a complementarlos, agrupando las experiencias de Francia y Brasil, que son países potencia.

### **5.3 ACLARACIONES PRELIMINARES DE MODELO, GESTIÓN AMBIENTAL E INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL**

#### *Modelo*

El término modelo presenta diferentes acepciones: una de ellas es el “modo de explicación de la realidad, y especialmente de la realidad física”. Así mismo se ha empleado la palabra modelo “como de alguna forma de representación de alguna realidad o serie de realidades, de algún proceso o serie de procesos,... Otro modo de entender ‘modelo’ es tomar como tal un sistema del cual se trate de presentar una teoría. El modelo es entonces la realidad –efectiva o supuesta– que la teoría trata de explicar.” (Ferrater, J., 2004).

Lo expresado anteriormente, permite determinar que los modelos son concepciones mentales por medio de las cuales se realizan representaciones. Al respecto, en ciencia, cuando se habla de modelo se hace referencia a la representación de parte de la realidad y para ello se mencionan dos tipos de modelo: el modelo mental o concepción mental y el modelo concreto. En términos del autor M. Bunge se los define como: modelo teórico (teoría) y el objeto modelo (conceptual).

“Un objeto modelo...es una representación de un objeto: a veces perceptible, a veces imperceptible, siempre esquemática y, en parte al menos, convencional. El objeto representado puede ser una cosa o un hecho...Un objeto modelo (incluso ingenioso) servirá de poco a menos que se lo encaje en un cuerpo de ideas en cuyo seno puedan establecerse relaciones deductivas. Hay que tejer pues...una red de fórmulas alrededor de cada objeto modelo. Si ese cuerpo de ideas es coherente, constituirá un modelo teórico de los individuos concretos”...Es decir el Modelo Teórico, es una teoría específica que describe el Objeto Modelo o Modelo Conceptual de una cosa, y así la teoría específica ‘constituida’ por una teoría general, resulta enriquecida con un objeto modelo”. (Bunge, M., 1981).

Es importante reconocer que los modelos permiten obtener una imagen de la realidad y que el conocimiento que transmiten como información está supeditado al modelo establecido. La construcción de modelos es una labor que requiere un alto nivel de abstracción.

Ahora bien, se debe tener en cuenta algunos criterios para la construcción de cualquier modelo, los cuales según Wadsworth (1997) son:

- ✓ Que el modelo tenga un propósito claramente definido.
- ✓ Que se identifiquen claramente las consideraciones esenciales (incluir en el modelo).
- ✓ Que se desechen las consideraciones superfluas (estas son fuente de confusión).
- ✓ Que el modelo represente la realidad en forma simplificada.

Teniendo en cuenta estas acepciones sobre modelo, se espera que el modelo de gestión de sostenibilidad ambiental aquí propuesto cumpla con las características propias de un modelo, y que sirva para representar en la forma más cercana posible a la realidad medioambiental en el medio que se quiera aplicar; en este caso específico para los aspectos ambientales en Colombia.

### *Gestión ambiental*

Este apartado fue construido considerando los aportes de Galván y Reyes (2009) con respecto a la prevención, control y mitigación de la contaminación ambiental. Estos autores discurren como parte fundamental cinco aspectos para la buena gestión ambiental. Para efectos de este libro y de acuerdo a los objetivos establecidos se explican cuatro, los cuales son: Tecnologías limpias, Educación ambiental, Economía ambiental y Gerencia ambiental.

*Tecnologías limpias:* las tecnologías limpias son cada vez más implementadas como herramientas de prevención. Se pueden tomar dos posturas ante la contaminación, la primera hace referencia a implementar tecnologías limpias, de forma que no se genere contaminación. Se trata de incluir tratamientos internos a los diferentes procesos que buscan evitar la contaminación y no procesarla, esta se denomina *Anticontaminación*. La segunda postura se refiere a la instalación de equipos que controlen y/o eliminen los agentes contaminantes mediante tratamientos externos, como por ejemplo filtros, depuradoras, plantas de reciclado, incineradores y vertederos controlados, entre otros, a esta postura la llaman *Descontaminación*. Las tecnologías limpias consisten en la aplicación de estrategias que incluyen técnicas tales como reciclado, sustitución, recuperación y revalorización. Pueden ser muy sencillas, pues se puede tratar de un simple cambio en un procedimiento, o pueden ser sofisticadas, con importantes inversiones previas en investigación.

*Educación ambiental:* la educación ambiental se presenta como herramienta de prevención de la contaminación, partiendo del hecho que la sensibilización y el conocimiento ambiental hará adquirir conductas proambientales a los ciudadanos. Galván y Reyes (2009) hacen énfasis en impartir educación ambiental a los universitarios, ya que éstos como futuros profesionales tienen las herramientas para entender y generar cambios en su entorno personal y en las políticas de sus futuros centros de trabajo en relación con el ambiente. Estos autores señalan que la Universidad juega un papel fundamental, pues es en ella donde se forman los futuros miembros de los gobiernos, los profesionales responsables de la fabricación de nuevos productos, entre otros. Por esto, los autores proponen incorporar dentro de los planes de estudio de las diferentes carreras universitarias, contenidos temáticos de aspectos ambientales o incluso asignaturas ambientales, coadyuvando a mejorar la situación ambiental del mundo.

*Economía ambiental:* Galván y Reyes (2009) dan una explicación muy interesante acerca de cómo los problemas ambientales generados por la contaminación

pueden ser considerados como variables económicas y por tanto deben ser analizados en términos económicos. Los métodos para la valoración económica de la calidad ambiental permiten: a) contar con argumentos económicos reales que justifiquen el uso de tecnologías limpias, b) conocer la magnitud económica de un delito ambiental, y c) desarrollar una cultura de prevención basada en el costo económico incorporándolo en los estudios de costo-beneficio de cualquier proyecto de inversión. Al analizar aspectos relacionados con la conceptualización económica de la contaminación, con la determinación de su nivel óptimo, tanto para los diferentes agentes económicos implicados como para la sociedad en su conjunto, y los métodos propuestos para alcanzar este nivel óptimo de contaminación se define la contaminación como una externalidad negativa de cualquier actividad de producción, cuyos costos asociados deben ser asumidos (internalizados) por el agente económico que la produce. Una forma de calcular el nivel óptimo de contaminación es a través de: (a) la fijación de estándares ambientales, estableciendo la cantidad máxima de contaminación que se permite al agente contaminante; (b) la fijación de subsidios para reducir la contaminación, estimulando al agente contaminante para que invierta en tecnologías limpias, y (c) la emisión de permisos de contaminación, entre otros.

