

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Química

Carrera de Ingeniería Ambiental



“Elaboración y ejemplificación de un sistema para la evaluación de proyectos mediante indicadores socioambientales en la cuenca del Lago de Amatitlán, Guatemala.”

Proyecto final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Ambiental

Ángela María Méndez Mora

Cartago, febrero, 2013.

“Aun cuando los conocimientos técnicos o los recursos económicos o físicos que una organización aporta a una comunidad sean los más adecuados, se requiere de claridad teórica sobre el propósito de la acción para garantizar el éxito de la misma en términos de incrementar la capacidad de autogestión de los usuarios: de una metodología que garantice la coherencia práctica entre el propósito y la acción; y, principalmente, de una actitud particular, de una especial sensibilidad de los agentes de la organización que, más allá del compromiso burocrático formal, del manual de funciones o del reglamento interno de la entidad o de la ONG, crean en lo que hacen y en los seres con quienes lo hacen, y estén en capacidad de localizar y justificar claramente el propósito de su trabajo dentro de una concepción coherente del mundo, y de la sociedad dentro del mundo.”

Gustavo Wilches-Chaux
La vulnerabilidad global

Agradecimientos

La realización de este trabajo fue posible gracias a la disposición que tuvo la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán (AMSA). La institución es en sí misma la que da origen al trabajo y constituye por tanto la base fundamental para la idea desarrollada. AMSA permitió el uso de su información, colaboró con las reuniones programadas y brindó las herramientas que se requirieron para la elaboración del trabajo.

Se agradece en especial a la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos, pues sus miembros apoyaron en todo momento el desarrollo del trabajo, brindaron información importante y siempre estuvieron anuentes a la atención de mis consultas. Gracias a Susan Jiménez y Sthéfany Fuentes por su apoyo y atención.

Gracias a la Lic. Ana Beatriz Suárez quien en todo momento estuvo al tanto del desarrollo de este trabajo y programó las reuniones con las autoridades principales de la institución para dar una adecuada divulgación y seguimiento al tema desarrollado.

Se agradece también el apoyo brindado por la Ing. Pamela Camarero así como las útiles observaciones y recomendaciones de la Ing. Ana Lorena Arias y el Ing. Jorge Calvo para mejorar el trabajo.

Gracias a Pablo Méndez Juárez, persona que dio su apoyo logístico y administrativo para que este trabajo pudiera ser realizado en Guatemala.

A todos mi más sincero agradecimiento. Fue un placer contar con su apoyo y tener el respaldo de sus conocimientos.

Resumen

La Autoridad para el Manejo Sustentable de la cuenca del Lago de Amatitlán (AMSA – Guatemala) carecía de un sistema de indicadores socioambientales que permitiera evaluar la labor y el impacto de las actividades que realiza. Este trabajo presenta el conjunto de indicadores escogidos para tal propósito bajo las disposiciones del marco Presión Estado Respuesta (PER) el cual es un método que organiza los indicadores según respondan a preguntas como: ¿qué le pasa al ambiente? ¿Por qué le pasa? y ¿qué se está haciendo al respecto?

El estudio abarcó el análisis de 140 potenciales indicadores, los cuales corresponden a una recopilación basada en la documentación institucional de AMSA, los indicadores ya recopilados por AMSA anualmente, el plan sectorial interinstitucional (Guatemala) y recomendaciones expertas. La selección final fueron 72 indicadores relevantes a los cuales se les asignó pesos por categorías específicas utilizando el sistema matemático conocido como Proceso de Análisis Jerárquico (AHP por sus siglas en inglés: Analytic Hierarchy Process). Este sistema utiliza el criterio experto para asignar un peso en forma de valor numérico a cada uno de los elementos que forma parte de una jerarquía, creada para decidir sobre el problema particular.

Las categorías se escogieron de acuerdo a la temática que reflejaban los indicadores y las diferentes áreas que deben ser trabajadas para implementar la gestión integrada de una cuenca hidrográfica.

Los 72 indicadores se distribuyeron en los tres grupos del marco PER como sigue: 12 indicadores de Presión, 31 indicadores de estado y 29 indicadores de respuesta. Para reflejar el peso de los indicadores en un número de más fácil comprensión se asignó a cada uno una calificación entre 0 y 100 de manera que obtuviera solo una fracción del total de su peso asignado previamente por el AHP, ello dependiendo de la magnitud del indicador. Como elemento principal de juicio para esta calificación se utilizó la variabilidad entre períodos de los datos recopilados para el indicador particular.

La suma de todas las calificaciones da la denominada nota global que reúne en un solo número los comportamientos de las presiones, estado y respuestas en la cuenca.

Para la ejemplificación del sistema se elaboró una línea base en la cual se comparó 2010-2011 y 2011-2012, tanto años como períodos de labores de la institución. De esta línea base se determinó que la nota global de Presión aumentó ligeramente

entre un período y otro; la nota global de Estado mejoró y la nota global de Respuesta se incrementó levemente.

El trabajo fue desarrollado en un período de cuatro meses en los cuáles se realizó entrevistas a personas relacionadas con las diferentes áreas de trabajo y divisiones de la institución y se consultó un amplio número de documentos a fin de extraer los datos utilizados en el ejemplo de aplicación del sistema.

Se demostró que es posible crear un sistema que asigne notas globales a la labor de una institución y su entorno y permita medir problemas ambientales complejos a partir de la combinación de un método matemático y otro teórico habitualmente usados por separado.

Como conclusión principal se determinó que la intervención de AMSA en la cuenca es positiva pero debe intensificarse para conseguir más beneficios que se traduzcan al mejoramiento de la calidad de vida de la población. Específicamente AMSA debe fortalecer el monitoreo de su aporte social con miras a dirigirlo mejor e incrementarlo. Además, si la institución continúa enfrentando problemas de presupuesto y no mejora su intervención en materia de ordenamiento territorial y aguas residuales, las presiones superarán por mucho a las respuestas emitidas y se verá una variación negativa apreciable en el grupo de Estado.

Se recomienda el surgimiento de una división dedicada a generar información en el aspecto social para monitorear mejoras o aportes en la calidad de vida de la población principalmente en lo relativo a proyectos de AMSA.

Además será necesario que las matrices de asignación de pesos sean llenadas por grupos multidisciplinarios y revisadas cada cierto período para que el sistema se readapte a las nuevas características o problemas que enfrenta la cuenca.

Palabras clave: indicadores ambientales, indicadores socioambientales, Proceso de Análisis Jerárquico, Marco PER, asignación de pesos, lago, cuenca.

Abstract

The Sustainable Management Authority of Lake Amatitlán (AMSA by its Spanish acronym) had not a system of indicators to allow the evaluation of work and the incidence of the activities it makes. This project presents the integration of social and environmental indicators chosen for this purpose, according to dispositions of the Pressure, State, Response (PSR) framework, which organizes indicators under questions such as: what happen with the environment?, why it happens? And what it is being done about it?

The study covered the analysis of 140 potential indicators which emerged from a compilation based on official documentation of AMSA, the indicators that had been used by AMSA annually, the inter-institutional and sectorial plan (Guatemala) and expert judgment. The final selection was formed by 72 relevant indicators, to these; weights were assigned in specific categories using the mathematic system called Analytic Hierarchy Process. This system uses the expert judgment to assign a weight with a number to each one of the elements that it is included in a hierarchy, which was created to make decisions about a particular problem.

Categories were chosen according to the topics that indicators represented and the different areas of work that must be included in the integrated watershed management.

The 72 indicators were distributed in the three groups that are part of the PSR framework as follow: 12 pressure indicators, 31 state indicators and 29 response indicators. To represent the weight of indicators in a more easily understood number, a qualification between 0 and 100 was assigned, as a way that each indicator only had a fraction of its total weight, depending on its magnitude. The main judgment for assigning of this qualification was variability between periods for the particular indicator.

The sum of all qualifications creates the Global Grade that is a whole result in a single number which includes Pressure, State and Response behaviors in the watershed.

For system exemplification, a baseline was developed by comparison of 2010-2011 and 2011-2012; years and periods, of institutional work. From this baseline was determined that: Pressure increased slightly; State improved and Response increased.

This project was developed over a period of four months in which, interviews were held with people who was related to different areas of work and a wide list of

documents was consulted in order to extract the data used in the example of system application.

It proved that is possible to create a system that works with global grades to evaluate institutional efforts and its environment. The system allows measuring of complex environmental problems using a combination of a theoretic method and a mathematic method that usually are applied separately.

As main conclusion was determined that intervention of AMSA in the watershed is positive but it needs to be strengthened to obtain more benefits in life quality of population. Specifically AMSA must increases the monitoring of social contribution in order to drive it better and increase it. Besides, if AMSA continues facing budget problems and do not improve intervention in areas such as wastewaters and territorial order, pressure will overcome responses and a negative variation in State will be observed.

It is recommended the creation of a new division that will be dedicated to generating information in the social field, to know about benefits and problems in life quality, principally in relation to projects of AMSA.

Finally it is necessary that matrices of weight assignment will be filled by multidisciplinary groups and checked every certain time, so that, system will be adapted to new conditions and problems that watershed has.

Keywords: environmental indicators, social indicators, Analytic Hierarchy Process, AHP, PSR Frame, lake, watershed, weight assignment.

Índice

AGRADECIMIENTOS.....	3
RESUMEN.....	4
ABSTRACT	6
CAPÍTULO I: PROBLEMA.....	10
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.2 JUSTIFICACIÓN	11
1.3 OBJETIVOS.....	13
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	13
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	13
1.4 HIPÓTESIS	14
1.5 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	14
CAPÍTULO II: CONTEXTO INSTITUCIONAL	15
2.1 LA INSTITUCIÓN	15
2.2 DIVISIONES DE TRABAJO EN AMSA.....	16
2.2.1 <i>Evaluación y seguimiento</i>	16
2.2.2 <i>Relaciones Interinstitucionales</i>	17
2.2.3 <i>Educación Ambiental</i>	17
2.2.4 <i>Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos</i>	18
2.2.5 <i>Ordenamiento Territorial</i>	19
2.2.6 <i>Manejo de Desechos Sólidos</i>	19
2.2.7 <i>Tratamiento de Desechos Líquidos</i>	20
2.2.8 <i>Manejo Forestal</i>	20
2.2.9 <i>Limpieza del Lago</i>	21
2.2.10 <i>Asesoría Jurídica</i>	21
2.3 ANTECEDENTES INSTITUCIONALES E INVESTIGACIONES PREVIAS	22
2.3.1 <i>PLANDEAMAT</i>	22
2.3.1.1 <i>Conclusiones sobre la lectura del PLANDEAMAT</i>	25
2.3.2 <i>Plan Sectorial Multianual de Ambiente y Agua 2011-2013</i>	26
2.3.3 <i>Propuesta de un modelo de planeación estratégica para la administración eficiente y eficaz de la cuenca y del Lago de Amatitlán</i>	29
CAPÍTULO III: LA SITUACIÓN DE LA SUBCUENCA DEL LAGO DE AMATITLÁN	33
3.1 <i>Generalidades</i>	33
3.2 <i>Problemas ambientales en la cuenca</i>	35
3.3 <i>Condiciones de la población y estudio sociológico previo</i>	37
CAPÍTULO IV: EL MANEJO INTEGRADO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS	40
4.1 EL MANEJO INTEGRADO DEL AGUA EN LAS CUENCAS Y SU ASPECTO SOCIAL	47
CAPITULO V: LOS INDICADORES AMBIENTALES Y SOCIOAMBIENTALES.....	50
5.1 DEFINICIÓN Y UTILIDAD	50
5.2 TIPOS DE INDICADORES	53
5.3 INDICADORES SOCIOAMBIENTALES	54
5.4 RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE INDICADORES AMBIENTALES Y SISTEMAS DE INDICADORES.....	57
5.5 MÉTODOS DE ELABORACIÓN Y SELECCIÓN	61
5.6 EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO: CONCEPTUALIZACIÓN	62

CAPÍTULO VI: METODOLOGÍA.....	63
6.1. BASES TÉCNICAS.....	63
6.1.1 <i>El método PER</i>	63
6.1.2 <i>El Proceso de Análisis Jerárquico</i>	67
6.2 PROCEDIMIENTO	71
CAPÍTULO VII: EL SISTEMA DE INDICADORES SOCIOAMBIENTALES PARA LA EVALUACIÓN DEL PAPEL DE AMSA EN LA CUENCA DEL LAGO DE AMATITLÁN	76
7.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.....	77
7.2 MARCO CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE INDICADORES SOCIOAMBIENTALES DESARROLLADO.....	81
7.3 ENFOQUE CONMESURALISTA O SISTÉMICO	83
7.4 COBERTURA DEL SISTEMA Y COMPARABILIDAD.....	84
7.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE INDICADORES.....	84
7.6 EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES MEDIANTE LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN	86
7.7 LISTADO FINAL DE INDICADORES SOCIOAMBIENTALES	88
7.8 ELABORACIÓN DE LA MATRIZ Y PESOS ASIGNADOS A CADA INDICADOR	88
7.8.1 <i>Definir los participantes</i>	89
7.8.2 <i>Recolectar la información requerida</i>	89
7.8.3 <i>Identificar el problema</i>	89
7.8.4 <i>Definir el objetivo</i>	90
7.8.5 <i>Descomponer el problema de decisión en una jerarquía de elementos interrelacionados</i>	90
7.8.6 <i>Desarrollar la matriz de comparación por pares (MCP)</i>	92
7.8.7 <i>Desarrollar la matriz normalizada (MNC)</i>	93
7.8.8 <i>Desarrollar el vector de prioridad para el criterio</i>	94
7.8.9 <i>Evaluar la consistencia de los juicios asignados</i>	95
7.8.10 <i>Ejecutar la secuencia 6 al 9 para cada uno de los criterios de la jerarquía y resumirlos en la Matriz de Prioridad (MP)</i>	97
7.8.11 <i>Desarrollar una matriz de comparación de criterios</i>	98
7.8.12 <i>Desarrollar un Vector de Prioridad Global (VPG) multiplicando el vector de prioridad de los criterios (hallado en el paso 11) por la matriz de prioridad de las alternativas (MP)</i>	99
7.8.13 <i>Creación de un formato de evaluación escala 1 a 100</i>	99
CAPÍTULO VIII: RESULTADOS	103
8.1. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	103
8.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	111
8.2.1 <i>Consideraciones para el análisis de resultados</i>	111
8.2.2 <i>Análisis de las calificaciones globales obtenidas con el ejemplo de aplicación</i>	115
8.2.3 <i>Análisis del sistema de indicadores desarrollado</i>	122
CAPÍTULO IX: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	127
9.1. CONCLUSIONES.....	127
9.1.1 <i>Al respecto del sistema de indicadores desarrollado</i>	127
9.1.2 <i>Al respecto del ejemplo de aplicación del sistema y la labor de AMSA</i>	128
9.2. RECOMENDACIONES	129
X MARCO DE REFERENCIAS.....	132
XI APÉNDICES.....	137
XII ANEXOS	151

CAPÍTULO I: Problema

1.1 Planteamiento del problema

La Autoridad para el Manejo Sustentable de la cuenca y Lago de Amatitlán (AMSA) es una institución pública encargada de ejecutar proyectos que permitan amortiguar los efectos de contaminación sobre el Lago de Amatitlán a fin de conservarlo como el principal reservorio de agua que existe en la ciudad de Guatemala.

Como parte de estos proyectos durante la semana del 4 al 8 de junio del año 2012 la división de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos de AMSA llevó a cabo el “Taller para la definición de estrategias metodológicas para la restauración del lago de Amatitlán” con el apoyo financiero de la Secretaría nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT) de Guatemala.

En este taller se contó con la participación de expertos internacionales que compartieron sus experiencias en el tema de limnología y otras líneas de investigación. Además se invitó a miembros de otras autoridades de lagos de Guatemala como el lago Atitlán y Petén Itzá a fin de discutir soluciones, ideas, intercambiar opiniones e identificar fortalezas y debilidades en el proceder de la institución anfitriona.

Durante la realización del taller se evidenció la necesidad que posee AMSA de contar con una herramienta que permita medir el grado real de beneficios socio ambientales que se consiguen con los proyectos realizados demás iniciativas para la cuenca y el Lago, de manera que puedan ser comunicados al público en general y puedan ser evaluados por la propia institución.

En una de las presentaciones se indicaron como recomendaciones algunos aspectos como: buscar parámetros que permitan medir impacto en cada uno de los proyectos que ejecutan las distintas divisiones, contar con la línea base de la cuenca del Lago de Amatitlán, y asegurarse del funcionamiento de cada división.

La herramienta debe permitir concluir acerca de si un proyecto o medida implementada está cumpliendo verdaderamente el objetivo principal de la institución: recuperar el ecosistema del Lago de Amatitlán o, como bien lo dice la misión: “Devolverle a la humanidad el Lago de Amatitlán en condiciones adecuadas, para uso y disfrute sostenible.”

La necesidad surge ante diversas situaciones que experimenta la institución como lo son el recorte presupuestario, el cual obliga a que las iniciativas y proyectos que se seleccionen para ejecución deban ser claves y realmente efectivos en la consecución de sus objetivos de manera que se produzca un efecto realmente notorio en el mejoramiento de la cuenca y el lago; la percepción de la población de que los esfuerzos de la Autoridad son mínimos o nulos y no están produciendo una mejora visible en las características del lago y, finalmente; la falta de continuidad que se da a muchos proyectos e iniciativas debido a los cambios constantes de profesionales y prioridades en las diferentes divisiones por motivos políticos.

Este panorama plantea que muchos esfuerzos, inversiones y decisiones dentro de las diferentes divisiones pueden ser mejor encaminados si existe un sistema que permita evaluarlos antes, durante y después a fin de medir su verdadero potencial de mejora en la cuenca.

Es por ello que se desarrolló un sistema de indicadores socioambientales que puede brindar algunas facilidades en la toma de decisiones sobre los diferentes proyectos relacionados con la cuenca y el lago. Aunado al sistema se elaboró un ejemplo de aplicación e interpretación que facilita el uso del mismo y despierta el interés de su uso en la institución.

1.2 Justificación

Actualmente no existe una herramienta que reúna las condiciones de evaluación necesarias para las muchas dimensiones que AMSA trabaja en la cuenca.

El PLANDEAMAT manifiesta en una de sus secciones lo siguiente:

“Aunque el trabajo realizado haya dado resultados positivos que se reflejan en el mejoramiento de algunos parámetros del Lago de Amatitlán, las obras son insuficientes para la magnitud de la problemática “ (Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y Lago de Amatitlán AMSA, 2003).

La mayoría de las mediciones en el progreso de mejora del lago y la cuenca se realizan de manera individual: calidad del agua, áreas reforestadas, desechos tratados, etc. mas no se cuenta con un resultado global que mida esos efectos.

Cualitativamente se puede afirmar que los esfuerzos tienen un efecto en el cuerpo de agua que retarda su degradación en cierta medida, sin embargo no se puede cuantificar que tan alta o baja ha sido esa contribución y a falta de una escala que permita medir lo alcanzado no se pueden evaluar progresos a lo largo de los años para comparar qué medidas los intensificaron o por el contrario los redujeron.

Contar con un sistema de indicadores que reúna en una escala numérica la magnitud de los esfuerzos realizados por la institución le permitirá a las diferentes divisiones que la componen plantearse cuestionamientos focales sobre qué se está haciendo y cómo se está haciendo, a fin de procurar que las iniciativas tenga un impacto socioambiental positivo cada vez mayor o al menos permanente en el tiempo.

Por otro lado la existencia de dicha herramienta constituiría una importante ayuda para la división de Evaluación y Seguimiento, división que se encarga de observar el progreso y ejecución de los proyectos. Al utilizarla se posibilitaría que la división contemple la dimensión social y ambiental de los logros de cada proyecto ya que por el momento opera únicamente desde un punto de vista de ejecución financiera.

A su vez, la creación de un sistema de indicadores socioambientales es una contribución para las divisiones a la hora de identificar qué datos e información les son realmente útiles o cuál es necesaria y no se está generando. Crear ciertos indicadores permite la optimización a la hora de generar información.

En sí, la institución ha venido trabajando de manera muy similar a lo largo de las diferentes administraciones y no ha tenido la oportunidad de identificar de forma concreta y medible la validez y el rumbo de sus esfuerzos.

AMSA como institución tiene la obligación de realizar informes y reportes de manera permanente. La memoria de labores presentada para inicios del año 2012 mostraba de manera sintética la información y enunciaba los logros de cada división en sus diferentes áreas. Sin embargo dicho informe podría incluir también un panorama general, no sólo numérico sino gráfico y fácil de interpretar de cómo, todas esas iniciativas mencionadas, sí contribuyeron en alguna medida a mejorar la situación de la cuenca y del Lago de Amatitlán; además se podría brindar un escenario de comparación de cómo las respuestas aplicadas han funcionado más efectivamente que en años anteriores o por el contrario deben ser mejoradas.

El resultado que se obtuvo mediante la generación de indicadores y a través del sistema de evaluación creado es una especie de diagnóstico para la labor institucional y brinda una línea base operativa para la misma que le permite transmitir información a nivel externo de una forma más comprensible para diferentes públicos.

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Elaborar un sistema de indicadores socioambientales que permita evaluar los proyectos realizados por la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán para medir su grado real de incidencia.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar los aspectos socioambientales de interés en la toma de decisiones para la ejecución de proyectos dentro de la cuenca del Lago de Amatitlán por parte de AMSA.

- Elaborar un listado de indicadores socioambientales de Presión, Estado y Respuesta que permita evaluar los proyectos de una forma global y numérica.
- Ejemplificar el uso e interpretación del sistema de indicadores creado, para motivar el uso del mismo en la institución.

1.4 Hipótesis

Es posible desarrollar un sistema de indicadores socioambientales que permita determinar si los diferentes proyectos e iniciativas desarrollados por AMSA tienen una incidencia positiva y significativa en las condiciones socioambientales de la cuenca y Lago de Amatitlán y contribuyen al cumplimiento del objetivo primordial de la institución: *“Generar acciones que frenen el proceso de degradación de los recursos naturales de la Cuenca y del Lago, a través del saneamiento de la misma y mejorando la calidad de vida de sus habitantes.”*

1.5 Alcance de la investigación

El desarrollo de un sistema de indicadores ambientales es un proceso continuo y cambiante. Su uso implica no solo el diseño y la divulgación sino el compromiso institucional de generar los datos necesarios para el buen funcionamiento del sistema creado de forma permanente.

El proceso de elaboración de indicadores puede resumirse a tres etapas siendo éstas a) Preparación, b) Diseño y Evaluación y c) Institucionalización y Actualización.

El trabajo desarrollado que se expone en el presente documento abarca los dos primeros procesos (a) Preparación y b) Diseño y Evaluación) dado que revisa el contexto institucional para preparar una lista inicial de indicadores potenciales de la cual se extrae, finalmente, los indicadores definitivos debidamente justificados y descritos.

Los indicadores seleccionados como definitivos (e iniciales del Sistema de Indicadores Ambientales) se asocian a través de una calificación asignada por un

sistema de pesos que permite graficar los resultados globales de la evaluación, abarcando así una parte divulgativa y de representación de la información.

Este aporte es además el diferenciante entre el trabajo actual y esfuerzos previos realizados para diseñar indicadores, ya que no encierra solo la magnitud del indicador en sí, sino que además le asigna un grado de importancia y conecta a todos los indicadores evitando su uso de forma aislada.

Corresponde a la institución hacer un lanzamiento oficial de la información, darle un manejo apropiado a los indicadores para asegurar su estabilidad y permanencia así como permitir la actualización del sistema y el desarrollo de nuevos indicadores. Para esta última etapa es que se apoya con la redacción de una guía interpretativa y de manejo del sistema creado (Apéndice 7).

Dentro de esta etapa de institucionalización del sistema es importante capacitar a los encargados de generar la información en cada división o sector de manejo de datos para que no existan inconsistencias en las unidades de los indicadores o en la manera de reflejar un resultado. Este punto es de gran importancia porque garantiza que se cree sólo la información que es pertinente y evita la pérdida de tiempo en numerosas correcciones a la hora de manipular las cantidades reportadas.

CAPÍTULO II: Contexto Institucional

2.1 La institución

La Autoridad para el rescate y resguardo del Lago de Amatitlán, -ARRLA- fue creada por Acuerdo Gubernativo 489-85 emitido por el Jefe de Estado el 12 de Junio de 1985, modificado por los Acuerdos Gubernativos números 1110-85, del 18 de noviembre de 1985 y 211-87 del 24 de marzo de 1987. Para ese momento la naturaleza, capacidad jurídica, funciones y ámbitos de competencia no se encontraban suficientemente establecidos por lo que fue necesario redefinirlos para que la institución contara con mayor autoridad.

Por tal razón se emitió una nueva disposición legal, el Acuerdo Gubernativo No. 204-93 del 07 de mayo de 1993, cuyo fin específico era planificar, coordinar y ejecutar las acciones del sector público y privado que fueran necesarias para preservar el Lago de Amatitlán y todas sus cuencas tributarias. En 1995 se inicia con una oficina ejecutiva y la asignación de recursos económicos para la realizar estudios de factibilidad en distintos proyectos considerados prioritarios.

El 18 de septiembre de 1996 el Congreso de la República de Guatemala por medio del Decreto 64-96, emitió la Ley de Creación de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán, -AMSA- derogando el Acuerdo Gubernativo anteriormente mencionado. Esta vez se crea una institución con la capacidad de planificar, coordinar y ejecutar todas las medidas y acciones del sector público y privado que sean necesarias para recuperar el Lago de Amatitlán.

El 17 de marzo de 1999 la Presidencia de la República mediante Acuerdo Gubernativo 186-99 aprueba y publica el Reglamento de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y Lago de Amatitlán, AMSA.

2. 2 Divisiones de trabajo en AMSA

2.2.1 Evaluación y seguimiento

La división de evaluación y seguimiento se encarga de revisar mensualmente el avance y ejecución de los proyectos de AMSA. En ella se reciben informes mensuales de avance y actividades provenientes de todas las divisiones así como los informes finales de cada año. Tiene a su cargo procesar toda esta información y presentar a fin de año un informe institucional a la Vicepresidencia de la República.

Constantemente realizan visitas a los proyectos para verificar su ejecución y corroboran que los datos brindados sean reales y entendibles.

La división de Evaluación y Seguimiento maneja los datos históricos mensuales y por año de cada uno de los proyectos que se ejecutan por división, los solicita y los agrupa según las necesidades de información.

2.2.2 Relaciones Interinstitucionales

Esta división tiene a su cargo la búsqueda de cooperación incluyendo el compromiso y participación de organizaciones tanto públicas como privadas.

Su labor se concentra en la negociación de acuerdos para obtención de apoyo económico, de materiales o insumos, donaciones, logística o prestación de servicios, entre otros; con el fin de concretar la firma de convenios en que se beneficien ambas partes.

Relaciones Interinstitucionales tiene la responsabilidad de tocar puertas tanto en la empresa privada como en las entidades gubernamentales (municipalidades, ministerios, secretarías) para detectar posibilidades de apertura a la contribución en actividades de voluntariados o patrocinios con el objetivo de promover la concientización y sensibilización relacionadas con la situación del Lago de Amatitlán y el medio ambiente en general.

Los acuerdos suelen establecerse por períodos de dos a tres años y se renuevan si existe interés de ambas partes.

2.2.3 Educación Ambiental

La división de educación ambiental tiene a su cargo la labor de informar y sensibilizar a la población de la cuenca en la temática ambiental, tanto desde el punto de vista de la situación del lago como desde el punto de vista general.

Esta división trabaja con cuatro diferentes programas de educación enfocados a diferentes públicos: el proyecto Ecocine es dirigido a niños de primaria y se realiza en convenio con el Parque Nacional Naciones Unidas, ubicado en los alrededores del Lago de Amatitlán y los municipios, pues estos se comprometen a dar el transporte para los estudiantes.

El proyecto Huella Verde es dirigido a jóvenes de 15 a 18 años y el mismo consiste en involucrar a los mismos en actividades de voluntariado para recolección de desechos, proyectos de mejora comunitaria, entre otros.

La Capacitación Docente es otro eje que maneja esta división y se centra en dar un taller a maestros de primaria para enseñarles a educar en el tema ambiental, además se les brinda material educativo y didáctico como apoyo a su labor, enfocado también en el tema del lago.

Finalmente se tiene un espacio para Capacitación Comunitaria donde se visita directamente a comunidades que pertenecen a la cuenca. El público en general son adultos, principalmente mujeres de comunidades humildes quienes son involucrados y capacitados en materia ambiental.

2.2.4 Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos

Esta división se centra en la generación de información a través del muestreo constante de ríos pertenecientes a la cuenca, el Lago de Amatitlán, plantas de tratamiento, lixiviados y otros resultados que estén a su alcance.

La división cuenta con un laboratorio para la ejecución de análisis de aguas residuales, aguas potables, aguas naturales, sedimentos, metales pesados, plancton, macroinvertebrados, biomasa, etc.

La división aporta información actualizada principalmente a la división de Desechos Líquidos y Desechos Sólidos cuando es el caso. Igualmente genera datos que han significado la base de muchas investigaciones e informes sobre el Lago de Amatitlán y los ríos tributarios de la cuenca.

Actualmente maneja, paralelo a los monitoreos de rutina, un proyecto de identificación de macroinvertebrados para la elaboración de un índice de calidad del agua basado en los organismos que se encuentren en los ríos de la cuenca.

Dentro de la división se generará además un análisis limnológico minucioso sobre los resultados históricos que se tienen de los numerosos monitoreos

realizados al lago a fin de establecer conclusiones sobre el comportamiento del cuerpo de agua.

2.2.5 Ordenamiento Territorial

La división de ordenamiento territorial trabaja en la implementación de sistemas y obras que permitan mermar la vulnerabilidad de zonas determinadas en la cuenca, haciendo especial énfasis en la reducción de erosión, mantenimiento de taludes, fortalecimiento de estructuras, monitoreo y mejoramiento de bordas en el cauce del río Villalobos y mantenimiento de la dársena o laguna de retención de sólidos ubicada en la desembocadura de este mismo río a el Lago de Amatitlán. Genera importante información en cuanto a levantamientos topográficos, situaciones de sedimentos, ubicación de zonas de explotación de arena y roca entre otros.

La división interviene localizando las áreas que presentan daños, dimensionándolos, cuantificándolos, diseñando las correcciones, programando la ejecución de los trabajos, supervisando los mismos, llevando el control de la maquinaria y equipos utilizados, Dentro del mantenimiento que se dan a las obras de infraestructura hidráulica, en la División se trabaja el mantenimiento a las bordas existentes, lo cual se realiza con tareas de chapeo y limpieza de las mismas.

Maneja también un eje de trabajo dedicado al mantenimiento del área de la desembocadura abarcando dos pequeñas lagunas, jardinería, y el cuidado y funcionamiento de un biodigestor piloto desarrollado para la digestión de Ninfa con el fin de producir biogás aprovechable para cocinar.

2.2.6 Manejo de Desechos Sólidos

La división de Manejo de Desechos Sólidos tiene a su cargo la administración del vertedero controlado ubicado en km 22 carretera al Pacífico (Instalaciones de AMSA).

Sus responsabilidades comprenden la contabilización de toneladas de desechos que ingresan al desecho, el establecimiento de tarifas para los camiones municipales que hacen uso del vertedero, la mejora de la operación del área de vertido y la búsqueda de soluciones en este campo.

Se ha manejado con anterioridad proyectos de reutilización de desechos en la elaboración de estructuras (botellas de vidrio y plástico como material base de construcciones).

La división realizó un estudio de ubicación de botaderos ilegales en la cuenca y estimó la proporción de desechos dispuestos de esta manera con respecto a la cantidad enviada al vertedero controlado.

2.2.7 Tratamiento de Desechos Líquidos

Tiene a su cargo la administración de siete plantas de tratamiento ubicadas en la cuenca. Actualmente de estas siete plantas, dos se encuentran detenidas y están sometidas a un proceso de rediseño y mejoras por distintos problemas presentados en su operación. Dos de estas siete plantas de tratamiento son completamente propiedad de AMSA mientras que las restantes cinco son propiedad de municipalidades, quienes han buscado el apoyo de AMSA para que las administre y las haga funcionar por deficiencias de capacidad técnica.

La división brinda también apoyo a quien lo solicite en materia de asesoría en el tema de plantas de tratamiento de aguas residuales, especialmente en comunidades que poseen una y no se encuentra funcionando.

2.2.8 Manejo Forestal

La división de manejo forestal y conservación de suelos tiene a su cargo dos viveros ubicados en km 22 carretera al Pacífico (instalaciones de AMSA) y El Morlón, ubicado en Amatlán. A través de la producción de especies nativas se encarga de realizar reforestaciones en zonas seleccionadas y les brinda mantenimiento, brinda los árboles para actividades de voluntariado y elabora sistemas de conservación de suelos.

La división maneja un proyecto en conjunto con cooperación internacional de los Países Bajos que realiza donaciones de estufas ahorradoras de leña a familias con el fin de reducir el consumo de leña y mejorar la calidad de vida de estas personas con mejores sistemas que manejen el humo y aprovechen mejor la madera.

2.2.9 Limpieza del Lago

Su objetivo principal es mantener el espejo del lago libre de los desechos sólidos que ingresan diariamente.

Para ello la división cuenta con lanchas, maquinaria y personal de campo dedicados a la extracción de materiales en su zona de acumulación en la desembocadura del río Villalobos enviándolos a su disposición final en el vertedero controlado del km 22 en carretera al Pacífico (administrado por AMSA). A pesar de ello el incremento de costos en el transporte de estos materiales ha hecho que exista una zona donde se acumulan tras su extracción en las cercanías de la desembocadura del río Villalobos, sin que exista una solución alternativa para ello.

La división maneja paralelamente otras iniciativas como el compostaje a base de ninfa, elaboración de briquetas para sustitución del uso de leña y seguridad alimentaria en las comunidades. Sin embargo estas son ideas que aún deben concretarse a gran escala para poder darles calificación de proyectos en ejecución.

2.2.10 Asesoría Jurídica

El departamento jurídico se encarga de todo el aparato legal correspondiente a la institución: manejo de contratos, prestación de servicios, procedimientos legales en general. Incluye una parte dedicada al acogimiento de denuncias por parte de las divisiones de AMSA, su formulación, redacción y presentación a los encargados de darles seguimiento que suelen ser ministerios u oficinas con rangos de acción más amplios.

AMSA en sí misma no tiene poder de aplicar sanciones o dictaminar medidas ante faltas o denuncias presentadas, de ahí que su responsabilidad consista en tramitarlas y dar seguimiento a la solicitud que se realizó.

2.3 Antecedentes institucionales e investigaciones previas

2.3.1 PLANDEAMAT

El documento PLANDEAMAT es un documento creado por AMSA cuya versión del año 2003 se encuentra en actualización. Este documento contiene una serie de medidas a corto, mediano y largo plazo que permitan disminuir el proceso de deterioro y degradación de los recursos naturales en el lago de Amatitlán y la cuenca.

A corto y mediano plazo el PLANDEAMAT contempla las siguientes acciones (Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y Lago de Amatitlán AMSA, 2003):

Cuadro 1. Acciones a mediano y corto plazo mencionadas por el PLANDEAMAT 2003.

Acciones a Corto Plazo	Acciones a Mediano Plazo
Establecer las condiciones de degradación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos de la cuenca del Lago de Amatitlán.	Protección de las fuentes de agua y áreas protegidas como las zonas de recarga de acuíferos, zonas forestales y zonas degradadas.
Ordenar el proceso de crecimiento urbano de la cuenca, en cuanto a zonificación y uso del suelo con base al Reglamento Único de Construcción y a la Propuesta de Ordenamiento Territorial de la Cuenca.	El tratamiento directo en el lago, retención y dragado de lodos, extracción de plantas acuáticas, retención y extracción de residuos sólidos flotantes.
Generar procesos de ordenamiento territorial, basado en la Ley de	La coparticipación de la población, tanto en el proceso de prevención y reducción

Regionalización, con la participación del Consejo de Desarrollo.	de la contaminación y de la descontaminación de los recursos a través de la concientización y educación ambiental.
Propiciar la participación del sector industrial y municipal para el tratamiento de residuos líquidos y sólidos y la ubicación de la industria en zonas de tolerancia.	Fortalecimiento de AMSA y de las instituciones encargadas del control ambiental, dentro del marco legal e institucional.
Regular la actividad agrícola, en cuanto al uso racional de agroquímicos, generación de residuos sólidos y líquidos, deforestación así como propiciar el uso de abonos orgánicos.	

Fuente: Elaboración propia con la información del documento PLANDEAMAT, 2003.

Este documento es un preámbulo que facilita la identificación de necesidades y la escogencia de posibles indicadores ambientales por la información que detalla y las situaciones que reconoce en sí mismo:

“Las dimensiones de los problemas que aquejan al lago y la cuenca son diversas en cantidad y calidad, por lo que se hace necesario establecer las prioridades, que de una u otra forma mitiguen el impacto de contaminación que actualmente recibe, y sobre todo llegar al momento justo, en que las actividades de descontaminación que se realicen sean efectuadas antes de que el proceso de recuperación del lago sea irreversible”.(Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y Lago de Amatitlán AMSA, 2003).

El PLANDEAMAT incluye un análisis realizado por la institución donde se destacan las siguientes características presentes en la misma, las cuales resultan de importancia para considerar en el desarrollo de un sistema de indicadores, pues permiten tener conocimiento de las facilidades y carencias que existen para generar determinada información.

Cuadro 2. Resultados del Análisis FODA incluidos en el PLANDEMAT 2003.

FORTALEZAS DE AMSA	OPORTUNIDADES DE AMSA
<ul style="list-style-type: none"> • Objetivos claros y definidos • Capacidad del Recurso Humano para la identificación de problemas y generación de soluciones • Capacidad de Respuesta • Capacidad de Generación y Ejecución de Proyectos • Equipo de trabajo Multiprofesional e interdisciplinario • Proyección Social en el control Ambiental • Capacidad de Generación de material informativo • Apertura de espacios con el sector municipal y comunitario • Promoción de la Asociación de alcaldías de la cuenca del Lago de Amatitlán -AMCLA – 	<ul style="list-style-type: none"> • En el ámbito Político, apertura de espacios que permitan la implementación de una política que de sustentabilidad al Manejo de la Cuenca. • En aspectos técnicos proyectos innovadores con carácter demostrativo • Apoyo comunitario de doble vía para el desarrollo de proyectos • Generación de empleo en las comunidades donde se ejecutan proyectos • Coordinación con el sector industrial • Coyuntura internacional favorable • Aprovechamiento de la apertura con las Municipalidades • Coordinación interinstitucional con entidades afines

Fuente: Elaboración propia con la información del documento PLANDEAMAT, 2003.