*Gerencia ambiental:* entre las principales estrategias propuestas a nivel empresarial para prevenir los problemas de contaminación se encuentran los Sistemas de Gestión Ambiental. Estos sistemas constituyen la vía con la cual una organización puede identificar y manejar sistemáticamente sus aspectos e impactos ambientales. En este sentido, un Sistema de Gestión Ambiental forma parte de la estructura organizacional de la empresa, que permite controlar los procesos susceptibles de generar daños al ambiente, minimizando los impactos ambientales de sus operaciones y mejorando el rendimiento de sus procesos. Estos Sistemas de Gestión Ambiental pueden ser usados en cualquier ámbito, tanto en las empresas, como a nivel de Estado en sus tres esferas de Gobierno (Nacional, Departamental y Municipal). Los Sistemas de Gestión Ambiental identifican políticas, procedimientos y recursos para cumplir y mantener una gestión ambiental efectiva.

### ***Indicadores de sostenibilidad ambiental***

Rey (2000) explica como los indicadores económicos son incapaces de hacer frente a la representatividad de la economía real, en cuanto a su relación con el sistema ambiental, por ello diversos organismos e instituciones comunitarias se están centrando en el desarrollo de indicadores que permitan brindar información

sobre el Estado y tendencias del medio ambiente. A continuación se muestran dos de estos indicadores:

- **Índice de desarrollo humano:** este índice clasifica el nivel relativo de desarrollo de los distintos países, ajustando la renta nacional per-cápita para explicar las diferencias existentes entre los países en tipos de cambio y poder de compra, utilizando variables como la esperanza de vida, el analfabetismo y la mediana de años de escolarización, junto a la renta per-cápita. Aquí cabe aclarar que este es un indicador de desarrollo humano, por lo que no hace referencia expresa al medio ambiente, aunque ha ido evolucionando su contenido y va incorporando diferentes aspectos.
- **Índice de bienestar económico sostenible:** este índice pretende introducir modificaciones en la valoración del Producto Nacional Bruto con objeto de contemplar la economía no registrada por el mercado como lo es el sector informal y el trabajo doméstico. Además incluye las externalidades ambientales, los recursos naturales y los bienes de la biosfera.

### ***Clasificación de indicadores medioambientales***

Según IHOBE (1999), los indicadores medioambientales pueden dividirse en tres grandes grupos: Indicadores de impacto medioambiental, Indicadores de gestión medioambiental e Indicadores de situación medioambiental. Cualquier entidad puede usar los indicadores de impacto medioambiental como punto de partida. Algunos ejemplos de estos indicadores son el consumo absoluto de energía, la cantidad de residuos por unidad de producción, el volumen total de transporte. Los indicadores de impacto medioambiental también son una herramienta importante para comunicar datos medioambientales, por medio de informes medioambientales o declaraciones medioambientales, integrando aspectos de costo en ellos, representan la base de una gestión de costos medioambientales.

Los indicadores de gestión medioambiental reflejan las acciones organizativas que la dirección está emprendiendo para minimizar el impacto medioambiental. Podrían servir como ejemplo el número y resultados de las auditorías medioambientales realizadas, la formación en aspectos ambientales al personal, o las evaluaciones de los proveedores.

Los indicadores de situación medioambiental describen la calidad del entorno medioambiental, por ejemplo, la calidad del agua, o la calidad del aire. Puesto que la situación de los medios ambientales (aire, agua, suelo) y los problemas

medioambientales que surgen (reducción de la capa de ozono, contaminación del suelo, efecto invernadero, etc.) dependen de diversas influencias (emisiones de otras empresas, de casas particulares o del tráfico), dichos datos medioambientales públicos suelen ser medidos y registrados por instituciones gubernamentales. Estos datos se usan para obtener sistemas de indicadores medioambientales específicos para los principales problemas medioambientales.

#### *Principios básicos de los sistemas de indicadores medioambientales*

Continuando con IHOBE, estos manifiestan que los indicadores medioambientales deben cumplir seis principios los cuales son:

*Comparabilidad:* los indicadores deben permitir que se hagan comparaciones y deben reflejar cambios de los impactos medioambientales.

*Orientación a la meta:* los indicadores seleccionados deberían perseguir metas de mejora.

*Equilibrio:* los indicadores deben representar el comportamiento medioambiental con tanta precisión como sea posible, y proporcionar una visión equilibrada de las áreas medioambientalmente problemáticas, así como de los potenciales de mejora.

*Continuidad:* para comparar indicadores es esencial que estén establecidos con los mismos criterios de recopilación de datos en cada período, que se refieran a intervalos comparables, y que se midan en unidades comparables.

*Periodicidad:* los indicadores se deben determinar a intervalos suficientemente cortos (mensualmente, trimestralmente, anualmente), a fin de tener la oportunidad de perseguir e influir activamente en la consecución de los valores establecidos como meta, y evitar el empleo de información obsoleta.

*Claridad:* los indicadores deben ser claros y comprensibles para el usuario, y corresponder a las exigencias de información del mismo. El sistema, por lo tanto, debe ser coherente y centrarse en datos esenciales.

También debe incluirse el principio de:

*Mensurabilidad:* el indicador debe ser medible, poderse capturar información para cuantificarla y tener una unidad de medida.

### *Ventajas y procedimiento para establecer indicadores medioambientales*

Los sistemas de indicadores medioambientales apoyan la planificación, control y supervisión de los impactos medioambientales en el control medioambiental y proporcionan información para la dirección y grupos externos. Los indicadores medioambientales, por consiguiente, respaldan cuatro responsabilidades esenciales de la gestión medioambiental de cualquier entidad o Estado:

- Identificación de puntos débiles y potenciales de optimización.
- Determinación de objetivos y metas medioambientales cuantificables.
- Documentación de la mejora continua.
- Comunicación del impacto medioambiental.

El procedimiento para poner en práctica un sistema de indicadores medioambientales puede desglosarse en cinco pasos:

1. Análisis de situación/Inventario
2. Establecimiento del sistema de indicadores
3. Recopilación de datos y determinación de indicadores
4. Aplicación de los indicadores
5. Revisión del sistema de indicadores (IHOBE, 2009)

## **5.4 PROPUESTA DEL MODELO**

El modelo aquí propuesto se centra en dos grandes aspectos a tener en cuenta por cualquier Estado para su gestión ambiental. El primero hace referencia a las acciones preventivas, que están encaminadas al diseño e implementación de políticas públicas, que salvaguarden el medio ambiente natural de las acciones realizadas por la comunidad en general, a nivel individual y a nivel colectivo o empresarial. En segundo lugar se encuentran las acciones correctivas, que son políticas públicas ambientales centradas en la reversión y mitigación del daño causado al medio ambiente en general.

Como se evidencia en la literatura mostrada en el primer capítulo, los Estados deberían tener la capacidad de gestión ambiental como mínimo en los siguientes aspectos: prevención y disminución de la contaminación; planificación del uso de

los recursos naturales; saneamiento básico; tratamiento y eliminación de residuos; planificación urbana; uso de agua potable. Sin embargo, como puede notarse en las Políticas Públicas Ambientales descritas de Francia y Brasil, estas abarcan mucho más; explicado por las condiciones y necesidades de cada país. Al respecto, el Instituto Humboldt (2017) en un comunicado de prensa publica que Colombia es primer lugar en especies de aves y orquídeas, segundo en el mundo en riqueza de plantas, anfibios, mariposas y peces de agua dulce; tercer país en número de especies de palmas y reptiles y cuarto en mamíferos. Esto indica la necesidad especial de cuidado al medio ambiente natural que se debe tener en nuestro país, en aras de preservar tan maravillosa biodiversidad; esta realidad debe tenerse presente para la construcción del modelo.

El modelo aquí propuesto consta de tres partes: en la primera parte se describen cinco objetivos generales que deben estar presentes de forma inherente a las políticas públicas ambientales establecidas en Colombia, tal como se observó en las políticas públicas ambientales de Francia y Brasil; en la segunda parte se establecen nueve aspectos ambientales (Calidad del aire, Biodiversidad, Clima, Residuos, Agua, Energía, Áreas protegidas, Desarrollo ciudades sustentables y Desarrollo rural sustentable) para los cuales se debe generar políticas públicas ambientales en Colombia, considerando como base la riqueza de biodiversidad que aún se tiene en el país y que la mayor contaminación se da en las ciudades, dada la concentración de personas y su intervención masiva en el medio ambiente. En esta se proponen las acciones que se deben realizar para cada aspecto ambiental considerado. Por último, en la tercera parte se muestra los posibles indicadores para cada aspecto ambiental, considerando los aportes de diversas investigaciones en cada aspecto ambiental en particular.

La particularidad de este modelo, consiste en la visión integral del medio ambiente, donde se analiza el todo, para que a partir de dicho análisis se puedan establecer políticas públicas ambientales eficientes y eficaces en su aplicabilidad; de forma tal que puede evidenciarse a corto, mediano y largo plazo la sustentabilidad ambiental del país; garantizando su subsistencia y alta calidad de vida de las generaciones futuras.

## **PRIMERA PARTE DEL MODELO**

### **Objetivos inherentes al establecimiento de políticas públicas ambientales**

- Promulgar normas para los diferentes aspectos ambientales encaminadas a

prevención y reducción de la contaminación, con fuerza de Ley, que aseguren el obligatorio cumplimiento por parte de toda la comunidad en general (desde las personas como individuos hasta las empresas u organizaciones, sin importar su actividad económica); de las directrices expresadas en las mismas en pro de garantizar un medio ambiente sustentable en el tiempo.

- Diseñar políticas públicas ambientales coherentes con las normas estipuladas para cada aspecto ambiental, donde se establezcan metas, planes y programas a desarrollar para la prevención y disminución de la contaminación; organismos encargados de llevar a cabo tales metas, planes y programas e implementar un Sistema de Gestión Ambiental que cumpla con lo definido a nivel normativo y con las expectativas del Estado.
- Designar del Presupuesto Público Nacional, un porcentaje acorde a las necesidades de prevención y disminución de la contaminación en el país, considerando sobre todo la implementación de Tecnologías limpias, que conlleven a la Anticontaminación y a la Descontaminación.
- Brindar beneficios tributarios a aquellas empresas que han regulado sus procesos y/o realizan acciones preventivas con el medio ambiente que los rodea. Por el contrario establecer tributos fuertes para aquellas empresas que no cumplan a cabalidad con los requisitos establecidos en las normas para la disminución de la contaminación.
- Implementar estrategias de Educación ambiental, de forma tal que se forme una cultura individual de protección al medio ambiente, para que posteriormente se convierta en algo colectivo, empresarial y finalmente se visualice como Estado. Para ello se propone una educación ambiental que inicie desde el seno de los hogares a muy temprana edad, y que esté presente en cada uno de los estamentos donde se forma el ser humano como lo son las escuelas, colegios y universidades. De otra parte ofrecer programas de Educación ambiental en diferentes escenarios, sobre todo en aquellas entidades que tienen un alto grado de contaminación; donde se dé a conocer diferentes alternativas que permitan la disminución de la contaminación en sus procesos; y los planes, metas y programas del Estado estipulados en sus Políticas Públicas Ambientales. Esto con el fin de hacer acompañamiento a las empresas en el cambio o reestructuración de sus procesos, encaminados a la mejora de los mismos y sobre todo a la disminución del impacto negativo ambiental que se genera por el desarrollo de su objeto social.

## SEGUNDA PARTE DEL MODELO

### Calidad del aire

- Promulgación de una Ley donde se regule explícitamente sobre los contaminantes atmosféricos.
- Establecimiento de metas alcanzables a mediano y largo plazo con respecto a la calidad del aire en el país; para lo cual se debe desarrollar un plan de acción nacional para reducir las emisiones contaminantes a la atmósfera.
- Creación de un organismo encargado de vigilar, evaluar y predecir la calidad del aire; donde ofrezca continuamente información que permita actuar siempre a tiempo y en concordancia con las metas establecidas por el Estado.
- Creación de un organismo encargado de llevar a cabo todas las políticas públicas establecidas para mejorar la calidad del aire.
- Sistema de inventarios nacionales de emisiones de contaminantes atmosféricos periódicos, el cual puede delegarse a cada municipio, para que posteriormente se haga una consolidación a nivel nacional.
- La financiación de las actividades relacionadas con la calidad del aire debe recaer sobre el Estado Nacional, los Departamentos y los Municipios; el cual puede ser a través de un impuesto general sobre las actividades contaminantes.