Actualmente se trabaja en la redacción de un PLANDEAMAT actualizado y más detallado para el año 2013, sin embargo el documento no existe para ser accedido en estos momentos.

2.3.1.1 Conclusiones sobre la lectura del PLANDEAMAT

El PLANDEAMAT incluye información clave y cifras de mucha importancia que dan pautas y funcionan como guía para el desarrollo de indicadores socioambientales.

Sin embargo el documento tiene algunas desventajas; no especifica una cantidad de tiempo definida para los mencionados corto, mediano y largo plazos por lo que no queda clara la idea de cuántos años deben pasar para alcanzar determinados objetivos.

El PLANDEAMAT fue desarrollado en el año 2003, pero para el año 2012 muchas de las acciones no son concretadas o no hay claridad en cómo se debe medir su ejecución y alcances. Si bien existen documentos como los POA (Planes Operativos Anuales) donde se especifican metas, éstos lo hacen en períodos de un año y de acuerdo a la ejecución presupuestaria pero no en los mencionados plazos de acción a los que hace mención el documento con miras a alcanzar los objetivos que él mismo menciona.

Muchas de las acciones descritas para realizarse en corto, mediano y largo plazo son repetitivas. Algunas se justifican por su naturaleza, como resulta en el caso de monitoreo o educación; sin embargo, lo ideal sería que se establecieran metas cuantificables para cada una, de forma que se pudiera medir un progreso según fuera el objetivo planteado.

El PLANDEAMAT no contempla en su estructura un mecanismo de medición de alcance en metas y objetivos por lo que la información recopilada es llamativa e importante pero carece de una estrategia definida para el desarrollo de las acciones allí propuestas.

Dentro de las recomendaciones que incluye el documento de PLANDEAMAT se menciona la necesidad de realizar una evaluación constante de las directrices que éste establece para verificar el cumplimiento de sus objetivos. A pesar de dicha afirmación no se crea como complemento al documento una estrategia de medición

para las acciones que establece, acciones que además requieren mayor especificidad en tiempo de ejecución, responsables, cantidades, etc.

El documento PLANDEAMAT permitió evidenciar lo necesario y útil que es la elaboración de un sistema que permita medir los alcances de la institución en el tiempo y les asigne una calificación que pueda ser interpretada y transmitida sencillamente.

2.3.2 Plan Sectorial Multianual de Ambiente y Agua 2011-2013

En el año 2003 se elaboró un compendio informativo denominado: Proceso de la Aplicación de los principios de la Declaración de París al Sector Ambiente y Agua que incluye dentro de sus documentos técnicos un Manual de Gestión Orientada a Resultados: la experiencia del sector agua y ambiente y Metodología para la construcción de indicadores y la definición de un sistema de seguimiento y evaluación para el Plan Sectorial Multianual Ambiente y Agua.

Este documento se elaboró como respuesta a los compromisos establecidos en la Declaración de París (2005)¹ y la Declaración Antigua II (2008)² y fue desarrollado por un esfuerzo conjunto del Ministerio de Agricultura y Recursos Naturales (MARN), la Secretaría Técnica del Gabinete Específico del Agua (STGEA), la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN) y el Ministerio de Relaciones Exteriores (MINEX).

En la delimitación del Sector Ambiente y Agua se identificaron siete instituciones que tienen competencias íntegramente en ese campo así como veinte más que regulan funciones o producen bienes y servicios que pueden afectar de alguna manera el mismo sector.

¹ La Declaración de París se llevó a cabo en 2005 y fue firmada por más de cien países. Encierra en sus resoluciones la obligación que tienen los países recipientes de ayuda internacional de desarrollar planes de trabajo realistas con indicadores y metas claras. La declaración reconoce la necesidad de aumentar la eficacia de la ayuda al desarrollo, aplicando todas las formas posibles para lograrlo y guiarse por las estrategias y prioridades de desarrollo establecidas por los países socios.

² La Declaración de Antigua II fue una reunión realizada en la mencionada ciudad en la cual participaron los países miembros del Grupo de Donantes G-13 y el gobierno de Guatemala para renovar y profundizar los compromisos asumidos en la Declaración de Antigua I también referentes a la adecuada canalización de los fondos suministrados y el cumplimiento de metas en los temas prioritarios de la región.

Las instituciones identificadas fueron:

- MARN: Ministerio de Agricultura y Recursos Naturales
- INAB: Instituto Nacional de Bosques
- CONAP: Concejo Nacional de Áreas Protegidas
- AMSA: Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago Amatitlán
- AMASURLI: Autoridad para el Manejo Sustentable de la cuenca Hidrográfica del lago Izabal y río Dulce
- AMPI: Autoridad para el Manejo y desarrollo sostenible de la cuenca del lago Petén- Itzá
- AMSCLAE. Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago Atitlán y su Entorno.

En el tomo 3 que contiene la *Metodología para la construcción de indicadores y la definición de un sistema de seguimiento y evaluación para el Plan Sectorial Multianual Ambiente y Agua* se hace mención de una aplicación informática desarrollada paralelamente al sistema de indicadores. La herramienta se desarrolla con el objetivo de calcular los costos de producción de los servicios de las instituciones que conforman el sector definido previamente y diseñar escenarios en función del presupuesto y la capacidad existente.

El documento señala que *“el seguimiento y la evaluación constituyen elementos imprescindibles en la gestión de resultados que permiten a los evaluadores y directivos verificar la eficiencia y eficacia de la ejecución de los planes mediante la identificación de sus logros y debilidades y, en consecuencia, permite tomar medidas correctivas para optimizar el logro de los objetivos estratégicos”* (Metodología para la construcción de indicadores y la definición de un sistema de seguimiento y evaluación para el Plan Sectorial Multianual Ambiente y Agua, 2010)

Este manual incluye definiciones y conceptos técnicos sobre el desarrollo de indicadores y la elaboración de los mismos se basó en la descripción de los temas centrales y los conceptos proporcionados por las instituciones del Sector Ambiente y

Agua. Los indicadores elegidos fueron aquellos que se consideraron suficientes para evaluar el cumplimiento de los objetivos estratégicos y los resultados.

La información se obtuvo por revisión de las bases de datos del Sistema de Información Estratégico Socio Ambiental (SIESAM), del IARNA sobre la situación ambiental de Guatemala, los Objetivos de Desarrollo del Milenio, las cuentas ambientales y un análisis de sostenibilidad. Se revisaron datos del Informe del Estado del Ambiente (MARN, 2009), datos del Anuario Estadístico Ambiental entre otros.

La existencia de estos indicadores y de este manual es un preámbulo importante para el desarrollo de un sistema de indicadores para AMSA, dado que la institución como parte del Sector Ambiente y Agua ya genera la información, la maneja y la suministra a otras instituciones para el desarrollo de un sistema como el que se menciona. Sin embargo no los emplea a nivel interno para medición de su avance y enfocado directamente a su labor como Autoridad del Lago de Amatitlán, de ahí que sea oportuno seleccionar los indicadores de este documento que sean útiles y apliquen al objetivo del sistema que se desea desarrollar pues ya se cuenta con su información y de paso, se evita la generación de listas de indicadores enormes y repetitivas que redunden en la información que ya se ha trabajado.

El sistema de información creado dentro del contexto de este Plan Sectorial es una fuente importante y directriz en la elaboración de un sistema de indicadores para AMSA dado que como lo menciona la Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe: *“es válido construir indicadores en forma autónoma y soberana, “a la medida” del usuario directo, esto es que sean pertinentes y relevantes al proceso de decisiones de política, planificación y gestión de cada país, con arreglo a su marco institucional, y utilizando la nomenclatura que se ha producido en la legislación y normativa nacional. No obstante, al mismo tiempo que también es útil contar con al menos algunos indicadores internacionalmente comparables, particularmente en el proceso de reporte de avances de convenciones ambientales internacionales. (...)*

Un buen Sistema de Indicadores debe ser capaz de capturar lo esencial y más importante que se quiere monitorear, por tanto debe capturar aquello que es más importante para dentro de cada país y territorio.” (Quiroga, R., 2009)

De ahí que los indicadores usados en el Sector Ambiente y Agua representan ya una serie de aspectos que no pueden dejarse por fuera, pues si AMSA llega a generar dichos indicadores para uso interno, con mayor facilidad serán transmitidos a nivel interinstitucional y de paso tendrán una mayor significancia y respaldo.

Un detalle importante sobre la elaboración del PSMAA es que se constató durante la elaboración de este trabajo que no se le dará seguimiento al mismo, es decir que la iniciativa no se desarrollará en los próximos años. Sin embargo si los indicadores ya implementados para el mismo son de utilidad para AMSA no deben dejar de desarrollarse y por eso mismo es que se han sugerido dentro de este trabajo.

2.3.3 Propuesta de un modelo de planeación estratégica para la administración eficiente y eficaz de la cuenca y del Lago de Amatitlán

Este trabajo se desarrolló para brindar un sistema administrativo más eficiente en el manejo de la contaminación de la cuenca.

Los límites del mismo incluyeron a los pobladores del municipio de Amatitlán, los propietarios de chalets ubicados en las orillas del lago, los dueños de negocios ubicados en playa pública y a la institución. Además se incluyó la participación que tiene el Comité del Lago de Amatitlán y Fundalago.

Para fines de dicha investigación no consideró el sector industrial ni el impacto por generación hidroeléctrica. Así mismo se dejó por fuera el aspecto de contaminación por aguas residuales en los afluentes antes de llegar al lago.

Aquí se menciona la existencia del PLANDEAMAT elaborado en el año 1995, el cual describía las acciones a realizar entre 1997 y 2001. Dichas acciones abarcaban las siguientes áreas:

- Plan de educación ambiental y concientización ciudadana: abarcó la educación formal de docentes, concursos de pintura y fotografía, atención a personas en la institución y la realización de un documental y seis spot para promover la riqueza del lago.
- Monitoreo Ambiental: se construyeron los laboratorios de análisis fisicoquímicos y se inició con el monitoreo de ríos y lago.
- Planeamiento urbano y ordenamiento territorial: se elaboró un Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad de Guatemala y se identificaron las zonas de riesgo en la cuenca.
- Manejo integral del río Villalobos abarcó la construcción de diques sedimentadores y la protección lateral de taludes para estabilizar la pendiente del río. Se reforestó con 150 mil árboles y se construyó una borda de rectificación de cauce.
- Manejo de desechos sólidos y líquidos: comprendió la rehabilitación de cuatro plantas de tratamiento y el levantamiento de un catastro industrial para identificar el origen y características de las aguas residuales en la cuenca. Incluyó además la elaboración de un reglamento para el vertedero controlado del km 22 y el mejoramiento en el control de olores, incendios y plagas.
- Plan de Desarrollo Turístico: Se elaboró una propuesta de los sitios de interés turístico, deportivo y recreativo en los alrededores del lago para priorizar su limpieza. A finales del año 1998 se inicia con colaboración de las lanchas del Comité del Lago de Amatitlán las labores de limpieza del espejo de agua de ninfa y desechos en general.
- Coordinación interinstitucional
- Asesoría Jurídica: se logra la aprobación del acuerdo gubernativo que impide la extracción de arena del río Villalobos.

Las recomendaciones de administración en este trabajo se basan en el modelo de planeación estratégica y hacen énfasis en la implementación de indicadores críticos del éxito (ICE) que si bien tienen un enfoque más económico es importante lo que se señala al respecto de los mismos:

“A medida que la organización conceptualiza su futuro, debe identificar medios específicos para medir su progreso hacia él (...). Para una institución como AMSA el equipo de planeación deberá conceptualizar cómo considera que alcanzará los objetivos propuestos y cumplir con la misión que dicha institución tiene. Los indicadores críticos del éxito dirán en qué medida o en qué porcentajes deberá cada actividad contribuir al alcance de los objetivos (...). También deberán establecerse estándares de medición para el desempeño de la organización en general, con la finalidad de utilizar estos indicadores para el control interno” (Cetino, I., 2001).

El trabajo también menciona la importancia de realizar un análisis de brechas que permitiría definir la distancia que existe entre el desempeño actual y el desempeño necesario para la exitosa realización y alcance de los objetivos.

Así mismo menciona diferentes maneras de estrechar las brechas en casos de que se presente mucha disparidad por ejemplo: ampliar el marco de tiempo para alcanzar el objetivo, reducir la magnitud o alcance del objetivo, reasignar los recursos para alcanzar las metas y obtener nuevos recursos.

En un apartado dedicado al tema de Control en dicho trabajo, se establece que el diseño de sistemas de control no debe ser recargado y tratar de dar seguimiento a demasiadas acciones a la vez pues esto puede repercutir de forma desmotivante para los involucrados en el alcance de los objetivos controlados. Por otro lado estos deben permitir obtener información de manera oportuna, barata y que sea aceptable para los miembros de la organización.

Cetino (2001) señala: *“Una institución que vela por la protección de los recursos naturales como lo es AMSA podría establecer que es necesario medir cuántos arbolitos fueron sembrados durante cierto período, pero ignora si se brindaron las condiciones adecuadas para propiciar que dichos arbolitos crecieran adecuadamente, de manera que, en este supuesto, se está obviando un control efectivo para lograr los objetivos de la reforestación.” (Cetino, I., 2001)*

En este trabajo se menciona que las áreas claves de desempeño son aquellas que deben funcionar más eficientemente en una institución o empresa con el objetivo de alcanzar el éxito. Como posibles áreas claves de desempeño en AMSA se señalan las actividades de más peso que se realizan: “recolección y tratamiento de desechos líquidos y sólidos, forestal, manejo y conservación de suelos, etc.”

Una vez identificadas las áreas claves de desempeño es necesario fijar los puntos críticos, que son aquellos donde se debe dar vigilancia o recopilación de información. Los puntos críticos pueden definirse en los inicios y finalizaciones de procesos o en los cambios de dependencia entre un departamento y otro. A partir de allí se pueden establecer las normas y métodos para medición del rendimiento y estos basan su creación en el establecimiento de metas y objetivos con fechas límites para su logro.

“Un claro ejemplo de esta etapa consiste en que, si uno de los objetivos de una institución es disminuir la contaminación del Lago de Amatitlán en un 2% para el año 2002 de este objetivo se derivarán normas y políticas como la de no permitir que ingresen al lago a través de su cuenca, aguas industriales y domésticas sin el adecuado tratamiento.” (Cetino, I., 2001)

Medir los resultados y determinar si corresponden a los parámetros consiste en la verificación constante y repetitiva de los puntos estratégicos de control con las normas o métodos para medir el rendimiento. Se debe comparar el desempeño actual con lo planeado. La frecuencia de la medición dependerá del proceso que se esté verificando y una correspondencia de los resultados con las normas será señal de que todo marcha bien.

En esta tesis se señala que la importancia del control reside en que no sólo se identifican fracasos pasados sino que se vuelve necesario encontrar la manera de cumplir con los parámetros o con lo esperado.

CAPÍTULO III: La Situación de la Subcuenca del Lago de Amatitlán

3.1 Generalidades

El Lago de Amatitlán, receptor de las aguas del sur del área metropolitana, que comprende a los municipios de Guatemala, Mixco, Santa Catarina Pinula, Villa Nueva, San Miguel Petapa, Villa Canales y Amatitlán, se ha transformado en una laguna de estabilización de todos los residuos sólidos y líquidos domésticos, hospitalarios, industriales, agroindustriales y agrícolas incidiendo en la calidad de vida no sólo de la población que vive en las inmediaciones sino también de las áreas de influencia. La Cuenca se encuentra ubicada en el Valle de las Vacas o de la Ermita, departamento de Guatemala y abarca un área de 381.31 km² integrada por catorce municipios de los cuales siete, mencionados con anterioridad, tiene mayor impacto en la degradación de los recursos naturales (Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y Lago de Amatitlán AMSA, 2003).

El Lago de Amatitlán tiene un área superficial de 15,2 km² y un volumen de 286 millones de metros cúbicos. La profundidad promedio es de 18 metros y la amplitud de las fluctuaciones del nivel de agua varía anualmente entre 1,5 y 2,3 m. (Pape Yalibat, E. & Ixcot, L., 1998).

De acuerdo a datos de proyecciones del INE la población que habita en los 14 municipios que conforman la cuenca del Lago de Amatitlán es de 2 623 389 personas para el año 2012. Eso significa una densidad de 6868 hab/km². Sin embargo existen estimaciones más minuciosas que detallan cómo la población de los 14 municipios no es idéntica a la de la cuenca debido a que el territorio de los mismos no pertenece en un cien por ciento a la cuenca, es decir, se salen del límite señalado por la línea parte aguas.

Se calcula que alrededor de 15 mil personas viven en las orillas del lago. Los municipios que más descargan desechos al lago son Villa Nueva, Villa Canales, Mixco, San Miguel Petapa, Santa Catarina Pinula, así como la población de la parte sur de la ciudad de Guatemala y los asentamientos ubicados en las riberas del lago.

Al suroeste del lago se sitúa el municipio de Amatitlán, cuyos desechos se drenan al Río Michatoya el cual es la salida superficial de agua del lago y funciona como sitio de regulación del embalse para el uso del agua en la hidroeléctrica Jurún Marinalá (proyecto que genera 60 MW). Ningún otro recurso lacustre nacional tiene tanta presión social y urbana como el Lago de Amatitlán. (Pape Yalibat, E. & Ixcot, L., 1998).

El recurso hídrico del lago se emplea para el riego en la agricultura. Alrededor del lago se tiene la presencia de múltiples sembradíos que abarcan: maíz, café, caña de azúcar y hortalizas.

Para el consumo humano el agua no es extraída directamente del lago, sino del manto freático, el cual influye poderosamente en el nivel y calidad del agua del lago. (Pape Yalibat, E. & Ixcot, L., 1998). Sin embargo en los caseríos ubicados en frente del lago y en sus riberas es común ver a las personas utilizar el agua para lavar ropa, bañarse y lavar utensilios. Este uso también es común en el agua del río Pampumay un pequeño arroyo que ingresa al lago superficialmente, conformando junto con el río Villalobos las dos únicas entradas superficiales de agua al lago.

Se afirma que la sobreexplotación de los mantos freáticos en la ciudad de Guatemala se relaciona con la disminución de agua que ingresa por infiltración al lago y que esto es posible medirlo más específicamente monitoreando el nivel de pozos ubicados en las partes bajas de la cuenca. Expertos en el tema de aguas subterráneas afirman que el nivel freático de toda el área de ciudad de Guatemala ha bajado considerablemente debido al proceso de sobre explotación de forma que cada vez se vuelve necesario perforar pozos más profundos para encontrar agua.

Las áreas de recarga de acuíferos constituyen el 36%, y son las áreas agrícolas, de bosque y pastos naturales. Las extensas áreas urbanizadas, el empleo del suelo para uso agrícola y la falta de prácticas de conservación de suelos interfieren directamente en los procesos de infiltración del agua para recargar las reservas del manto freático (Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y Lago de

Amatitlán AMSA, 2003).

La recreación también es un uso importante del lago. En él se realiza navegación recreativa y además se utiliza para entrenamiento de remo, canotaje y velero. Alrededor del lago se ubican varios centros recreativos y centros turísticos que ofrecen servicios de balnearios, spa, hoteles y restaurantes.

La producción pesquera es una actividad económica importante en el lago. Actualmente existen registrados más de 300 pescadores que extraen principalmente tilapia y guapote.

3.2 Problemas ambientales en la cuenca

El lago recibe una gran cantidad de desechos sólidos flotantes que son removidos a diario por la división de Limpieza del Lago de AMSA. Se removió en el año 2011 una cantidad de desechos equivalente a 58 210 m³. La composición de los mismos se evaluó en el año 2010 y se obtuvo que un 20% es plástico, 30% es materia orgánica y el restante 30% es piedra pómez (Autoridad para el Manejo sustentable de la cuenca y Lago de Amatitlán, 2011).

Las aguas residuales que ingresan al lago son de origen tanto doméstico como industrial. En la cuenca se ubican más de 900 industrias en diferentes áreas: textiles, metalúrgicas y galvanoplásticas, alimentarias, químicas, plástico, hule y caucho, madera, yeso y cerámica (PLANDEAMAT, 2003).

De acuerdo al estudio de Valoración Económica del Lago de Amatitlán (1998) sólo un 32% de las industrias realizan un tratamiento a sus aguas.

El problema de aguas residuales domésticas reside principalmente en la densidad poblacional y la gran cantidad de asentamientos irregulares alrededor de los ríos. A ello se suma que muchos de los proyectos urbanísticos que se construyen no incluyan una planta de tratamiento o que la misma no esté funcionando adecuadamente.

De los residuos sólidos que se generan en la cuenca (un estimado de entre 1500 y 1915 ton/día) el vertedero de AMSA trata un 28% y de esta fracción el 60% es producido por los habitantes de los municipios de Guatemala, Mixco y Santa Catarina Pinula y el 40% restante es generado por la población de los municipios de Villa Nueva, Villa Canales, San Miguel Petapa y Amatitlán.

La producción diaria de desechos por persona se estima entre 730 y 790 g según datos del estudio Generación y manejo de Desechos Sólidos en Guatemala (2003) y AMSA (2010).

Dado que el otro sitio de recepción de residuos sólidos en la cuenca es el vertedero de la Zona 3 se estima que sólo un 36,83% del total de desechos producidos es tratado (PSMAA, 2010) y el restante está distribuido en 170 botaderos ilegales identificados en 2011 por la división de Manejo de Desechos Sólidos de AMSA.

La deforestación y la explotación minera descontrolada tanto en bancos como en lechos de ríos ha sido determinante en las catástrofes del área, tales como desbordamiento de ríos, deslaves, aludes y acarreo de sedimentos hacia el lago de Amatitlán. Esta situación hizo que se emitiera el acuerdo gubernativo 179-2001 declarando zonas de altos riesgos, en ríos, zanjonés y quebradas con la finalidad de minimizar el arrastre de sedimentos hacia el Lago de Amatitlán. La poca mitigación de impacto en la elaboración de infraestructura vial produce que la disposición de las aguas pluviales provenientes de las carreteras sea conducida a los barrancos, provocando erosión que incide en el deterioro de las mismas obras viales (Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y Lago de Amatitlán AMSA, 2003).

La deforestación se ve incrementada por el alto número de familias que utilizan la leña como principal fuente de energía.

Podría resumirse a los factores que influyen en las condiciones del lago como sigue (Tetzaguic, C., 2003):

1. Crecimiento de la población en la cuenca
2. Localización de la mayoría de industrias de la capital

3. Uso inadecuado del suelo
4. Bajos niveles de educación y concientización ambiental
5. Bajo control administrativo y legal de los usos del agua, suelo y aire
6. Sobre explotación del agua superficial y subterránea
7. Residuos domiciliarios e industriales descargados a ríos tributarios
8. Las nuevas urbanizaciones dejan al suelo sin cobertura vegetal
9. En época de lluvias no existe un control sobre el uso y aplicación de plaguicidas, funguicidas, etc.

Se han detectado en el cuerpo de agua elevadas concentraciones de coliformes fecales, *Shigella*, *Salmonella* y *Vibrio cholerae* (Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y Lago de Amatitlán AMSA, 2003).

La alta concentración de nutrientes en el agua facilita la reproducción de fitoplancton siendo predominantes las algas verdeazules. Los géneros más representativos son: *Microcystis aeruginosa*, *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Anabaena*, *Merismopedia*, entre otras. Generalmente estas algas son indicadoras de contaminación orgánica, tienen un gran significado ecológico por su toxicidad, ya que pueden causar la muerte de peces y humanos (Tetzaguic, C., 2003).

3.3 Condiciones de la población y estudio sociológico previo

El bajo nivel de educación y concientización ambiental, falta de aplicación de las leyes existentes relacionadas con actos en contra del ambiente y los recursos naturales, la inexistencia casi total de control legal y administrativo de los usos del agua, suelo y aire; han contribuido a provocar la crisis ecológica que atraviesa el Lago de Amatitlán en la actualidad (Gill, I., 2004).

En el estudio de Instituciones, Organizaciones Sociales y Pobreza en Áreas Precarias (Ribera del Lago en el Municipio de Amatitlán-Guatemala) Gill (2004) señala que hay una clara relación entre el grado de contaminación del lago y las condiciones de pobreza de las personas que viven en sus riberas así mismo los

habitantes de la zona baja son quienes más sufren las consecuencias provenientes de la parte alta y tienen una ubicación de alto riesgo.

En aldeas cercanas al lago el agua que extraída de los pozos no es apta para consumo por su cercanía al cuerpo de agua y las afecciones en la salud de los niños y personas son frecuentes. En aldea Tacatón por ejemplo se mencionan enfermedades como paludismo, parásitos, hepatitis A y B, dengue, conjuntivitis. Los pobladores afirman que es habitual sufrir alergias o ronchas por haberse metido al lago (Gill, I., 2004).

El fuerte olor que emana el lago debido a la concentración de microcistina principalmente en época de verano es causa de frecuentes quejas en la población.

Gill (2004) señala que: *“en las comunidades hay poca o ninguna organización comunitaria creada o establecida específicamente para frenar la contaminación del lago o que se refiera a la problemática ecológica y ambiental en general (...). Por su condición de pobreza sus prioridades son otras como obtener ingresos o medios para comer y un lugar donde vivir, mejor si se tiene acceso al agua; entonces la educación y hasta la salud se convierten en un lujo y dejan de ser un derecho; por ende el tema de la contaminación ambiental no es de interés, aunque se vean afectados (...).”*

En este trabajo se realizó a un sector de la población la pregunta: ¿considera usted que las acciones de AMSA contribuyen a mejorar las condiciones de vida de la población de la comunidad? La cual fue respondida como sigue: un 18% consideró que en mucho; el 23% regular; el 23% poco y el 14% nada (Gill, I., 2004).

Como una conclusión de este estudio sociológico Gill (2004) destaca que *“el indicador de situación de pobreza de las personas que sobresale ante las condiciones del lago, es que a pesar del alto grado de contaminación por desechos humanos, sustancias tóxicas, ácidas, abrasivas y metales; se ven obligados, por no*

tener acceso al servicio de agua potable, a utilizar el agua del lago para satisfacer necesidades higiénicas, domésticas y de consumo humano; también como fuente de alimentación al consumir peces.”

Así mismo sobre AMSA el estudio concluye que la institución realiza una labor principalmente informativa y divulgativa sobre la situación del lago así como de las soluciones para recuperarlo. Se señala que las acciones realizadas han permitido establecer relaciones sociales pues existe un sentido de reciprocidad en la población quienes están anuentes a participar en las actividades organizadas. Sin embargo la conclusión principal del estudio fue que no se contribuye en ninguna manera a la reducción de la pobreza y que *“la precariedad de las condiciones de vida de los habitantes de la Aldea Tacatón, colonia El Salitre y Edén Internacional va en el sentido de la mala calidad del agua a la que tienen acceso, el consumo de alimentos contaminados, falta de drenajes y por el hecho de estar ubicados en un área de riesgo y vulnerabilidad ante la magnitud de la contaminación del lago de Amatitlán.”* (Gill, I., 2004).

Al final del estudio se recomienda hacer un estudio más profundo y detenido de los proyectos ambientales técnicos abarcando más de los que fueron cubiertos por la investigación (manejo de desechos sólidos, rehabilitación de plantas de tratamiento y educación ambiental) para establecer las formas precisas de la contribución social que pueden hacer, así como en la dimensión ecológica y ambiental.



Figura 1. Ubicación de la Cuenca del Lago de Amatlán en el Departamento de Guatemala.

Fuente: Plan Operativo Anual 2011 (Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y Lago de Amatlán AMSA, 2010)

CAPÍTULO IV: El Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas

Para desarrollar un sistema de indicadores en una región definida por una cuenca resulta pertinente conocer lo relativo al manejo de las mismas. Esto permite que los indicadores creados o seleccionados sean coherentes con las disposiciones que engloba el Manejo Integrado de cuencas hidrográficas. Es oportuno conocer los principales desafíos que se tiene en este campo y las situaciones adversas que se enfrentan cuando se debe administrar una cuenca.

El manejo de cuencas hidrográficas es definido como *“la gestión que el ser humano realiza a nivel de cuenca para aprovechar y proteger los recursos naturales que le ofrece con el fin de obtener una producción óptima y sostenida”* (CATIE, 1986).

“La cuenca hidrográfica es el punto inicial lógico de partida para la puesta en marcha de actuaciones de planificación y gestión en el uso sostenible de los lagos”. (Gattenlöhner, et. al, 2004)

Desde el punto de vista de la ingeniería de sistemas la cuenca se considera como uno que involucra cuatro subsistemas principales: el social, el demográfico, el económico y el biofísico. La cantidad y calidad de interacciones entre estos subsistemas definirá el desarrollo armónico de la cuenca (CATIE, 1986).

Los organismos de gestión para cuencas hidrográficas se crean con varias finalidades (Dourojeanni, A., 2004):

- establecen áreas de gobernabilidad para territorios delimitados por razones naturales,
- permiten tomar en cuenta los actores internos y externos que tienen influencias sobre la cuenca,
- permiten que se desarrolle un monitoreo de los efectos que tienen los procesos de gestión de la calidad del agua,
- facilitan que se vinculen las acciones de los actores involucrados con la dinámica del medio que los rodea,
- pueden prevenir, solucionar y recuperar los conflictos por el agua.

La situación de América Latina en cuanto a los organismos destinados a la gestión de cuencas hidrográficas es negativa pues hay una gran cantidad de instituciones que desaparecen antes de haber alcanzado logros importantes.

Las razones principales para que haya una baja tasa de éxito en este tipo de organismos son (Dourojeanni, A., 2004):

- Bajo presupuesto a pesar de las bien intencionadas iniciativas, por ejemplo los esfuerzos iniciados por municipios que no pueden desarrollarse debido a la falta de recursos.
- La existencia de ayudas pasajeras. Muchas buenas iniciativas nacen y se desarrollan mientras cuenten con una ayuda financiera pero todo lo alcanzado desaparece una vez que la asistencia económica culmina.
- Se crean entidades que no pasan de ser ello, pues no se les asigna personería jurídica ni fuentes de financiamiento.
- Nacimiento de entidades que se sobrecargan, llenas de pretensiones y de actividades por hacer pero que, a fin de cuentas son tantas que no hacen nada.
- Muchas instituciones o entidades mueren antes de nacer pues se anulan las iniciativas de su creación en el congreso.
- Existencia de entidades incompletas, con roles poco claros, metas indefinidas y personal sin estabilidad.
- La debilidad producida por falta de manuales, normas, procedimientos, organizaciones de base, entre otras.
- El caso de entidades que desaparecen súbitamente por una decisión que nace en un cambio de gobierno.
- La organización institucional para la gestión del agua y de las cuencas resulta en la mayoría de los casos confusa e inoperante para los usuarios.

Los intentos para llevar a cabo el manejo apropiado de cuencas se enfrentan con cuatro obstáculos (CATIE, 1986):

- En primer lugar una falta de apreciación del impacto en las zonas bajas de la cuenca debido a la degradación y mal manejo de los recursos en las zonas altas de la misma.
- La segunda razón es la existencia de instituciones en manejo y uso de la tierra que no cuentan con el personal calificado y el adecuado presupuesto de acuerdo a dichas responsabilidades.

- Como tercer punto las políticas y planes inadecuados sobre el uso de los recursos agua y tierra, a menudo conflictivos y sin una asignación clara de responsabilidades.
- Finalmente se tiene el uso de técnicas inadecuadas y métodos ineficaces de transferencia de tecnologías.

Ante dicha situación se propone tres acciones específicas: La rehabilitación de áreas críticas, el mejoramiento de sistemas de conservación existentes y la prevención en zonas no intervenidas.

El plan de manejo de una cuenca puede tener diferentes énfasis de acuerdo al tipo de aprovechamiento que se le está dando. Los diferentes énfasis podrían ser: (CATIE, 1986).

- Prevención
- Mejoramiento
- Rehabilitación, protección y conservación.
- Manejo Integral: desarrollo y gestión.

Un Plan de Rehabilitación, Protección y Conservación abarca el estudio de los siguientes aspectos (CATIE, 1986):

Cuadro 3. Aspectos que deben incluirse en un Plan de Rehabilitación, Protección y Conservación.

1. Evaluación de la cuenca	Características biofísicas
	Características socioeconómicas y culturales
2. Diagnóstico	Daños a nivel de ladera y valle
	Daños a nivel de cauce
3. Identificación de proyectos existentes y proyectados	
4. Bases para sustentar el plan de protección	

5. Alternativas de protección	Medidas de tratamiento de tierras nivel parcela o ladera
	Medidas de tratamiento a nivel del cauce
6. Selección técnica de alternativas	
7. Determinación de costos y beneficios	
8. Análisis de sensibilidad y selección de alternativa técnica y económicamente factible	
9. Programación y organización de actividades	
10. Financiamiento del plan	
11. Análisis de sensibilidad financiera	
12. Reajustes del plan técnico y económico	
13. Ejecución del plan	

Es así como resulta importante manejar información como: laderas, cauces, sectores de tratamiento, centro de población, embalses; con el objetivo de analizar la cuenca.

Ejemplos de información requerida para el análisis físico y socioeconómico de la cuenca a planificar son los siguientes: reforestación y productividad forestal, agua disponible, ganadería, producción de energía, indicadores de vivienda, salud y educación, área bajo riego, tipo de estructura productiva, agricultura, entre otros.

En cuanto a información importante para determinar los problemas algunos ejemplos son: vida silvestre en peligro, deslizamientos, erosión, sedimentación en embalses, sobrepastoreo, deforestación, inestabilidad del terreno, problemas de drenaje, problemas de inundación, contaminación de aguas, extinción de manglares, navegación interrumpida, déficits en recreación, alimentos, agua potable, energía, etc.

Debe recalcar que estos problemas o situaciones se localizan en determinadas zonas de la cuenca por lo cual las posibles acciones para solucionarlos también se distribuirán de diferente forma como se observa en este esquema:

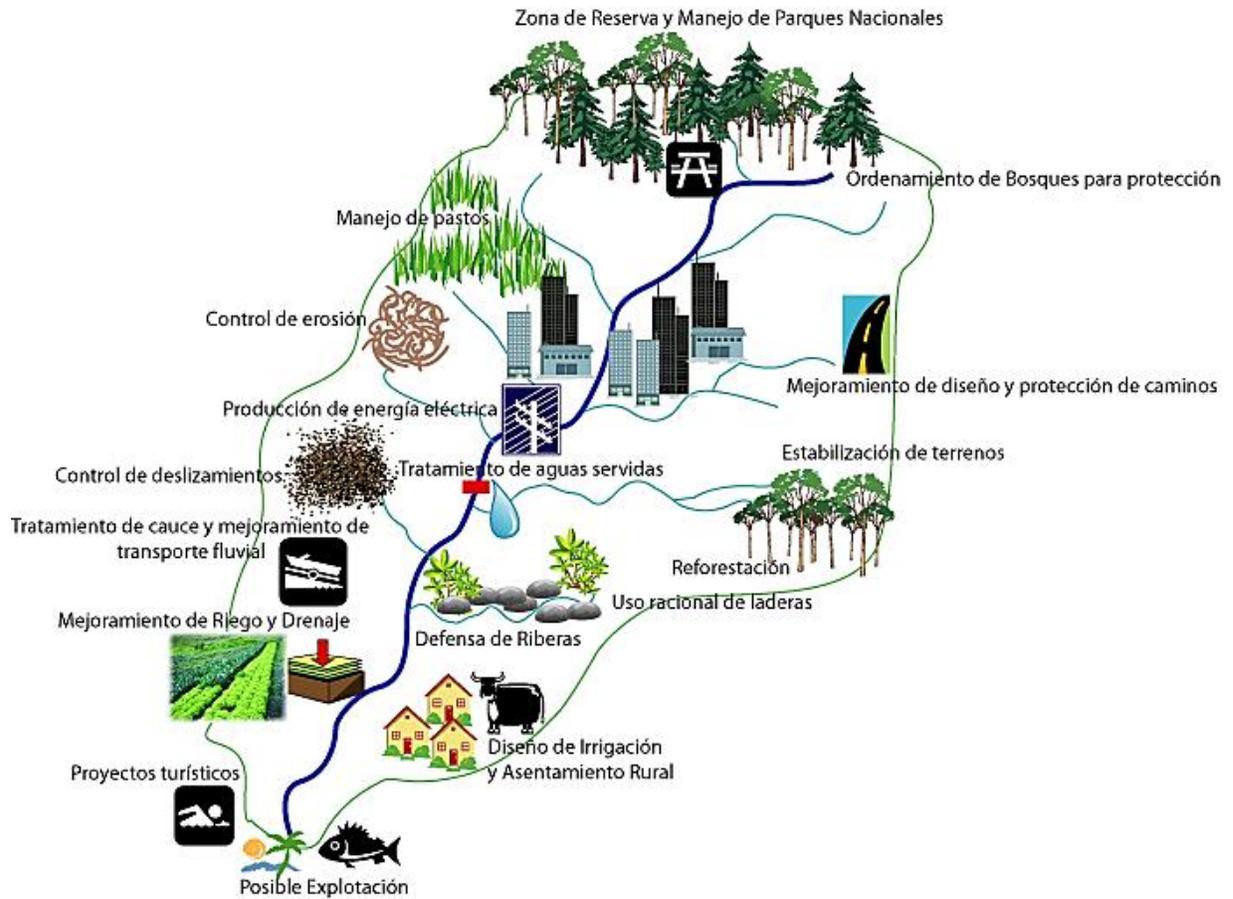


Figura 2. Distribución de los problemas y las soluciones en una cuenca.
Fuente: Elaboración propia.

En el caso de desarrollar un Plan de Manejo Integral se destacan los siguientes aspectos:

Cuadro 4. Aspectos que deben incluirse en un Plan de Manejo Integral.

1. Estudio de los objetivos de planificación integral y nacional	
2. Caracterización de la cuenca	Características biofísicas
	Características socioeconómicas y culturales
3. Diagnóstico	Determinación del potencial de recursos
	Determinación de necesidades
	Balance entre oferta y demanda de recursos
	Identificación de problemas y/o conflictos
	Identificación de proyectos en operación y estudio
	Síntesis de la situación actual y necesidad de estudios
4. Diseño del plan	Definición de la función, objetivo y modelo del plan.
	Determinación de la capacidad de la cuenca
	Definición del horizonte de planificación (proyección de variables)
	Interrelación entre lineamientos de política y estrategias nacionales
	Selección de acciones directas e indirectas para el plan
	Estudio de alternativas, priorización
	Planteamiento de soluciones
5. Desarrollo y ordenamiento	Programas de desarrollo

	socioeconómico
	Programas de investigación y monitoreo
	Planteamiento de proyectos específicos
	Análisis económico
	Planificación de la ejecución
	Programas de desarrollo medio ambiental <ul style="list-style-type: none"> • Aprovechamiento de recursos • Protección, conservación, mejoramiento.