### Biodiversidad

- Promulgación de una Ley que regule la protección de la Biodiversidad en Colombia y todo lo que concierne a su conservación, como la caza y la tala de bosques; así como una Ley para la Recuperación de la Biodiversidad y la Naturaleza.
- Creación de un organismo encargado de llevar a cabo las políticas públicas establecidas para la protección de la biodiversidad en Colombia.
- Creación de una Política Nacional de la Biodiversidad, cuyos principales objetivos sean promover la integración de políticas nacionales del gobierno y de la sociedad; estimular la cooperación interinstitucional e internacional para la mejora de la implementación de las acciones de gestión de la biodiversidad; conocer, conservar y valorizar la diversidad biológica colombiana; proteger las áreas naturales pertinentes; promover el uso sostenible de la biodiversidad; respetar, preservar e incentivar el uso del conocimiento, las innovaciones y las prácticas de las comunidades tradicionales.

- Protección de ambientes naturales, necesarios para la supervivencia de especies animales o vegetales protegidas que se encuentren en peligro de extinción.
- Realización de un inventario exacto de la biodiversidad en Colombia; con el objetivo de identificar las políticas a ser implementadas para proteger y mejorar la biodiversidad.
- Establecimiento de áreas de exclusión de pesca, de forma tal que se garantice la biodiversidad de peces en el agua dulce y salada, pero que no afecte la economía pesquera.
- La financiación de las actividades relacionadas con la conservación y recuperación de la Biodiversidad debe recaer sobre el Estado Nacional, los Departamentos y los Municipios.

### **Clima**

- Promulgación de una Ley que regule las emisiones de GEI en Colombia.
- Establecimiento de metas alcanzables a mediano y largo plazo con respecto a la disminución de emisiones de GEI; para lo cual se debe desarrollar un plan de acción nacional para reducir las emisiones contaminantes a la atmósfera.
- Creación de un organismo encargado de llevar a cabo las políticas públicas, establecidas para alcanzar las metas señaladas por el Estado en materia de emisiones de GEI.
- Realización de la revisión de las emisiones de GEI obligatoria para grandes empresas privadas y públicas, y municipios con más de 50000 habitantes.
- Realización de programas de adaptación, con el fin de promover la reducción de la vulnerabilidad nacional al cambio climático, y realizar una gestión del riesgo asociada a ese fenómeno.
- La financiación de las actividades relacionadas con la luchas contra el cambio climático debe recaer sobre el Estado Nacional, los Departamentos y los Municipios y las empresas privadas que emiten GEI a la atmósfera.

### **Residuos**

- Promulgación de una Ley que regule todo el proceso de recolección, reciclaje y tratamiento de residuos sólidos urbanos, residuos industriales, residuos agrarios, residuos médicos y de laboratorio, residuos radioactivos, etc.
- Establecimiento de metas alcanzables a mediano y largo plazo con respecto a la reducción de residuos.

- Creación de un organismo encargado de llevar a cabo las políticas públicas establecidas para el tratamiento de los residuos en Colombia.
- Inclusión como parte del proceso de reciclaje a las empresas, quienes deberán encargarse del tratamiento de los residuos de sus productos finales, una vez el consumidor ha consumado su uso.
- La financiación de las actividades relacionadas con el tratamiento de los residuos debe recaer sobre el Estado Nacional, los Departamentos y los Municipios y las empresas del sector privado.

### **Agua**

- Promulgación de una Ley que regule el acceso de agua potable en las ciudades y en las zonas rurales; y el tratamiento de aguas residuales. Así mismo, que normalice el uso de los nitratos, fosfatos y plaguicidas.
- Establecimiento de metas alcanzables a mediano y largo plazo con respecto a la descontaminación de los afluentes de agua en Colombia y acceso de agua potable en todo el país.
- Creación de organismos encargados de llevar a cabo las políticas públicas establecidas para la calidad del agua potable, descontaminación de recursos hídricos y acceso de agua potable a toda la población colombiana.
- Establecimiento de políticas que permitan combatir la contaminación del agua por nitratos (utilizados en la agricultura), fosfatos (presentes en los detergentes), y plaguicidas.
- Creación de programas que permitan realizar vigilancia científica y alertas sobre contaminantes en el agua.
- Gestión sostenible de las aguas en el medio urbano, con base en el concepto de desarrollo urbano de bajo impacto.
- La financiación de las actividades relacionadas con la calidad del agua debe recaer sobre el Estado Nacional, los Departamentos y los Municipios y las empresas del sector privado.

### **Energía**

- Promulgación de una Ley que regule la generación, distribución y comercialización energética en el país.
- Establecimiento de metas alcanzables a mediano y largo plazo con respecto a la eficiencia energética en el país.

- Creación de un organismo encargado de llevar a cabo las políticas públicas establecidas para lograr una mejor eficiencia energética en el país.
- Establecimiento de otras fuentes de energía como la eólica y solar, a partir de estudios científicos y académicos que indiquen los puntos álgidos donde estas fuentes pueden alcanzar su mayor potencialidad acorde a la radiación solar y los vientos en Colombia.
- Realización de auditorías energéticas para las grandes empresas para implementar una estrategia de eficiencia energética para sus actividades.
- Implementación de Certificados de Ahorro de Energía.
- Creación e implementación de un marco político favorable a la producción de carbón limpio y eficiente utilizado por el sector siderúrgico.
- La financiación de las actividades relacionadas con la calidad del agua debe recaer sobre el Estado Nacional, los Departamentos y los Municipios y las empresas del sector privado.

### **Áreas protegidas**

- Promulgación de una Ley que regule la protección de Áreas naturales que por sus características de biodiversidad requieren un tratamiento especial.
- Establecimiento de Áreas protegidas en el país.
- Creación de un organismo encargado de llevar a cabo las políticas públicas establecidas para las Áreas protegidas en el país.
- La financiación de las actividades relacionadas con las Áreas protegidas debe recaer sobre el Estado Nacional, los Departamentos y los Municipios donde se encuentren las Áreas protegidas.

### **Ciudades sustentables**

- Promulgación de una Ley que regule el desarrollo de ciudades sustentables en el país.
- Creación de un organismo encargado de llevar a cabo las políticas públicas establecidas para lograr ciudades sustentables en el país.
- Constitución de parques y áreas verdes en todas las ciudades del país que desempeñen una función ecológica, paisajística y recreativa, propiciando la mejora de la calidad estética, funcional y ambiental de la ciudad.

- Planeación ambiental urbana a través de indicadores ambientales, instrumentos económicos e instrumentos de planificación urbana.
- Construcción sostenible donde se reduzca y optimice el consumo de materiales y energía, en la reducción de los residuos generados, en la preservación del ambiente natural y en la mejora de la calidad del ambiente construido.
- Creación de políticas encaminadas a lograr una movilidad sustentable.
- La financiación de las actividades relacionadas para lograr ciudades sustentables debe recaer sobre el Estado Nacional, los Departamentos y los Municipios.

### **Desarrollo rural sustentable**

- Promulgación de una Ley que regule el Desarrollo rural sustentable en el país.
- Creación de un organismo encargado de llevar a cabo las políticas públicas establecidas para lograr un Desarrollo rural sustentable en el país.
- Establecimiento del Registro ambiental rural.
- Creación de un plan nacional para la promoción de productos de la Sociobiodiversidad que promueva la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad y garantice alternativas de generación de ingresos para las comunidades rurales, a través del acceso a políticas de crédito, asistencia técnica y extensión rural, mercados e instrumentos de comercialización y política de garantía de precios mínimos.
- Establecimiento de un plan que permita realizar Turismo sustentable o Ecoturismo, en aquellos lugares que por sus características naturales constituye un atractivo turístico; fomentando la protección del ámbito natural y el crecimiento económico del lugar.
- La financiación de las actividades relacionadas para lograr el Desarrollo rural sustentable debe recaer sobre el Estado Nacional, los Departamentos y los Municipios.

## **TERCERA PARTE DEL MODELO**

### **Indicadores para cada uno de los aspectos ambientales propuestos**

Los indicadores aquí mencionados corresponden a desarrollos de otros investigadores que se han abocado a estudiar en forma particular cada aspecto ambiental. Para mayor información de cada uno de estos se puede acudir a la referencia bibliográfica indicada para los mismos.

A continuación se explica para cada uno de los nueve aspectos ambientales propuestos cuál es la información requerida para la correcta toma de decisiones y los indicadores bajo los cuales se puede obtener dicha información, acudiendo a diferentes referentes teóricos expertos en cada temática.

### **Calidad del aire**

Contaminación del aire: la contaminación del aire consiste en la presencia en la atmósfera de sustancias no deseables, en concentración que pueden perjudicar la salud de los seres vivos y la estabilidad de los ecosistemas. Los principales contaminantes del aire se dividen en dos grupos para su monitoreo y análisis: por un lado el material particulado (polvo, hollín, ceniza) y los aerosoles; por el otro, los gases contaminantes ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ , hidrocarburos volátiles, COV, y ozono troposférico). Los aspectos técnico-científicos que componen la gestión de la calidad del aire, en el área de especies contaminantes son inventario de emisiones, monitoreo de contaminantes, modelación de la dispersión (Jiménez Mejía, Pulgarín Calle, 2010).

Indicadores:

Índice de calidad del aire (ICA): el ICA es la interpretación de los niveles de las concentraciones de sustancias registradas en el aire, con una escala numérica entre 0 y 500, representados por diferentes colores, indicando las diferentes categorías que corresponde a un nivel diferente de preocupación de salud. Este indicador es usado para medir ozono a nivel del suelo, contaminación por partículas, monóxido de carbono, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno. El cálculo del ICA, se realiza según el modelo desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (Environmental Protection Agency, 2014).

Indicadores de estado: son parámetros estadísticos descriptivos que miden el progreso en la reducción de emisiones vertidas a la atmósfera, los cuales pueden ser:

Primera y segunda concentración máxima del año: se obtiene con la primera y segunda concentración máxima anual registrada en las estaciones de monitoreo. Recomendado para el ozono, monóxido de carbono, bióxido de nitrógeno y bióxido de azufre.

Percentiles 95, 90, 75 y 50: un percentil es un valor por arriba del cual se encuentra un porcentaje específico del número total de valores. Como indicador de estado

de la calidad del aire, se obtiene a partir del arreglo en orden ascendente de las concentraciones máximas diarias.

Percentiles media centrada: se obtienen promediando los 30 valores alrededor de un percentil específico, es decir 15 valores por arriba y 15 valores por abajo del valor específico indicado de las concentraciones máximas diarias de un año.

Promedio de las 30 concentraciones máximas diarias del año: este indicador es específico para ozono y se obtiene al promediar las 30 concentraciones máximas de un año en las estaciones de monitoreo con mejor desempeño histórico. En el análisis de su tendencia se puede encontrar una asociación con cambios de las emisiones.

Indicadores temporales: reflejan información relevante para una serie de días, ya sea como concentraciones horarias, máximos diarios o promedios de 24 horas.

Tiempo promedio de excedencias anuales: señala el tiempo promedio de exposición anual en exteriores a concentraciones que exceden una norma de salud, proporcionando una medida del impacto de un contaminante en la salud de los habitantes.

Promedio anual de exposición: representa una ponderación de la exposición de los individuos de un área con problemas para alcanzar la norma de salud establecida. Se obtiene como la suma de las diferencias entre la concentración horaria de un contaminante y el valor de la norma (Muñoz Cruz, Granados Gutiérrez, Carmona Mártir, s.f.).

## **Biodiversidad**

Evaluar la biodiversidad de un país es de suma importancia para su conservación. A través de estas evaluaciones es posible obtener información que sustente el proceso de toma de decisiones en las políticas públicas y gestión forestal. Los indicadores que a continuación se indican corresponden a los establecidos por diversos organismos internacionales y el CDB. Cabe aclarar que para que estos indicadores se puedan calcular, es indispensable realizar en primera medida un inventario forestal nacional.

Los indicadores aquí propuestos son los de Newton y Kapos (2002): superficie forestal por tipo y estadio de sucesión en relación con la superficie terrestre; superficie forestal protegida por tipo, etapa de sucesión y categoría de protección

en relación con la superficie forestal total; grado de fragmentación de los tipos de bosque; tasas de transformación de la cubierta forestal (por tipo) a otros usos; superficie y porcentaje de bosques afectados por alteraciones antropógenas y naturales; complejidad y heterogeneidad de la estructura forestal; número de especies dependientes del bosque; estado de conservación de las especies dependientes del bosque.