“En el manejo de cuencas para su desarrollo se deben tener muy en cuenta las condiciones socioeconómicas iniciales y basarse en ellas para lograr desarrollo hacia niveles más avanzados tendientes a mejorar la calidad de vida.” (CATIE, 1986)

Esta afirmación destaca cuán importante es conocer la situación en términos sociales para la toma de decisiones, aspecto que puede ser menospreciado al inicio de una gestión, pero cuya evolución va muy ligada de acuerdo a los esfuerzos que se dirijan a mejorar la situación ambiental y viceversa.

4.1 El manejo integrado del agua en las cuencas y su aspecto social

El Manual para Manejo de Cuencas Hidrográficas de la Convención Ramsar (2007) establece algunas consideraciones dentro del manejo de las cuencas a nivel de país como las siguientes:

El manejo de los recursos hídricos debe estar respaldado por leyes e instrumentos de política apropiados para hacer posible y facilitar la planificación, por ejemplo: los planes nacionales de medio ambiente, las estrategias nacionales de conservación de la biodiversidad y los acuerdos y marcos legislativos internacionales.

Guatemala cuenta con políticas nacionales en las áreas de Manejo Forestal, Manejo de Desechos Sólidos, Educación Ambiental, Desarrollo Social y Poblacional, Humedales. Además existe la Política Centroamericana para la Conservación y Uso Racional de los humedales.

También destaca la importancia de promover el establecimiento de mecanismos apropiados para agrupar a todas las entidades importantes que participan en el manejo de las cuencas hidrográficas (gobierno, municipalidades, organismos reguladores de las aguas, las instituciones académicas, las industrias, los agricultores, las comunidades locales, las ONG, etc.) para contribuir a su manejo.

La educación ambiental también es mencionada y se define como el hecho de *“promover planes apropiados de educación y concienciación del público que sirvan de instrumentos eficaces de manejo integrado de las cuencas hidrográficas”* (Ramsar, 2007).

El documento posee una sección dedicada a recomendaciones en cuanto a *Establecimiento de autoridades encargadas del manejo de las cuencas hidrográficas y fortalecimiento de la capacidad institucional.*

En este apartado se menciona lo siguiente:

“Es posible introducir cambios fundamentales en la estructura administrativa de manejo de los recursos hídricos en forma gradual. El primer paso consiste en establecer un proceso de cooperación y colaboración entre los organismos encargados del manejo de los recursos hídricos, la protección del medio ambiente, la agricultura, etc. Seguidamente, representantes de estos organismos han de coadyuvar en la creación de una autoridad coordinadora que asuma la responsabilidad de administrar los recursos hídricos y los humedales de la cuenca hidrográfica” (Ramsar, 2007).

El papel de AMSA en este contexto es precisamente el de la autoridad coordinadora que debe velar por el mejoramiento de la condición de la cuenca apoyada en otras instancias como las mencionadas líneas arriba.

Posterior a ello el Manual señala que dichas autoridades de manejo de las cuencas hidrográficas integradas por diversos interesados elaboran los planes de manejo de las mismas y deberán tener en algún momento la capacidad de cuando proceda, idear fórmulas de reparto de los costos por ejemplo, “el beneficiario paga”, costos de la degradación del medio ambiente “quien provoca el impacto paga”, etc. a fin de recaudar los fondos necesarios para administrar las cuencas hidrográficas de forma integrada o solicitar dichos fondos a los organismos de asistencia para el desarrollo.

Otra pauta a destacar es el hecho de que se debe fortalecer la protección de la parte superior de la zona de captación y de otras zonas críticas de la cuenca hidrográfica mediante su inclusión en sistemas de áreas protegidas o la elaboración de estrategias especiales de manejo.

Uno de los elementos importantes del concepto de manejo integrado de la cuenca hidrográfica es que las instituciones de planificación y gestión trabajen con y para todos los usuarios del agua en la cuenca, incluidos los usuarios de los humedales y de especies silvestres, así como los interesados directos que se hallen fuera de ella.

La participación pública en la planificación y el manejo de los recursos hídricos es un objetivo importante para determinar las necesidades y preocupaciones de todos los usuarios del agua.

Es importante el suministro de información de manera comprensible y adecuada para la comunidad local que puede desempeñar una función importante en el manejo y la vigilancia de humedales y ríos.

Si los vecinos aprenden a observar y denunciar anomalías crean en sí mismos una demanda de servicios de control más eficientes y se vuelven aliados de la autoridad de la cuenca.

Sobre este tema se menciona que *“a mayor transparencia en el establecimiento de los objetivos, en la imposición de medidas, y el establecimiento de estándares, mayor cuidado se pondrá en la implementación de la legislación, y mayor poder de influencia tendrán los ciudadanos en la protección ambiental, ya sea mediante consulta o si persisten los desacuerdos, a través de procedimientos de queja o judiciales”* (Gattenlöhner, et. al., 2004)

Un estudio de la Fundación Mundial para la Naturaleza (WWF) reveló que existe un gran rezago para poder llegar a una adecuada participación pública en materia de gestión de recurso hídrico. En 23 estados de la Unión Europea analizados se halló el común denominador de una participación escasa en casi el 50%. Pero lo importante a detallar de esto es que los aspectos más influyentes en la falta de participación pública son la falta de información a los grupos de interés y la calidad de los medios que permiten el involucramiento activo de las partes interesadas en los procesos de decisión.

“El primer paso hacia una buena calidad en la participación es la información. Un grupo de interés puede crear opinión y participar en una decisión únicamente si recibe suficiente información sobre legislación, resultados de estudios, proyectos que afectan a los ecosistemas hídricos, objetivos y medidas propuestas en el plan de gestión” (Gattenlöhner, et. al., 2004).

CAPITULO V: Los indicadores ambientales y socioambientales

5.1 Definición y utilidad

El Instituto Francés de Medio Ambiente (citado por Aguirre, 2001) define los indicadores como *«...Un dato que ha sido seleccionado a partir de un conjunto estadístico más amplio por poseer una significación y una representatividad particulares. Los indicadores condensan la información y simplifican el acercamiento a los fenómenos medioambientales, a menudo complejos, lo que les hace muy útiles para la comunicación...»*

Otra definición representativa viene a ser la siguiente, dada por el Ministerio de Medio Ambiente de España (citado por Aguirre, 2001): *«Un indicador ambiental es una variable que ha sido socialmente dotada de un significado añadido al derivado de su propia configuración científica, con el fin de reflejar de forma sintética una preocupación social con respecto al medio ambiente e insertarla coherentemente en el proceso de toma de decisiones.»*

La utilidad principal de los indicadores es la agrupación de información para facilitar la elaboración de informes sobre el estado del medio ambiente, sobre todo en el seguimiento de cómo cambian las políticas ambientales y de la integración de aspectos ambientales en políticas sectoriales. Este rol facilita la revisión regular de los progresos realizados en relación con los objetivos y permite difundir resultados tanto a los responsables de dichas políticas como al público en general (Aguirre, 2001).

Su importancia está aclarada por Barr (2007) en la siguiente afirmación:

«El papel de los indicadores es el de incorporar el conocimiento ambiental en la toma de decisiones en su fase de evaluación y análisis, que debería llevar el subsiguiente ajuste de las políticas públicas. »

Debe destacarse que un informe es capaz de decir mucho sobre lo que se hace y presentar grandes listas de esfuerzos realizados, poseer muchas páginas de información y mostrar grandes números al lector pero es necesario que pruebe cómo todo lo mencionado tiene un efecto medible y global en su labor principal y que dicho efecto pueda ser divulgado a la población interesada.

«La población y los distintos sectores de la sociedad requieren información clara, objetiva y sencilla que les permita identificar los resultados de la gestión ambiental (...) con ello tendrán los elementos para hacer correspondientes valoraciones críticas y objetivas del papel de la entidad, e informarse para

participar en la formulación y ejecución de proyectos. Es decir, se fortalecerá la calidad de la participación ciudadana» (Guttman et.al., 2004).

Un indicador socioambiental es seleccionado para proporcionar información sobre el funcionamiento específico de un sistema así como para dar sustento a una decisión. Su función es brindar indicios de por qué un cambio está teniendo lugar (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], s.f.).

El indicador puede ser útil en sí mismo de forma aislada pero los sistemas de indicadores ambientales son creados con el objetivo de dar evaluación y seguimiento a diferentes iniciativas desarrolladas para la mejora de un campo específico.

Un sistema de indicadores diseñado para un área delimitada permite establecer una consecución entre objetivos y labores de restauración de los elementos clave degradados en la zona de interés.

Los indicadores ambientales son considerados herramientas para el suministro y producción de información y se confeccionan para simplificar, analizar, cuantificar y comunicar información a los diferentes niveles de la sociedad, por lo cual no necesariamente pueden ser interpretados sólo por especialistas o expertos.

Según el documento Pressure-State-Response Framework and Environmental Indicators de la FAO es importante tener en cuenta que:

- Sin una adecuada base de datos de monitoreo no es posible desarrollar indicadores.
- Se requiere para medir el desempeño algo contra lo cual lo obtenido pueda ser comparado.
- Diferentes personas en diferentes lugares tendrán diferentes valores. Los indicadores deben por tanto ser capaces de tomar en cuenta diferencias entre locaciones, personas, cultura e instituciones.
- Los indicadores evolucionan con el tiempo.
- Los indicadores están rara vez, o nunca, completos.

- La medición a través de indicadores reduce la incertidumbre pero no la elimina.
- Los indicadores tienen un importante papel en la manera que los seres humanos influyen el medio ambiente. Cambiar los indicadores producirá muy probablemente cambios en el sistema.

5.2 Tipos de indicadores

Los indicadores pueden desarrollarse con diferentes enfoques metodológicos, esto definirá por tanto su clasificación según se hayan elaborado en aquellos que resultan de tipo conmensuralista y los que resultan de tipo sistémico.

Desde un desarrollo sistémico se crean indicadores que permitan comprender los principales procesos y facilitar la toma de decisiones. Este conjunto de indicadores reunirá tendencias vinculadas entre sí y permitirá identificar sinergias en los diferentes problemas y causas que se tengan a nivel de sostenibilidad. El empleo de este tipo de indicadores es más simple a la hora de desarrollar un sistema y depende mucho del marco conceptual ordenador que se defina al inicio del desarrollo del mismo.

Los indicadores sistémicos tienen la ventaja de ser un tipo de indicador más recomendado a nivel internacional, pueden reflejar diversidad de fenómenos y su desarrollo no requiere una valoración, a su vez, poseen la desventaja de que su interpretación no es tan inmediata (Quiroga, R., 2009).

Los otros indicadores son los denominados conmensuralistas. Estos se desarrollan a través de un enfoque que incluye diferentes variables en un solo indicador o numerario de manera que varios procesos pueden ser incluidos en una misma unidad de medida (son conmensurados) (Quiroga, R., 2009). Los índices conmensuralistas requieren un buen esfuerzo estadístico en caso de que deseen desarrollarse desde cero, sin embargo existen numerosos trabajos que proponen índices ya reconocidos y validados matemáticamente para la medición de ciertos fenómenos del ambiente.

Para comprender mejor este concepto algunos ejemplos de indicadores conmensuralistas son: índice de sostenibilidad ambiental, huella ecológica, PIB verde, Índice de bienestar económico sostenible.

El uso de indicadores conmensurables tienen la capacidad de dar a conocer en una sola cifra una gran cantidad de fenómenos, sin embargo su debilidad reside en la forma cómo se haya desarrollado lo cual puede brindar resultados discutibles pues muchas variables se pueden perder en el proceso de agregación lo cual dificulta los componentes del índice (Quiroga, R., 2009).

El apoyo en el uso de este tipo de indicadores se da principalmente porque se reduce la razón costo efectividad y además permiten que se desarrollen los resultados para diferentes áreas o países permitiendo su “comparabilidad internacional” (Quiroga, R., 2009).

5.3 Indicadores socioambientales

Una vez que se ha definido a los indicadores sistémicos se puede comprender el tipo de indicadores que resultan ser los indicadores socioambientales. El ámbito de lo socioambiental es la relación sistémica entre los ámbitos social y ambiental.

Esta relación está mejor descrita en el siguiente diagrama:



Figura 3. Definición del ámbito de lo socioambiental

Fuente: Basado en el diagrama de *Diseño de un sistema de indicadores socioambientales para el distrito capital de Bogotá* p. 17 de (Guttman, E., Zorro, C., Cuervo, A., & Ramírez, J., 2004).

El planteamiento de los indicadores socioambientales se puede resumir como sigue: existe un medio natural y la presencia del ser humano en ese medio tiene la capacidad de alterarlo considerablemente lo cual depende del grado en como el ser humano satisface sus necesidades y de sus valores, actitudes y comportamientos con respecto a éste (cultura ambiental). Finalmente todas esas transformaciones que sufre el medio ambiente por causa de la intervención humana afectarán en cierto grado las condiciones demográficas en forma tal que las transforma de nuevo (Guttman, E. et al., 2004)

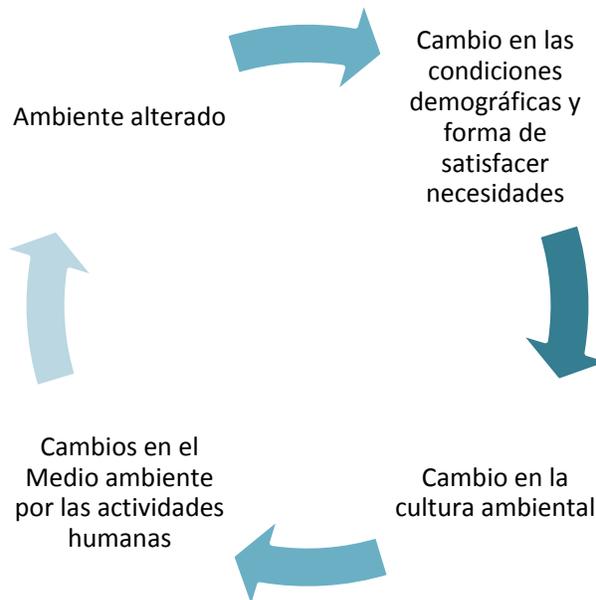


Figura 4. Planteamiento de los indicadores socioambientales
Fuente: Elaboración propia.

Los indicadores socioambientales describen el comportamiento de las variables relevantes para la comprensión de la relación *Intervención – Medio Ambiente*. Serán dinámicos cuando se refieran a las características de la presión ejercida por un grupo humano y estáticos cuando describan la situación resultante de esa presión sobre un determinado medio.

Los buenos indicadores suelen basarse en una comprensión de los vínculos entre las actividades humanas y sus consecuencias. A veces los indicadores están asociados con una comprensión incompleta y por ello es preciso que se usen con cuidado y se haga un esfuerzo en interpretar completamente las relaciones que describen. (CSIRO, 1999)

Cuando las relaciones entre actividades y efectos son bien comprendidas es posible usar los indicadores como señales de advertencia temprana. Resultará útil seleccionar indicadores que tengan relación con las actividades humanas porque son más fáciles de medir, alterar y comprender que muchos otros procesos no antropogénicos. Muchos indicadores se utilizan porque están centrados en la medición de impactos a la salud, por ejemplo (CSIRO, 1999)

Es importante no centrar únicamente el uso de indicadores de actividades perjudiciales o impactos negativos. Se tiene la tendencia a emplear más los impactos negativos y perjudiciales pero debe abandonarse la mentalidad de que todas las actividades humanas son dañinas pues también existen indicadores de los factores naturales que influyen en las actividades humanas (CSIRO, 1999).

El desempeño de un indicador variará significativamente en tanto los impactos humanos sean agudos o crónicos, locales o regionales o presenten un efecto acumulativo o limitado. Actividades como la pesca, la flota vehicular o agricultura tienen un efecto continuo en el ambiente. Otras pueden fluctuar considerablemente como por ejemplo el caso de accidentes navieros que poseen un alto impacto pero son esporádicos. La naturaleza de las actividades y los impactos debe ser precisado como parte de la escogencia de indicadores (CSIRO, 1999).

5.4 Recomendaciones para el diseño de indicadores ambientales y sistemas de indicadores

Un sistema de indicadores corresponde a una necesidad de análisis. No recopila series únicamente, sino que trata de encontrar relaciones entre ellas. El sistema viene a funcionar como un marco de referencia para comprender la interacción entre variables a lo largo de los distintos procesos en que intervienen. Un sistema de indicadores socio ambientales aclara las relaciones entre variables sociales y ambientales dentro de un espacio determinado (Guttman et. al., 2004).

La elaboración de indicadores ambientales necesita de la definición de un marco conceptual en el que se establece qué se quiere y se debe monitorear. Por tanto, la selección de los indicadores dependerá de los niveles y escalas de análisis de los componentes y etapas del proceso que se va a monitorear. Según el nivel al que se realice el análisis (cuenca, parcela, ciudad) surgirán diferentes factores que determinan cuáles son los indicadores necesarios para monitorear el proceso (Guttman et. al., 2004)

Tanto el marco referencial como el institucional así como el alcance temático y el enfoque metodológico que se elijan determinarán el tipo de indicadores que serán

producidos. El marco conceptual adoptado debe ser aquel que se apegue mejor a las circunstancias de trabajo de la institución. Se debe tratar de elegir un marco conceptual que no sea demasiado amplio pues a menudo la disponibilidad de estadísticas ambientales no es suficiente para alimentar un sistema muy complejo (Quiroga, R., 2009).

Generalmente el tiempo para desarrollar un sistema de indicadores es limitado por lo cual se recomienda lograr un consenso mínimo de las variables más relevantes y cómo estas se comportan, cuidando de no llegar a un nivel excesivo de detalle que produzca tal nivel de interrelaciones que impidan observar el fenómeno desde un punto de vista panorámico (Quiroga, R., 2009).

Resulta importante añadir que: *“Los resultados de un sistema de indicadores deben acompañarse de un texto de interpretación que explique lo que las cifras o los elementos cualitativos considerados muestran a la luz del marco de referencia”* (Guttman et. al., 2004).

Los indicadores ambientales deben poseer ciertas características recomendadas sin embargo es importante comprender que cumplirlas todas no es aplicable en la práctica y las mismas constituyen lo que sería un “indicador ideal”.

Aguirre (2001) menciona las siguientes:

- Comprensión sencilla y accesible a los no especialistas.
- Expresión clara de estado y tendencia generalizable al área temática.
- Que comprenda la realidad ambiental a la que se refiere.
- Relevantes a escala nacional (aunque pueden ser utilizados a escalas regionales o locales, sí fuera pertinente).
- Pertinentes frente a los objetivos de desarrollo sostenible u otros que se persigan.
- Comprensibles, claros, simples y no ambiguos.
- Realizables dentro de los límites del sistema estadístico nacional y disponibles con el menor coste posible.
- Limitados en número, pero amparados con un criterio de enriquecimiento.

- Representativos, en la medida de lo posible de un consenso (internacional y nacional).

Guttman (2004) agrega:

- Ser inteligibles y de fácil manejo
- Medir realmente lo que se supone que han de medir.
- Ser fiables, es decir reflejar efectivamente la realidad que se desea medir.
- Ser pertinentes lo que quiere decir guardar correspondencia con los objetivos.
- Ser sensibles. Reflejar los cambios que experimentan las variables.
- Ser específicos, es decir dirigidos claramente a un punto de análisis.
- Ser eficientes. Deben compensar el tiempo y el dinero que cuesta obtenerlos.
- Ser oportunos, de manera que puedan estar listos cuando se necesiten.
- Ser unívocos, es decir que su interpretación sea única y no se preste a ambigüedades.
- Tener capacidad prospectiva, facilitar la proposición de alternativas de acción.
- Tener correspondencia con el nivel de agregación del sistema.
- Ofrecer la posibilidad de repetir las mediciones a largo plazo.
- Hacer referencia a escalas de medición o valoración.

Otros criterios que debe cumplir un indicador son mencionados a continuación y fueron extraídos del documento Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews desarrollado por la OECD (OECD Organization for Economic Cooperation and Development, 1993):

- Proporcionar una imagen representativa de las condiciones ambientales, las presiones sobre el medio ambiente o respuestas de la sociedad.
- Ser simples, fáciles de interpretar y capaces de mostrar tendencias a través del tiempo.
- Responder a cambios en el ambiente y las actividades humanas relacionadas.
- Proveer una base para comparaciones internacionales.
- Ser de alcance nacional o aplicable a asuntos ambientales regionales de significancia nacional.

- Tener un umbral o valor de referencia contra el cual compararlo de manera que sea posible para los usuarios asegurar su significancia.
- Estar teóricamente fundamentado en términos científicos y técnicos.
- Basarse en estándares internacionales o en un consenso internacional acerca de su validez.
- Permitir que sea enlazado a modelos económicos o sistemas de información.
- Desarrollarse y obtenerse a una proporción razonable de costo-beneficio.
- Estar adecuadamente documentado y poseer una calidad conocida.
- Permitir ser actualizado a intervalos regulares y con procedimientos factibles.

Dentro del mismo tema la Comunidad Científica y Organización de Investigación Industrial, CSIRO por sus siglas en inglés, indica lo siguiente:

- Ser relevantes para los objetivos de administración, ser válidos científicamente y calzar dentro de la política establecida.
- Ser desarrollados con el involucramiento de todos los implicados en la administración.
- Ser creíbles, de fácil comprensión y no ambiguos.
- Reflejar lo esencial, fundamental o el más valorado elemento del ambiente que se está monitoreando.
- Ser parte de un ciclo de gestión y no un fin en sí mismos.
- Enfocarse en el uso de la información y no en la obtención de la misma.
- Tener un vínculo claro con el medio ambiente que se está monitoreando.
- Mantenerse bajo revisión y ser depurados cuando sea necesario como parte de un sistema de gestión adaptativo.
- Proveer alertas tempranas, situaciones emergentes o problemas.
- Ser capaces de ser monitoreados fácilmente para mostrar tendencias en el tiempo.
- Utilizar unidades y métodos claros y aceptados.
- Ser lo más simple y baratos posibles.
- Ser adaptables para usarlos en rangos o escalas cuando sea posible.

Un listado general de los indicadores socioambientales seleccionados para el desarrollo del sistema correspondiente a este trabajo se puede consultar en el Apéndice 7.

5.5 Métodos de elaboración y selección

Existen diferentes maneras de seleccionar y desarrollar los indicadores. Usualmente se usan los métodos ascendente y descendente.

El primero, método ascendente parte de los datos disponibles para crear los parámetros y finalmente reúne estos dentro de los indicadores. En ocasiones la disponibilidad de los datos es la que guía la selección de los indicadores, sin embargo, también puede suceder que los indicadores no se desarrollen en el sentido de disponibilidad sino que se diseñen para exigir, en cierta forma, la obtención de información porque los usuarios finales la necesitan para tomar decisiones de peso (Barr, 2007).

Los métodos descendentes están orientados a resultados y de ahí a un conjunto de indicadores que deben ser corroborables y seguidos de acciones concretas que vinculen lo hallado con el mundo real. Este método es el preferido actualmente puesto que su propósito es el de ligar los indicadores con las decisiones políticas (Barr, 2007).

No sólo se debe depender de datos disponibles, sino que para diseñar indicadores resulta útil identificar deficiencias en los datos o faltantes en los programas de monitoreo para sugerir indicadores que todavía queden por desarrollar (Barr, 2007).

Otro punto importante en la elaboración de los mismos es el establecimiento de criterios de selección que facilitan decidir cuáles de muchos indicadores posibles son los realmente útiles y trascendentes dentro del marco conceptual escogido. Para ello es necesario considerar el grado de cumplimiento de las características importantes o mínimas descritas en el apartado 5.4 de *Recomendaciones para el diseño de indicadores ambientales y sistemas de indicadores*. Los criterios de selección

desarrollados para este trabajo se describen con detalle en el apartado *Criterios de selección de indicadores* del Capítulo 7.

5.6 Evaluación y seguimiento: Conceptualización

Señala Guttman et. al. (2004) que los conceptos de evaluación y seguimiento no deben ser confundidos para facilitar el trabajo de elaboración de indicadores. Así pues, el seguimiento se refiere a examinar los productos de proyectos, programas o planes que ya están marchando o que estén recién finalizando y, la evaluación comprende un análisis sobre las transformaciones que implica dicho proyecto. La evaluación puede realizarse antes del proyecto con el fin de determinar si se justifica o no su realización o después, para observar si se cumplieron o no los efectos esperados y cuál fue su impacto.

Se recomienda que, un sistema de evaluación por medio de indicadores, deba ser en un inicio de aplicación posterior a la realización de los proyectos. Es posible realizar también un análisis de productos o evaluación de impactos sobre la marcha, mas debe tenerse claro que en algunas ocasiones éstos serán solo visibles al cabo de un período largo de ejecución (Guttman et. al. , 2004).

Por otro lado se tiene al término **monitoreo**. Este abarca los dos términos anteriores pues se compone de un factor de seguimiento (constatación de los productos) y evaluación (impacto de los productos). El monitoreo se ocupa de qué o quiénes se han beneficiado, en qué cuantía, de qué manera y por qué y facilita el establecimiento de relaciones causa-efecto entre actividades y resultados (Guttman et. al., 2004).

De acuerdo con lo anteriormente descrito el diseño de un sistema de indicadores como el que se plantea para la Autoridad del Manejo Sustentable de la cuenca y del Lago de Amatitlán será de evaluación, pues permitirá conocer los efectos e impactos que han ejercido los distintos proyectos de la institución en la mejora de las condiciones de la cuenca y específicamente del lago.

CAPÍTULO VI: Metodología

6.1. Bases técnicas

6.1.1 El método PER

El sistema base de construcción de los indicadores es el método PER (Presión Estado Respuesta). El esquema PER es el más utilizado en sistemas de seguimiento y evaluación de políticas, planes, programas y proyectos de sostenibilidad.

De acuerdo a la información disponible en SEMARNAT, 2005, citado por Flores (2009) el marco PER fue diseñado originalmente por Statistics Canada en 1979, el esquema conceptual Presión-Estado-Respuesta (PER) fue retomado y adaptado por Naciones Unidas para la elaboración de algunos manuales sobre estadísticas ambientales, concebidos para su integración a los sistemas de contabilidad física y económica. Paralelamente, ese esquema fue adoptado y modificado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que en 1991 desarrolló el esquema PER y en 1993 definió un grupo medular de indicadores ambientales en varios temas seleccionados para la evaluación del desempeño ambiental.

Este método organiza los indicadores según respondan a preguntas como: ¿qué le pasa al ambiente? ¿por qué le pasa? y ¿qué se está haciendo al respecto?

El método incluye los siguientes aspectos:

- Las características físicas, químicas y biológicas del entorno.
- La condición del ecosistema y las funciones ecológicas del medio natural.
- La calidad de vida de la población.

Este modelo está basado en un principio de causalidad, en el que las actividades humanas ejercen una presión sobre el medio ambiente la cual puede provocar cambios en su estado, por lo que la sociedad adopta respuestas para hacer frente a las consecuencias negativas de las presiones ejercidas (Fernández et al., 2005).

Barr (2007) afirma que el modelo PER es flexible y puede ser ajustado a detalles o rasgos específicos. Ejemplo de ello es como la Agencia Ambiental Europea y otras han modificado el marco sumándole dos categorías: “Impulsores” o indicadores de fuerzas motrices para indicadores que describan presiones socioeconómicas subyacentes, tales como el crecimiento de la población y el consumo, e indicadores de “Impacto” para responder a la pregunta ¿Por qué son significativas las condiciones ambientales y los cambios?; por ejemplo, ¿qué impacto tienen las presiones sobre los ecosistemas, el bienestar económico y social, y la salud humana?

El marco de referencia PER ha sido criticado por poseer la limitación de ser algo simplista al asumir que las presiones ejercidas causan directamente los estados e impactos y por otro lado las respuestas son interpretadas como una retroalimentación para regular la situación descrita. En otras palabras estas consideraciones no son capaces de reflejar a cabalidad la complejidad de las interacciones y las relaciones sistémicas que ocurren en un entorno (United Nations Environment Project [UNEP], 2006).

La relación lineal que se aplica para el esquema PER oculta la forma en que suceden realmente las interacciones (Flores, P., 2009).

Para el diseño de indicadores socioambientales se puede emplear el marco PER. En dicho caso se establecerían las siguientes pautas (Guttman, E. et al., 2004):

- Formas de presión humana sobre el medio ambiente:
 - Consumo de recursos del medio ambiente
 - Disposición de desechos en el medio ambiente

- Acciones mediante las cuales el ser humano ejerce presiones sobre el medio ambiente y características socioeconómicas que definen las modalidades de dicha presión: Las características de la presión dependen

de las condiciones de vida y de las características culturales de los grupos que hacen esa intervención.

El indicador de presión puede ser de tipo primario o secundario. Si es primario refleja las presiones directas sobre el medio ambiente debido a las actividades humanas, si es secundario toma en cuenta las actividades humanas productivas o industriales que desencadenen otra problemática (Flores, P., 2009).

Los indicadores de estado se diseñan de manera que reflejen cómo se encuentra el medio ambiente natural en un momento específico, ello puede tratarse de las condiciones de un ecosistema, calidad fisicoquímica, biodiversidad, entre otros aspectos.

Finalmente los indicadores de respuesta cuantificarían cómo se están mitigando o controlando las presiones descritas y cómo hacen variar debido a su ejecución el estado del medio natural que se monitorea.

En resumen, los indicadores de estado deben ser diseñados para responder a las presiones. Los indicadores de respuesta deben estar diseñados para actuar sobre las presiones y debido a eso, pueden tener un impacto modificador en los indicadores de estado.



Figura 5. Esquema del método PER

Fuente: Elaboración propia basada en imagen de Pressure-State-Response Framework and Environmental Indicators FAO, sf.

La razón por la cual se emplea este método reside en el reconocimiento que tiene el mismo en el desarrollo de información ambiental de países o regiones específicas. El sistema es utilizado en los procesos mundiales de formulación de los informes ambientales nacionales impulsados por el Programa de Naciones Unidas Para el Medio Ambiente (PNUMA).

Por ejemplo, el Perfil Ambiental de Guatemala desarrollado anualmente por la Universidad Rafael Landívar hace uso del mismo incorporando además la dimensión de Impacto (Marco Presión, Estado, Impacto, Respuesta). El marco fue utilizado también para evaluar la percepción del desempeño en materia ambiental de Nueva Zelanda comparándolo con otros países desarrollados. Se creó además un sistema de indicadores con el modelo PER para evaluar el proyecto de rehabilitación de la microcuenca del río Jamundi en los Andes colombianos, de manera que, queda claro el amplio rango de su utilización y su aplicación en el tema de manejo de cuencas hidrográficas.

El documento de este último ejemplo señala que el modelo PER es un marco conceptual bastante utilizado a nivel mundial para construir información sobre la

sostenibilidad de los procesos de desarrollo por su característica de simplicidad y fácil uso (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca [CVC], 2008).

El marco PER se emplea en estudios más específicos como el manejo de biodiversidad en reservas, manejo forestal en proyectos de recuperación y seguimiento y control de la restauración de humedales mediante técnicas de recarga artificial de acuíferos.

6.1.2 El Proceso de Análisis Jerárquico

Para desarrollar la asignación de pesos a cada categoría según se maneje indicadores de Presión, Estado y Respuesta se utilizó una evaluación multicriterio (EMC) y el método empleado para aplicarla fue el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP por sus siglas en inglés: Analytic Hierarchy Process).

Dado que existen varios métodos de evaluación multicriterio como lo son:

- Método de Scoring
- Ordenamiento o Ranking
- Clasificación o Rating
- Comparación Pareada
- Análisis de Compensación

Se seleccionó el proceso de comparación pareada porque posee un amplio uso en temas como lo son: la formulación de políticas, gestión ambiental, análisis costo beneficio y formulación de estrategias de mercado (Ávila citado por Ramírez, 2007).

Ramírez (2007) menciona en su trabajo que este método es ampliamente utilizado en la investigación con Sistemas de Información Geográfica, la industria y los recursos naturales.

El AHP se fundamenta en la asignación de valores numéricos a los juicios dados por criterio experto, logrando medir cómo contribuye cada elemento en una jerarquía creada para decidir sobre un problema particular.

Este método fue desarrollado por el Doctor en Ciencias Matemáticas Thomas Saaty a fines de la década de los ochenta, para resolver el tratado de reducción de armamento estratégico entre Estados Unidos y la Unión Soviética.

Según el mismo Saaty “*el A.H.P. desmenuza un problema en subproblemas y luego une todas las soluciones de estos en una conclusión*” (Saaty citado por Maurtua, 2006).

Se desarrolla con una matriz de comparaciones cruzadas en la que se registran los pesos de acuerdo al grado de preferencia que tengan unos criterios sobre otros. La escala empleada para asignar pesos a cada uno de los elementos comparados va del 1 al 9 y se desglosa como sigue:

Cuadro 5. Valores para la asignación de pesos según la Escala de Saaty.

Valor en la escala de Saaty	Interpretación
1	Igualmente importante
3	Ligeramente más importante
5	Notablemente más importante
7	Demostablemente más importante
9	Absolutamente más importante
Los números pares vienen a representar calificaciones intermedias. Así por ejemplo un 4 representaría el punto medio entre <i>Ligeramente más importante</i> y <i>Notablemente más importante</i> .	

El AHP es una técnica de EMC compensatoria y aditiva; compensatoria porque en el proceso de agregación o evaluación un valor bajo de un factor puede ser compensado por el valor alto en otro factor, y aditiva porque los pesos de importancia relativa de todos los factores, para el objetivo que se esté considerando, suman la unidad (Barredo citado por Ramirez, 2007).

El método logra medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende, llegando a obtener una síntesis como resultado final, que da una noción al decisor de la alternativa que debería de elegir, como también un análisis de la sensibilidad de los datos, para visualizar una posible variante en los juicios dados por los decisores (Maurtua, D., 2006).

Algunas de las ventajas que presenta el AHP con respecto a otros métodos de evaluación multicriterio son (Toskano, H. & Bruno, G., n.d.):

- Presenta un sustento matemático
- Permite analizar y desglosar un problema por partes
- Permite medir criterios cualitativos y cuantitativos mediante una escala común.
- Incluye la participación de diferentes personas o grupos de interés para generar un consenso.
- Permite verificar el índice de consistencia y hacer correcciones si es el caso.
- Generar una síntesis y dar la posibilidad de realizar análisis de sensibilidad.

Ramírez (2007) afirma que *“algunos autores señalan la debilidad del método al depender de un conocimiento subjetivo difícilmente medible y en teoría casi perfecto, que en actividades de producción agrícola bajo condiciones limitantes de suelo, clima y manejo, y en frecuentes ocasiones con insuficiente conocimiento experto disponible, obligan a buscar una mayor precisión y confiabilidad en los resultados obtenidos”*.

El AHP construye un modelo de jerarquías para la solución de problemas complejos. Los niveles de dicha jerarquía son en el punto más alto la Meta u objetivo, seguida por los criterios y estos a su vez por las alternativas. Los criterios también pueden subdividirse en subcriterios antes de pasar a la jerarquía de las alternativas.

Tras realizar comparaciones pareadas de alternativas con alternativas y criterios con criterios se obtiene en cada comparación vectores principales o *eingenectores* también llamados Vectores de Prioridades en el contexto del método. Esos vectores

son luego parte de una matriz (Matriz de Prioridades) que se multiplica por el vector de prioridades global.

De las técnicas de EMC, la del AHP es quizás la mejor fundamentada estadísticamente y actualmente una de las de mayor uso en el mundo (Ramírez, 2007).

Debe tenerse en cuenta que al utilizar el AHP los resultados obtenidos con su aplicación pueden cambiar con el tiempo y por ello se debe considerar un proceso de decisión dinámico y repetir completamente el proceso cada cierto tiempo, reinsertando los nuevos juicios en las matrices de comparación, lo cual indica, la flexibilidad del método, al proporcionar a quienes toman las decisiones la oportunidad de revisar y justificar los pesos asignados anteriormente (Barbarosoglu y Yazgac citados por Ramírez, 2007).

Acerca de la aplicación de técnicas analíticas para la toma de decisiones y la planeación en el manejo de recursos naturales el AHP puede fácilmente usarse para auxiliar la toma de decisiones en el manejo de recursos y ser útil para definir estrategias a largo plazo e implementar niveles de planificación del manejo de esos recursos (Schmoldt y Peterson citados por Ramírez, 2007).

De acuerdo a estos mismos autores el AHP es útil para cualquier aplicación de manejo de ecosistemas que requiera de varias opiniones y participantes o de un proceso complejo de toma de decisiones. Si se considera la elevada complejidad de la mayoría de temas de manejo de ecosistemas el AHP tiene un amplio rango de planificación y dirección. Por ejemplo el manejo y planificación en la gestión de microcuencas puede incluir temas relacionados con la calidad y cantidad del agua, el manejo forestal, la vida silvestre y la recreación. Este tema requiere la participación de expertos en cada disciplina para poder establecer juicios adecuados y prioridades según sea la distribución de los recursos. Otro aspecto de importancia es que, dado que las microcuencas se ubican en terrenos de posesión tanto públicos

como privados es necesario considerar el valor de los recursos de acuerdo a aspectos sociales, legales y políticos.

Font (citado por Ramírez, 2007) indica que algunas ventajas del método son que considera el problema en distintos niveles (debido a la organización jerárquica), por tanto permite realizar una evaluación de la situación en la toma de decisiones también por niveles y además incluye la asignación de preferencias en términos de importancia relativa.

A pesar de que el método es criticado por la parte subjetiva del conocimiento experto el mismo autor señala que el AHP tiene ciertos méritos pues acepta y detecta dentro de ciertos límites la incoherencia del juicio humano (debido a su fundamento matemático). Además no requiere información cuantitativa de cuánto alcanza cada alternativa en cada criterio considerado, solo requiere los juicios de valor en torno al centro decisor.

Para Schmoldt y Peterson (citados por Ramírez, 2007) el AHP permite a un grupo enfocar las discusiones, mitigar las indecisiones, alentar la interacción individual y proporcionar una gran cantidad de información cuantitativa de utilidad acerca de las preferencias del grupo. Su conclusión es que esta metodología ayuda a auxiliar las evaluaciones científicas y otros procesos de toma de decisiones en el manejo de los bienes naturales.

6.2 Procedimiento

La metodología que se utilizó para el desarrollo de este trabajo está basada en una serie de recomendaciones y puntos de vista adquiridos de varias fuentes sobre el tema del desarrollo de indicadores ambientales.

Alguno de los documentos base para el desarrollo de la misma fueron:

- La Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe,
- La Metodología para la construcción de indicadores y la definición de un sistema de seguimiento y evaluación para el Plan Sectorial Multianual Ambiente y Agua,
- El documento Los Reportes del estado del ambiente con base en indicadores ambientales: un puente entre la política pública y la ciencia.