Por otro lado se pueden también tener en cuenta los indicadores de Simplificación Europeos de Biodiversidad (SEBI), que es una iniciativa cuyo objetivo era desarrollar un conjunto europeo de indicadores de biodiversidad, para evaluar e informar sobre el progreso de las metas fijadas en relación con la conservación de la biodiversidad. Desde su inicio, SEBI vinculó el marco global establecido por el CDB con iniciativas de indicadores regionales y nacionales. SEBI está compuesto por 26 indicadores, los cuales en la página web de la Biodiversity Information System for Europe (2012) se encuentran detallados cada uno de ellos. En Colombia se podría tomar como referencia los indicadores SEBI o algunos de ellos, según las necesidades y requerimientos. A continuación se mencionan los indicadores SEBI:

- SEBI 001 Abundancia y distribución de especies seleccionadas
- SEBI 002 Índice de la Lista roja para especies europeas
- SEBI 003 Especies de interés europeo
- SEBI 004 Cobertura del ecosistema
- SEBI 005 Hábitats de interés europeo
- SEBI 006 Diversidad genética de ganado
- SEBI 007 Áreas protegidas designadas a nivel nacional
- SEBI 008 Sitios designados bajo las Directivas de hábitats y aves de la UE
- SEBI 009 Exceso de carga crítica para nitrógeno
- SEBI 010 Especies exóticas invasoras en Europa
- SEBI 011 Impacto del cambio climático en las poblaciones de aves
- SEBI 012 Índice trófico marino de mares europeos
- SEBI 013 Fragmentación de áreas naturales y seminaturales
- SEBI 014 Fragmentación de los sistemas fluviales (en preparación)
- SEBI 015 Nutrientes en aguas de transición, costeras y marinas
- SEBI 016 Calidad de agua dulce
- SEBI 017 Bosque: cultivo en crecimiento, incrementos y talas

SEBI 018 Bosque: madera muerta

SEBI 019 Agricultura: balance de nitrógeno

SEBI 020 Agricultura: área bajo prácticas de manejo que potencialmente apoyan la biodiversidad

SEBI 021 Pesca: poblaciones de peces comerciales en Europa

SEBI 022 Acuicultura: calidad del agua de efluentes de las granjas de peces

SEBI 023 Huella ecológica de los países europeos

SEBI 024 Solicitudes de patentes basadas en recursos genéticos

SEBI 025 Financiando la gestión de la biodiversidad

SEBI 026 Conciencia pública

## Clima

El cambio climático, según la CMNUCC, es uno de los mayores desafíos de nuestra época, los impactos potenciales del cambio climático pueden afectar en forma negativa la agricultura, el agua, la biodiversidad y bosques, la salud, el turismo, la pobreza, entre otros (Quiroga Martínez, 2017). Por ello la importancia de realizar acciones que regulen o mitiguen en la mayor medida posible este fenómeno; pero para actuar en consecuencia es necesario contar con información que oriente la formulación de políticas; esta información la brindan los indicadores.

Un modelo empleado para comprender algunos de los fenómenos relacionados con el cambio climático, es el de la OCDE y la Comisión de Desarrollo Sustentable de las Naciones Unidas, denominado Presión-Estado-Respuesta. Este modelo agrupa los indicadores en las tres categorías, donde la interacción entre las mismas proporciona información sobre las causas-efectos que se generan de la relación sociedad-naturaleza. “El modelo consiste en el establecimiento de la interrelación entre las actividades humanas (presión) y su impacto en el estado del medioambiente (estado), con ello se genera las acciones a realizar para atender la problemática en cuestión (respuesta)” (Instituto de Ecología del Estado de Guanajato, 2012). A continuación se enuncian los posibles indicadores que componen cada una de las categorías del modelo indicado:

Indicadores de presión: emisiones de GEI, emisiones de bióxido de carbono, emisiones de SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> en ciudades.

Indicadores de estado: concentración global atmosférica de CO<sub>2</sub>, variación de la temperatura global, cambios en el contenido de carbono del suelo, emisiones per

cápita de GEI, exposición de la población a la contaminación, concentración de contaminantes en ciudades.

Indicadores de respuesta: eficiencia en el uso de fertilizantes, superficie bajo agricultura orgánica, Participación en convenios y tratados, Gastos en lucha contra la contaminación.

### **Residuos**

Los residuos son quizás uno de los problemas más difíciles de controlar, debido a la gran cantidad de toneladas que se producen día a día. Es por eso que el correcto tratamiento de los residuos permite realizar dos procesos fundamentales como los son el reaprovechamiento y la eliminación; con el objetivo principal de realizar el mínimo impacto en el medio ambiente. Precisamente por el difícil control de estos residuos, es indispensable que se ejerzan acciones y controles a nivel municipal, ya que las actividades que se desarrollan en el ámbito urbano e industrial son precisamente las responsables de la producción de residuos. Una vez se cuente con los datos a nivel municipal, estos se deben consolidar a nivel nacional, para la respectiva toma de decisiones y establecimiento de políticas ambientales, en aras siempre de mejorar.

Los indicadores deben estar encaminados a informar acerca de la cantidad de residuos municipales generados, vertidos e incinerados, eficiencia en la recolección y tratamiento de los residuos municipales; porcentaje de residuos reutilizados y porcentaje de residuos eliminados.

### **Agua**

El agua es un recurso esencial para la preservación de la vida que actualmente se encuentra expuesta al deterioro y a un uso irresponsable y abusivo, por lo tanto requiere la máxima atención de los Estados para su preservación. Conscientes de esta realidad, la mayoría de países del mundo aprobaron los indicadores de desarrollo sostenible de la Comisión de Desarrollo Sostenible (creado por la ONU en la conferencia sobre el Medio Ambiente y Desarrollo) y Colombia forma parte de este grupo de países. Entre los indicadores del agua se puede mencionar el índice de calidad del agua, la oferta hídrica, la sostenibilidad del recurso, escasez del agua, consumo de agua en sectores productivos, acceso de agua potable para consumo humano, tratamiento de aguas residuales domésticas, índice de aridez, consumo doméstico per-cápita, entre otros. Históricamente, el índice más usado ha sido el índice de calidad del agua, que se amplía un poco a continuación.

Índice de calidad del agua: indica el grado de contaminación del agua a la fecha

del muestreo y esta expresado como porcentaje del agua pura. Es decir, entre más cercano esté al 100%, se está ante una alta calidad del agua y viceversa, entre más cercano este al 0%, el agua está altamente contaminada. El índice de calidad del agua se ha convertido en un instrumento fundamental para transmitir información sobre la calidad del recurso hídrico a las autoridades competentes y al público en general. Este índice puede ser calculado de diversas formas, considerando diferentes variables (Castro, Almada, Ferrer, Díaz, 2014).

Aunque con la aplicación de este índice se ha aportado información relevante, resulta insuficiente, pues no revela toda la información que se requiere para la correcta toma de decisiones e implementación de políticas, por ello la necesidad de que se complemente con otros indicadores que revelan otro tipo de información.

### **Energía**

“Los indicadores energéticos son una herramienta importante para analizar interacciones entre la actividad económica y humana, el consumo de energía y las emisiones de dióxido de carbono. Estos indicadores muestran a quienes formulan las políticas dónde pueden efectuarse ahorros de energía. Además de proveer información sobre las tendencias respecto al consumo histórico de energía, los indicadores de eficiencia pueden también ser utilizados en la modelización y la predicción de la demanda futura de energía”. (International Energy Agency, 2015)

La Agencia Internacional de Energía (IEA) muestra tres tipos de indicadores en una pirámide, donde los que se encuentran en la cúspide corresponden a los indicadores agregados (se definen como la relación entre la energía consumida y el Producto Interno Bruto); los del medio de la pirámide son los indicadores desagregados (representan la intensidad energética de cada gran sector, medida en base al consumo energético por unidad de actividad en cada sector) y los de la base de la pirámide corresponden a los indicadores de procesos/equipos (representan los sub-sectores o usos finales que conforman cada sector).

La EIA, resalta la importancia de esta jerarquía, pues la misma muestra como pequeños cambios en los niveles más bajos de la pirámide puede afectar a los primeros. Estos cambios pueden estar dados como resultado de políticas públicas en eficiencia energética, progreso tecnológico, reformas estructurales, entre otros.

“Actualmente la EIA basa su trabajo en información detallada sobre el uso final de energía de acuerdo con pautas de consumo energético referidas a más de 20 usos finales que cubren el sector residencial, el de servicios, la

industria y el transporte. Esta información, combinada con datos económicos y demográficos, es utilizada para identificar los factores que influyen en el aumento del consumo de energía, así como aquellos factores que lo restringen. Los indicadores energéticos de la EIA reflejan típicamente tasas o cantidades, y a un cierto nivel de desagregación, pueden describir los vínculos que existen entre el consumo de energía y la actividad humana y económica. Los indicadores incluyen mediciones de la actividad (tal como el nivel de producción industrial o el volumen de transporte de mercaderías), mediciones respecto al desarrollo de las estructuras (tal como cambios en la producción industrial o las proporciones entre los modos de transporte), y mediciones en cuanto a la intensidad energética (definida como el consumo de energía por unidad de actividad)". (EIA, 2015)

Así mismo la EIA manifiesta que

“dado que no todos los indicadores resultan igualmente relevantes para todos los países, y considerando que suele contarse con recursos limitados para desarrollar estos indicadores y recopilar los datos necesarios, es importante determinar cuáles son los indicadores a los que se debería dar prioridad. La elección dependerá de la información que esté disponible para el país en cuestión, la disponibilidad de recursos, y el aspecto de política energética al que se busca dar respuesta”. (EIA, 2015)

### **Áreas protegidas**

Cualquier actividad humana desarrollada en ambientes naturales, genera un deterioro de los recursos involucrados (suelo, flora, fauna, ríos), y la intensidad de las actividades humanas determinará en qué grado se afectará al ecosistema. Por ello la elaboración de indicadores que brinde información acerca de tales impactos, contribuirá a la elaboración de políticas ambientales en pro de preservar las áreas naturales de un país.

Al respecto, un grupo de trabajo de la Universidad de Chile ha desarrollado un manual de indicadores de sustentabilidad de áreas protegidas, que abarca los criterios de vegetación y flora, agua, suelo y fauna. Para cada uno de estos criterios se proponen los indicadores de sustentabilidad más eficientes dadas las condiciones de recursos financieros y capacidades humanas con que cuentan las áreas protegidas, así como las formas de registrar cada indicador y sus alcances. A continuación se mencionan tales indicadores:

Vegetación y flora: cobertura por tipo o tipos biológicos, de la formación vegetal dominante; presencia y/o abundancia de especies en categoría de conservación; frecuencia y/o abundancia por especie, según origen geográfico; abundancia de especies invasoras; tipo, frecuencia relativa del daño.

Agua: número y tipo de desecho en cursos o cuerpos de agua y su entorno directo; número de zanjas por hectárea, en áreas que vierten hacia un curso o cuerpo de agua; pérdida o daño de vegetación suelo u otros componentes que están próximos a cursos o cuerpos de agua; parámetros de calidad del agua y tipo de flora y fauna acuática.

Suelo: erosión del suelo; raíces expuestas; compactación del suelo; pérdida de materia orgánica superficial; estimación de la erosión de los senderos.

Fauna: riqueza de especies (presencia, frecuencia y/o abundancia de especies o poblacional); indicadores de reproducción y/o crías vivas, frecuencia y abundancia de nidos; proporción adultos/juveniles y/o hembras/machos; número de individuos muertos por acción de visitantes (De La Maza, et al, 2014).

### **Desarrollo de ciudades sustentable**

En el ámbito de la sustentabilidad de las ciudades toma relevancia generar y conocer indicadores que brinden información acerca de la condición urbana, demográfica, económica y social; para que los tomadores de decisiones puedan generar políticas públicas que se traduzcan en acciones que mejoren la calidad de vida de sus habitantes y que además tales acciones estén en concordancia con la protección del medio ambiente.

En este aspecto ambiental se consideran cuatro tipos de indicadores, tomando como referencia los estudios realizados por Enrique Moreno Sánchez (2013) y Nora Nacif (2016), los cuales son:

*Indicadores económicos:* población económicamente activa en el municipio; salario promedio en el municipio; gasto promedio de familia en energía; número de bancos en el municipio; población económicamente activa por sector económico; número de vehículos automotores registrados.

*Indicadores ambientales:* porcentaje de erosión de suelo en la última década; superficie de áreas protegidas; superficie de cambio de uso de suelo en un

período determinado; plantas de tratamiento de agua potable registradas y en servicio; estudios y disponibilidad de agua en el subsuelo; riegos ambientales (vulnerabilidad urbana a los fenómenos ambientales); espacios verdes urbanos; generación y manejo de energía, agua y residuos.

*Indicadores sociales:* índice general de pobreza; demanda de la fuerza de trabajo; vulnerabilidad en servicios en vivienda (agua potable y drenaje); densidad de población; tasa promedio de escolaridad; gestión del gobierno local en materia de desarrollo sustentable; accesibilidad e integración social; complejidad urbana; movilidad y servicios.