Para definir y diseñar los indicadores comprendidos en este trabajo se procedió de la siguiente manera:

1. **Identificación de temas centrales:** es necesario establecer cuáles son los temas de interés alrededor de los cuales girará el desarrollo y selección de los indicadores. En esta etapa se definió que los temas de evaluación serían el ambiental y el social por lo cual se estableció el desarrollo de un sistema de indicadores socioambientales. Además esta decisión se tomó basándose en el hecho de que AMSA realiza evaluación y seguimiento en materia económica y de ejecución presupuestaria mientras que sus deficiencias están en el análisis de información ambiental propiamente. Al entrevistar a cada jefe de división se pudo identificar necesidades, inquietudes o disconformidades en el manejo de la información y ello permitió tener un panorama general y numerosas sugerencias de aspectos relevantes que pudieron significar el nacimiento de un indicador o el descubrimiento de cuán importante resultaba cierto dato para una división en particular.
2. **Investigación de los precedentes relacionados con el desarrollo de indicadores socioambientales:** es importante tener conocimiento de qué esfuerzos se han realizado en crear indicadores ambientales o sistemas de gestión y administrativos, pues así se facilita la toma de decisiones y se evita la repetición de indicadores. Si un indicador ya existe y ha sido desarrollado en el marco institucional o en algún tipo de trabajo conjunto interinstitucional

es posible que pueda usarse tal y como está o por el contrario tomar ideas del mismo para mejorarlo y sugerirlo dentro del sistema que se propone.

3. **Reconocimiento de datos e información existente y disponible:**

Es necesario conocer la capacidad de generar información que tiene la institución a nivel interno. Muchos indicadores están ya allí pero son solo utilizados de forma individual por ciertas personas en departamentos específicos y no se conoce de su existencia a un nivel generalizado. Otro aspecto es que mucha de la información generada puede convertirse en indicador si es definida como tal. Las entrevistas realizadas a cada jefe de división dieron una idea clara del potencial de generación de información que existe. Quiroga (2009) señala: *“Los indicadores que se puedan producir en forma inmediata quedan determinados por la disponibilidad previa de la información más que debido al marco conceptual que se defina”*.

4. **Elaboración de un listado provisional e inicial de indicadores:** el listado inicial se realizó unificando diversos criterios apreciados durante las entrevistas así como aquel adquirido por medio de la observación y la participación directa en la institución. El listado inicial se observa en el Apéndice 5. Generalmente este listado es algo extenso y se puede definir como una “lista de deseos” pues debido a la complejidad de los temas esta primera lista viene a incluir todos aquellos aspectos de lo que debería contener un listado ideal de indicadores.

5. **Identificación de datos requeridos para los indicadores:** esta etapa es la que define por mucho cuán posible es mantener ciertos indicadores de la lista realizada con anterioridad o por el contrario descartarlos porque su elaboración es inviable. Para ello se consultó los informes institucionales y estadísticas generadas por cada división de trabajo de AMSA. Mediante una revisión de la información y datos generados en cada una de estas se pudo

determinar cuáles indicadores eran factibles de conservarse o crearse a partir de lo ya trabajado.

6. **Creación de indicadores identificados como necesarios pero cuyos datos aún no se generan.** En este paso se incluyen en la lista inicial de indicadores una serie de posibles indicadores a los cuales se les detectó como importantes pero cuya información necesaria para fabricarlos no se recaba actualmente o debe obtenerse de fuentes secundarias (instituciones externas a AMSA) y no primarias (Divisiones de AMSA).

7. **Elaboración de criterios técnicos para la selección o descarte de los indicadores:** Esta etapa consistió en revisar detenidamente los aspectos más importantes que debía contener un indicador ideal para así conglomerar en un listado más pequeño aquellos criterios que iban a funcionar para descarte y selección de los indicadores. Los criterios definidos se especifican en el apartado 7.5.

8. **Evaluar los indicadores usando dichos criterios.** Para ello se evaluó dentro de una tabla a todos los indicadores incluidos en el listado provisional inicial del punto 4. Se estableció que de los diez criterios establecidos en el punto 7 se iba a mantener a aquellos indicadores que cumplieran con al menos 5 de ellos.

9. **Definición de los indicadores definitivos.** Tras eliminar un determinado número de posibles indicadores se debió revisar los que quedaban para asegurar que no había redundancias en los mismos, fueran ambiguos o no se comprendiera lo que deseaban reflejar. En este proceso fue posible seleccionar solo uno de varios indicadores de un mismo tema o a partir de varios extraer una idea mejor de cómo debía ser el mismo.

10. Clasificación de indicadores según sean de Presión, Estado o Respuesta. Los indicadores que pasaron el proceso de evaluación fueron clasificados de acuerdo al tipo de información que brindaban en Presión, Estado y Respuesta.

Para facilitar la identificación de los mismos se asignó un color a cada rama de indicadores como sigue:

Cuadro 6. Código de colores asignados a los indicadores de Presión, Estado y Respuesta.

Rama de Indicadores	Color asignado
Presión	Rojo
Estado	Azul
Respuesta	Verde

11. Asignación de pesos numéricos a cada indicador. Esta etapa se realizó fundamentada en el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) descrito en el apartado 6.1.2. Se trabajó con las categorías de indicadores: Agua Residual (AR), Ordenamiento Territorial (OT), Manejo de Desechos Sólidos (MDS), Estado del Lago (LAGO), Manejo Forestal (MF) y Social, Institucional y Legal (SIL).

12. Creación de la matriz generadora de resultados numéricos. La matriz se elaboró de forma que cada indicador tuviera una fracción del peso correspondiente a su categoría de acuerdo al número de indicadores presentes en el grupo Presión, Estado y Respuesta. El resultado es reflejado por una calificación entre 0 y 100.

13. **Selección y representación de un resultado gráfico:** Ello consistió en crear una figura que reuniera los resultados globales de forma simple. Se construyeron figuras para dos tipos de información: calificaciones globales y evolución de categorías de indicadores. Otras figuras pueden elaborarse según sean los requerimientos del usuario del sistema de indicadores.

CAPÍTULO VII: El Sistema de Indicadores Socioambientales para la Evaluación del Papel de AMSA en la cuenca del Lago de Amatitlán

El sistema de indicadores socioambientales que se presenta a continuación se construyó debido a la necesidad que posee la institución de medir su actuación e intervención en la mejora de la situación social y ambiental de la cuenca del Lago de Amatitlán. Además porque ésta tiene un compromiso de generar información no solo para facilitar la ejecución de proyectos sino para la rendición de cuentas sin dejar de lado que es la principal responsable de brindar dicha información a otras instituciones.

La administración de este sistema de indicadores es responsabilidad directa de la división de Evaluación y Seguimiento, la cual debe contar con el apoyo de todas las demás divisiones para que cada una brinde la información que le corresponde según su papel.

Cada una de las divisiones debe estar comprometida a generar la información demandada por el sistema de indicadores creado y debe suministrarla a la división de Evaluación y Seguimiento cuando ésta la solicite a fin de agilizar el proceso de agrupación de datos y permitir el funcionamiento del sistema en mención.

La interpretación de los resultados que brinde el sistema de indicadores ambientales está a cargo de la división de Evaluación y Seguimiento y la misma se realizará usando la **Guía de Interpretación** que se adjunta en el desarrollo de este proyecto.

Es responsabilidad de la división de Evaluación y Seguimiento divulgar los resultados entre todas las demás divisiones a fin de que éstas también puedan hacer su propia

interpretación y concluir sobre los aspectos que pueden reforzarse, eliminarse o mantenerse en su operación.

Cualquier decisión que se tome utilizando como referencia los resultados del sistema de indicadores socioambientales desarrollado deberá ser avalada por la división de Evaluación y Seguimiento y la Dirección Ejecutiva.

7.1 Análisis de la Información Disponible

Se tuvo acceso a todos los documentos que reunían información de resultados tanto por división como a nivel institucional.

Entre los documentos revisados se encuentran:

Cuadro 7. Listado de documentos consultados para elaboración de la línea base 2010-2012.

Título del documento	Fecha del documento
Plan Operativo Anual Ejercicio Fiscal 2011	Junio 2010
Plan Operativo Anual Ejercicio Fiscal 2012	Junio 2011
IV Informe Institucional Ejercicio Fiscal 2011	Octubre de 2011
Informe Institucional Primera Versión 2010	Noviembre de 2010
Memoria de Labores 2009-2012	26 de enero de 2012
División de Educación Ambiental: Informe Anual 2011	7 de marzo de 2012
División de Limpieza del Lago: Resumen de actividades 2011	2011
División de Limpieza del Lago: informe ejecutivo 2011	2011
División de Relaciones Interinstitucionales: Cuadro de convenios	Agosto de 2012
División de Manejo Forestal: POA Forestal 2013 y Multianual 2013-2015	16 de mayo de 2012
Plan Sectorial Multianual de Ambiente y Agua 2011-2013	Octubre de 2010

División de Ordenamiento Territorial: Informe Mensual Julio	Julio 2012
Informe Descriptivo de la División de Manejo Forestal a Agosto de 2012	Agosto 2012
Informe Físico de la División de Manejo Forestal a Agosto de 2012	Agosto 2012
División Educación Ambiental:	Julio 2012
División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos: Cuadro de Caudales Río Villalobos	Junio 2012
División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos: Informe Mensual Agosto 2012	Agosto 2012
Informe Mensual a Vicepresidencia Septiembre 2012	Septiembre 2012
División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos: Informe Anual 2010	Diciembre de 2010
División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos: Informe Anual 2011	Diciembre de 2011
Actualización de indicadores para el avance del PSMAA 2011	7 de Diciembre 2012
División de Manejo Forestal: Informe mensual Agosto	Agosto 2012
División de Manejo de Desechos Sólidos: Informe Mensual Agosto	Agosto 2012
División de Desechos Líquidos: Estadísticas de Población en la Cuenca	Abril 2012
Informe consolidado de seguimiento Enero-Diciembre 2011: Ejecución de servicios beneficiados por el	Diciembre de 2011

Con la lectura de los POA 2011 y 2012 se constató la existencia de los Indicadores de Desempeño empleados por AMSA para medir el avance en la ejecución de sus proyectos.

Los indicadores de desempeño fueron construidos empleando una razón entre las actividades ejecutadas y las programadas, de manera que reflejan en su mayoría porcentajes. Cada uno de estos indicadores de desempeño consta de una ficha técnica.

Sobre los indicadores de desempeño empleados en ambos Programas Operativos Anuales se tienen las siguientes observaciones:

- En ambas versiones no se utilizan los mismos indicadores, de forma que algunos indicadores propuestos en el POA 2011 no aparecen en el POA 2012 o por el contrario, se introdujeron nuevos indicadores de desempeño en el POA 2012 que no existían en el documento del año anterior.
- En algunos indicadores existe una inconsistencia entre su fórmula de cálculo y el valor mostrado como resultado. Por ejemplo se observó que en el espacio de la ficha designado como **Fórmula de cálculo** se describe una fórmula que brinda como resultado un porcentaje, pero el espacio designado como de **Interpretación** menciona que el indicador puede tomar valores entre 0 y mucho más allá de 100 dificultando la comprensión del indicador.
- En algunas fichas de indicadores se encontró inconsistencias en el uso de unidades y en la definición misma del indicador, por ejemplo para el indicador denominado “Construcción y Estabilización del Río Villalobos en su cauce” en su campo **Descripción** se menciona: *relaciona la cantidad de metros cúbicos de construcción que se ejecutan en un período determinado con la cantidad total de metros cúbicos de las obras.* Posteriormente en el campo designado **Fórmula de Cálculo** se indica: *Cantidad de metros cuadrados construidos a una fecha determinada/ Cantidad total de metros cuadrados del río Villalobos.* Por lo que se aprecia la diferencia en sus unidades y posteriormente en la relación descrita inicialmente dificultándose el manejo de la información.
- La interpretación de muchos indicadores se complica pues no viene definida claramente la forma de calcularlos, que a veces se presta para diferentes interpretaciones.
- Entre los indicadores que se mantuvieron para ambos años se observaron diferencias en su modo de cálculo en 2011 y 2012. Cambiándose por tanto su tendencia en el tiempo y dificultando su seguimiento. Por ejemplo para el indicador de Limpieza en espejo del Lago, en el año 2011 el método de cálculo indica dividir los metros cúbicos de material extraído entre los metros cúbicos estimados para la línea base de ese año, la cual es de 1668 m³ para el 2011. Para el año 2012 se indica que el cálculo debe realizarse dividiendo los metros cúbicos de material extraído entre los metros cúbicos de desechos

que se estima ingresaron al lago. En dicha ficha se indica que en el año 2011 ingresaron al Lago de Amatitlán 101632 m³ de desechos.

- Específicamente para el indicador de Personas Atendidas a través de actividades de concientización ambiental se tiene un problema con los datos. Un detalle importante es que dicho indicador se está calculando con los datos de población de la cuenca que brindó el INE para el 2002, cuando lo recomendable sería emplear las estimaciones que realiza este mismo instituto para cada año por municipio. En cuanto a la cantidad de personas las diferencias en la información reportada son significativas: la División de Educación Ambiental reporta en 2011 un total de 81720 personas como meta física para ese año y en el informe se detalla haber alcanzado la meta en un 94% cubriendo en total a 76852 personas. En el POA 2011 y POA 2012 la meta indicada para el año 2011 es de 37000 personas y se menciona una línea base de 31000 pero los datos de los años 2010 y 2012 cambian de 91722 a 81722 y de 37000 a 25820 respectivamente. Es por ello que se decide usar el dato real (cantidad ejecutada) es decir, el que aparece como definitivo en el informe institucional del año 2011 puesto que esa es la cantidad reportada como final y definitiva.
- El indicador denominado Volumen de Aguas Residuales Tratadas es una relación que se calcula en 2011 con respecto a un volumen programado de aguas a tratar y en 2012 con respecto al volumen estimado de aguas residuales que se generan en la cuenca. Otro aspecto de importancia es que su espacio de **Interpretación** está algo confuso en la ficha, pues para el 2011 se detalla: *A mayor cantidad de agua tratada, habrá reducción en la contaminación del lago* y para el año 2012 se detalla así: *Donde 0 significa el desfogue de las aguas servidas a los cuerpos de agua dentro de la cuenca y el 100% significa como mínimo el tratamiento primario y secundario de las aguas residuales domésticas a una eficiencia no menor del 60% en el parámetro demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)*. Cuando esta descripción corresponde más bien a cómo se debe elaborar el numerador dentro del cálculo, es decir, se considerarán aguas tratadas solo aquellas que cuenten

con un tratamiento primario y secundario y que presenten una eficiencia de remoción del DBO_5 de un 60% como mínimo. Se aprecia por tanto cierta dificultad para comprender la interpretación del indicador descrito, el cual además está expresado como un porcentaje en ambos casos pero solo en el año 2012 se indica que es el *Porcentaje de aguas residuales domésticas tratadas en las plantas de tratamiento a cargo de AMSA* (con relación al 100% de aguas residual doméstica producida por los habitantes de la cuenca del lago) de manera que existe también problemas con el nombre del indicador.

7.2 Marco conceptual del sistema de indicadores socioambientales desarrollado

Los sistemas de indicadores ambientales pueden desarrollarse con diferentes enfoques como se ha estudiado en el Capítulo V (Apartado de Recomendaciones para el diseño de indicadores ambientales y sistemas de indicadores).

Lo primero que se especifica es que el sistema de indicadores elaborado es un sistema de indicadores socioambiental. Dicha decisión se basa en las áreas de trabajo que maneja AMSA como institución las cuales no son únicamente ambientales sino que involucran a la población en actividades educativas, de responsabilidad empresarial y requieren el compromiso de diferentes actores, como las municipalidades y vecinos, dado que, claramente el manejo de una cuenca no debe realizarse desde los límites políticos sino desde los límites naturales de la misma.

Otro aspecto que pesa en el hecho de que los indicadores sean socioambientales y no únicamente ambientales es el origen de la problemática de contaminación del Lago de Amatitlán. El problema de contaminación es por mucho de origen social y para atacarlo es necesario conocer los focos de población y su situación.

Por otro lado AMSA, al ser una autoridad que vela por el manejo sustentable de la cuenca debe preocuparse también por abarcar aquellas acciones que permitan realizar mejoras en la calidad de vida de la población, principalmente la de las comunidades aledañas al lago.

Escoger un sistema de indicadores ambientales únicamente dejaría por fuera el aporte institucional en materia educativa y de involucramiento de la sociedad. Al concentrarse únicamente en la interpretación de la degradación del ambiente no permitiría medir la incidencia real de las acciones realizadas en sitios de población claves o con situaciones de contaminación más severas debido a la densidad poblacional.

Crear un sistema de indicadores de desarrollo sostenible resulta un trabajo extenso y muy complejo pues implica establecer interrelaciones válidas entre indicadores económicos, por ejemplo distribución de ingreso; sociales como situación de acceso a salud o educación; institucionales como el presupuesto a ejecutar y finalmente ambientales como manejo forestal, niveles de contaminación, etc. Esto conlleva el manejo de grandes volúmenes de información y períodos de tiempo más extensos para su elaboración.

Un sistema de indicadores socioambientales no abarca aspectos económicos y se centra sólo en aquellos aspectos sociales que están directamente relacionados con la situación ambiental; por lo cual su complejidad en creación y manejo es menor.

Al respecto de esta selección resulta importante lo que menciona Quiroga (2009):

“Los indicadores “netamente” ambientales se construyen para proporcionar una mirada del estado general de los diferentes componentes del medio ambiente, así como de los fenómenos que impactan al medio ambiente.”

Y respecto de los indicadores de desarrollo sostenible (Enfoque sistémico Economía-Ecología) agrega:

“Muy pocos países han podido desarrollar este tipo de indicadores que son abarcativos, interdimensionales, transversales y sintéticos. Se trata de indicadores capaces de abarcar más que sólo lo ambiental, lo económico o lo social, integrando dos o más dimensiones en un solo indicador.”

De forma que, se demuestra que un enfoque únicamente ambiental sería restrictivo mientras que uno de desarrollo sostenible sería demasiado complejo de abordar.

7.3 Enfoque conmesuralista o sistémico

El sistema de indicadores socioambientales es predominantemente sistémico dado que los indicadores seleccionados responden a un elemento específico y no combinan diferentes aspectos en una sola expresión numérica. Cada fenómeno es representado por una cantidad a la vez.

Excepción de esto son los indicadores correspondientes al agua residual y la calidad del agua del lago (situaciones en las que sí se trabajó con índices), pues estos son conmesuralistas al reunir diferentes parámetros en un solo resultado debido a la complejidad de su naturaleza que no puede ser representada de manera aislada por la lectura independiente de cada parámetro medido.

En su trabajo, Flores (2009) señala que frecuentemente se utilizan las palabras “parámetro” e “índice” como sinónimos de indicador, mas no tienen el mismo significado. Un parámetro se define como cualquier propiedad que es medida u observada, mientras que un índice designa a un conjunto agregado o ponderado de parámetros o indicadores (Flores, P., 2009).

En términos de una evaluación ambiental, los índices ambientales se usan para (Flores, P., 2009):

1. Resumir los datos ambientales existentes.
2. Comunicar esta información sobre la calidad del medio ambiente afectado.
3. Evaluar la vulnerabilidad o susceptibilidad de una categoría o elemento ambiental.
4. Servir de base para expresar los impactos de las diferencias del índice evaluado, entre el valor del índice con el propósito y el valor del índice sin propósito.
5. Auditar los impactos

6. Evaluar los impactos integrados, expresados como cambios de índices de calidad ambiental.
7. Seleccionar alternativas de uso.

7.4 Cobertura del sistema y comparabilidad

Tal y como se ha especificado con anterioridad el sistema de indicadores creado tiene su cobertura definida dentro del área de la cuenca del Lago de Amatitlán y está específicamente diseñado para medir resultados de las labores de AMSA como institución encargada de dicha gestión.

Algunos de los indicadores tienen la propiedad de ser funcionales dentro del sistema de indicadores creado para el Sector Ambiente y Agua en el año 2011. Otros son de interés más específico a nivel interno de la institución.

En todo caso se trató de que los indicadores definitivos fueran ya manejados de alguna manera por las divisiones para aprovechar los esfuerzos ya realizados en este sentido.

Resulta importante considerar que para dar una mayor validez e importancia a los indicadores se estableció un criterio de selección que asigna como importante el hecho de que un indicador refleje información que se ajusta al cumplimiento de políticas de carácter nacional o regional en su área.

7.5 Criterios de selección de indicadores

Conglomerando en un listado más sencillo los requisitos mencionados en el apartado 5.4 se puede optar por definir criterios de selección que por ser los más recomendados en diferentes fuentes tendrán mayor significancia. Según el grado de cumplimiento que presente cada indicador de varios de ellos entonces se priorizará la utilización de unos sobre otros.

A continuación se establecen los siguientes criterios:

Cuadro 8. Criterios de Selección para descarte de indicadores.

Criterio de Selección 1: El indicador mide directamente el cumplimiento de los objetivos y la labor de AMSA.
Criterio de Selección 2: El indicador es de fácil comprensión inclusive para no especialistas y no se presta para dobles interpretaciones o ambigüedades.
Criterio de Selección 3: El indicador relaciona variables de estado y tendencia y permite por su naturaleza elaborar prospectivas o detectar alertas tempranas relacionadas con el entorno monitoreado.
Criterio de Selección 4: El indicador refleja cambios y es sensible a ellos a lo largo del tiempo.
Criterio de Selección 5: El indicador es actualizable, medible, de fácil obtención y se puede producir oportunamente en caso de ser requerido.
Criterio de Selección 6: El indicador tiene una relación factible de costo beneficio.
Criterio de Selección 7: El indicador está fundamentado en términos científicos y /o debidamente justificado con criterios técnicos.
Criterio de Selección 8: El indicador utiliza información existente, creada por AMSA o ya disponible en alguna fuente de fácil acceso.
Criterio de Selección 9: El indicador es relevante a escala regional o nacional y se relaciona con puntos mencionados en la legislación o mantiene coherencia con políticas nacionales determinadas.
Criterio de Selección 10: El indicador tiene posibilidades de comparación con criterios, rangos o índices aceptados internacionalmente.

7.6 Evaluación de los indicadores mediante los criterios de selección

Tras la consulta a documentos de la institución, las entrevistas a jefes de división y el criterio propio se elaboró un compendio de indicadores potenciales o la denominada “lista de deseos”. Algunos estaban presentes en la institución sin ser indicadores propiamente, es decir, permanecían solo como datos que se manejaban por facilitar el seguimiento de labores y la ejecución de acciones en las divisiones; otros formaron parte del Plan Sectorial Multianual de Ambiente y Agua mencionado en la sección 2.3.2, otro grupo fue extraído de los Planes Operativos Anuales, pero solo aquellos que se relacionaban con la dimensión socioambiental, dejando de lado los que hacían referencia a construcción de instalaciones o ejecución presupuestaria.

El listado inicial elaborado constó de 140 indicadores subdivididos de la siguiente manera:

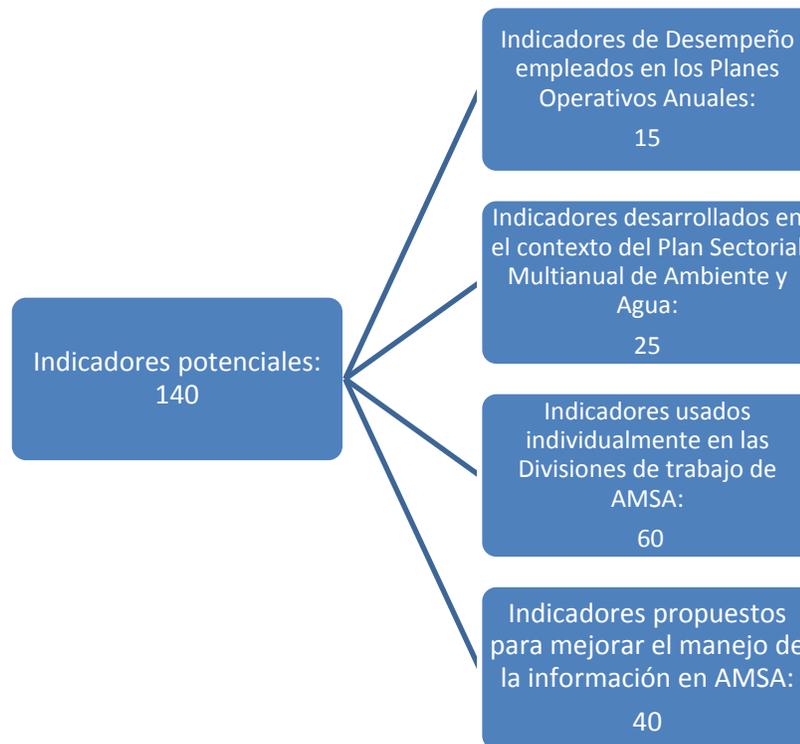


Figura 6. Desglose del origen de los indicadores potenciales

Evidentemente muchos de estos indicadores reflejaban igual tipo de información pero de diferentes maneras o no resultaban tan indispensables para el objetivo de conocer el papel de AMSA en el aporte socioambiental a la cuenca por lo cual se eliminaron.

Esta lista inicial fue evaluada con cada uno de los diez criterios desarrollados (ver sección 7.5) para así priorizar y descartar determinados indicadores. Tras realizar la evaluación se obtuvo un total de 19 indicadores reprobados reduciéndose así los indicadores potenciales a un total de 121.

De los indicadores que manejaban datos de entrada similares se eligió aquel que arrojaba un resultado más fácil de interpretar o se construyó uno nuevo basado en las variantes existentes tratando de que fuera más representativo.

Otros indicadores fueron mejorados en su manera de ser calculados, en su descripción o en la interpretación que se les brindaba, partiendo del hecho que no constituían indicadores propiamente sino que debieron ser depurados para convertirlos en uno.

De manera que se obtuvo una cantidad final de 72 indicadores clasificados de la siguiente manera:



Figura 7. Desglose de los indicadores finales seleccionados

Naturalmente los indicadores de Presión serán menos pues estas son más puntuales y se pueden sintetizar en un número de acciones más limitado que las Respuestas o los Estados, que son de naturaleza más diversa.

7.7 Listado final de indicadores socioambientales

Es necesario que los indicadores sean respaldados por una ficha técnica a la cual todos puedan tener acceso para comprender mejor el funcionamiento del indicador.

La ficha técnica incluye una completa descripción y definición del indicador que además permite la remodelación o construcción de indicadores en el proceso evolutivo y de mejora que experimentan los mismos.

Esta ficha es análoga al plano constructivo de un edificio. Tiene todas las especificaciones necesarias para la actualización e interpretación del indicador aún cuando el creador o creadores del mismo no estén presentes o hayan cambiado de puesto o de trabajo (Quiroga, R., 2009).

La ficha puede sufrir cambios drásticos a medida que la definición del indicador y la disponibilidad de información alcancen su máxima potencia y calidad permitiendo con ello desarrollar después la hoja metodológica.

La ficha técnica elaborada para el Indicador Basureros Ilegales en la Cuenca se encuentra en el Apéndice 6. Las restantes fichas técnicas están incluidas en el documento *Manual de uso y Guía de Interpretación*, desarrollado para este sistema de indicadores.

7.8 Elaboración de la matriz y pesos asignados a cada indicador

En esta sección se incluye una muestra de cálculo para el caso de una de las matrices desarrolladas durante el proceso de asignación de pesos. La totalidad de los cálculos puede consultarse en el archivo denominado *Sistema de Indicadores*, elaborado en Excel.

Se puede resumir el método para aplicar el AHP en los siguientes pasos que se ejemplifican con la forma en que se procedió para la realización de este proyecto:

7.8.1 Definir los participantes

Lo ideal para esta etapa es contar con un comité de expertos en las diferentes ramas involucradas en la decisión para que puedan discutirse las ideas y llegar a un consenso en la futura asignación de pesos en la matriz de comparación pareada. Sin embargo el tiempo es un factor clave para ello y además esto implica la participación y compromiso permanente de los involucrados en las reuniones, de manera que, para fines prácticos en el desarrollo de este trabajo se acude únicamente al criterio personal respaldado por las conversaciones y entrevistas con los encargados de cada área y por el enfoque global que tiene la ingeniería ambiental para poder comprender las interrelaciones de los diferentes aspectos incluidos en el AHP.

Es importante mencionar que las evaluaciones asignadas a cada alternativa y criterio en este sistema preliminar están sujetas a cambios y modificaciones, las cuales pueden realizarse posteriormente más fácilmente pues ya se tiene creado el sistema que genera los resultados. Por lo cual no se descarta la posibilidad de que se programen una serie de reuniones o espacios para debatir en grupo sobre la asignación numérica conferida a cada jerarquía.

7.8.2 Recolectar la información requerida

La información que se maneja es aquella a la que se ha accedido para poder desarrollar y seleccionar los indicadores del sistema que se está creando y abarca la lectura y constante revisión de documentos (informes, memorias, bases de datos, planes) de la institución y la percepción de la problemática adquirida por el involucramiento en la labor de la misma.

7.8.3 Identificar el problema

Es la situación que se desea resolver mediante la selección de alguna de las alternativas de las que se dispone (Toskano, H. & Bruno, G., n.d.).

El problema particular que se quiere solucionar con el AHP es el siguiente:

El Marco PER tiene la desventaja de no establecer con claridad las interrelaciones entre presiones, estados y respuestas por lo cual resulta importante establecer cuáles de estas categorías son las más representativas de un conjunto de indicadores para identificar de manera más eficiente los cambios en la Cuenca del Lago de Amatitlán (CLA) y la labor realizada por la institución.

7.8.4 Definir el objetivo

El objetivo viene a ser una dirección identificada para mejorar una situación existente. Este se encuentra en un nivel independiente de los elementos de la jerarquía cuyos elementos apuntan en conjunto a la consecución del mismo (Toskano, H. & Bruno, G., n.d.).

En este caso lo que se busca es:

Seleccionar entre un conjunto de indicadores de Presión, Estado y Respuesta a aquellos que sean más representativos en el registro de cambios socioambientales en la CLA tomando en cuenta los ejes de acción de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán.

7.8.5 Descomponer el problema de decisión en una jerarquía de elementos interrelacionados.

A continuación se muestra es esquema elaborado para la evaluación multicriterio correspondiente al problema de asignación de pesos.

Explicando la jerarquización se tiene que:

La meta global viene a constituirse por la solución del problema analizado en el paso 3 y se representó en el diagrama con el nombre de Indicadores Socioambientales.

Los criterios vienen a constituir las tres grandes ramas de indicadores que se analizarán, los correspondientes a Presión, los correspondientes a Estado y los correspondientes a Respuesta.

Para cada una de dichas ramas se tienen indicadores que pueden pesar más según la zona de interés, así por ejemplo se sabe de acuerdo a los principios de manejo de cuencas, que no puede pesar igual conocer una determinada situación ambiental que ocurre en la parte alta de la cuenca como una que ocurre en la parte baja o media. Es por eso que se estableció tres subcriterios que comprenden la comparación entre zonas de la cuenca: Cuenca Alta, Cuenca Media y Cuenca Baja.

Los subcriterios de ubicación en la cuenca se subdividieron posteriormente en las distintas categorías que existen de indicadores, es decir las alternativas: Manejo Forestal (MF), Aguas Residuales (AR), Ordenamiento Territorial (OT), Manejo de Desechos Sólidos (MDS); Aspectos Sociales, Institucionales y Legales (SIL); y los correspondientes al Lago propiamente (LAGO). Este último solo es válido dentro del Subcriterio de Cuenca Baja, pues evidentemente no se genera información de este tipo en Cuenca Media ni en Cuenca Alta.

7.8.6 Desarrollar la matriz de comparación por pares (MCP)

La matriz de comparación por pares se elaboró para cada una de las jerarquías.

A continuación se detalla con una muestra de cálculo el caso de la Matriz de Comparación por pares de las Alternativas con respecto al Subcriterio Cuenca Baja:

Cuadro 9. Matriz de comparación de alternativas: indicadores con respecto a ubicación en Cuenca Baja

	MF	AR	MDS	LAGO	OT	SIL
MF	1	1/7	1/3	6	1/5	1/3
AR	7	1	3	9	3	4
MDS	3	1/3	1	4	1/5	1
LAGO	1/6	1/9	1/4	1	1/5	1/4
OT	5	1/3	5	5	1	3
SIL	3	1/4	1	4	1/3	1
Σ Columna:	19.167	2.171	10.583	29.000	4.933	9.583

7.8.7 Desarrollar la matriz normalizada (MNC)

La matriz normalizada es aquella que se obtiene tras sumar los elementos de cada columna y posteriormente dividir cada elemento de la columna entre dicho resultado, de esa manera se obtiene que:

Para la columna de MF:

$$1 + 7 + 3 + \frac{1}{6} + 5 + 3 = 19,167$$

Y dividiendo el primer elemento de la columna se obtiene que:

$$\frac{1}{19,167} = 0,05$$

El cálculo se realiza análogamente para cada columna de la matriz, obteniendo la MNC siguiente:

	MF	AR	MDS	LAGO	OT	SIL
MF	0,05	0,07	0,03	0,23	0,04	0,03
AR	0,37	0,46	0,28	0,30	0,61	0,42
MDS	0,16	0,15	0,09	0,13	0,04	0,10
LAGO	0,01	0,05	0,02	0,03	0,04	0,03
OT	0,26	0,15	0,47	0,17	0,20	0,31
SIL	0,16	0,12	0,09	0,13	0,07	0,10

7.8.8 Desarrollar el vector de prioridad para el criterio

El autovector de la matriz de comparación por pares (MCP) se obtiene a partir de la Matriz Normalizada (MNC) promediando cada fila.

Para el caso de la fila correspondiente a MF se tiene que:

$$\frac{0,05 + 0,07 + 0,03 + 0,23 + 0,04 + 0,03}{6} = 0,076$$

El cálculo se realiza análogamente para todas las filas obteniendo el autovector de la matriz.

Cuadro 11. Vector de pesos

W
0.072
0.408
0.115
0.031
0.263
0.113

La multiplicación de la Matriz de Comparación por pares (MCP) por el vector anterior da como resultado el Eigenvector o Vector Principal de la matriz, el

cual contiene las prioridades correspondientes a cada una de las alternativas evaluadas.

Cuadro 12. Vector de prioridades	
V	
	0.443
	2.770
	0.755
	0.197
	1.823
	0.756

7.8.9 Evaluar la consistencia de los juicios asignados

La matriz debe ser consistente para que pueda decirse que los juicios asignados a cada comparación son adecuados y no incurren en errores. Una matriz es consistente si su Razón de Consistencia es igual o menor a 0,10.

El cálculo de la Razón de Consistencia se realiza empleando dos valores: el índice de consistencia (IC) y el índice aleatorio (RI). El primero debe ser calculado y el segundo fue tabulado por Saaty para el desarrollo de su método de análisis jerárquico en el siguiente cuadro:

Cuadro 13. Valores de índice aleatorio (RI) tabulados por Saaty para cada N de la matriz.

N de la matriz	Valor correspondiente para RI	N de la matriz	Valor correspondiente para RI	N de la matriz	Valor correspondiente para RI	N de la matriz	Valor correspondiente para RI
1	0	5	1,12	9	1,45	13	1,56
2	0	6	1,24	10	1,49	14	1,57
3	0,58	7	1,32	11	1,51	15	1,59
4	0,90	8	1,41	12	1,48		

Fuente: Ramírez María, A., (2007). El Proceso de Análisis Jerárquico con Base en Funciones de Producción para Planear la Siembra de Maíz de Temporal. México.

El índice de consistencia se obtiene como sigue:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Donde λ_{max} es el Eigenvalor o Valor principal de la matriz y n es el número de filas y columnas.

El Eigenvalor se calcula dividiendo cada elemento del vector de prioridades con su respectivo elemento del vector de pesos o Eigenvector es decir, se dividen los W/V y se obtiene un nuevo vector denominado V' . La media de las componentes de dicho vector es el eigenvalor λ_{max} .

Para el caso de la matriz del ejemplo será:

Cuadro 14. Valores calculados para hallar el Eigenvalor de la matriz.

Vector de pesos (Eigenvector)	Vector de prioridades global (vector columna)	Operación a realizar	Componentes V/W
w	V	V/W	V'
0.072	0.443	$0.443 \div 0.072$	6.157
0.408	2.770	$2.770 \div 0.408$	6.797
0.115	0.755	$0.755 \div 0.115$	6.586
0.031	0.197	$0.197 \div 0.031$	6.414
0.263	1.823	$1.823 \div 0.263$	6.944
0.113	0.756	$0.756 \div 0.113$	6.706
			$\bar{V}' = 6.601$

Entonces sustituyendo en la fórmula para el índice de consistencia:

$$CI = \frac{6,601 - 6}{5} = 0,120$$

La Razón de Consistencia se calcula de la siguiente manera:

$$RC = \frac{CI}{RI} = \frac{0,120}{1,24} = 0,097$$

Como se observa el resultado para la razón de consistencia es igual a 0,097 es decir menor a 0,10 (considerando dos cifras en el cálculo el resultado por redondeo es igual a 0,10) lo cual se interpreta como una asignación de juicios consistente y no contradictoria dentro de la matriz de comparaciones.

7.8.10 Ejecutar la secuencia 6 al 9 para cada uno de los criterios de la jerarquía y resumirlos en la Matriz de Prioridad (MP)

Una matriz como la mostrada en el punto 7.7.6 se desarrolló para cada elemento de la jerarquía mostrada en el diagrama de la Figura 8.

De manera que se comparó lo siguiente:

- Criterios (Presión, Estado, Respuesta) contra Criterios (Presión, Estado, Respuesta) tomando como referencia la Meta Global.
- Subcriterios (Cuenca Alta, Cuenca Media, Cuenca Baja) contra Subcriterios (Cuenca Alta, Cuenca Media, Cuenca Baja) tomando como referencia el Criterio Presión.
- Subcriterios (Cuenca Alta, Cuenca Media, Cuenca Baja) contra Subcriterios (Cuenca Alta, Cuenca Media, Cuenca Baja) tomando como referencia el Criterio Estado
- Subcriterios (Cuenca Alta, Cuenca Media, Cuenca Baja) contra Subcriterios (Cuenca Alta, Cuenca Media, Cuenca Baja) tomando como referencia el Criterio Respuesta
- Alternativas (MF, AR, MDS, LAGO, OT, SIL) contra Alternativas (MF, AR, MDS, OT, SIL) tomando como referencia el Subcriterio Cuenca Alta.

- Alternativas (MF, AR, MDS, OT, SIL) contra Alternativas (MF, AR, MDS, LAGO, OT, SIL) tomando como referencia el Subcriterio Cuenca Media.
- Alternativas (MF, AR, MDS, OT, SIL) contra Alternativas (MF, AR, MDS, OT, SIL) tomando como referencia el Subcriterio Cuenca Baja.