*Indicadores físico, espacial y funcional:* ocupación del suelo (intensidad de uso); espacio público y habitabilidad (bienes culturales tangibles).

### Desarrollo rural sustentable

Índice de Desarrollo rural integral y sustentable: con la elaboración de este índice es posible la “formulación, seguimiento y evaluación de las políticas de desarrollo rural, con una visión integral del territorio. La creación de este índice permitirá contar con una herramienta para caracterizar los municipios rurales, al tomar en cuenta variables de tipo social, económico, ambiental y de políticas públicas”. Para la construcción de este índice se consideran las siguientes variables: ingreso económico; acceso a los servicios de salud y alimentación; educación; servicios básicos; satisfacción de necesidades (indicador de pobreza); recursos naturales (área usada para actividades de tipo agrícola, superficie de otros tipos de vegetación, porcentaje de superficie con bosque/total, número de árboles plantados por km<sup>2</sup>); migración (Ayala, Schwentesius, Márquez, 2014).

**Tabla 17.**

*Indicadores para la prevención y corrección de aspectos ambientales.*

Aspectos ambientales	Indicadores
<b>Calidad del aire</b>	ICA, Indicadores de Estado: primera y segunda concentración máxima del año; percentiles 95, 90, 75 y 50; percentiles media centrada; promedio de las 30 concentraciones máximas diarias del año; indicadores temporales; tiempo promedio de excedencias anuales; promedio anual de exposición.

## Continuación Tabla 17.

<b>Biodiversidad</b>	<p>Inventario Forestal Nacional, superficie forestal por tipo y estadio de sucesión en relación con la superficie terrestre; superficie forestal protegida por tipo, etapa de sucesión y categoría de protección en relación con la superficie forestal total; grado de fragmentación de los tipos de bosque; tasas de transformación de la cubierta forestal (por tipo) a otros usos; superficie y porcentaje de bosques afectados por alteraciones antropógenas y naturales; complejidad y heterogeneidad de la estructura forestal; número de especies dependientes del bosque; estado de conservación de las especies dependientes del bosque; SEBI</p>
<b>Clima</b>	<p>Indicadores Presión-Estado-Respuesta Indicadores de presión: emisiones de GEI, emisiones de bióxido de carbono, emisiones de SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> en ciudades. Indicadores de estado: concentración global atmosférica de CO<sub>2</sub>, variación de la temperatura global, cambios en el contenido de carbono del suelo, emisiones per cápita de GEI, exposición de la población a la contaminación, concentración de contaminantes en ciudades. Indicadores de respuesta: eficiencia en el uso de fertilizantes, superficie bajo agricultura orgánica, participación en convenios y tratados, gastos en lucha contra la contaminación.</p>
<b>Residuos</b>	<p>Cantidad de residuos municipales generados Cantidad de residuos municipales vertidos Cantidad de residuos municipales incinerados Eficiencia en la recolección y tratamiento de los residuos municipales Porcentaje de residuos reutilizados Porcentaje de residuos eliminados</p>
<b>Agua</b>	<p>Índice de Calidad del agua, Oferta hídrica, Sostenibilidad del recurso, Escasez del agua, Consumo de agua en sectores productivos, Acceso de agua potable para consumo humano, Tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales, Índice de aridez, Consumo doméstico per cápita.</p>

## Continuación Tabla 17.

<b>Energía</b>	<p>Indicadores agregados (relación entre la energía consumida y el Producto Interno Bruto).</p> <p>Indicadores desagregados (intensidad energética de cada gran sector, medida en base al consumo energético por unidad de actividad en cada sector).</p> <p>Indicadores de procesos/equipos (usos finales que conforman cada sector).</p>
<b>Áreas protegidas</b>	<p>Vegetación y flora: cobertura por tipo o tipos biológicos, de la formación vegetal dominante; presencia y/o abundancia de especies en categoría de conservación; frecuencia y/o abundancia por especie, según origen geográfico; abundancia de especies invasoras; tipo, frecuencia relativa del daño.</p> <p>Agua: número y tipo de desecho en cursos o cuerpos de agua y su entorno directo; número de zanjas por hectárea, en áreas que vierten hacia un curso o cuerpo de agua; pérdida o daño de vegetación suelo u otros componentes que están próximos a cursos o cuerpos de agua; parámetros de calidad del agua y tipo de flora y fauna acuática.</p> <p>Suelo: erosión del suelo; raíces expuestas; compactación del suelo; pérdida de materia orgánica superficial; estimación de la erosión de los senderos.</p> <p>Fauna: riqueza de especies (presencia, frecuencia y/o abundancia de especies o poblacional); indicadores de reproducción y/o crías vivas, frecuencia y abundancia de nidos; proporción adultos/juveniles y/o hembras/machos; número de individuos muertos por acción de visitantes.</p>
<b>Desarrollo de ciudades sustentables</b>	<p>Indicadores económicos: población económicamente activa en el municipio; salario promedio en el municipio; gasto promedio de familia en energía; número de bancos en el municipio; población económicamente activa por sector económico; número de vehículos automotores registrados.</p> <p>Indicadores ambientales: porcentaje de erosión de suelo en la última década; superficie de áreas protegidas; superficie de cambio de uso de suelo en un período determinado; plantas de tratamiento de agua potable registradas y en servicio; estudios y disponibilidad de agua en el subsuelo; riegos ambientales (vulnerabilidad urbana a los fenómenos ambientales); espacios verdes urbanos; generación y manejo de energía, agua y residuos.</p> <p>Indicadores sociales: índice general de pobreza; demanda de la fuerza de trabajo; vulnerabilidad en servicios en vivienda (agua potable y drenaje); densidad de población; tasa promedio de escolaridad; gestión del gobierno local en materia de desarrollo sustentable; accesibilidad e integración social; complejidad urbana; movilidad y servicios.</p>

## Continuación Tabla 17.

---

<b>Desarrollo rural sustentable</b>	Índice de desarrollo rural integral y sustentable: ingreso económico; acceso a los servicios de salud y alimentación; educación; servicios básicos; satisfacción de necesidades (indicador de pobreza); recursos naturales (área usada para actividades de tipo agrícola, superficie de otros tipos de vegetación, porcentaje de superficie con bosque/total, número de árboles plantados por km <sup>2</sup> ); migración.
-------------------------------------	---

---

*Fuente:* elaboración propia en base a desarrollos de diversos autores.