Para cada matriz se obtuvo un eigenvector de pesos que se utilizó para construir matrices resultantes, las cuales fueron las siguientes:

- Matriz Resultante para el Criterio Presión
- Matriz Resultante para el Criterio Estado
- Matriz Resultante para el Criterio Respuesta

7.8.11 Desarrollar una matriz de comparación de criterios

Los eigenvectores resultantes de las matrices anteriores se utilizaron para construir otra matriz resultante:

- Matriz Resultante para Meta Global

La cual contiene los pesos globales finales que contienen todas las comparaciones pareadas realizadas en los rangos jerárquicos menores y se muestra a continuación:

Cuadro 15. Matriz de comparación de vectores de prioridades de alternativas con respecto a los criterios y sus valores correspondientes a las prioridades para cada una de las alternativas.

Matriz de comparación de vectores de prioridades de alternativas con respecto a los criterios				Vector de prioridades Meta Global	Vector de prioridades de los criterios con respecto a la Meta Global	Peso global expresado en porcentaje %
	P	E	R			
	W	W	W			
MF	0.326	0.270	0.134	0.078	0.242	4.53
AR	0.477	2.894	0.603	0.688	2.169	40.49
MDS	0.287	0.776	0.313	0.234	0.630	11.76
LAGO	0.094	0.208	0.122	*	0.179	3.35
OT	0.406	2.169	0.448	*	1.628	30.40
SIL	0.078	0.701	0.082	*	0.508	9.48
*Los valores no aparecen porque el Vector de Prioridades Global se compone solo de tres valores						100.00

7.8.12 Desarrollar un Vector de Prioridad Global (VPG) multiplicando el vector de prioridad de los criterios (hallado en el paso 11) por la matriz de prioridad de las alternativas (MP).

- La Matriz Resultante para la Meta Global arroja el vector de prioridades global, que se obtiene al multiplicar toda la matriz por el eigenvector obtenido de la Matriz de Comparación de Criterios: (Presión, Estado, Respuesta) contra Criterios (Presión, Estado, Respuesta) tomando como referencia la Meta Global.

Este vector es el que aparece en el cuadro anterior y fue convertido a porcentajes para tener una referencia de más fácil manejo y comprensión: obteniéndose que:

Cuadro 16. Conversión de los pesos a su equivalente porcentual.

Alternativa	Vector de prioridades de los criterios con respecto a la Meta Global	Peso global expresado en porcentaje %
MF	0.242	4.53
AR	2.169	40.49
MDS	0.630	11.76
LAGO	0.179	3.35
OT	1.628	30.40
SIL	0.508	9.48
		100.00

7.8.13 Creación de un formato de evaluación escala 1 a 100

Una vez que se tiene los pesos correspondientes a cada categoría de los indicadores se procedió a determinar la proporción de dicho porcentaje que le correspondería a cada uno por lo cual se dividió el porcentaje total de la categoría entre el número de indicadores pertenecientes a dicha categoría.

$$Peso\ del\ indicador = \frac{Peso\ de\ la\ categoría / 100}{\#\ de\ indicadores}$$

Por ejemplo para determinar la fracción que le corresponde a cada indicador de Aguas Residuales en la alternativa Presión se dividió 40,49 entre el total de indicadores presentes en esta alternativa que son 2:

- Volumen de aguas residuales sin tratamiento que ingresan a través del río Villalobos al Lago de Amatitlán
- Características fisicoquímicas de las aguas residuales que ingresan al lago (datos del Villalobos).

Entonces:

$$\text{Peso del indicador} = \frac{0,4049}{2} = 0,202$$

Para evaluar la evolución del indicador en el tiempo se establecieron una serie de situaciones a las cuales se les asignó una calificación en una escala familiar para cualquier usuario. Las situaciones son relativas, es decir requieren de la comparación del dato de un año con el del año anterior para ser definidas. De lo contrario deben realizarse ciertas suposiciones como las que se indican en el capítulo de análisis de resultados.

Las situaciones que se muestran a continuación son propias para los indicadores del ejemplo, las mismas presentan diferencias según sea el indicador y pueden leerse con detalle en los Apéndices 1, 2 y 3.

Cuadro 17. Situaciones definidas para el indicador *Volumen de aguas residuales sin tratamiento que ingresan a través del río Villalobos al Lago de Amatitlán*.

Indicador	Unidades	Situación	Calificación correspondiente a la situación
Volumen de aguas residuales sin tratamiento que ingresan a través del río Villalobos al Lago de Amatitlán	m3	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70
		El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30
		El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100

Cada calificación funciona como la nota de un examen y refleja la porción del peso total del indicador que se incluirá en la suma global.

Ejemplificando; si el indicador tiene un peso de 0,202 y de acuerdo a la situación observada se le concede una calificación de 70 entonces:

$$\text{Resultado} = \text{Peso del indicador} * \text{Calificación correspondiente a la situación}$$

La calificación mínima es un 30 y se asigna en caso de que la Presión disminuya lo cual sucedería si ingresara menos agua sin tratar cada año. El comportamiento ideal que se busca es la reducción de las presiones y esto se vería reflejado en una baja calificación para dicho grupo de indicadores.

Por el contrario si se asigna un 100, es decir el total del peso del indicador, se estará indicando que la presión aumentó y el aporte del indicador a la suma global de las presiones será el mayor posible.

En síntesis las calificaciones asignadas buscan asignar un valor fácilmente entendible a los usuarios y se trabajó únicamente con la situación máxima (100), la estable (70) y la mínima (30).

Cabe aclarar que las presiones nunca serán cero por lo cual se busca establecer una calificación relativa que mida la reducción de las presiones con respecto a una situación ya existente.

Así, continuando con el ejemplo del indicador *Volumen de aguas residuales sin tratamiento que ingresan a través del río Villalobos al Lago de Amatitlán* se halló, en los datos consultados, que el caudal disminuyó tanto entre 2010 y 2011 como entre 2011 y 2012 de forma que la presión se redujo y por ende la calificación asignada en ambos períodos fue de 30. Otorgándole así solo una fracción del peso del indicador a la calificación global.

Ejemplificando:

$$\text{Resultado} = 0,202 * 30 = 6,06$$

La suma de este resultado para cada uno de los indicadores es el total final para los indicadores de Presión. En una situación ideal en donde todas las presiones se hayan logrado reducir con respecto a las del año anterior la calificación sería 30 y este es el valor mínimo para medir las Presiones. Por el contrario un escenario negativo se vislumbraría si entre un año y otro todos los indicadores de Presión aumentaron para dar como resultado un 100. Es decir las presiones estarían al máximo con respecto a las del año anterior.

En el caso de que no haya cambios el número 70 refleja precisamente una situación de estabilidad en el cual no hay cambios positivos ni negativos para las presiones medidas en la cuenca.

Se utilizó la misma forma de calificaciones para los indicadores de Estado y Respuesta. Lo cual quiere decir que el Estado menos favorable se reflejará en un total de 30, estable en 70 y mejorado en 100. Para el caso de las Respuestas de manera análoga: si las respuestas son menores que las de años anteriores la calificación mínima posible será un 30, si se mantiene iguales 70 y si mejoran tendrán un 100.

Una lista más detallada de estas posibles interpretaciones puede consultarse en el Manual de Uso y Guía de Interpretación del Sistema de Indicadores de AMSA (Apéndice 8).

CAPÍTULO VIII: Resultados

8.1. Presentación de los resultados

Los cuadros 18, 19 y 20 muestran la calificación final obtenida por cada indicador al multiplicar la fracción correspondiente del peso de su categoría por la calificación asignada según la evolución de la situación en el tiempo. Todos los resultados de cada indicador en forma individual se suman para dar un total en una calificación de 0 a 100.

Cuadro 18. Resultados finales para los indicadores de Presión*.

INDICADOR	Unidades	Resultado 2010-2011	Resultado 2011-2012
1. Basureros ilegales en la cuenca	basureros	2,743	2,743
2. Cantidad de basura dispuesta en basureros ilegales	toneladas	3,919	3,919
3. Sólidos sedimentables que ingresan a la laguna de retención	m3	15,201	15,201
4. Hectáreas de agricultura intensiva y pastos	hectáreas	3,168	3,168
5. Pesca anual	toneladas	0,502	1,172
6. Personas que extraen materiales de los ríos	personas	10,641	10,641
7. Caudal que es extraído del lago para generación de energía	m3/registro	1,172	1,172
8. Volumen de aguas residuales sin tratamiento que ingresan a través del río Villalobos al Lago de Amatitlán	m3	6,074	6,074
9. Características fisicoquímicas de las aguas residuales que ingresan al lago (datos del Villalobos)	Pendiente de especificar	20,246	20,246
10. Industrias que se ubican en la CLA	industrias	3,316	3,316

11. Densidad de Población en la cuenca	hab/km2	4,738	4,738
12. Producción de Desechos en la CLA	toneladas/día	3,919	3,919
TOTAL PRESION:		75,639	76,308

*El cuadro completo puede consultarse en el Apéndice 1

Cuadro 19. Resultados finales para los indicadores de Estado*.

INDICADOR	Unidades	Resultado 2010-2011	Resultado 2011-2012
1. Cota de lago	msnm	0,837	0,586
2. Convenios vigentes	convenios	0,829	0,829
3. Hectáreas reforestadas de años anteriores con mantenimiento	porcentaje	0,396	0,396
4. Hectáreas con prácticas de conservación de suelo y agua acumuladas en la CLA	has	0,396	0,396
5. Área reforestada acumulada en la CLA	has	0,396	0,396
6. Volumen de recarga acuífera en la CLA	porcentaje	0,566	0,566
7. Identificación y gestión de áreas para conservación de suelos	Hectáreas	0,396	0,396
8. Áreas detectadas como vulnerables en el cauce del río Villalobos	m2	10,641	15,201
9. Área azolvada visible dentro del lago	m2	10,641	15,201
10. Índice de Calidad del Agua ICA del Lago de Amatitlán	Pendiente de especificar	0,000	0,000
11. Índice de Estado Trófico IET	Pendiente de especificar	0,586	0,586
12. Volumen de AR domésticas tratadas en la CLA.	%	3,037	10,123

13. Desechos tratados en el vertedero controlado de AMSA	%	5,878	5,878
14. Área boscosa de la Cuenca del Lago de Amatitlán afectada por incendios forestales	Hectáreas	0,396	0,566
15. Bosque natural bajo manejo	porcentaje	0,566	0,566
16. Reforestación y consolidación de suelos	has	0,566	0,170
17. Población conectada a un sistema de tratamiento de aguas residuales	%	0,000	0,000
18. Población expuesta al contagio por consumo de agua del lago	Personas	0,829	0,829
19. Industrias en la cuenca que aplican un sistema de tratamiento de AR	%	7,086	7,086
20. Características microbiológicas del agua del lago	Coliformes totales	0,251	0,251
21. Porcentaje de remoción de nutrientes promedio en las PTAR	%	3,037	3,037
22. Profundidad promedio del lago	metros	0,251	0,586
23. Familias o población que depende económicamente de la pesca del lago	Personas	0,829	0,355
24. Familias o población que dependen en alguna medida económicamente del lago	Personas	0,829	0,829
25. Industrias en la cuenca que colaboran con la institución	%	0,000	0,000
26. Denuncias recibidas y presentadas por AMSA a otras instancias	denuncias	1,184	0,355
27.			
28. Municipios comprometidos con la labor de mejoramiento de la cuenca	%	1,184	1,184

29. Denuncias que tuvieron como resultado una acción legal	denuncias	1,184	0,000
30. Proporción del agua tratada en el río Villalobos	%	10,123	10,123
31. Población beneficiada indirectamente por la presencia de proyectos de AMSA	personas	0,000	0,000
32. Municipios que tienen acceso al servicio de disposición de residuos en el vertedero controlado del Km 22	%	4,115	4,115
TOTAL ESTADO		67,029	80,606

*El cuadro completo puede consultarse en el Apéndice 2

Cuadro 20. Resultados finales para los indicadores de Respuesta*.

INDICADOR	Unidades	Resultado 2010-2011	Resultado 2011-2012
1. Maestros capacitados	personas	0,729	0,729
2. Niños ECOCINE	personas	0,219	0,729
3. Personas involucradas en Huella Verde	personas	0,729	0,219
4. Personas cubiertas por el sistema de educación informal	personas	0,729	0,729
5. Personas abarcadas con campañas de sensibilización	personas	0,729	0,729
6. Hectáreas reforestadas con especies prioritarias	porcentaje	0,634	0,634
7. Plantas producidas en viveros de Manejo Forestal	Hectáreas	0,272	0,905
8. Sedimentos dragados en desembocadura	m3	2,280	2,280

9. Mantenimiento y mejoramiento en el cauce, taludes y laderas del río Villalobos	m2	2,280	2,280
10. Obras realizadas en el cauce del río Villalobos	m3	7,601	2,280
11. Compost fabricado a partir de ninfa	kg	0,000	0,000
12. Cosecha de plantas acuáticas para tratamiento terciario en la desembocadura	lbs	0,000	0,729
13. Volumen de AR tratada	m3	3,037	10,123
14. Extracción de sólidos de playas y espejo del lago	m3	0,502	0,502
15. Eficiencia del uso de la leña	has	0,905	0,272
16. Eliminación de basureros ilegales	basureros	0,000	0,000
17. Combate de incendios forestales	%	0,905	0,272
18. Monitoreo de la calidad del agua de los cuerpos hídricos e industrias	análisis	3,037	10,123
19. Rehabilitación de plantas de tratamiento de aguas residuales	m3	10,123	10,123
20. Asesorías e información brindada a comunidades o empresas sobre prevención en	Asesorías	0,000	0,729

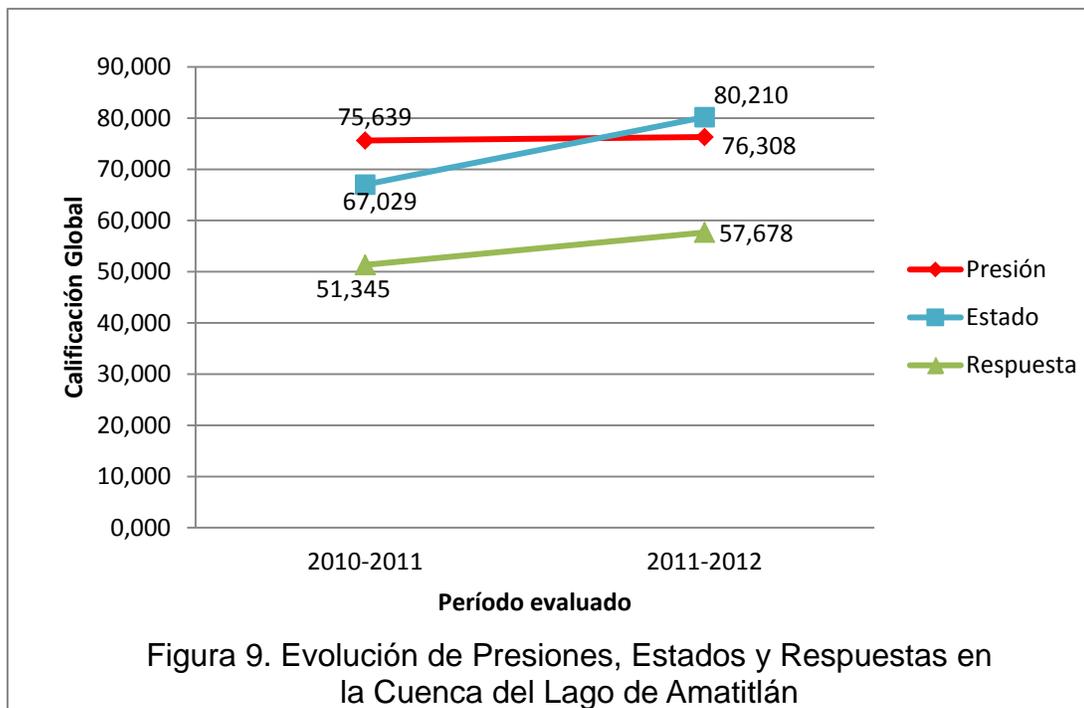
generación de AR			
21. Población expuesta concientizada en el adecuado uso del agua del lago	%	0,000	0,000
22. Repoblación con peces nativos anual	Alevines	0,000	0,000
23. Población beneficiada con el proyecto de realización de artesanías a partir de ninfa	Personas	0,000	0,729
24. Recarga de acuíferos	Hectáreas	0,634	0,634
25. Actividades realizadas para involucramiento de municipios	Actividades	0,000	0,000
26. Actividades realizadas con miras a incrementar la cooperación internacional y el intercambio de conocimientos	Actividades	0,000	0,729
27. Asesorías e información brindada a comunidades, municipios o empresas sobre prevención y manejo de los RSU	Asesorías	0,000	0,000
28. Proyectos programados en mejoramiento de tecnologías para tratamiento de RSU	Proyectos	5,878	4,115
29. Proyectos programados en mejoramiento de tecnologías para tratamiento de AR	Proyectos	10,123	7,086
TOTAL ESTADO:		51,345	57,678

*El cuadro completo se puede consultar en el Apéndice 3

El siguiente cuadro reúne los resultados para cada tipo de indicadores en los diferentes períodos evaluados. A partir de los mismos se construyó la gráfica mostrada en la Figura 9.

Cuadro 21. Resultados finales para los indicadores PER en la Cuenca del Lago de Amatitlán.

Período	Resultado		
	PRESIÓN	ESTADO	RESPUESTA
2010-2011	75,639	67,029	51,345
2011-2012	76,308	80,606	57,678



El Cuadro 22 y la Figura 10 muestran cuál fue el rendimiento para todos los indicadores de Estado y Respuesta, correspondientes a una categoría. Los indicadores de Presión no se incluyen puesto que en su caso un número alto refleja condiciones negativas.

Cuadro 22. Resultados Globales por Categoría

Categoría	Calificación	
	2010-2011	2011-2012
SIL	48,10	57,14
MF	79,17	70,00
OT	60,00	58,00
MDS	67,50	60,00
AR	61,25	83,75
LAGO	43,33	50,00

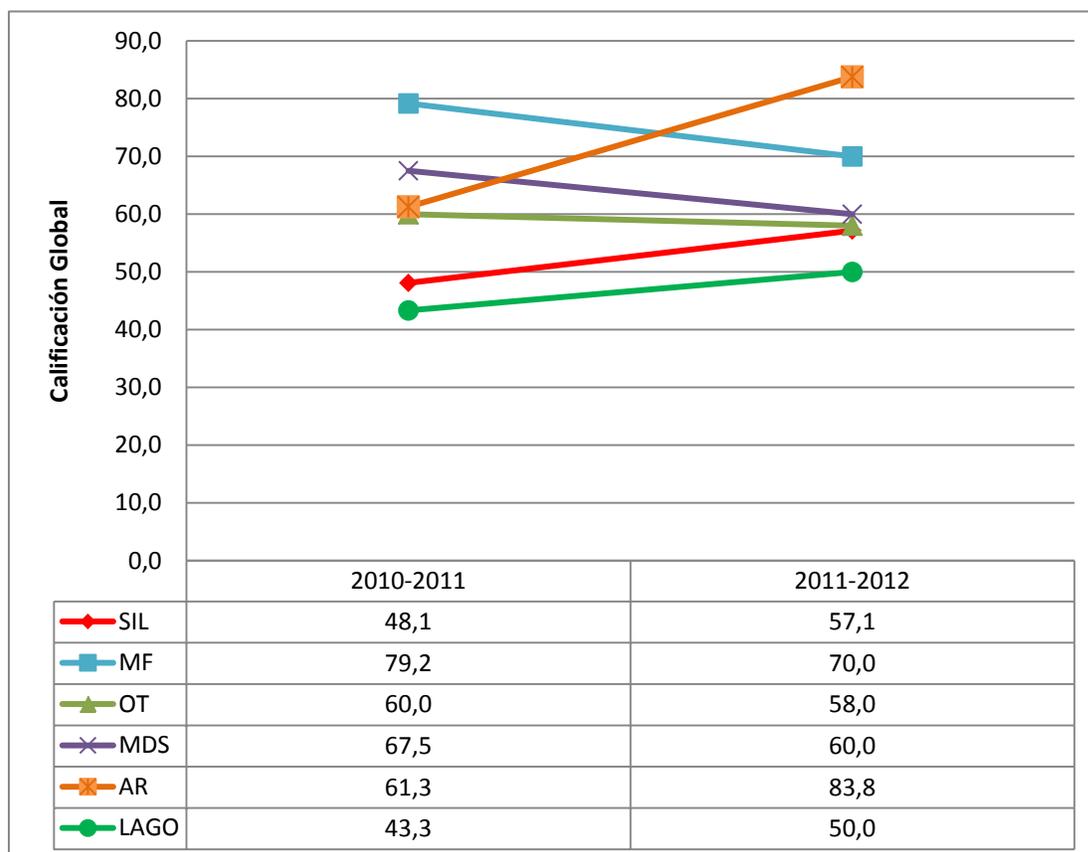


Figura 10. Calificaciones globales promedio por categoría de indicadores para los períodos 2010-2011 y 2011-2012

8.2 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos

8.2.1 Consideraciones para el análisis de resultados

La información recopilada para la construcción de la línea base y la obtención de la calificación global final tiene ciertas limitaciones y aspectos que deben considerarse para la adecuada interpretación de los resultados.

1. Para el caso de los siguientes indicadores de Estado:

- Índice de Calidad del Agua (ICA) del Lago de Amatitlán
- Índice de Estado Trófico (IET) del Lago de Amatitlán
- Índice de Calidad de Agua Residual (ICAR): Características fisicoquímicas de las aguas residuales que ingresan al lago (datos del Río Villalobos).

Los índices no están desarrollados. La creación de los mismos es una sugerencia de futuros trabajos que pueden ser desarrollados por estudiantes practicantes de licenciatura de la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos o de la División de Desechos Líquidos.

Es importante recalcar que si un índice de calidad de agua logra incluir dentro de su valor los aspectos referentes a calidad microbiológica del agua el indicador relacionado con este aspecto (Características Microbiológicas del Agua del Lago de Amatitlán) deberá ser eliminado y conservar únicamente el que lo abarque. De momento se emplea para las características microbiológicas los resultados de Coliformes Totales generados por la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos. En las muestras analizadas en cinco puntos del lago dos veces al año desde 2009 se encontró que el conteo de NMP era de órdenes de 10^5 o mayores (10^7 , 10^8) por Fermentación de Tubos Múltiples. Se considera que la norma internacional para el agua indica que un conteo de 50 000 NMP/100 mL de muestra es *“contaminación muy intensa que hace inaceptable el agua a menos que se*

recurra a tratamientos especiales y se emplea la fuente solo en casos extremos” (OMS, 1964).

Actualmente se está creando el ICA del Lago de Amatitlán como parte de un Ejercicio Profesional Supervisado de la Carrera de Acuicultura del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura de la Universidad San Carlos de Guatemala.

Los otros índices requieren un tratamiento estadístico de los datos existentes y pueden apoyarse en trabajos como los siguientes:

Propuesta Del Índice De Calidad Del Agua Residual Para El Distrito Federal Utilizando Un Modelo Aritmético Ponderado: Esta tesis de doctorado realizada por Pablo Flores Jacinto reúne todo el proceso matemático y elaboración de curvas, relacionado con la construcción de un índice de calidad de aguas residuales para determinar su potencial daño en la infraestructura de sistemas de tratamiento y alcantarillado. El índice desarrollado contempló los límites máximos permisibles en la descarga para la legislación mexicana y se adecuó a los tipos de aguas residuales que predominan en la zona del D.F. La referencia a esa tesis se detalla en el marco de referencias de este trabajo.

Índice de Estado Trófico: El índice de estado Trófico (IET) o TSI por sus siglas en inglés, fue creado por Carlson en 1977 y es uno de los más utilizados (Departamento de Ecología, Sección de Limnología, 2009). Este emplea valores medios anuales de profundidad Secchi, concentraciones de Fósforo Total (PT) y Clorofila *a*. Este índice reduce el estado trófico de un lago a un valor (en una escala de 0 a 100), y evita la subjetividad contenida por los términos oligotrófico, mesotrófico y eutrófico. Un valor del TSI inferior a 20 representa condiciones de ultraoligotrofia; entre 30 y 40, oligotróficas; entre 40 y 50, mesotróficas; en el rango entre 50 y 60, de eutrofia y por encima de 70, condiciones de hipereutrofia. Su trabajo puede ser consultado como sigue: Carlson, RE. 1977. *A trophic state index for lakes*. Limnol. Oceanogr. 22(2):361-369.

2. Un dato que no existe o cuya actualización no está disponible en este momento es un dato que no tiene peso y por lo tanto no participa en la evaluación inicial presentada. Al respecto Quiroga (2009) menciona que *“la calidad del sistema o primer conjunto de indicadores será tan alta como el más débil de los indicadores singulares”*. Por tal motivo aunque aparezca en la lista no tendrá peso asignado hasta que exista información referente al mismo. Su contribución en la calificación global es nula. Tal es el caso de los siguientes indicadores: Índice de Calidad del Agua (ICA) del Lago de Amatitlán, Población conectada a un sistema de tratamiento de aguas residuales, Población beneficiada indirectamente por la presencia de proyectos de AMSA.
3. Se asumió situaciones diferentes para otros casos como se describe a continuación:
 - Características fisicoquímicas de las aguas residuales que ingresan al lago (datos del Villalobos): Para este indicador se asumió el peor escenario, es decir se asigna la calificación más baja para el índice (30). Partiendo del hecho que se conoce la situación y se realizó un estudio en 2002 donde se determinó la calidad del agua del río en un punto previo a la entrada del lago y se concluyó que en horas pico aumentaba la carga contaminante, por lo cual se asocia este aumento también con el incremento de la población y de la industria. Este trabajo recomienda darle continuidad al estudio realizado sobre las cargas contaminantes en un año hidrológico para obtener resultados más continuos y tener más criterios para la toma de decisiones en pro del rescate del Lago de Amatitlán (García H., 2002). Esta recomendación puede ser abarcada con la construcción del índice de calidad de agua residual (ICAR) que se propone como indicador.
 - Hectáreas preparadas para reforestar: se asumió el peor escenario dado que no se tuvo acceso al dato para los años

2010 y 2011. Es decir se asumió una reducción de las hectáreas preparadas para reforestar en 2012, esto puede asumirse como parte del recorte presupuestario para la institución y la afectación que esto tuvo en las metas programadas en los POA.

- Áreas detectadas como vulnerables en el cauce del río Villalobos: se asumió el peor escenario, es decir se considera que las áreas detectadas como vulnerables se incrementaron en 2012 con respecto a los años 2011 y 2010. Esto si se considera el incremento de proyectos habitacionales, extracción de material, erosión e incremento de la población y descarga de ripio y escombros en los taludes.
- Índice de Estado Trófico: para este indicador se tomó la decisión de asumir que el escenario se mantenía igual para los años evaluados dado que se consultó los informes anuales de 2010 y 2011 de la División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos así como el informe de agosto de 2012. Se observó que el lago sigue manteniendo niveles similares de transparencia, clorofila y nitrógeno total y en algunos parámetros inclusive se perciben mejoras de manera que se asignó un 70 de nota al indicador.
- Remoción de nutrientes en las plantas de tratamiento de aguas residuales: Para este indicador se asumió debido a su tendencia el peor escenario pues las plantas de tratamiento pierden capacidad de remoción conforme deben tratar más caudal que aquel para el que fueron diseñadas debido a los problemas de conexiones ilegales o mezcla de aguas pluviales con residuales, situación que se expuso en la entrevista con el Ingeniero Estuardo López de la División de Desechos Líquidos.

4. El valor cero se asigna a aquellos indicadores para los que se demostró no hubo avance de ningún tipo en dicho año, es así por ejemplo para el indicador *Repoblación con peces nativos anual* pues no se ha realizado

ningún repoblamiento con especie nativas del lago en los años cubiertos por la evaluación. Igualmente para el caso de *Compost fabricado a partir de Ninfa*, aunque se fabrique actualmente no se mide de ninguna manera y no se tiene ninguna referencia de cuánta cantidad pueda ser por lo cual se toma como cero, pues no hay información.

La ausencia de información en los indicadores señala importantes vacíos, lo cual advierte a la institución de dicha carencia para que en el mediano plazo pueda estar disponible (Quiroga, R., 2009). Tal sería el caso de los índices faltantes mencionados y de la información que debiera generarse habitualmente pero de la que se tiene registros sólo de algunos años en forma aleatoria.

8.2.2 Análisis de las calificaciones globales obtenidas con el ejemplo de aplicación

Para fines de la ejemplificación del sistema creado se generó resultados a través del mismo con el fin de demostrar que es válido su uso y además esclarecer la incidencia de la labor de la institución.

Observando las calificaciones obtenidas en el grupo correspondiente a indicadores de Presión se encuentra que entre el período 2010-2011 y 2011-2012 (hasta el mes de agosto) las presiones han aumentado de un 75,639 a un 76,308. Estos números sugieren que existe estabilidad en el comportamiento entre años consecutivos. Pues si las calificaciones son predominantemente de 70 significa que las magnitudes de los indicadores se han mantenido en su mayoría iguales entre los años comparados. La ligera variación observada se justifica por la calificación asignada para la pesca anual, que se redujo entre 2010 y 2011 pero se mantuvo igual entre 2011 y 2012, pasando de tener un 30 a un 70. Se tiene aumentos además en las magnitudes reportadas para indicadores como: Sólidos sedimentables que ingresan a la laguna, cantidad de basura dispuesta en basureros ilegales, densidad de población y producción de desechos en la cuenca. Una reducción se observa (asignación de un 30 en ambos períodos evaluados) para la cantidad de aguas residuales que ingresan sin tratamiento al Lago de Amatitlán.

Aunque la pesca experimentó una reducción entre 2010 y 2011 se espera que se mantenga igual para el período 2011-2012 lo cual hace que el indicador se mantenga en la situación de no variar positiva ni negativamente entre ambos años, a ello se suma que el peso de los indicadores de la categoría LAGO sea menor por lo cual el aporte de la presión es más pequeño en este aspecto.

La variación si bien es ligera entre ambos períodos y refleja hasta cierto punto una similitud entre los años evaluados (pues ambos resultados se mantuvieron en un margen numérico similar), denota que hay situaciones cuya presión se mantiene en constante aumento y de no controlarse directamente podrían arrojar en un período futuro una calificación total de 100 para las presiones lo cual significaría que no hay reducción real de las mismas.

Resulta importante no solo analizar la calificación entre períodos sino la del período en sí, pues encierra la evolución de una magnitud entre dos años. Por ello aunque se tengan calificaciones de 70 que signifiquen números similares entre los dos años comparados debe agudizarse el análisis de aquellos indicadores que obtuvieron calificación 100 en ambos períodos, pues significa que aumentaron tanto entre el año 2010 y 2011 como entre el año 2011 y 2012. Es decir su presión sigue creciendo.

Sin embargo debe tenerse en cuenta que algunos indicadores de presión por su naturaleza tenderán a aumentar, tal es el caso de densidad poblacional en la cuenca o producción de desechos.

El aumento de las presiones no significa necesariamente una mala labor por parte de la institución, el resultado implica únicamente que hay que repuntar esfuerzos a áreas determinadas y que la institución debe prepararse para plantear soluciones a determinados problemas que van en incremento, siempre y cuando estén en su manejo.

Es evidente por ejemplo, que AMSA no tiene forma de controlar el aumento de la población en la cuenca pero es necesario que se conozca la suma de las presiones

en el territorio para conocer mejor el tipo de amenazas ambientales a las que se enfrenta.

La calificación global de Estado evolucionó de manera positiva entre un período y otro. Esto se debe a que hubo una reducción en las áreas detectadas como vulnerables a lo largo del cauce del río Villalobos y a que se trató un mayor porcentaje de aguas residuales con respecto a las que se producen en la cuenca. También se reportó una menor área visible azolvada en el lago, aspecto de la categoría OT que tiene un peso importante. La profundidad **promedio** del lago se redujo entre el período 2010-2011 de 18m a 15 m, pero se mantuvo igual (15m) para 2011-2012, lo cual repercute en que dicho indicador pase de tener una calificación 30 a un 70, beneficiando así la nota global.

El papel de AMSA como institución fiscalizadora va muy de la mano con la cantidad de denuncias que sean capaces de canalizar a las autoridades correspondientes de cada tema y las que puedan traducirse a un resultado legal concreto. El número de denuncias se vio fuertemente reducido entre 2011 y 2012 lo cual afectó negativamente la calificación, lo mismo sucedió con las respuestas legales efectivas brindadas a las situaciones planteadas, esto sin embargo no representó una afectación fuerte a la calificación global porque la categoría SIL tiene peso menor a aquellas categorías que sí presentaron progresos. Sin embargo debe advertirse que a menor cantidad de procesos legales menos posibles serán las respuestas y se detecta además mayor indiferencia a los problemas ambientales por parte de los habitantes.

La mejora de procesos legales o la aplicación de la ley sobre los entes contaminantes escapan del alcance de AMSA, pero el incumplimiento por parte de las instituciones responsables hace que éste sea un problema más con el que tiene que enfrentarse y por ende debe ser tomado en cuenta.

Analizándolo desde el punto de vista de la institución una baja en las denuncias canalizadas significa dos cosas: que no se está denunciando lo suficiente las acciones y actividades irregulares a nivel interno (la institución como denunciante) o

que AMSA ha perdido credibilidad a nivel de los pobladores para que estos acudan a ella y gestionen una denuncia sobre algún problema ambiental. Estos son estados que merecen atención.

La ejecución de medidas de mitigación, actividades y proyectos por parte de AMSA en respuesta a los problemas que enfrenta la cuenca, es decir indicadores de Respuesta presentó un aumento en su calificación variando de 51,34 a 57,67. El aumento se explica por varias medidas: un aumento en la cantidad de niños educados a través del proyecto Ecocine y de personas cubiertas por campañas de sensibilización y educación informal; una mejora en la producción de plantas para reforestación en viveros que experimentó una fuerte baja entre 2010-2011 pero se aumenta ligeramente entre 2011-2012; la incorporación de cosecha de plantas de ninfa para tratamiento terciario en el presente año es una respuesta más que se incluye pues se pasa de 0 libras a 1000 libras por día; un mayor volumen de agua residual tratada y un incremento en las obras de rehabilitación de infraestructura de plantas de tratamiento; y finalmente, el registro oficial de la cantidad de personas beneficiadas por la elaboración de artesanías a partir de ninfa que pasó de 0 a 20 personas entre ambos períodos.

Muchos de los otros indicadores se mantuvieron en su calificación porque experimentaron descensos entre un período y otro o porque se mantuvieron con el mismo valor.

Es importante recalcar que la categoría de indicadores con mayor peso es la de Aguas Residuales y por ende mejoras en la calificación de estos indicadores se traducen a importantes aumentos en la nota global. La categoría Social, Institucional y Legal es la que tiene menor peso y su aporte al puntaje global será significativo conforme se mejore la generación de información para los indicadores de la misma.

En la figura 9 es posible tener una visión simplificada del comportamiento de las presiones, estados y respuestas en los dos períodos evaluados. Es así como, entre el 2010-2011 y 2011-2012 se observa que las presiones han venido aumentando ligeramente. Al mismo tiempo se ha incrementado las respuestas y ello significa una

mejora en el Estado. Observando la tendencia de cada aspecto se puede afirmar que las respuestas deben incrementarse en el próximo período si no se desea un empeoramiento del Estado pues las Presiones continuarán creciendo.

Se puede calificar la labor de AMSA como una “al límite” de la situación, es decir, sus esfuerzos han hecho lo mínimo que se necesita para mantener una ligera estabilidad en la situación socioambiental de la cuenca. A partir de esto puede decirse que lo mínimo que se espera es que la línea de Estado se mantenga recta para el próximo período y la de Respuestas se incremente conforme se incrementen las presiones. Un decrecimiento del Estado a calificaciones globales menores que las obtenidas en el último período no debería suceder si se siguen aplicando las medidas correctas.

Es probable que las presiones en la CLA crezcan en un año de forma más rápida que las respuestas ejercidas por AMSA (se puede esperar una calificación más alta si aumentan presiones que hasta ahora se han reportado como estables) y esto significa que en poco tiempo la labor no será suficiente para los problemas enfrentados.

En un escenario ideal las respuestas deberían aumentar más que las presiones y ello contribuiría a una mejora directa en el Estado.

Analizando la teoría de Manejo de Cuencas Hidrográficas y los puntos expuestos por Dourojeanni (2004) AMSA se enfrenta a algunos de los motivos que reducen el éxito de sus funciones y le limitan en el alcance de logros significativos como lo son: el recorte presupuestario que ha sido brusco y reduce las dimensiones de los proyectos así como el personal con que se cuenta para realizarlos. Por otro lado AMSA tiende a sobrecargarse de responsabilidades a sabiendas de que solo debiera ser una institución fiscalizadora y asesora en el tema de manejo de los recursos y tecnologías, algunas responsabilidades que ha venido adquiriendo con el tiempo van más allá de sus atribuciones y complican el panorama pues generan dependencia a los municipios de su labor, tal es el caso de la administración de plantas de tratamiento y vertedero controlado que demandan gastos importantes y sobrepasan la capacidad administrativa de la institución. En algunas de las entrevistas realizadas

se evidenció que es urgente para AMSA delegar con el tiempo más responsabilidades a las municipalidades y encargarse solamente de velar por el buen caminar de dichas iniciativas.

La otra amenaza a la que se enfrenta la institución es la inestabilidad del personal, la cual depende de situaciones externas y es más difícil de controlar. Sin embargo este aspecto acarrea consigo otras situaciones como los son la pérdida de información, el cambio constante de procedimientos y la carencia de manuales con una permanencia más prolongada. Este hecho vulnera la capacidad técnica y en muchos casos hace que personas que participaron en el enriquecimiento de sus conocimientos en el extranjero no puedan aportar de forma significativa a la institución porque debieron irse en un corto plazo luego de acceder dichas oportunidades.

Se observó que la gestión administrativa de AMSA tiende a ser más la de un Plan de Rehabilitación, Protección y Conservación que la de un Plan de Manejo Integral. Sin embargo para que la forma de operar de AMSA pueda ser calificada totalmente como la de un Plan de Rehabilitación, Protección y Conservación debe fortalecer algunos puntos de los que se mencionan en el Cuadro 3.

Entre ellos están:

- a) en aspectos de evaluación conocer mejor las características socioeconómicas de sus habitantes y más específicamente la vulnerabilidad de quienes viven alrededor del lago pues en el tema de características biofísicas sí se cuenta con importante y completa información y
- b) mejorar las bases para sustentar los planes de protección. Es precisamente en ésta área donde los indicadores tienen un importante papel y donde se espera que la herramienta sugerida en este trabajo venga a significar un aporte.

Existe mucho que mejorar en la integración de otras instituciones al manejo de la cuenca del Lago de Amatitlán y un punto clave es fortalecer la cooperación del MAGA y el MARN, ministerios asociados a diferentes temas que se relacionan con la

cuenca y de los cuales se requiere un apoyo certero para impulsar proyectos, manejar información, castigar situaciones anómalas, entre otros. Cualquier avance en esta cooperación se verá reflejado en los indicadores de la categoría Social, Institucional y Legal.

El aspecto social debe ser sumamente fortalecido en la Institución pues en todos los indicadores de la categoría SIL se obtuvo calificaciones desfavorables (el promedio no superó los 60) ya sea por desconocimiento de la información o por que se observa un retroceso. Esto se refleja en la calificación promedio de los indicadores de la categoría que resultó ser un 48,10 para el período 2010-2011 y un 57,14 para el período 2011-2012. El incremento en el promedio de un período a otro se debe a un aumento en la cobertura de maestros en el programa de capacitación docente, niños en el programa Ecocine y personas abarcadas por el sistema de educación informal y campañas de sensibilización. Otro aspecto que contribuyó fue el número de asesorías y apoyo brindado por la División de Desechos Líquidos a proyectos de tratamiento de agua en comunidades o ajenos a la institución. Igualmente importante es el hecho de que se oficialice un registro a partir de 2012 de personas beneficiadas con la actividad de elaborar artesanías a partir de ninfa.

Importante es rescatar acá que AMSA, sin lugar a dudas realiza un aporte social pero que no está siendo debidamente medido, por lo cual los logros en esa área pasarán desapercibidos y no recibirán ningún mérito en el tema, de ahí la importancia de incorporar este tipo de indicadores más fuertemente.

Los esfuerzos en materia de Manejo Forestal se mantienen hasta cierto punto como suficientes pero se aprecia una baja entre el período 2010-2011 y 2011-2012 debido a la reducción de plantas producidas en el vivero, las hectáreas reforestadas y a la afectación directa del proyecto estufas ahorradoras de leña que no contó con recursos para el año 2012.

En el caso de Ordenamiento Territorial la baja se debe a la disminución de obras en el cauce del río Villalobos y el menor mantenimiento en taludes y laderas. La cantidad de sedimentos dragados en la desembocadura ha sido menor también

periodo con periodo. La razón principal de estas limitaciones es el recorte presupuestario. Es evidente que los esfuerzos deben encaminarse a reducir la principal presión que se enfrenta en esta materia la cual sigue siendo el aumento de sólidos que ingresan a la laguna de retención por lo que la prioridad debería ser el mantenimiento de la misma.

El aspecto relativo a manejo de desechos sólidos enfrenta también una baja debido a que entre un período y otro se han dedicado los esfuerzos al proyecto de ampliación y mejoramiento del actual vertedero por lo cual el número de proyectos se mantiene igual entre ambos períodos y esto no representa un aumento en la calificación final, por otro lado se está tratando más desechos año con año y eso mantiene calificaciones de 100 para dicha presión.

Las únicas áreas que han evolucionado positivamente han sido la de aguas residuales e indicadores directos del estado del lago. En el caso de la primera la mejoría en la calificación se debe a un incremento en el volumen de aguas residuales tratadas por las plantas de tratamiento administradas por AMSA y por ende un aumento en la proporción de aguas residuales tratadas con respecto a las producidas en la cuenca. Sin embargo debe interpretarse adecuadamente este aumento de volumen tratado ya que significa una baja en la eficiencia de tratamiento pues está excediendo la capacidad de las plantas. Mayor cantidad no sugiere precisamente mejor tratamiento.

Para el caso de los indicadores del lago se tiene que durante el año 2011 y lo que va del 2012 el nivel máximo del lago se ha mantenido similar por lo que esto representó una mejora en la calificación con respecto al período anterior. Un aumento reducción significativa en el nivel promedio es un comportamiento que requiere atención ya sea por el riesgo de inundaciones o por la pérdida de volumen del cuerpo de agua.

8.2.3 Análisis del sistema de indicadores desarrollado

Retomando la Hipótesis planteada al inicio del proyecto: Es posible desarrollar un sistema de indicadores sociambientales que permita determinar si los diferentes

proyectos e iniciativas desarrollados por AMSA tienen una incidencia positiva y significativa en las condiciones socioambientales de la cuenca y Lago de Amatitlán y contribuyen al cumplimiento del objetivo primordial de la institución: *“Generar acciones que frenen el proceso de degradación de los recursos naturales de la Cuenca y del Lago, a través del saneamiento de la misma y mejorando la calidad de vida de sus habitantes.”*

Se puede decir, al respecto de la herramienta creada, que permitió concluir sobre la labor de la institución en la cuenca de la siguiente manera: los proyectos realizados por AMSA tiene una incidencia positiva pero no significativa en las condiciones socioambientales de la cuenca.

Ampliando esta afirmación se indica que sí hay esfuerzos, y los mismos son válidos pero las presiones pueden llegar a superarlos en poco tiempo. Como se evidenció, se necesita reforzar mucho el aporte social y estudio del mismo para verificar que en realidad se da una mejora a la calidad de vida de los habitantes. En cuanto al proceso de degradación de los recursos naturales la labor ha logrado que se mantenga un límite pero no está de momento produciendo un retroceso de acuerdo a las presiones ejercidas por lo que sí se puede hablar de una especie de freno, pero el mismo llegará a ser insuficiente conforme se sigan experimentando aumentos en las presiones.

Gill mencionaba en su trabajo (2004) que *“el trabajo que realiza AMSA no contribuye directa y significativamente a la reducción de la pobreza, debido a que el alcance de sus planes, programas y proyectos es mínimo con respecto de la magnitud tanto de la crisis ecológica y ambiental del lago como la del fenómeno de la pobreza. Su función informativa-divulgativa, no resulta ser tan efectiva pues no logra llegar a la mayor parte de la población ubicada en la cuenca del lago”*.

A través de la herramienta creada en este trabajo se ha podido demostrar que la contribución de AMSA no es nula ni negativa, y que en su ausencia el panorama de la situación del lago y la cuenca sería mucho más grave. Sin embargo sí se deja en

evidencia a través de las calificaciones obtenidas que la labor debe enfocarse a puntos clave para evitar alcanzar un límite que no pueda ser sostenido por un período más prolongado.

Se demostró que es posible crear una herramienta de fácil uso que conglomere toda la información de interés para una institución y le asigne una nota global a las situaciones tras combinar diferentes métodos teóricos y matemáticos, en este caso el modelo PER y el AHP para la asignación de pesos.

Anterior a este trabajo AMSA no contaba con una herramienta que le permitiera manejar toda la información de manera simultánea y que a su vez le brindara una nota a su labor dándole una idea de sus logros y aspectos negativos. Se había hecho numerosas observaciones de carácter administrativo y muchas críticas a su papel sin contar con información numérica, de manera que las opiniones y juicios emitidos resultaban meramente cualitativos.

El uso continuo de la herramienta creada permitirá un mayor orden y control de los numerosos datos que se generan en la institución. Al presentar esta propuesta a las autoridades de AMSA se obtuvo comentarios positivos sobre la iniciativa y fue posible coordinar un par de reuniones con las personas que utilizarán el sistema directamente a fin de que comprendieran su fundamento, su forma de uso y su importancia.

Independientemente de si los resultados generados a través del ejemplo de aplicación varíen o no cuando sean actualizados con los datos reportados como definitivos para el final del año 2012 (ya que se trabajó con algunos datos hasta agosto de dicho año); se debe tener en cuenta que el sistema diseñado es un aporte significativo para el seguimiento y medición de alcances de la institución con respecto a una realidad objetiva de la situación de la cuenca en diferentes dimensiones.

La herramienta creada tiene la facilidad de ser entendible para muchos públicos: políticos, periodistas, empresarios, educadores, población en general. Y permite que todos visualicen el escenario actual.

Ante la realización de un proyecto AMSA puede estimar las metas que el mismo abarque consigo y dichos datos pueden introducirse en el sistema para observar cómo variarían las calificaciones en ese futuro escenario, otorgando así una idea de cómo mejoraría la respuesta institucional en función de ciertas presiones que existen en la cuenca.

En definitiva, fue posible crear una escala que midiera el papel de una institución en el mejoramiento de una cuenca y que diera una idea real de cuánta incidencia tienen sus proyectos sin magnificar los logros alcanzados o restar importancia a los problemas que se enfrentan.

Evidentemente, como todo sistema de evaluación, tiene sus deficiencias, como el hecho de ser comparativo (es decir requerir información de dos períodos para poder generar resultados) y conmensuralista. Más detalles sobre las ventajas y desventajas del sistema creado puede consultarse en el Manual de uso y Guía de Interpretación disponible en el Apéndice 8.

Fue posible en el desarrollo de este trabajo tener reuniones con la persona encargada de la actualización y fiscalización de los datos en la división de Evaluación y Seguimiento. Estas reuniones permitieron explicar de forma detallada los fundamentos del sistema, el origen de los pesos de cada categoría y la forma de usar el sistema creado. Además se recibió importantes críticas constructivas para que el uso de las hojas de Excel fuera más sencillo. Muchas de las dudas allí planteadas se abarcaron ampliamente en el Manual y Guía de Interpretación redactado para el Sistema de Indicadores creado.

Se sugirió además como proyectos futuros para practicantes en el tema ambiental la capacitación del personal en la elaboración de indicadores y la explicación del adecuado uso de los mismos, es decir las labores correspondientes para proceder a la institucionalización del sistema de la cual se hace mención en la sección Alcance de la Investigación indicando que no es cubierta por este trabajo, por lo que queda la oportunidad de desarrollar dicha etapa como es debido.

CAPÍTULO IX: Conclusiones y recomendaciones

9.1. Conclusiones

9.1.1 Al respecto del sistema de indicadores desarrollado

- Se logró crear un sistema de indicadores socioambientales que asignó pesos debidamente justificados a cada una de las categorías de indicadores que lo conformaron y que además representó en una escala de fácil interpretación (empleando una calificación global) las variaciones por períodos de las Presiones, Estados y Respuestas de mayor interés en la labor de una institución dedicada al manejo de una cuenca hidrográfica.
- La gran dimensión que implica el manejo de problemas socioambientales suele dificultar mucho la visualización de situaciones complejas y la medición de su realidad. Sin embargo, con este trabajo se logró demostrar que es posible combinar diferentes métodos (matemático y teórico) para asignar una representación numérica válida a situaciones ambientales de gran complejidad. En este caso se logró complementar exitosamente el método teórico de elaboración de indicadores PER (Presión, Estado y Respuesta) con el método matemático AHP (Proceso de Análisis Jerárquico) para asignar pesos según la importancia de las dimensiones de un problema y dar una calificación global a las situaciones de interés.
- La herramienta desarrollada permitió conocer en qué medida se mitiga problemas socioambientales en la cuenca y tiene la capacidad de ser adaptada a diferentes situaciones en las que se desee medir evoluciones de forma global. La idea es funcional siempre que se deseen medir Presiones, Estados y Respuestas para una situación específica y se construya una jerarquía adaptada al problema que se desea analizar.

- El sistema creado tiene la posibilidad de ser empleado tanto para escenarios reales (con datos definitivos de cierre de año) como futuros. Introduciendo datos de metas estimadas acorde a lo programación para cierto período es posible determinar su aporte y su incidencia antes de haberlas alcanzado.
- La ausencia de datos en un indicador no supone el colapso del sistema. Si por algún motivo no es posible actualizar la información correspondiente a un indicador, este puede ser retirado para que no aporte a la calificación global y la misma siga siendo válida.
- Se determinó para fines de la elaboración de los indicadores que aquellos aspectos socioambientales de mayor interés para la toma de decisiones son los que involucran el mejoramiento del estado del lago a mediano y largo plazo teniendo particular importancia el manejo de aguas residuales y sedimentos. Estos aspectos fueron los que obtuvieron mayor peso tras la asignación de juicios en las matrices del proceso de análisis jerárquico, quedando justificada su importancia matemáticamente y no sólo de forma teórica como solía respaldarse anteriormente.
- El listado de indicadores socioambientales creado dentro del marco PER permitió, en efecto, evaluar los temas en los que la institución desarrolla proyectos otorgando resultados globales para múltiples labores.

9.1.2 Al respecto del ejemplo de aplicación del sistema y la labor de AMSA

- La labor de AMSA ha permitido, en los períodos analizados, una estabilidad del Estado de la Cuenca de acuerdo a las Presiones recibidas. Dicha estabilidad no garantiza sin embargo una condición de retroceso en la degradación del lago y la cuenca, sino que supone una ralentización o freno a los procesos contaminantes que se enfrentan.

- Las acciones y proyectos que maneja la institución no son nulos o negativos para el Estado del lago y la cuenca como se ha afirmado en algunas ocasiones. Se demostró que en efecto producen cambios positivos en la situación de la misma mientras se mantengan las Presiones relativamente invariables.
- El tipo de gestión realizada por AMSA corresponde a la de un Plan de Rehabilitación, Protección y Conservación siendo inapropiado el uso del término Plan de Manejo Integral, este aspecto es importante considerarlo en la teoría para la toma de decisiones.
- La contribución social de AMSA debe ser monitoreada. La falta de información en este aspecto impide que se pueda medir el verdadero aporte que se realiza en mejoramiento de calidad de vida de la población y descuenta estos esfuerzos a los logros reales alcanzados.
- Las presiones en la cuenca aumentan de forma constante y se llegará a un punto en que el Estado se desestabilice por ser insuficientes las respuestas a menos que se dirijan los esfuerzos a puntos críticos como las aguas residuales y remoción de sedimentos, que son las áreas con mayor importancia según los pesos asignados.

9.2. Recomendaciones

Existe en AMSA una fuerte necesidad de crear una división encargada de asuntos sociales, que genere información en dicho campo y además monitoree la situación de las poblaciones de la cuenca en diferentes aspectos de interés como: población beneficiada, situación socioeconómica, necesidades más urgentes, exposición a amenazas de determinado tipo. Mucha de la información social no es totalmente acorde a la situación de la CLA porque es generada a niveles organizativos mayores (INE). Por otro lado ello evitaría que existiera sobrecarga de atribuciones en las demás divisiones, que se encargarían de manejar la parte técnica pero acudirían a la división de Aspectos Sociales en caso de requerir cierta información más relacionada con las comunidades aledañas a un determinado proyecto. La División de Aspectos Sociales contendría dentro de sus áreas de trabajo a la persona encargada de

Comunicación Social y Relaciones Públicas pero abarcaría además personas dedicadas a la labor de realizar encuestas, entrevistas, estudios sociológicos etc. Temas que no son abarcados completamente por las divisiones más sociales como Relaciones Interinstitucionales, Relaciones Públicas o Educación Ambiental.

Los pesos asignados dentro de las matrices de evaluación multicriterio (MEM) con el método AHP pueden ser modificados mediante un análisis grupal detallado que involucre la participación de expertos de cada una de las divisiones a fin de mejorar las evaluaciones sometidas a criterio experto en cada una de las alternativas evaluadas. Para ello se recomienda aprovechar las reuniones semanales de Jefes de División para que se haga una reunión o series de reuniones específicamente dedicadas al tema de asignación de pesos en las matrices.

Se debe divulgar la información generada a través de este tipo de trabajo en la página web de la institución en el enlace de Acceso a la Información Pública para que pueda ser consultado el quehacer de AMSA y los cambios que se tienen a nivel de cuenca de acuerdo a su intervención.

La creación de indicadores socioambientales deberá estar fundamentada en generar información que abarque los campos de acción de la institución por lo que no se recomienda incluir indicadores que estén fuera de las categorías manejadas: Manejo Forestal, Manejo de Desechos Sólidos, Aguas Residuales, Ordenamiento Territorial, Social, Institucional y Legal y Lago. El agregar nuevas categorías a las matrices supondría cambios muy grandes en el actual sistema de matrices para asignación de pesos y sólo sería posible si se rediseñaran las mismas a cargo de una persona con conocimiento en el tema.

Se recomienda la aplicación de este tipo de evaluación anualmente para contar con un mayor escenario de comparación y variaciones entre las Presiones, Estados y Respuestas. Sin embargo la comparación puede realizarse en períodos más breves (mensuales) para observar una evolución más puntual o; más distanciados, por ejemplo de 4 o 5 años, si se deseara observar una evolución más marcada en las condiciones. Para dicho caso la comparación debe ser directa entre los años o

meses elegidos, por ejemplo: período 2010-2015, al igual que si se deseara comparar 2011-2012, u octubre de 2013 con respecto a marzo de 2013, si hubo un evento o acción relevante en algún mes.

Se recomienda que la División de Educación Ambiental incluya en los contenidos de su programa de capacitación comunitaria la difusión de conocimientos y buenas prácticas en cuanto al manejo, uso, consumo y exposición al agua del Lago de Amatitlán pues esta información mejoraría directamente la calidad de vida de las personas y complementa de forma importante el tema de sensibilización con respecto a la situación del lago. Estos esfuerzos se verán además reflejados en un indicador.

X Marco de referencias

- Aguirre, M. (2001). Los sistemas de indicadores ambientales y su papel en la integración del medio ambiente. Sitio del Colegio de Ingenieros en Caminos, Canales y Puertos. Recuperado desde http://www.ciccp.es/webantigua/icitema/Comunicaciones/Tomo_II/T2p1231.pdf
- Autoridad para el Manejo sustentable de la cuenca y del Lago de Amatitlán. Actualización indicadores para evaluación del avance de implementación PSMAA versión 2011. (2011, Diciembre). Guatemala: AMSA
- Autoridad para el Manejo sustentable de la cuenca y del Lago de Amatitlán. (2011a). *IV Informe Institucional Ejercicio Fiscal 2011*. Guatemala: Autoridad para el Manejo sustentable de la cuenca y lago de Amatitlán.
- Autoridad para el Manejo sustentable de la cuenca y del Lago de Amatitlán. (2011b). *Memoria de Labores 2009 - 2012*. Guatemala: AMSA.
- Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán AMSA. (2003). Plan de Manejo Integrado de la Cuenca y Lago de Amatitlán. Guatemala: AMSA.
- Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán AMSA. (2010, Junio). Plan Operativo Anual Ejercicio Fiscal 2011. Guatemala: AMSA.
- Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán AMSA. (2011, Junio). Plan Operativo Anual Ejercicio Fiscal 2012. Guatemala: AMSA.
- Barr, J. (2007, Noviembre 15). Los reportes del estado del ambiente con base en indicadores ambientales: un puente entre la política pública y la ciencia. Instituto Nacional de Ecología. Recuperado desde <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/507/cap11.html>
- CATIE. (1986). *Seminario-taller Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas*. Proyecto Regional de Manejo de Cuencas. San José, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza. Recuperado desde <http://books.google.com.gt/books?id=PBwPAQAIAAJ&printsec=frontcover&dq=manejo+integrado+de+cuencas+hidrograficas&source=bl&ots=mna9ESXKOt&sig=3KAeUvNv-oTcGUEgb0doQEhv0rs&hl=es&sa=X&ei=mZ0qUO28CYG-9QTItIHgDw&ved=0CDQQ6AEwAQ#v=onepage&q&f=false>
- Cetino, I. (2001). *Propuesta de un modelo de planeación estratégica para la administración eficiente y eficaz de la cuenca y del lago de Amatitlán* (Licenciatura). Universidad Mariano Galvez de Guatemala, Guatemala. Recuperado desde <http://biblioteca.umg.edu.gt/digital/14822.pdf>
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (2008). Adaptación del modelo Presión Estado Respuesta para el seguimiento y evaluación del proyecto "Protección y rehabilitación de la microcuenca del río Jamundi en los Andes Colombianos". Colombia:

Departamento Nacional de Planeación. Recuperado desde:
http://www.rimisp.org/FCKeditor/UserFiles/File/documentos/docs/pdf/propuesta8_colombia.pdf

CSIRO. (1999, enero). A guidebook to environmental indicators. *A guidebook to environmental indicators*. Recuperado desde
<http://www.csiro.au/csiro/envind/code/pages/08.htm>

Departamento de Ecología, Sección de Limnología. (2009, Febrero 20). Evaluación del estado trófico de los embalses Canelón Grande y Paso Severino. Universidad de la República de Uruguay. Recuperado desde
<http://limno.fcien.edu.uy/pdf/informes/EstadoTrophicodeEmbalsesPSeverinoyCanelonGrande.pdf>

División de Educación Ambiental AMSA. (2012, Marzo). Informe Anual 2011: Educación Ambiental y Concientización Ciudadana. Guatemala.

División de Limpieza del Lago AMSA. (2012, Marzo). Informe Ejecutivo de Limpieza del Lago 2011. Guatemala.

Dourojeanni, A. (2004, Junio 21). *Manejo Integral de Aguas por cuencas: Una forma de gobernabilidad*. Chile. Recuperado desde
http://www.ine.gob.mx/descargas/cuencas/manejo_integral_cuencas.pdf

El Proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores : aplicación en la selección del proveedor para la Empresa Gráfica Comercial MyE S.R.L. (n.d.). Recuperado Octubre 2, 2012, from
http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/monografias/Basic/toskano_hg/contenido.htm

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations. (sin fecha). Pressure-State-Response Framework and Environmental Indicators. Official Website FAO. Recuperado desde
<http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/lead/toolbox/Refer/EnvIndi.htm>

Fernández, E., García, M., & Villaroya, F. (2005). Seguimiento y control de la restauración de humedales mediante técnicas de recarga artificial de acuíferos a partir del diseño de un sistema de indicadores medioambientales. *Revista Tecnología y Desarrollo*, Escuela Politécnica Superior. Universidad Alfonso X el Sabio, 3. Recuperado desde
http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECEOC05_003.pdf

Fernández-Vítora, V. C. (2009). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Mundi-Prensa Libros.

Flores, P. (2009). *Propuesta del índice de calidad del agua residual para el distrito federal, utilizando un modelo aritmético ponderado*. (Maestría en Ingeniería Ambiental). Instituto Politécnico Nacional, México. Recuperado desde
<http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/5723/P%20A%20B%20L%20O%20F%20L%20O%20R%20E%20S%20J%20A%20C%20I%20N%20T%20O.pdf?sequence=1>

García H. (2002). *Cuantificación de la calidad del agua del río Villalobos en época seca y lluviosa en un periodo de 24 horas 2 veces al mes en un punto previo a la entrada al lago de Amatitlán*. (Maestría en recursos hidráulicos). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Gattenlöhner, Hammerl-Resch, & Jantschke (Eds.). (2004). *Restauración de Humedales: Manejo Sostenible de Humedales y Lagos Someros*. Radolfzell, Alemania: Global Nature Fund (GNF). Recuperado desde <http://www.globalnature.org/bausteine.net/file/showfile.aspx?downaid=6081&domid=1011&fd=2>

Gill, I. (2004). *Instituciones, Organizaciones Sociales y Pobreza en Áreas Precarias (Ribera del Lago en el Municipio de Amatitlán-Guatemala)*. Recuperado desde http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/28/28_0234.pdf

Guttman, E., Zorro, C., Cuervo, A., & Ramírez, J. (2004). *Diseño de un sistema de indicadores socioambientales para el distrito capital de Bogotá*. Colombia: Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL. Recuperado desde <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/6/21306/lcl2102e.pdf>

Índice de calidad del agua. (n.d.). Recuperado September 25, 2012, from http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas_2000/compendio_2000/03dim_ambiental/03_02_Agua/data_agua/RecuadroIII.2.2.2.htm

Índices de calidad de las aguas. (n.d.). Recuperado September 25, 2012, from <http://www.miliarium.com/prontuario/Indices/IndicesCalidadAgua.htm#ICG>

Informe consolidado de seguimiento Enero-Diciembre 2011 Ejecución de servicios beneficiados por el Fondo Sectorial de Ambiente y Agua -FSAA-. (2011, diciembre).

Instituto de Incidencia Ambiental. (2003). *Generación y manejo de Desechos Sólidos en Guatemala* (Técnico No. 4). Perfil Ambiental Guatemala (p. 55). Guatemala: Universidad Rafael Landívar. Recuperado desde [http://www.infoiarna.org.gt/media/file/areas/desechos/documentos/nac/\(11\)%20desechos%20solidos%20en%20guatemala.pdf](http://www.infoiarna.org.gt/media/file/areas/desechos/documentos/nac/(11)%20desechos%20solidos%20en%20guatemala.pdf)

Marco de Referencia Presión - Estado - Respuesta: Componentes Básicos. (n.d.). FAO. Recuperado desde <http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/lead/toolbox/Refer/EnvIndi.htm#psr>

Márquez, H. (1999). *Métodos Matemáticos de Evaluación de Factores de Riesgo para el Patrimonio Arqueológico*. Recuperado desde dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/176653.pdf

Maurtua, D. (2006). *Criterios de Selección de Personal mediante el uso del proceso de análisis jerárquico. Aplicación en la selección de personal para la Empresa Exotic Foods S.A.C* (Licenciatura). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Recuperado desde http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/monografias/basic/maurtua_od/cap4.pdf

- Metodología para la construcción de indicadores y la definición de un sistema de seguimiento y evaluación para el Plan Sectorial Multianual Ambiente y Agua.* (2010). Manual de la Gestión Orientada a Resultados: La experiencia del Sector Ambiente y Agua (Vols. 1-7, Vol. 3). Guatemala: Gobierno de Guatemala.
- OECD Organization for Economic Cooperation and Development. (1993). *Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews*. Environment Monographs (OECD.). París: OECD. Recuperado desde <http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/lead/toolbox/Refer/gd93179.pdf>
- OMS. (1964). *Normas Internacionales para el Agua*. 2da. Ginebra, Suiza.: Organización Mundial de la Salud.
- Pape Yalibat, E., & Ixcot, L. (1998). *Economía Ambiental y Desarrollo Sostenible: Valoración Económica del Lago de Amatitlán* (FLACSO Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.). Guatemala. Recuperado desde <http://www2.ine.gov.mx/publicaciones/libros/286/pape.html>
- Pintér, L., Zahedi, K., & Cressman, D. (n.d.). *Capacity Building for Integrated Environmental Assessment and Reporting*.
- Política centroamericana para la conservación y uso racional de los humedales. (n.d.). Recuperado desde eco-book.net/action/file/download?file_guid=626
- Política de Desarrollo Social y Población. (n.d.). Recuperado desde http://www.segeplan.gob.gt/downloads/clearinghouse/politicas_publicas/Transversales/Pol%C3%ADtica%20Desarrollo%20Social%20y%20Poblaci%C3%B3n.pdf
- Política Nacional de Educación Ambiental. (n.d.). Recuperado desde http://www.marn.gob.gt/documentos/politicas/politica_educacion_ambienta_politicas.pdf
- Política Nacional de Manejo de Desechos Sólidos. (n.d.). Recuperado desde http://www.segeplan.gob.gt/2.0/index.php?option=com_remository&Itemid=274&func=startdown&id=225
- Política Nacional Forestal. (n.d.). Recuperado desde http://www.segeplan.gob.gt/downloads/clearinghouse/politicas_publicas/Recursos%20Naturales/Politica%20Forestal%20de%20Guatemala.pdf
- Quevedo, Y. (2007, Octubre 18). Los indicadores presión – estado – respuestas (PER) para la medición del desarrollo sostenible. *Gestiopolis*. Gestión de Negocios. Recuperado desde <http://www.gestiopolis.com/otro/indicadores-de-medicion-del-desarrollo-sostenible.htm>
- Quiroga, R. (2009). *Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe*. Manuales (CEPAL.). Santiago, Chile: Naciones Unidas. Recuperado desde <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/1/37231/LCL3021e.pdf>

- Ramírez María, A. (2007). *EL PROCESO DE ANALISIS JERARQUICO CON BASE EN FUNCIONES DE PRODUCCION PARA PLANEAR LA SIEMBRA DE MAIZ DE TEMPORAL* (Doctorado). INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRICOLAS, México. Recuperado desde <http://www.eumed.net/tesis/2008/amr/Proceso%20de%20Analisis%20Jerarquico.htm>
- Ramsar. (2007). *Manejo de cuencas hidrográficas: Integración de la conservación y del uso racional de los humedales en el manejo de las cuencas hidrográficas*. Manuales para el uso racional de los humedales (3rd ed., Vol. 7). Gland, Suiza: Secretaría de la Convención de Ramsar. Recuperado desde http://www.ramsar.org/pdf/lib/lib_handbooks2006_s07.pdf
- Roche, H., & Viejo, C. (2005). Análisis Multicriterio en la toma de decisiones. Recuperado desde <http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catmetad/material/MdA-Scoring-AHP.pdf>
- Taller para la definición de estrategias metodológicas para la restauración del lago de Amatitlán*. (2012, June 4). Taller, Guatemala.
- Toskano, G. (2005). *El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores*. (Licenciatura). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Recuperado desde http://ateneo.unmsm.edu.pe/ateneo/bitstream/123456789/2404/1/Toskano_Hurtado_G%C3%A9rard_Bruno_2005.pdf
- UNEP United Nations Environment Programme. (2006). *Environmental Indicator for North America*. (Cheryl Johnstone, Ed.). Nairobi, Kenya. Recuperado desde http://na.unep.net/siouxfalls/publications/NA_Indicators/NA-Indicators-Intro&Chapter1.pdf

XI Apéndices

Apéndice 1 Tabla completa de resultados finales para los indicadores de Presión

Categoría	Peso correspondiente a la categoría	Cantidad de indicadores presentes por categoría	Peso de cada indicador
MF	0,0453	1	0,045
AR	0,4049	2	0,202
MDS	0,1176	3	0,039
LAGO	0,0335	2	0,017
OT	0,3040	2	0,152
SIL	0,0948	2	0,047

El color amarillo indica campos que deberán ser actualizados en el mediano plazo

INDICADOR	Unidades	Categoría	Magnitud 2010	Magnitud 2011	Magnitud 2012	Peso del Indicador	Situación	Calificación Correspondiente a la Situación	Calificación 2010-2011	Resultado 2010-2011	Calificación 2011-2012	Resultado 2011-2012
Basureros ilegales en la cuenca	basureros	MDS	170	170	170	0,039	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	70	2,743	70	2,743
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100				
Cantidad de basura dispuesta en basureros ilegales	toneladas	MDS	429092	683963	693550	0,039	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	100	3,919	100	3,919
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100				
Sólidos sedimentables que ingresan a la laguna de retención	m3	OT	849846	849846	1600000	0,152	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	100	15,201	100	15,201
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100				
Hectáreas de agricultura intensiva y pastos	hectáreas	MF	122,24	122,24	122,24	0,045	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	70	3,168	70	3,168
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100				
Pesca anual	toneladas	LAGO	89	48	48	0,017	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	30	0,502	70	1,172
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100				
Personas que extraen materiales de los ríos	personas	OT	315	315	315	0,152	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	70	10,641	70	10,641
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100				
Caudal que es extraído del lago para generación de energía	m3/registro	LAGO	47304000	47304000	47304000	0,017	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	70	1,172	70	1,172
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100				
Volumen de aguas residuales sin tratamiento que ingresan a través del río Villalobos al Lago de Amatitlán	m3	AR	123463440	67960080	39742963	0,202	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	30	6,074	30	6,074
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100				
Características fisicoquímicas de las aguas residuales que ingresan al lago (datos del Villalobos)	Pendiente de especificar	AR	0	1	2	0,202	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	100	20,246	100	20,246
			El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30								
			El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100								
Industrias que se ubican en la CLA	industrias	SIL	900	900	900	0,047	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	70	3,316	70	3,316
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100				
Densidad de Población en la cuenca	hab/km2	SIL	6687	6785	6880	0,047	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	100	4,738	100	4,738
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100				
Producción de Desechos en la CLA	toneladas/día	MDS	1861	1889	1915	0,039	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	100	3,919	100	3,919
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100				
TOTAL PRESION:										75,639	76,308	

Apéndice 2 Tabla completa de resultados finales para los indicadores de Estado

Categoría	Peso correspondiente a la categoría	Cantidad de indicadores presentes por categoría	Peso de cada indicador
MF	0,0453	8	0,006
AR	0,4049	4	0,101
MDS	0,1176	2	0,059
LAGO	0,0335	4	0,008
OT	0,3040	2	0,152
SIL	0,0948	8	0,012

El color amarillo indica campos que deberán ser actualizados en el mediano plazo

INDICADOR	Unidades	Categoría	Magnitud 2010	Magnitud 2011	Magnitud 2012	Peso del indicador	Situación	Calificación correspondiente a la situación	Calificación 2010-2011	Resultado 2010-2011	Calificación 2011-2012	Resultado 2011-2012
Cota de lago	msnm	LAGO	1188,5	1188,5	1189,5	0,008	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	100	100,000	0,837	70,000	0,586
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	70				
Convenios vigentes	convenios	SIL	34	34	34	0,012	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	70,000	0,829	70,000	0,829
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100				
Hectáreas reforestadas de años anteriores con mantenimiento	porcentaje	MF	55	55	55	0,006	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	70,000	0,396	70,000	0,396
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100				
Hectáreas con prácticas de conservación de suelo y agua acumuladas en la CLA	has	MF	33,33	33,33	33,33	0,006	El valor aumentó con respecto al dato reportado en el registro anterior	100	70,000	0,396	70,000	0,396
							El valor se mantuvo igual con respecto al dato reportado en el registro anterior	70				
							El valor se redujo con respecto al dato reportado en el registro anterior	30				
Área reforestada acumulada en la CLA	has	MF	66,67	66,67	66,67	0,006	El valor aumentó con respecto al dato reportado en el registro anterior	100	70,000	0,396	70,000	0,396
							El valor se mantuvo igual con respecto al dato reportado en el registro anterior	70				
							El valor se redujo con respecto al dato reportado en el registro anterior	30				
Volumen de recarga acuifera en la CLA	porcentaje	MF	2,1	2,52	2,94	0,006	El valor aumentó con respecto al dato reportado en el registro anterior	100	100,000	0,566	100,000	0,566
							El valor se mantuvo igual con respecto al dato reportado en el registro anterior	70				
							El valor se redujo con respecto al dato reportado en el registro anterior	30				
Identificación y gestión de áreas para conservación de suelos	Hectáreas	MF	30	30	30	0,006	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	70,000	0,396	70,000	0,396
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100				
Áreas detectadas como vulnerables en el cauce del río Villalobos	m2	OT	0	0	2870	0,152	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	70,000	10,641	100,000	15,201
			El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	100								
			El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	30								
Área azolvada visible dentro del lago	m2	OT	12311	12311	7340	0,152	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	70,000	10,641	100,000	15,201
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	100				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	30				
Índice de Calidad del Agua ICA del Lago de Amatitlán	Pendiente de especificar	LAGO	0	0	0	0,008	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	70,000	0,000	70,000	0,000
			El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30								
			El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100								
Índice de Estado Tráfico IET	Pendiente de especificar	LAGO	0	0	0	0,008	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	70,000	0,586	70,000	0,586
			El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	100								
			El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	30								
Volumen de AR domésticas tratadas en la CLA.	%	AR	27,52	11,76	12,76	0,101	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	30,000	3,037	100,000	10,123
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100				
Desechos tratados en el vertedero controlado de AMSA	%	MDS	22,97	25,80	27,88	0,059	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	100,000	5,878	100,000	5,878
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100				
Área boscosa de la Cuenca del Lago de Amatitlán afectada por incendios forestales	Hectáreas	MF	9,44	9,44	9,05	0,006	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	70,000	0,396	100,000	0,566
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	100				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	30				
Bosque natural bajo manejo	porcentaje	MF	0	1,04	1,14	0,006	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	100,000	0,566	100,000	0,566
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100				
Reforestación y consolidación de suelos	has	MF	190	247,5	193	0,006	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	100,000	0,566	30,000	0,170
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100				
Población conectada a un sistema de tratamiento de aguas residuales	%	SIL	0	0	0	0,012	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	70,000	0,000	70,000	0,000
			El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30								
			El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100								
Población expuesta al contagio por consumo de agua del lago	Personas	SIL	15000	15000	15000	0,012	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	70,000	0,829	70,000	0,829
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	100				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	30				
Industrias en la cuenca que aplican un sistema de tratamiento de AR	%	AR	32	32	32	0,101	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	70,000	7,086	70,000	7,086
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100				
Características microbiológicas del agua del lago	Coliformes totales	LAGO	>50000	>50000	>50000	0,008	El valor es igual al valor reportado como de contaminación muy intensa	70	30,000	0,251	30,000	0,251
							El valor es menor al valor reportado como de contaminación muy intensa	100				
							El valor es mucho mayor al reportado como de contaminación muy intensa	30				
Porcentaje de remoción de nutrientes promedio en las PTAR	%	AR	13,59	8,88	0	0,101	El valor está en 61% y 100%	100	30,000	3,037	30,000	3,037
					El valor está entre 25% y 60%		70					
					El valor es menor al 25%		30					
Profundidad promedio del lago	metros	LAGO	18	15	15	0,008	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	30,000	0,251	70,000	0,586
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100				
Familias o población que depende económicamente de la pesca del lago	Personas	SIL	200	200	302	0,012	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	70,000	0,829	30,000	0,355
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	100				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	30				
Familias o población que dependen en alguna medida económicamente del lago	Personas	SIL	1102	1102	1102	0,012	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	70,000	0,829	70,000	0,829
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	100				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	30				
Industrias en la cuenca que colaboran con la institución	%	SIL	0	0	0	0,012	El valor reportado para el año es de cero	0	0,000	0,000	0,000	0,000
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
Denuncias recibidas y presentadas por AMSA a otras instancias	denuncias	SIL	14	130	39	0,012	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	100,000	1,184	30,000	0,355
							El valor reportado para el año es de cero	0				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
Municipios comprometidos con la labor de mejoramiento de la cuenca	%	SIL	86	86	100	0,012	El valor está entre 71% y 100%	100	100,000	1,184	100,000	1,184
							El valor está entre un 50% y 70%	70				
							El valor es menor al 50%	30				
Denuncias que tuvieron como resultado una acción legal	denuncias	SIL	1	11	0	0,012	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	100,000	1,184	0,000	0,000
							El valor reportado para el año es de cero	0				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
Proporción del agua tratada en el río Villalobos	%	AR	1,39	2,49	9,34	0,101	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	100,000	10,123	100,000	10,123
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100				
Población beneficiada indirectamente por la presencia de proyectos de AMSA	personas	SIL	0	0	0	0,012	El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70	70,000	0,000	70,000	0,000
			El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30								
			El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100								
Municipios que tienen acceso al servicio de disposición de residuos en el vertedero controlado del Km 22	%	MDS	64	64	64	0,059	El valor está entre 71% y 100%	100	70,000	4,115	70,000	4,115
							El valor está entre un 50% y 70%	70				
							El valor es menor al 50%	30				
TOTAL ESTADO										67,029		80,606

Apéndice 3 Tabla completa de resultados finales para los indicadores de Respuesta

Categoría	Peso correspondiente a la categoría	Cantidad de indicadores presentes por categoría	Peso de cada indicador
MF	0,0433	5	0,009
AR	0,4049	4	0,101
MDS	0,1176	2	0,059
LAGO	0,0335	2	0,017
OT	0,3040	4	0,076
SIL	0,0948	13	0,007

El color amarillo indica campos que deberán ser actualizados en el mediano plazo

INDICADOR	Unidades	Categoría	Magnitud 2010	Magnitud 2011	Magnitud 2012	Peso del indicador	Situación	Calificación correspondiente a la Situación	Calificación 2010-2011	Resultado 2010-2011	Calificación 2011-2012	Resultado 2011-2012
Maestros capacitados	personas	SIL	371	840	2184	0,007	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	100	0,729	100	0,729
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Niños ECO-CINE	personas	SIL	21513	13040	29628	0,007	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	30	0,219	100	0,729
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Personas involucradas en Huella Verde	personas	SIL	0	445	404	0,007	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	100	0,729	30	0,219
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Personas cubiertas por el sistema de educación informal	personas	SIL	0	37757	44052	0,007	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	100	0,729	100	0,729
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Personas abarcadas con campañas de sensibilización	personas	SIL	0	24760	24828	0,007	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	100	0,729	100	0,729
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Hectáreas reforestadas con especies prioritarias	porcentaje	MF	66,67	66,67	66,67	0,009	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	70	0,634	70	0,634
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Plantas producidas en viveros de Manejo Forestal	Hectáreas	MF	245000	125000	165000	0,009	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	30	0,272	100	0,905
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Sedimentos dragados en desembocadura	m3	OT	31000	25000	22680	0,076	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	30	2,280	30	2,280
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Mantenimiento y mejoramiento en el cauce, taludes y laderas del río Villalobos	m2	OT	122400	12500	11600	0,076	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	30	2,280	30	2,280
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Obras realizadas en el cauce del río Villalobos	m3	OT	195006	941404	135621	0,076	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	100	7,601	30	2,280
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Compost fabricado a partir de rínfa	kg	SIL	0	0	0	0,007	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	0	0,000	0	0,000
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Cosecha de plantas acuáticas para tratamiento terciario en la desembocadura	lbs	SIL	0	0	365000	0,007	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	0	0,000	100	0,729
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Volumen de AR tratada	m3	AR	14464512	6182370	6704726	0,101	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	30	3,037	100	10,123
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Extracción de sólidos de playas y espejo del lago	m3	LAGO	76522	58216	34318	0,017	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	30	0,502	30	0,502
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Eficiencia del uso de la leña	has	MF	3,55	40,5	2	0,009	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	100	0,905	30	0,272
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Eliminación de basureros ilegales	basureros	MDS	0	0	0	0,059	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	0	0,000	0	0,000
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Combate de incendios forestales	%	MF	0	0,73	0,29	0,009	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	100	0,905	30	0,272
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Monitoreo de la calidad del agua de los cuerpos hídricos e industrias	análisis	AR	28520	25045	35902	0,101	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	30	3,037	100	10,123
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Rehabilitación de plantas de tratamiento de aguas residuales	m3	AR	1717282	13560480	14285504	0,101	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	100	10,123	100	10,123
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Asesorías e información brindada a comunidades o empresas sobre prevención en generación de AR	Asesorías	SIL	0	0	3	0,007	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	0	0,000	100	0,729
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Población expuesta concientizada en el adecuado uso del agua del lago	%	SIL	0	0	0	0,007	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	0	0,000	0	0,000
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Repoblación con peces nativos anual	Alevines	LAGO	0	0	0	0,017	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	0	0,000	0	0,000
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Población beneficiada con el proyecto de realización de artesanías a partir de rínfa	Personas	SIL	0	0	20	0,007	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	0	0,000	100	0,729
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Recarga de acuíferos	Hectáreas	MF	0,84	0,84	0,84	0,009	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	70	0,634	70	0,634
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Actividades realizadas para involucramiento de municipios	Actividades	SIL	0	0	0	0,007	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	0	0,000	0	0,000
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Actividades realizadas con miras a incrementar la cooperación internacional y el intercambio de conocimientos	Actividades	SIL	0	0	2	0,007	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	0	0,000	100	0,729
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Asesorías e información brindada a comunidades, municipios o empresas sobre prevención y manejo de los RSU	Asesorías	SIL	0	0	0	0,007	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	0	0,000	0	0,000
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Proyectos programados en mejoramiento de tecnologías para tratamiento de RSU	Proyectos	MDS	0	1	1	0,059	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	100	5,878	70	4,115
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
Proyectos programados en mejoramiento de tecnologías para tratamiento de AR	Proyectos	AR	0	1	1	0,101	El valor difiere aumentando con respecto al del registro anterior	100	100	10,123	70	7,086
							El valor es igual al valor reportado el registro anterior	70				
							El valor difiere disminuyendo con respecto al registro anterior	30				
							El valor reportado para el año es de cero	0				
TOTAL ESTADO:										51,345		57,678

Apéndice 4. Información utilizada para la línea base

La información que se muestra a continuación no necesariamente coincide con los indicadores, sino que es una selección de datos hallados en diferentes fuentes que permitieron calcular el valor de cada indicador. Algunos datos sí constituyen un indicador en sí mismos pero otros se combinaron o forman parte de un cálculo. Los espacios grises representan el dato ausente para dicho período y en muchos casos suponen un dato que se generó en años anteriores pero ha sido utilizado desde entonces a falta de su actualización. Los espacios en color celeste indican un dato que no fue tomado directamente, sino que se calculó con base a información de diversas fuentes. Los datos correspondientes al año 2012 están basados en las metas propuestas para dicho período o calculados según datos tomados de los informes mensuales de las divisiones por lo cual su actualización a inicios de 2013 es necesaria para que se trabaje con datos reales de acuerdo a los resultados alcanzados.

Datos recopilados de distintas fuentes para elaboración de la línea base en la evaluación de los períodos 2010-2011 y 2011-2012.

Nombre del Dato	Unidades	Año				Fuente
		2009	2010	2011	2012	
Basureros ilegales en la CLA	basureros		170	170	170	Informe de la división de MDS 2011. Memoria de Labores a enero de 2012.
Cantidad de basura dispuesta en basureros ilegales	toneladas		429092	683963	693550	Cálculo
Eliminación de basureros ilegales	basureros		0	0	0	PSMAA y MDS
Población en la cuenca	habitantes	2180015	2549659	2587125	2623389	INE y Estadísticas de Población de MDL
Desechos tratados en el vertedero controlado de AMSA en km22	toneladas	144830	156000	177836	194910	INE
						POA 2011
						Informe de la división de MDS 2011.
Desechos generados diariamente en la cuenca	toneladas	1500	1861	1889	1915	PLANDEAMAT 2003
						POA 2012
						Cálculos basados en datos de INE y PPC de desechos sólidos
Desechos Generados anualmente en la CLA	toneladas	547500	679265	689339	699002	Cálculo con datos de población y

						producción per cápita
Producción per cápita de desechos en la Cuenca del lago de Amatitlán	g/hab día	730	730	730	730	Instituto de Incidencia Ambiental, Universidad Rafael Landívar. Generación y Manejo de Desechos Sólidos en Guatemala
% de Desechos tratados adecuadamente en la CLA	%		36,83	0,78	0,78	PSMAA
Volumen de AR domésticas tratadas en la CLA	m ³	13560480	14464512	6182370	6704726	Ejecución Física de MDL 2012 POA 2011 IV Informe Institucional Ejercicio Fiscal 2011
Volumen de aguas residuales domésticas estimadas dentro de la CLA	m ³	52560000	52560000	52560000	52560000	POA 2012
Rehabilitación de PTAR en la CLA	m ³		1717282	13560480	14238504	PSMAA POA 2011
Monitoreo de la calidad del agua de los cuerpos hídricos e industrias	análisis	23669	28520	25045	35902	IV Informe Institucional Ejercicio Fiscal 2011 Memoria de labores a Enero de 2012 POA 2011 Meta física de Control Ambiental a octubre de 2012
Industrias ubicadas en la CLA	industrias	900	900	900	900	PLANDEAMAT 2003
Reforestación y Consolidación de suelos	hectáreas	168	190	247,5	193	IV Informe Institucional Ejercicio Fiscal 2011
Estufas ahorradoras de leña repartidas	estufas	80	71	810	40	IV Informe Institucional Ejercicio Fiscal 2011 Informe Forestal Agosto 2012 POA 2012 PSMAA
Hectáreas forestales que se ahorran con el uso de una estufa ahorradora de leña al año (dato teórico)	hectáreas	0,05	0,05	0,05	0,05	Memoria de Labores a Enero 2012
Eficiencia del uso de la leña	has	4	3,55	40,5	2	Cálculo
Plantas producidas en viveros de Manejo Forestal	plantas	350000	245000	125000	165000	IV Informe Institucional Ejercicio Fiscal 2011 Informe Forestal Agosto 2012
Sólidos sedimentables que ingresan a la laguna de retención	m ³	849846	849846	849846	1600000	Informe de la División de OT Julio 2012 Estimación de

						arrastre de sedimentos en el río Villalobos en Tesis de Maestría García, H. 2002
Caudal promedio del río Villalobos	m3/s	2,6	3,97	2,21	1,39	Datos de Caudal del río Villalobos de la División de Control Ambiental
Caudal estimado anual del río Villalobos	m3	81993600	125197920	69694560	43835040	Cálculos
Caudal tratado por PTAR La Cerra	L/s		55	55	230	Ejecución Física de MDL 2012
Caudal anual tratado por PTAR La Cerra	m3		1734480	1734480	4092077	Cálculos Ejecución Física de MDL 2012
Porcentaje del caudal del río Villalobos que es tratado en PTAR La Cerra	m ³		1,39	2,49	9,34	Cálculos
Volumen de aguas residuales que ingresan sin tratamiento a través del río Villalobos al Lago de Amatitlán (aguas no tratadas en PTAR La Cerra)	m3		123463440	67960080	39742963	Cálculos
Extracción de sólidos de playas y espejo del lago	m3	125965	76522	58216	34318	POA 2011 Informe de la División de Limpieza del lago
Hectáreas de agricultura intensiva y pastos en la cuenca	has	122,24	122,24	122,24	122,24	Calculado con base a datos de PLANDEAMAT 2003
Pesca anual	toneladas		89	48	48	DIPESCA
Personas que extraen materiales de los ríos	habitantes		315	315	315	Memoria de Labores a Enero 2012
Caudal extraído para generación de energía eléctrica	m3		47304000	47304000	47304000	Calculado con datos de POA 2011
Características fisicoquímicas de las aguas residuales del río Villalobos	por definir					Indice de Calidad de Agua Residual ICAR
Cota promedio del lago	msnm		1188,5	1188,5	1189,5	División de Limpieza del Lago
Convenidos vigentes de RI	convenios		34	34	34	División de Relaciones Interinstitucionales
Hectáreas reforestadas de años anteriores con mantenimiento	porcentaje		55	55	55	POA Forestal 2013
Hectáreas con prácticas de conservación de suelo y agua acumuladas en la CLA	has		33,33	33,33	33,33	POA Forestal 2013
Hectáreas preparadas para reforestar	has				40,35	Informe Físico Mensual Agosto 2012 de División MF
Área reforestada acumulada en la CLA	has	66,67	66,67	66,67	66,67	POA Forestal 2013
Volumen de recarga acuifera	%		2,1	2,52	2,94	Cálculo con metas de POA Forestal 2013
Identificación y gestión de áreas para	has		30	30	30	POA Forestal 2013

conservación de suelos						
Áreas detectadas como vulnerables en el cauce del río Villalobos	m2				2870	Informe División Ordenamiento Territorial Julio 2012
Área azolvada visible en el lago	m2		12311	12311	7340	Informes de Batimetría 2001 y 2012
Índice de Calidad del Agua (ICA)	por definir					División de Control Ambiental
Índice de Estado Trófico (IET)	por definir					División de Control Ambiental
Área boscosa afectada por incendios forestales	has		9,44	9,44	9,05	PSMAA
Bosque natural bajo manejo en la CLA	%		0	1,04	1,14	PSMAA
Población conectada a un sistema de tratamiento de AR	habitantes					
Población expuesta a contagio por consumo de agua del lago	habitantes	15000	15000	15000	15000	Valoración Económica del Lago de Amatitlán
Industrias que aplican tratamiento a sus aguas residuales	%	32	32	32	32	Valoración Económica del Lago de Amatitlán
Características microbiológicas del agua del lago	UFC	>50000	>50000	>50000	>50000	División de Control Ambiental
Porcentaje promedio de reducción de nutrientes en PTAR	%		13,59	8,88		Calculado con Informes anuales 2010 y 2011 de la División de Control Ambiental
Profundidad promedio del lago	m	18	18	15	15	Memoria de Labores a enero de 2012
Familias que dependen económicamente de la pesca del lago	familias	200	200	200	302	POA 2011 Valoración Económica del Lago de Amatitlán
Familias que dependen económicamente de alguna actividad relacionada con el lago	familias	1102	1102	1102	1102	DIPESCA Valoración Económica del Lago de Amatitlán
Industrias en la CLA que colaboran con la institución	industrias	0	0	0	0	Entrevista con Ing. Mario Valladares
Denuncias recibidas y presentadas por AMSA a otras instancias	denuncias		14	130	39	Departamento Jurídico
Municipios comprometidos con la labor de mejoramiento de la CLA	%		86	86	100	División de Educación Ambiental División de Relaciones Interinstitucionales
Denuncias que tuvieron como resultado una acción legal	denuncias		1	11	0	Departamento Jurídico
Población beneficiada indirectamente por proyectos de AMSA	habitantes					División de Desechos Líquidos/División de Limpieza del Lago /División de OT
Municipios que tienen acceso al servicio de disposición de residuos en el vertedero controlado del Km 22	%		64	64	64	Informe Mensual Agosto de División de MDS

Maestros capacitados	habitantes		371	840	2184	Informe Institucional 2010 Informe Anual 2011 de la Division de Educación Ambiental Metas POA 2012
Niños abarcados con Ecocine	habitantes		21513	13040	29628	Informe Institucional 2010 Informe Anual 2011 de la Division de Educación Ambiental Metas POA 2012
Personas Abarcadas por el programa Huella Verde	habitantes		0	445	404	Informe Institucional 2010 Informe Anual 2011 de la Division de Educación Ambiental Metas POA 2012
Personas cubiertas por el sistema de educación informal	habitantes			37757	44052	Informe Institucional 2010 Informe Anual 2011 de la Division de Educación Ambiental Metas POA 2012
Personas abarcadas por campañas de sensibilización	habitantes			24760	24828	Informe Institucional 2010 Informe Anual 2011 de la Division de Educación Ambiental Metas POA 2012
Hectáreas Reforestadas con especies prioritarias	has		66,67	66,67	66,67	POA Forestal 2013
Sedimentos dragados en desembocadura	m3		31000	25000	22680	Informe Institucional 2011
Mantenimiento de cauce, taludes y laderas del río Villalobos	m2	158375	122400	12500	11600	POA 2011 y POA 2012
Obras realizadas en el cauce del río Villalobos	m3		195006	941404	135621	POA 2011 y POA 2012
Cosecha de plantas acuáticas para tratamiento terciario en la desembocadura	lbs				365000	Informe División Ordenamiento Territorial Julio 2012
Compost fabricado a partir de Ninfa	kg	0	0	0	0	División de Limpieza del Lago
Combate de incendios forestales	has		0	0,73	0,29	PSMAA
Asesorías e información brindada a comunidades, municipios o empresas sobre prevención y manejo de los RSU	asesorías		0	0	0	División de Manejo de Desechos Líquidos
Asesorías e información brindada a comunidades, municipios o empresas sobre prevención y manejo de las AR	asesorías		0	0	3	División de Manejo de Desechos Líquidos
Población expuesta concientizada en el adecuado uso del agua del lago	%	0	0	0	0	División de Educación Ambiental
Repoblación con peces nativos	unidades	0	0	0	0	División de Control Ambiental
Población beneficiada con proyecto de	habitantes	0	0	0	20	División de Educación

artesanías a partir de ninfa						Ambiental
Recarga de acuíferos	has		0,84	0,84	0,84	PSMAA
Actividades realizadas para el involucramiento de municipios	actividades		0	0	0	División de Relaciones Interinstitucionales
Actividades realizadas con miras a incrementar la cooperación internacional y el intercambio de información	actividades		0	0	2	División de Relaciones Interinstitucionales
Proyectos programados en mejoramiento de tecnologías para tratamiento de RSU	proyectos		0	1	1	División de MDS
Proyectos programados para mejoramiento de tecnologías en el tratamiento de AR	proyectos		0	1	1	División de Manejo de Desechos Líquidos

Apéndice 5 Listado Inicial de Indicadores y evaluación con los criterios

Nombre del indicador	Descripción	Criterios de Evaluación										Resultado	Estado	Clasificación
		Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Criterio 5	Criterio 6	Criterio 7	Criterio 8	Criterio 9	Criterio 10			
		El indicador mide directamente el cumplimiento de los objetivos y la labor de AMSA	El indicador es de fácil comprensión inclusive para no especialistas y no se presta para dobles interpretaciones o ambigüedades.	El indicador relaciona variables de estado y tendencia y permite por su naturaleza elaborar prospectivas o detectar alertas tempranas relacionadas con el entorno monitoreado.	El indicador refleja cambios en el entorno y es sensible a ellos a lo largo del tiempo.	El indicador es actualizable, medible, de fácil obtención y se puede producir oportunamente en caso de ser requerido.	El indicador tiene una relación factible de costo beneficio.	El indicador está fundamentado en términos científicos y /o debidamente justificado con criterios técnicos.	El indicador utiliza información existente, creada por AMSA o ya disponible en alguna fuente de fácil acceso.	El indicador es relevante a escala regional o nacional y se relaciona con puntos mencionados en la legislación o mantiene coherencia con políticas nacionales determinadas.	El indicador tiene posibilidades de comparación con criterios, rangos o índices aceptados internacionalmente.	Total de criterios positivos		
Extracción de desechos sólidos flotantes	Cuantifica el volumen total de m3 de desechos sólidos										6	Aprobado	Respuesta	
Área barrida en lago	Zonas en las que se ejecuta el barrido con bardas de niña										3	Reprobado		
Biobarda construida y en mantenimiento	Longitud de barda elaborada y reparada										3	Reprobado		
Sitios de limpieza	Cantidad de sitios identificados como de acumulación de										6	Aprobado	Respuesta	
Biobarda tecnificada	Mejoramiento de biobarda convirtiéndola a biobarda										3	Reprobado		
Aireadores en funcionamiento	Numero de aireadores que se encuentran funcionando en el										4	Reprobado		
Cota de lago	Nivel del agua que alcanza el lago										7	Aprobado	Estado	
Lechos de lombricompost	Lechos que se manejan y producen lombrices										7	Aprobado	Respuesta	
Maestros capacitados	personas cubiertas en el sistema de educación formal										9	Aprobado	Respuesta	
Niños ECOCINE	personas cubiertas en el sistema de educación formal										9	Aprobado	Respuesta	
Personas involucradas en capacitación comunitaria	personas cubiertas en el sistema de educación informal										9	Aprobado	Respuesta	
Personas involucradas en Huella Verde	personas cubiertas en el sistema de educación informal										9	Aprobado	Respuesta	
Personas involucradas en Desarrollo Comunitario Ambiental	personas cubiertas en el sistema de educación informal										9	Aprobado	Respuesta	
Personas abarcadas con campañas de sensibilización	personas cubiertas en el sistema de educación informal										9	Aprobado	Respuesta	
Personas abarcadas por conferencias	personas cubiertas en el sistema de educación informal										9	Aprobado	Respuesta	
Porcentaje alcanzado de meta física en educación ambiental	Personas cubiertas en comparación a la meta fijada										8	Aprobado	Respuesta	
Docentes capacitados por municipio	Numero de maestros capacitados especificando el dato por municipio										9	Aprobado	Respuesta	
Convenios vigentes	Los convenios que se encuentran vigentes a la fecha entre los anteriores firmados										6	Aprobado	Estado	
No. De hectáreas reforestadas con especies prioritarias	Eficiencia de reforestación con respecto a meta programada										9	Aprobado	Respuesta	
No. De hectáreas reforestadas años anteriores con mantenimiento	Razón entre área reforestadas en años anteriores y área a la que se le brinda mantenimiento										5	Aprobado	Estado	
No. De hectáreas con prácticas de conservación de suelo y agua	Es el número total de hectáreas trabajadas con estructuras de conservación de suelo y agua										9	Aprobado	Estado	
Hectáreas preparadas para reforestar	Las hectáreas que han sido chapeadas y acondicionadas para la reforestación										5	Aprobado	Estado	
Recuperación de zonas de recarga acuífera en la CLA	Porcentaje del área recuperado de recarga acuífera en áreas desprovidas de cobertura										9	Aprobado	Estado	
Identificación y gestión de áreas para conservación de suelos	Las hectáreas que se han identificado como sitios potenciales para realizar										7	Aprobado	Estado	
Producción de plantas forestales, frutales y para conservación de suelos en viveros	Cantidad de plantas producidas en viveros de la división. Las plantas producidas en el vivero										5	Aprobado	Respuesta	
Sedimento dragados en desembocadura	Las actividades de dragado en la desembocadura del río (laguna de retención de sólidos) son construcciones realizadas en										9	Aprobado	Respuesta	
Obras realizadas en el cauce del río Villalobos	teritorios del río Villalobos a fin de proteger sus bordas entre										6	Aprobado	Respuesta	
Protección de bordas en el río Villalobos	km en el cauce del río a los que se les ha realizado embrocado										9	Aprobado	Respuesta	
Basureros legales en la cuenca	Basureros legales que se encuentran contabilizados y ubicados en la cuenca										5	Aprobado	Presión	
Producción Percápita de desechos en la CLA	Indica la cantidad esperada de generación de desechos en la Cuenca										8	Aprobado	Presión	
Municipios que tienen acceso al servicio de disposición de residuos en el vertedero	Indica el grado de cobertura que tiene el servicio de vertedero controlado para con										7	Aprobado	Estado	
Asesoría e información brindada a comunidades, municipio, o empresas sobre	Indica la cantidad de apoyo que ha dado la división de Manejo										7	Aprobado	Respuesta	
Cantidad de basura dispuesta en basureros legales	estimación de la cantidad de desechos que se disponen en basureros legales										6	Aprobado	Presión	
Dragado mecánico del río Villalobos	maquinaria desde el río Villalobos										9	Aprobado	Respuesta	
Siembra de gramíneas en taludes del cauce	Siempre se veven u otras plantas para fortalecimiento de taludes en las orillas del										3	Reprobado		
Cosecha de plantas acuáticas para tratamiento terciario en la desembocadura	Extracción de rana y otras plantas acuáticas del lago para someterlas al tratamiento de										7	Aprobado	Respuesta	
Áreas detectadas como vulnerables en el cauce del río	se realizan recorridos para identificación de tramos dañados en riberas y cauce del										7	Aprobado	Estado	
Remoción de lantanas en cauce del río	Lantanas extraídas del río										4	Reprobado		
Área asfaltada visible dentro del lago	Zona visible en la desembocadura										7	Aprobado	Estado	
Sólidos sedimentables que ingresan a la laguna de retención	Sólidos que se acumulan en la laguna de retención de sólidos										8	Aprobado	Presión	
Mantenimiento básico de bordas	La limpieza "mantenimiento básico de bordas" incluye la sumatoria de los m2 de										3	Reprobado		
Sedimento extraído del área del humedal	Volumen de sedimentos extraídos del área del humedal										3	Reprobado		
Mantenimiento y chapeo en área de humedal	Área trabajada en mantenimiento del área del humedal										3	Reprobado		
OD del Lago de Amatitlán											8	Aprobado	Estado	
T del Lago de Amatitlán											8	Aprobado	Estado	
pH del Lago de Amatitlán											8	Aprobado	Estado	
SDT del Lago de Amatitlán											8	Aprobado	Estado	
Transparencia del Lago de Amatitlán											8	Aprobado	Estado	
DOQ Lago de Amatitlán	Indican el grado de eutroficación del lago										8	Aprobado	Estado	
DBO del Lago de Amatitlán											8	Aprobado	Estado	
N total del Lago de Amatitlán											8	Aprobado	Estado	
Fosfatos del Lago de Amatitlán											8	Aprobado	Estado	
Clorofila del Lago de Amatitlán											8	Aprobado	Estado	
Porcentaje de remoción de plantas de tratamiento en época seca	Refiere el grado de descontaminación del agua para considerarse										10	Aprobado	Estado	
Porcentaje de remoción de plantas de tratamiento en época lluviosa	Refiere el grado de descontaminación del agua para considerarse										10	Aprobado	Estado	
DQO de ríos de la cuenca											8	Aprobado	Estado	
DBO de ríos de la cuenca											8	Aprobado	Estado	
N total de ríos de la cuenca											8	Aprobado	Estado	
Ortofosfatos de ríos de la cuenca	Indica el grado de contaminación de los ríos de la cuenca										8	Aprobado	Estado	
SS de ríos de la cuenca											8	Aprobado	Estado	
Ssed de ríos de la cuenca											8	Aprobado	Estado	
SDT de ríos de la cuenca											8	Aprobado	Estado	
OD de ríos de la cuenca											8	Aprobado	Estado	
Volumen de AR tratada	Cantidad de agua tratada en plantas a cargo de AMSA con respecto a meta programada										10	Aprobado	Respuesta	
Porcentaje de volumen de AR domésticas tratadas en la CLA	Porcentaje de aguas residuales domésticas tratadas en las plantas a cargo de AMSA										10	Aprobado	Estado	
Mantenimiento y mejoramiento en el cauce, taludes y laderas del río Villalobos	cuadrados de trabajos de mantenimiento y mejoramiento relacionados a trabajos de mejoramiento										9	Aprobado	Respuesta	
Construcción de obras en el cauce del río Villalobos	obras de construcción que se ejecutan en un periodo										3	Reprobado		
Ingreso, distribución, compactación y cobertura de toneladas de desechos sólidos	Numero de toneladas de desechos sólidos que se disponen en el Relleno										9	Aprobado	Respuesta	
Desechos tratados en el vertedero controlado de AMSA	Porcentaje de desechos sólidos tratados en el relleno sanitario del km. 22										9	Aprobado	Estado	
Mantenimiento y recuperación de obras en el área de la desembocadura del río											2	Reprobado		
Personas atendidas a través de actividades de concientización enfocadas a la conservación del	Numero de personas atendidas a través de platicas ambientales y actividades enfocadas a la										9	Aprobado	Respuesta	
Limpieza del espejo del Lago de Amatitlán 1	El porcentaje de lantanas se obtendrá de cuantificar el volumen de material extraído										5	Aprobado	Respuesta	
Limpieza del espejo del Lago de Amatitlán 2	El porcentaje de lantanas se obtendrá de cuantificar el volumen de extracción de										7	Aprobado	Respuesta	
Numero de análisis fisicoquímicos y biológicos para determinar la calidad del agua	Fisicoquímicos y biológicos para determinar la calidad del agua										4	Reprobado		
Reforestación, Manejo y Conservación de Suelos	Refiere a hectáreas de plantaciones establecidas y al aumento de la cobertura										8	Aprobado	Estado	
Hectáreas reforestadas.	relaciona la cantidad de hectáreas reforestadas con la cantidad total de hectáreas que										8	Aprobado	Respuesta	
Índice de cobertura de hectáreas reforestadas	Refiere a hectáreas de plantaciones establecidas y al aumento de la cobertura										8	Estado	Estado	
Estufas instaladas en la cuenca del lago Amatitlán	Refiere al número de estufas ahorradoras de leña tipo plancha instaladas en diferentes										4	Reprobado	Respuesta	
Combate de incendios forestales	El indicador mide lo que significa proteger del fuego 63 has en el 2011, 25 en 2012, y 25										6	Aprobado	Respuesta	
Proporción entrega de estufas ahorradoras de leña	El indicador mide lo que significa entregar estufas a 414 familias en relación con las										8	Aprobado	Estado	
Construcción y reconstrucción de infraestructura hidráulica de río Villalobos	Porcentaje de la infraestructura hidráulica necesaria, construida y/o reconstruida en el río										5	Aprobado	Estado	

Apéndice 6 Ficha técnico metodológica para el indicador Basureros ilegales en la cuenca.

Nombre del Indicador: Basureros ilegales en la cuenca	
Descripción: muestra la presencia de sitios de disposición de desechos sin control alguno ubicados en la cuenca	
Relevancia y pertinencia del indicador:	La identificación de sitios con problemas en la disposición de la basura es una muestra de cuánto tienen las comunidades acceso a los servicios de recolección y transporte. Además permite reconocer las áreas con mayores problemas en la temática. Un municipio que presente muchos sitios de disposición ilegal de desechos mostrará una mayor desatención en este tema y por tanto deberá ser priorizado en las acciones de asesoría. La Política Nacional para el Manejo de los Residuos y Desechos Sólidos señala: <i>“La falta de manejo de los desechos sólidos en Guatemala, puede definirse como uno de los principales indicadores de la contaminación creciente en el país, que ha generado un impacto significativo sobre los recursos naturales y los ecosistemas, mostrando una degradación de su ambiente, que es evidente y alarmante, al observarse desechos dispersos en cualquier área de nuestra nación. La proliferación de botaderos ilegales en calles, carreteras, cauces de ríos, barrancos, etc., está convirtiendo el problema de la basura en algo preocupante, pues es una amenaza a la salud, un impacto sobre el entorno y un impacto visual muy negativo”.</i>
Definición de las variables:	Basurero ilegal: sitio donde se acumulan los residuos de manera desordenada y sin tratamiento alguno generalmente ubicados a cielo abierto y en zonas topográficas diferentes como: zanjones, barrancos, acantilados, depresiones, lotes baldíos, orillas de ríos. La disposición ilegal abarca acumulación de desechos tanto convencionales como especiales (ripió, arenas, escombros, productos industriales descartados, materiales de construcción, etc.).
Unidad de medida:	Basureros ilegales
Metodología de cálculo y fórmula:	Los sitios se identifican directamente por una exploración de campo y son contabilizados y ubicados geográficamente (marcando sus coordenadas empleando un GPS) en un mapa de la cuenca.
Características del dato limitaciones y alcances:	La cantidad y ubicación de basureros ilegales transmite la siguiente información: sitios más utilizados para la disposición inadecuada de desechos, municipios con mayor problema de disposición en sitios ilegales, zonas donde la población es más vulnerable a sufrir problemas de saneamiento por la presencia de estos basureros. Es posible identificar industrias o zonas comerciales específicas que están haciendo uso de los basureros ilegales para deshacerse irresponsablemente de sus residuos. El indicador incluye información del volumen ocupado por cada uno de los botaderos. El indicador no es capaz de reflejar cantidades de desechos dispuestos en toneladas ni población que dispone su basura en ellos a menos que se complemente el estudio con otros datos de densidad poblacional y número de viviendas en la zona aledaña a la ubicación identificada.
Comentarios e Información adicional:	La información que se maneja actualmente corresponde únicamente al estudio de campo realizado por la División de Manejo de Desechos Sólidos en el año 2011. Dada la importancia de esta información se sugiere la generación de la misma en forma periódica (ver casilla de Periodo de actualización del indicador).
Fuente de los datos:	La División de Desechos Sólidos realiza el estudio de campo y registra los puntos y características físicas de los basureros ilegales. La División de Ordenamiento Territorial colabora con la generación de mapas de ubicación. Puede ubicarse la información existente del último estudio realizado en 2011 en el documento llamado Mapa de Basureros Ilegales en la Cuenca. Especificar institución, departamento y oficina que brinda los datos. Fuente electrónica o documento de los datos publicación donde se encuentra disponible.
Disponibilidad de los datos:	Dato primario de estudio de campo elaborado. Disponible en forma limitada.
Método de levantamiento o captura de datos:	Monitoreo de campo e identificación visual de los sitios recorriendo la cuenca. Ubicación geográfica mediante marcamiento con GPS y cálculo de volúmenes que se estima posee cada basurero ilegal.
Preguntas que guían en la obtención de los datos:	¿Quiénes administran el vertedero controlado de AMSA? ¿Quiénes generan información topográfica de la cuenca? ¿Quiénes pueden colaborar con la identificación de estos sitios en los municipios? ¿Quiénes tienen bajo su responsabilidad el manejo adecuado de los residuos en la Cuenca? ¿A quiénes corresponde generar estadísticas e información en este campo de parte de la institución?
Interpretación:	Un aumento de los sitios de disposición ilegal de residuos implica la aparición de nuevos asentamientos urbanos irregulares que complican el manejo de los mismos. Sugiere además un sistema excluyente de acceso a los servicios municipales de recolección y tratamiento de desechos. Para AMSA significaría que los municipios no están tomando medidas concisas con respecto a la temática y que falta mayor intervención y asesoría en este aspecto. Por otro lado refleja la cultura de la población en dichas zonas, la cual requerirá ser sensibilizada específicamente en el tema de disposición adecuada de desechos y los problemas asociados con la acumulación de basura. Si el indicador se mantiene igual (igual cantidad, igual ubicación y volúmenes estimados) significa que los esfuerzos que se realizan en materia de educación, intervención y asesoramiento o prestación de servicios han logrado prevenir al aumento de la problemática y ofrecer un servicio de manera oportuna pues no se habría expandido la situación en los últimos años y podría esperarse inclusive, que con el tiempo, se tienda a una reducción. La reducción en el número de basureros ilegales y su volumen estimado se traduce a que los esfuerzos han sido fructíferos en materia de concientización, asesorías y prestación de servicios. Lo cual viene a decir que se debe seguir trabajando en los ejes y la manera en que se ha trabajado durante el período de tres años previos a la generación del indicador. Para AMSA esta reducción estaría directamente asociada con la accesibilidad que tienen los municipios de la cuenca al uso del vertedero controlado manejado por la institución y la cobertura estratégica de industrias o sectores de la población con programas de concientización y sensibilización en el tema de manejo responsable de los residuos.
Periodo de actualización del	Dado el amplio trabajo de campo que incluye la generación de esta información es pertinente realizar la identificación de sitios cada 3 años

indicador	contemplando que se requiere aproximadamente un año para generar la totalidad de la información.
Relación del indicador con aspectos de la política normal o metas ambientales nacionales o regionales	<p>Este indicador se relaciona con los siguientes aspectos de la Política Nacional para el Manejo de los Residuos y Desechos Sólidos:</p> <p>Objetivo en lo Ambiental y la Salud:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generar y hacer accesible la información básica pertinente que permita planificar y tomar decisiones en cuanto al manejo integral de los residuos y desechos sólidos. <p>Principio de Responsabilidad Compartida:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La responsabilidad para lograr que el manejo integral de los residuos y desechos sólidos sea ambientalmente eficiente, tecnológicamente viable, económicamente factible y socialmente aceptable es compartida por los productores, importadores, exportadores, comerciantes, consumidores, las empresas de servicios para el manejo, las autoridades gubernamentales y municipales y la población en general. <p>Principio de Precautoriedad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El Estado deberá aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente. No se necesita la certeza científica ni probar la relación causa efecto; basta con que genere molestia para que las autoridades encargadas tomen las medidas para enfrentar los problemas sociales que generan este tipo de contaminación. <p>Principio de un estado facilitador y solidario:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El Estado debe promover, apoyar y acompañar los procesos que fortalezcan la descentralización administrativa, económica, política y fiscal de la gestión ambiental y los recursos naturales, mediante un rol de facilitador, con el fin de fortalecer la gestión local. Asimismo debe fortalecer la gestión solidaria que promueva la participación corresponsable de los sectores sociales, entidades de gobierno y municipalidades para el manejo integral de los residuos y los desechos. <p>Indicadores para el monitoreo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número de botaderos clandestinos.

Apéndice 7 Listado general de Indicadores finales

Indicadores de Progreso			
Nombre del Indicador	Descripción	Forma de Cálculo	Unidades
Basureros ilegales en la cuenca	Basureros ilegales contabilizados y ubicados en la cuenca	Dato Directo por contabilización de basureros ilegales	basureros
Cantidad de basura dispuesta en basureros ilegales	estimación de la cantidad de desechos que se disponen en basureros ilegales	(Producción Percápita de desechos de la CLA- Desechos Dispuestos en Vertederos)	toneladas
Sólidos sedimentables que ingresan a la laguna de retención	Sólidos que se acumulan en la Laguna de retención de sólidos	Capacidad de Vagonetas* Número de Vagonetas Llenadas con material extraído	m3
Hectáreas de agricultura intensiva	Refleja el crecimiento de la frontera agrícola en la cuenca	Dato Directo por identificación de áreas cultivadas	hectáreas
Pesca anual	Indica la cantidad de recurso pesquero extraído anualmente del lago	Solicitud del dato a fuente externa	kg/año
Personas que extraen materiales de los ríos	Indica el número de personas que se tiene conocimiento extraen material	Dato Directo por identificación de sitios de extracción	Personas
Caudal que es extraído del lago para generación de energía	Indica la cantidad de agua que sale por las compuertas del INDE para la generación de energía hidroeléctrica	Solicitud del dato a fuente externa	m3/año
Volumen de aguas residuales que ingresan a través del río Villalobos al Lago de Amatitlán	Indica la cantidad de agua en el cauce del río Villalobos en la desembocadura	Medición de caudal en la desembocadura del Río Villalobos	m3/año
Características fisicoquímicas de las aguas residuales que ingresan al lago (datos del Villalobos)	Indica el potencial contaminante que tiene el río Villalobos en su ingreso al lago de Amatitlán obtenidos por Monitoreo de Control Ambiental	Comprende un cálculo y tratamiento estadístico de los datos correspondientes al río Villalobos en su ingreso al lago de Amatitlán obtenidos por Monitoreo de Control Ambiental	Pendiente de especificar
Producción de Desechos en la CLA	Indica la cantidad esperada de generación de desechos en la Cuenca	habitantes de la CLA*PPC de desechos habitante día	toneladas
Industrias que se ubican en la cuenca	Indica la cantidad de industrias que se ubican dentro de territorio de la cuenca	industrias	industrias
Densidad de población en la cuenca	Habitantes por km cuadrado en la cuenca	población total/km2 de la cuenca	hab / km 2

12

Indicadores de Estado			
Nombre del Indicador	Descripción	Forma de Cálculo	Unidades
Cota de lago	Nivel del agua que alcanza el lago	Medición directa de la División de Limpieza del Lago	mnm
Convenios vigentes	Los convenios que se encuentran vigentes a la fecha entre los anteriores firmados por RI	Dato Directo por contabilización de convenios vigentes de RI	convenios
Hectáreas reforestadas de años anteriores con mantenimiento	Razón entre área reforestadas en años anteriores y áreas a la que se le brinda mantenimiento	(Hectáreas con mantenimiento/Hectáreas reforestadas anteriormente) *100	porcentaje
Hectáreas con prácticas de conservación de suelo y agua	Es el número total de hectáreas trabajadas con estructuras de conservación de suelo y agua durante el año y el mantenimiento de las áreas establecidas en años anteriores en zonas propuestas.	(Hectáreas con mantenimiento/Hectáreas trabajadas con estructuras de conservación anteriormente) *100	porcentaje
Hectáreas preparadas para reforestar	las hectáreas que han sido chapadas y acondicionadas para la reforestación	Hectáreas preparadas para reforestar/ Hectáreas que tienen potencial de reforestación	porcentaje
Zonas de recarga acuífera en la CLA	Porcentaje del área recuperado de recarga acuífera en áreas desprovistas de cobertura vegetal (se desea pasar de un 2.1% a un 4.2% en 2015)	Área recuperada/Área desprovista de cobertura vegetal*100	porcentaje
Identificación y gestión de suelos	Las hectáreas que se han identificado como sitios potenciales para realizar reforestación y conservación de suelos	Dato Directo por contabilización de hectáreas identificadas	Hectáreas
Áreas detectadas como vulnerables en el cauce del río	Se realizan recorridos para identificación de tramos dañados y riberas y cauce del río	Dato Directo por contabilización de zonas identificadas como vulnerables	m2
Área asoleada visible dentro del lago	Delimitación de la zona visible de sedimentos acumulados en la desembocadura	Medición directa de la División de Ordenamiento Territorial	m2
Índice de Calidad del Agua CIA	Comprende un cálculo y tratamiento estadístico de los datos correspondientes a OD, T, Conductividad y Salinidad obtenidos por Monitoreo de Control Ambiental	Comprende un cálculo y tratamiento estadístico de los datos correspondientes a OD, T, Conductividad y Salinidad obtenidos por Monitoreo de Control Ambiental	Pendiente de especificar
Índice de Estado Tráfico IET	Comprende un cálculo y tratamiento estadístico de los datos correspondientes a SDT, DQO, DBO, Nitrogeno total, Teforol total, Clorofila y transparencia del Lago de Amatitlán en los puntos específicos de: Centro Este, Centro Oeste, Bahía Playa de Oro y Río Michitoyá. Obtenidos por Monitoreo de Control Ambiental	Comprende un cálculo y tratamiento estadístico de los datos correspondientes a SDT, DQO, DBO, Nitrogeno total, Teforol total, Clorofila y transparencia del Lago de Amatitlán en los puntos específicos de Centro Este, Centro Oeste, Bahía Playa de Oro y Río Michitoyá. Obtenidos por Monitoreo de Control Ambiental	Pendiente de especificar
Volumen de AR domésticas tratadas en la CLA	Porcentaje de aguas residuales domésticas tratadas en las plantas de tratamiento a cargo de AMSA, con relación al 100% de aguas residual doméstica producida por los habitantes de la cuenca del Lago.	(Volumen promedio de agua residual tratada con un 60% de eficiencia/Volumen estimado de producción de aguas residuales domésticas en la cuenca)*100	%
Desechos tratados en el vertedero controlado de AMSA	Porcentaje de desechos sólidos tratados en el relleno sanitario del km. 22 con respecto a la producción percápita de la cuenca	Dato directo por Estadísticas de División de Desechos Sólidos	%
Área boscosa de la Cuenca del Lago de Amatitlán afectada por incendios forestales	Refleja el grado de afectación por incendios en la zona boscosa de la cuenca	Dato directo por Estadísticas de la División de Manejo Forestal	Hectáreas
Bosque natural bajo manejo	Porcentaje de la superficie de bosque natural bajo manejo en la Cuenca	(Hectáreas de bosque natural manejadas / Total de hectáreas de bosque natural en la Cuenca) x 100	%
Reforestación y consolidación de suelos	Porcentaje de hectáreas reforestables con reforestación directa	(Hectáreas reforestadas/hectáreas de vocación forestal desprovistas de cobertura en la cuenca) x 100	%
Población conectada a un sistema de tratamiento de aguas residuales	Relaciona la cantidad de personas totales en la cuenca con la cantidad que tiene acceso a un tratamiento de sus aguas residuales	(Población con acceso a tratamiento de aguas residuales/Población Total de la Cuenca)*100	%
Población expuesta al contagio por consumo de agua del lago	Muestra la población que es más vulnerable a tener afecciones por causa de consumo y utilización del agua del lago	Dato directo por estudio de campo	Personas
Industrias en la cuenca que aplican un sistema de tratamiento de AR	Refleja la cantidad de industrias que si están cumpliendo con un tratamiento de sus aguas residuales	Dato directo por estudio de campo	Industrias
Características microbiológicas del agua del lago	Indica la calidad microbiológica que tiene el agua del lago y su capacidad de afectar la salud de la población	Tratamiento estadístico de los datos obtenidos por Monitoreo de Control Ambiental	Pendiente de especificar
Porcentaje de remoción de nutrientes promedio en las PTAR	Brinda información sobre la capacidad que tienen las plantas de tratamiento que maneja AMSA en la remoción de nutrientes (nitrógeno y fósforo)	Promedio ponderado de la remoción de nutrientes en las diferentes plantas de tratamiento que opera AMSA utilizando los datos de Monitoreo de Control Ambiental	%
Profundidad del lago	Indica el aumento o disminución de la profundidad del lago con respecto a una profundidad aceptada	Dato directo de Estudio de Batimetría	metros
Familias o población que depende económicamente de la pesca del lago	Refleja la cantidad de personas que practican la pesca como método de sustento económico	Dato directo de estimaciones de DIPECA	Personas
Familias o población que dependen en alguna medida económicamente del lago	la cantidad de personas que realiza alguna actividad económica relacionada con el Lago (restaurante, sitio turístico, paseos en lancha, etc)	Dato directo de estudio de campo	Personas
Industrias en la cuenca que colaboran con la institución	Refleja el grado de compromiso que tienen las industrias en la cuenca con la labor de mejorar la CLA	(Cantidad de industrias colaboradoras/cantidad de industrias instaladas en la cuenca)*100	%
Denuncias recibidas y presentadas por AMSA a otras instancias	Indica el número de denuncias que se introducen y a las que se les da seguimiento	Dato directo del Departamento Jurídico	denuncias
Municipios comprometidos con la labor de mejoramiento de la cuenca	Indicar cuantos municipios han asumido una verdadera cooperación y compromiso para colaborar con AMSA y mejorar la CLA	(Cantidad de municipios comprometidos/Cantidad de municipios que forman parte de la cuenca)*100	%
Denuncias que tuvieron como resultado una acción legal	Indica cuántas de aquellas denuncias seguidas por AMSA dieron un resultado en acciones legales	Dato directo del Departamento Jurídico	denuncias
Proporción del agua tratada en el río Villalobos	Relaciona la cantidad de agua total del río con la fracción que es tratada en la PTAR La Cerra	(Caudal tratado en la PTAR La Cerra/Caudal promedio del Río Villalobos)*100	%
Población beneficiada indirectamente por la presencia de proyectos de AMSA	Indicar la cantidad de personas que tiene acceso a ciertos beneficios que no tendría de otra forma sino fuera gracias a la existencia de los proyectos de AMSA	Dato directo por estudios de campo	personas
Municipios que tienen acceso al servicio de disposición de residuos en el vertedero controlado del Km 22	Indica el grado de cobertura que tiene el servicio de vertedero controlado para con los municipios de la Cuenca.	Dato directo de las estadísticas de la División de Desechos Sólidos	municipios

31

Indicadores de Respuesta			
Nombre del Indicador	Descripción	Forma de Cálculo	Unidades
Maestros capacitados	personas cubiertas en el sistema de educación formal específicamente docentes	Dato directo por listados de Educación Ambiental	personas
Niños ECOCINE	personas cubiertas en el sistema de educación formal específicamente niños	Dato directo por listados de Educación Ambiental	personas
Personas involucradas en Huella Verde	personas cubiertas en el sistema de educación informal específicamente jóvenes	Dato directo por listados de Educación Ambiental	personas
Personas cubiertas por el sistema de educación informal	personas cubiertas en el sistema de educación informal específicamente Capacitación Comunitaria y Conferencias	Dato directo por listados de Educación Ambiental	personas
Personas abarcadas con campañas de sensibilización	personas cubiertas en el sistema de educación informal	Dato directo por listados de Educación Ambiental	personas
Hectáreas reforestadas con especies prioritarias	Eficiencia de reforestación con respecto a meta programada	(Hectáreas reforestadas/ Hectáreas Meta a reforestar)*100	porcentaje
Producción de plantas forestales, frutales y para conservación de suelos en viveros	Cantidad de plantas producidas en viveros de la división, Las Plantas producidas en el vivero de la división de manejo forestal equivalen a cierto número de hectáreas reforestadas	(Plantas producidas/Plantas requeridas para reforestar una hectárea)	Hectáreas
Sedimentos dragados en desembocadura	Cantidad de sedimento removido en la desembocadura y que por tanto no ingresa al lago.	Capacidad de vehículo contenedor*Número de vehículos	m3
Mantenimiento y mejoramiento en el cauce, taludes y laderas del río Villalobos	Indica las áreas en metros cuadrados de trabajos de mantenimiento y mejoramiento realizados en el cauce, taludes y laderas del río Villalobos con respecto a la meta programada	(m2 de obra construída/m2 de obra programada)*100	m2
Obras realizadas en el cauce del río Villalobos	Construcciones realizadas en territorios del río Villalobos a fin de proteger sus bordes entre otros aspectos	Dato directo por mediciones de la División de Ordenamiento Territorial	km
Compost fabricado a partir de ninfas	Indica la cantidad de compost que logró elaborarse a partir de ninfas	Dato directo de mediciones de la División de Limpieza del Lago	kg
Cosecha de plantas acuáticas para tratamiento terciario en la desembocadura	Extracción de ninfas y otras plantas acuáticas del lago para someterlas al tratamiento de biodigestión	Dato directo por mediciones de la División de Ordenamiento Territorial	m3
Volumen de AR tratada	Cantidad de agua tratada en plantas a cargo de AMSA con respecto a la meta programada	Dato directo de mediciones de la División de Limpieza del Lago	m3
Extracción de sólidos de playas y espejo del lago	Indica la cantidad de desechos orgánicos e inorgánicos que es removida por la división de Limpieza del Lago	Dato directo de mediciones de la División de Limpieza	m3
Eficiencia del uso de la leña	Porcentaje de has deforestadas para leña que se han reducido por el uso de estufas	(# estufas *Cantidad de leña que ahorra cada estufa)/Cantidad de uso de leña estimado en la cuenca)*100	%
Eliminación de basureros ilegales	Basureros ilegales eliminados	Dato directo de mediciones de la División de Desechos Sólidos	basureros
Rehabilitación y conservación de humedales	Porcentaje de has rehabilitadas y conservadas del humedal	(hectáreas protegidas en humedal/ Hectáreas vulnerables en humedal)	%
Combate de incendios forestales	El indicador mide lo que significa proteger los terrenos de la cuenca en proporción a la cantidad de terrenos que son vulnerables a incendios.	(análisis realizados/análisis necesarios)*100	%
Monitoreo de la calidad del agua de los cuerpos hídricos	Indica el cumplimiento responsable de AMSA como ente encargado de monitoreo de un cuerpo de agua	(Análisis de agua realizados / Análisis necesarios para monitoreo)	%
Rehabilitación de plantas de tratamiento de aguas residuales	Mejoramiento que se realiza en la capacidad operativa de las plantas de tratamiento	(Volumen de Capacidad de tratamiento agregada/Volumen de Capacidad instalada antes de los trabajos)*100	%
Asesorías e información brindada a comunidades o empresas sobre prevención de generación de AR	Indica la cantidad de apoyo que ha dado la división de desechos líquidos a comunidades y empresas que solicitan asesorías	Dato directo de la División de Desechos Líquidos	Asesorías
Población expuesta concentrada en el adecuado uso del agua del lago	Refleja los esfuerzos que se brindan en educar a la población vulnerable en materia de prevención	Dato directo de la División de Educación Ambiental	Personas
Repoblación con peces nativos anual	Indica la cantidad de individuos de especies nativas criados y luego agregados al ecosistema del lago	Dato directo de la División de Control Ambiental	Alevines
Población beneficiada con la realización de artesanías a partir de ninfas	Personas que reciben la ninfas seca para procesarla y realizar artes manuales	Dato directo de la División de Educación Ambiental	Personas
Recarga de acuíferos	Refleja el área que se ha logrado preservar por su importancia en puntos de recarga de la cuenca	Dato directo de la División de Manejo Forestal	Hectáreas
Actividades realizadas para involucramiento de municipios	Cuántos eventos se realizaron para motivar a los municipios a involucrarse en una labor conjunta con AMSA y sensibilizar a las autoridades sobre el tema	Dato directo de las Divisiones que tuvieron la oportunidad de realizar actividades de este tipo	Actividades
Actividades realizadas con mira a incrementar la cooperación internacional y el intercambio de conocimientos	Indica el número de eventos en que se pudo concretar aspectos de cooperación, aportes internacionales, generación de información.	Dato directo de las Divisiones que tuvieron la oportunidad de realizar actividades de este tipo	Actividades
Asesorías e información brindada a comunidades, municipios o empresas sobre prevención y manejo de los RSU	Indica la cantidad de apoyo que ha dado la división de Manejo de desechos líquidos a comunidades, municipios y empresas que solicitan asesoramiento.	Dato directo de las Divisiones que tuvieron la oportunidad de realizar actividades de este tipo	Asesorías
Proyectos programados en mejoramiento de tecnologías para tratamiento de RSU	Indica los proyectos cuya ejecución a comenzado específicamente enfocados a la mejora de tecnologías en materia de tratamiento de RSU	Dato directo de la División de MOS	Proyectos
Proyectos programados en mejoramiento de tecnologías para tratamiento de AR	Indica los proyectos cuya ejecución a comenzado específicamente enfocados a la mejora de tecnologías en materia de tratamiento de AR	Dato directo de la División de Desechos Líquidos	Proyectos
Asesorías e información brindada a comunidades, municipios o empresas sobre prevención y manejo de AR	Indica la cantidad de apoyo que ha dado la división de Manejo de desechos líquidos a comunidades, municipios y empresas que solicitan asesoramiento.	Dato directo de la División de Desechos Líquidos	Asesorías

**Apéndice 8 Manual de Uso y Guía de interpretación para el Sistema de
Indicadores Socioambientales desarrollado**

Manual de uso y guía de interpretación para el sistema de indicadores socioambientales de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y Lago de Amatitlán*

Elaborado por: Ángela Méndez Mora

Noviembre del 2012

*Este documento se elaboró como parte del Trabajo Final de Graduación *“Elaboración y ejemplificación de un sistema para la evaluación de proyectos mediante indicadores socioambientales en la cuenca de lago de Amatitlán, Guatemala.”* realizado para optar al título de licenciatura en Ingeniería Ambiental por el Instituto Tecnológico de Costa Rica. En el documento correspondiente al trabajo mencionado se podrá encontrar más detalles relacionados con la metodología.

Ángela María Méndez Mora
Ingeniera Ambiental
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Correo electrónico: am32710@gmail.com
Año 2012

CONTENIDOS

Contenido

CONTENIDOS.....	3
INTRODUCCIÓN	4
CONCEPTOS IMPORTANTES	5
FUNDAMENTOS DEL SISTEMA	6
COLOCACIÓN DE JUICIOS EN LAS MCM	12
DEBILIDADES DEL SISTEMA	15
FORTALEZAS DEL SISTEMA	15
INTRODUCCIÓN DE LOS DATOS AL SISTEMA.....	16
ASIGNACIÓN DE CALIFICACIONES	16
GENERACIÓN DE RESULTADOS	17
OTROS RESULTADOS QUE PUEDEN GENERARSE	18
INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	19
INTRODUCCIÓN DE UN NUEVO INDICADOR	20
SITUACIONES ESPECIALES PARA EL MANEJO DE LOS DATOS DE INDICADORES	25
FICHAS TÉCNICAS DE LOS INDICADORES INICIALES DEL SISTEMA	26

INTRODUCCIÓN

En la fase inicial de uso de indicadores, se debe brindar ayuda a los administradores del sistema para que puedan contribuir mejor a la comprensión del mismo.

Conforme los indicadores alcanzan cierto grado de generación de rutina los administradores manejarán de forma más simple su interpretación y por ende con más confiabilidad.

A menudo los datos de indicadores requieren interpretaciones sofisticadas, análisis estadísticos intensivos, modelado por computadora o aseguramiento experto. La evaluación de potenciales acciones administrativas envuelve generalmente una variedad de información de entrada de la cual, los indicadores viene a significar solo una parte.

Este sistema tiene la ventaja de que permite evaluar si se desea la evolución individual de cada uno de los indicadores que lo conforman así como observar un resultado global que encierra el comportamiento de todos a la vez.

El presente documento tiene como objetivo facilitar el uso del sistema de indicadores socioambientales desarrollado para AMSA así como garantizar su uso permanente y anual en la institución.

Este manual incluye paso por paso cómo debe ser manejado cada uno de los espacios en las hojas de Excel que contienen al sistema.

Primeramente se incluye un apartado dedicado a explicar en qué se fundamenta el sistema creado y una descripción de cómo se desarrolló.

En las secciones siguientes se incluye explicaciones detalladas sobre el llenado de las matrices de comparación multicriterio que son la base de asignación de pesos del sistema, la generación de datos, su introducción en las casillas y la asignación de calificaciones.

El apartado dedicado a la interpretación de los resultados explica cómo examinar los comportamientos que tengan las calificaciones globales del sistema, tanto a nivel de los tres grupos de indicadores (Presión, Estado y Respuesta) como de las categorías que los conforman (AR, MF, SIL, LAGO, OT, MDS).

También se sugiere otros resultados que el sistema puede aportar si fueran de interés para los usuarios y la forma en que éstos pueden apoyar la toma de decisiones.

Igualmente debe indicarse las limitaciones del sistema y sus debilidades para no atribuirles funciones que no es capaz de abarcar y no considerar que pueda brindar resultados de cierto tipo que no son válidos. Así también, se aclara hasta qué punto los resultados son válidos o no o deben ser respaldados con otra información.

Este sistema se creó y fue adaptado exclusivamente para la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y Lago de Amatitlán pues depende directamente de la información que se genera en dicha institución.

Se utilizó un punto de partida ascendente es decir que se parte de los datos disponibles para crear los parámetros y finalmente reunirlos dentro de los indicadores. Dicho de otra forma la disponibilidad de datos fue la que guió la selección de indicadores. Unos cuantos sí fueron sugeridos a partir de necesidades de información identificadas.

Partiendo de ese hecho existen ciertos indicadores que requieren aún de la generación de la información para que sean llenados sus espacios debidamente en las tablas de Excel. Las consideraciones que se establecen para esos casos también son explicadas en este documento.

El buen uso que se le de al sistema y su permanencia como herramienta que es capaz de convertir simples datos en información requiere de la participación comprometida de personas que además se interesen en publicar los resultados.

CONCEPTOS IMPORTANTES

Para fines de comprender mejor el uso de los términos en este manual se explican a continuación los más mencionados:

Alternativas: En el contexto del análisis jerárquico y de este manual serán cada una de las áreas posible de trabajo en la cuenca dentro de las cuales se maneja indicadores: Social, Institucional y Legal (SIL), Aguas Residuales (AR), Manejo Forestal (MF), Ordenamiento Territorial (OT), Manejo de Desechos Sólidos (MDS), Estado del Lago (LAGO).

Categoría: Es cada una de las clasificaciones que se da a los indicadores del sistema. Un indicador pertenece a una categoría según sea su naturaleza. Las categorías son las mismas alternativas: Social, Institucional y Legal (SIL), Aguas Residuales (AR), Manejo Forestal (MF), Ordenamiento Territorial (OT), Manejo de Desechos Sólidos (MDS), Estado del Lago (LAGO).

Calificación: Es la nota que se asigna a cada indicador dentro del listado según haya sido su comportamiento entre un año y otro. La calificación es asignada por una comparación directa y toma valores de 0, 30, 70 o 100 según sea el indicador. La calificación está definida para situaciones particulares que se especifican dentro de la columna *Situación* de la hoja de Excel empleada en este sistema.

Calificación global: Es la suma de todos los resultados obtenidos por indicador para cada uno de los grupos de indicadores (Presión, Estado y Respuesta).

Criterio: En el contexto del análisis jerárquico es cada uno de los tipos de indicadores que se manejan en el sistema (Presión, Estado y Respuesta).

Grupo de indicadores: Es cada uno de los grupos en que el marco PER clasifica los indicadores: Presión, Estado, Respuesta.

Indicador: Es cada uno de los datos que se manejan de manera separada en el sistema cuya información debe actualizarse en un período establecido y se clasifican en de Presión, Estado y Respuesta.

Juicio: Es la opinión que se asigna con la escala de Saaty dentro de las matrices de comparación multicriterio. El juicio se establece empleando criterios de expertos en campos diferentes relacionados con el manejo de cuencas.

Meta Global: Es el problema principal que se desea resolver mediante el uso del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP). En este caso determinar cuál es el grupo de indicadores que reúne mayor importancia por sus características. La meta global responde a la pregunta: ¿Cuál grupo de indicadores (P, E o R) tiene mayor importancia en el sistema?

Peso: Es un número que representa el valor relativo que tiene cada indicador. En el sistema se establecieron pesos para cada una de las categorías de indicadores. A mayor peso mayor importancia del indicador y mayor su aporte a la calificación global.

Situación: Es cada uno de los diferentes cambios que puede presentar un indicador con respecto a sus valores de años anteriores. La situación puede de aumento, disminución, anulación (el indicador se vuelve cero) o estabilidad. La situación tiene asignada una calificación y esta es la que define el resultado por período de cada uno de los indicadores.

Subcriterio: Es cada una de las diferentes opciones en que se subdividen los criterios. En este caso las opciones se crearon considerando la ubicación en la cuenca: Baja, Media y Alta.

FUNDAMENTOS DEL SISTEMA

El marco PER

El sistema base de construcción de los indicadores es el método PER (Presión Estado Respuesta). El esquema PER es el más utilizado en sistemas de seguimiento y evaluación de políticas, planes, programas y proyectos de sostenibilidad.

De acuerdo a la información disponible en SEMARNAT, 2005, citado por Flores (2009) el marco PER fue diseñado originalmente por Statistics Canada en 1979, el esquema conceptual Presión-Estado-Respuesta (PER) fue retomado y adaptado por Naciones Unidas para la

elaboración de algunos manuales sobre estadísticas ambientales, concebidos para su integración a los sistemas de contabilidad física y económica. Paralelamente, ese esquema fue adoptado y modificado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que en 1991 desarrolló el esquema PER y en 1993 definió un grupo medular de indicadores ambientales en varios temas seleccionados para la evaluación del desempeño ambiental.

Este método organiza los indicadores según respondan a preguntas como: ¿qué le pasa al ambiente? ¿por qué le pasa? y ¿qué se está haciendo al respecto?

El método incluye los siguientes aspectos:

- Las características físicas, químicas y biológicas del entorno.
- La condición del ecosistema y las funciones ecológicas del medio natural.
- La calidad de vida de la población.

Este modelo está basado en un principio de causalidad, en el que las actividades humanas ejercen una presión sobre el medio ambiente la cual puede provocar cambios en su estado, por lo que la sociedad adopta respuestas para hacer frente a las consecuencias negativas de las presiones ejercidas (Fernández et al., 2005).

Barr (2007) afirma que el modelo PER es flexible y puede ser ajustado a detalles o rasgos específicos. Ejemplo de ello es como la Agencia Ambiental Europea y otras han modificado el marco sumándole dos categorías: “Impulsores” o indicadores de fuerzas motrices para indicadores que describan presiones socioeconómicas subyacentes, tales como el crecimiento de la población y el consumo, e indicadores de “Impacto” para responder a la pregunta ¿Por qué son significativas las condiciones ambientales y los cambios?; por ejemplo, ¿qué impacto tienen las presiones sobre los ecosistemas, el bienestar económico y social, y la salud humana?

El marco de referencia PER ha sido criticado por poseer la limitación de ser algo simplista al asumir que las presiones ejercidas causan directamente los estados e impactos y por otro lado las respuestas son interpretadas como una retroalimentación para regular la situación

descrita. En otras palabras estas consideraciones no son capaces de reflejar a cabalidad la complejidad de las interacciones y las relaciones sistémicas que ocurren en un entorno (United Nations Environment Project [UNEP], 2006).

La relación lineal que se aplica para el esquema PER oculta la forma en que suceden realmente las interacciones (Flores, P., 2009).

Para el diseño de indicadores socioambientales se puede emplear el marco PER. En dicho caso se establecerían las siguientes pautas (Guttman, E. et al., 2004):

- Formas de presión humana sobre el medio ambiente:
 - Consumo de recursos del medio ambiente
 - Disposición de desechos en el medio ambiente

- Acciones mediante las cuales el ser humano ejerce presiones sobre el medio ambiente y características socioeconómicas que definen las modalidades de dicha presión: Las características de la presión dependen de las condiciones de vida y de las características culturales de los grupos que hacen esa intervención.

El indicador de presión puede ser de tipo primario o secundario. Si es primario refleja las presiones directas sobre el medio ambiente debido a las actividades humanas, si es secundario toma en cuenta las actividades humanas productivas o industriales que desencadenen otra problemática (Flores, P., 2009).

Los indicadores de estado se diseñan de manera que reflejen cómo se encuentra el medio ambiente natural en un momento específico, ello puede tratarse de las condiciones de un ecosistema, calidad fisicoquímica, biodiversidad, entre otros aspectos.

Finalmente los indicadores de respuesta cuantificarían cómo se están mitigando o controlando las presiones descritas y cómo hacen variar debido a su ejecución el estado del medio natural que se monitorea.

En resumen, los indicadores de estado deben ser diseñados para responder a las presiones. Los indicadores de respuesta deben estar diseñados para actuar sobre las presiones y debido a eso, pueden tener un impacto modificador en los indicadores de estado.

El Proceso de Análisis Jerárquico

Para desarrollar la asignación de pesos a cada categoría según se maneje indicadores de Presión, Estado y Respuesta se utilizó una evaluación multicriterio (EMC) y el método empleado para aplicarla fue el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP por sus siglas en inglés: Analytic Hierarchy Process).

Se seleccionó el proceso de comparación pareada porque posee un amplio uso en temas como lo son: la formulación de políticas, gestión ambiental, análisis costo beneficio y formulación de estrategias de mercado (Ávila citado por Ramírez, 2007).

El AHP se fundamenta en la asignación de valores numéricos a los juicios dados por criterio experto, logrando medir cómo contribuye cada elemento en una jerarquía creada para decidir sobre un problema particular.

Este método fue desarrollado por el Doctor en Ciencias Matemáticas Thomas Saaty a fines de la década de los ochenta. Según el mismo Saaty *“el A.H.P. desmenuza un problema en subproblemas y luego une todas las soluciones de estos en una conclusión”* (Saaty citado por Maurtua, 2006).

Se desarrolla con una matriz de comparaciones cruzadas en la que se registran los pesos de acuerdo al grado de preferencia que tengan unos criterios sobre otros. La escala empleada para asignar pesos a cada uno de los elementos comparados va del 1 al 9 y se desglosa como sigue:

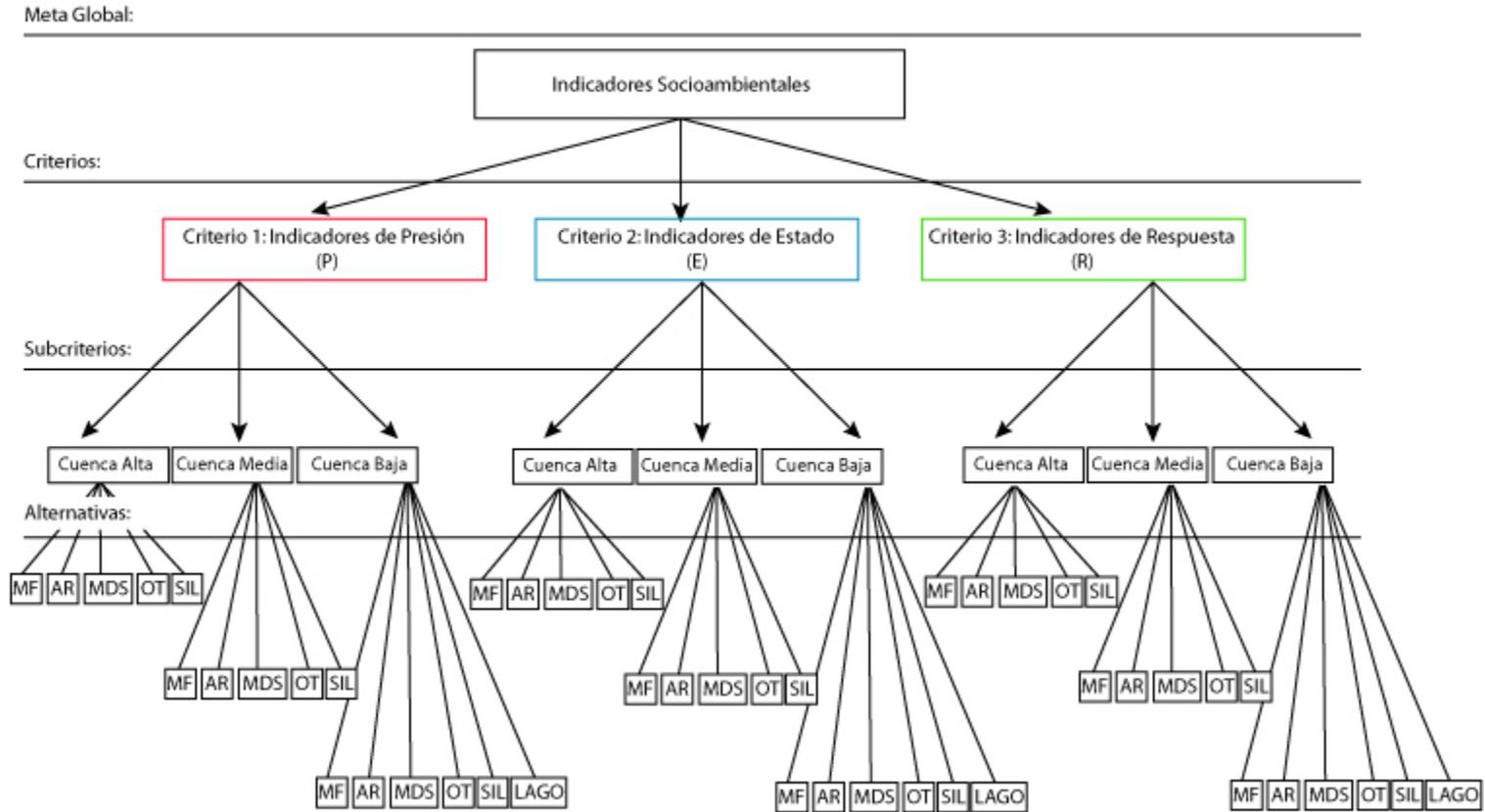
Cuadro 1. Valores para la asignación de pesos según la Escala de Saaty.

Valor en la escala de Saaty	Interpretación
1	Igualmente importante
3	Ligeramente más importante

5	Notablemente más importante
7	Demostrablemente más importante
9	Absolutamente más importante
Los números pares vienen a representar calificaciones intermedias. Así por ejemplo un 4 representaría el punto medio entre Ligeramente más importante y Notablemente más importante.	

El método logra medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende, llegando a obtener una síntesis como resultado final, que da una noción al decisor de la alternativa que debería de elegir, como también un análisis de la sensibilidad de los datos, para visualizar una posible variante en los juicios dados por los decisores (Maurtua, D., 2006).

ESQUEMA DE JERARQUÍAS PARA EL PROBLEMA DE ASIGNACIÓN DE PESOS A LOS INDICADORES



Comprendiendo la construcción de las jerarquías

Para fines de la construcción de las jerarquías en que se desglosó el problema principal se considera lo siguiente:

- La meta global es: Establecer el peso de los indicadores socioambientales y se representó por tanto con el rectángulo nombrado *Indicadores Socioambientales*
- Los criterios: Son las tres ramas en que se dividen los indicadores, es decir: Presión, Estado, Respuesta.
- Los Subcriterios: vienen a ser las tres opciones en donde los criterios tienen origen, es decir ubicaciones en la cuenca: Cuenca Media, Cuenca Baja, Cuenca Alta. Dicho de otra forma; existen Presiones, Estados y Respuestas en cada una de dichas zonas de la cuenca pero su aporte es diferente en cada una.
- Las alternativas: Son el último lugar en la jerarquía y se conforman por los diferentes aspectos de trabajo que se deben contemplar en una cuenca: Aguas Residuales (AR), Manejo Forestal (MF), Manejo de Desechos Sólidos (MDS), Situaciones en el lago (LAGO), Ordenamiento Territorial (OT) y aspectos Sociales Institucionales y Legales (SIL). Como se puede observar en el diagrama de la jerarquía la alternativa “LAGO” sólo está presente en Cuenca Baja, precisamente por su naturaleza.

Una matriz de comparaciones se realizó para cada elemento de la jerarquía de manera que se comparó lo siguiente:

- Criterios (Presión, Estado, Respuesta) contra Criterios (Presión, Estado, Respuesta) tomando como referencia la Meta Global.
- Subcriterios (Cuenca Alta, Cuenca Media, Cuenca Baja) contra Subcriterios (Cuenca Alta, Cuenca Media, Cuenca Baja) tomando como referencia el Criterio Presión.
- Subcriterios (Cuenca Alta, Cuenca Media, Cuenca Baja) contra Subcriterios (Cuenca Alta, Cuenca Media, Cuenca Baja) tomando como referencia el Criterio Estado
- Subcriterios (Cuenca Alta, Cuenca Media, Cuenca Baja) contra Subcriterios (Cuenca Alta, Cuenca Media, Cuenca Baja) tomando como referencia el Criterio Respuesta
- Alternativas (MF, AR, MDS, LAGO, OT, SIL) contra Alternativas (MF, AR, MDS, OT, SIL) tomando como referencia el Subcriterio Cuenca Alta.
- Alternativas (MF, AR, MDS, OT, SIL) contra Alternativas (MF, AR, MDS, LAGO, OT, SIL) tomando como referencia el Subcriterio Cuenca Media.
- Alternativas (MF, AR, MDS, OT, SIL) contra Alternativas (MF, AR, MDS, OT, SIL) tomando como referencia el Subcriterio Cuenca Baja.

COLOCACIÓN DE JUICIOS EN LAS MCM

Los juicios en las matrices se deben colocar utilizando la escala de Saaty mostrada en el Cuadro 1. Como se observa dicha escala solo posee números impares, sin embargo debe considerarse que:

- Los números pares representan opciones intermedias entre uno y otro valor de la escala y se pueden utilizar cuando no es tan pronunciada la diferenciación entre un condición y otra de las enunciadas.
- Para asignar un juicio opuesto al que declara un número de la escala se utilizan fracciones. Por ejemplo: El valor 3 significa que la comparación designa a uno de los elementos como *Ligeramente más importante* que el otro, sin embargo la opción *Ligeramente menos importante* se puede asignar empleando un 1/3.
- Cuando una alternativa se compara contra sí misma se coloca un uno, por lo cual se genera una diagonal en la matriz conformada por juicios iguales a 1.

Se debe comenzar a llenar la matriz de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha. De manera que se asignan primero todos los juicios por debajo de la diagonal unitaria. Como se muestra a continuación:

	A	B	C	D	E	F
A	1	1/3				
B	3	1				
C			1			
D				1		
E					1	
F						1

Los espacios que se ubican encima de la diagonal se llenan con los valores recíprocos de los asignados primeramente. Así por ejemplo si la posición de comparar B contra A en la matriz (es decir la posición 2,1) dio como resultado un 3 entonces la posición 1,2 (de comparar A contra B) debe rellenarse con un 1/3.

Este mismo procedimiento se sigue hasta llenar todos los espacios con los juicios que se consideren más apropiados al comparar elementos.

Sin embargo debe siempre garantizarse que la Razón de Consistencia (RC) mantenga un valor menor o igual que 0,10. Este requisito es parte del fundamento matemático del AHP, si la razón de consistencia sobrepasa dicho valor es señal de que los juicios asignados fueron inconsistentes o contradictorios y por ende deberán revisarse para colocarlos nuevamente y lograr que la RC tenga este valor o uno menor.

Precisamente esta es la fortaleza del método y del cual se afirma es uno de los mejor fundamentados estadísticamente y de mayor uso en el mundo.

Debe tenerse en cuenta que al utilizar el AHP los resultados obtenidos con su aplicación pueden cambiar con el tiempo y por ello se debe considerar un proceso de decisión dinámico y repetir completamente el proceso cada cierto tiempo, reinsertando los nuevos juicios en las matrices de comparación, lo cual indica, la flexibilidad del método, al proporcionar a quienes toman las decisiones la oportunidad de revisar y justificar los pesos asignados anteriormente (Barbarosoglu y Yazgac citados por Ramírez, 2007).

En la hoja de Excel denominada Asignación de Pesos dentro del archivo Sistema de Indicadores se puede encontrar 7 matrices de comparación o MCM. Estas matrices son las que pueden ser cambiadas en su asignación de juicios.

A continuación se indican los nombres de dichas matrices en su orden de aparición y una descripción de cada una:

1. Matriz de Comparación de Criterios: Meta Global

Esta matriz compara los criterios contra sí mismos pero pensando en la meta global, esto quiere decir que para asignar los juicios se debe formular esta pregunta: ¿Cuál de los criterios es más importante para la meta global? En este caso ¿Qué grupo de indicadores socioambientales tiene mayor importancia? ¿Los de Presión, los de Estado o los de Respuesta?

2. Matriz de Comparación de Subcriterios: Ubicación en la Cuenca con respecto al criterio Presión.

Esta matriz compara los subcriterios Cuenca Media, Cuenca Baja y Cuenca Alta (ubicación en la cuenca) con respecto al criterio Presión. La pregunta que debe formularse para llenar esta matriz es la siguiente: ¿Los indicadores de Presión son más representativos en Cuenca Media, Cuenca Baja o Cuenca Alta? O ¿Dónde es que impactan más las presiones: en Cuenca Media, Cuenca Baja o Cuenca Alta?

3. Matriz de Comparación de Subcriterios: Ubicación en la Cuenca con respecto al criterio Estado.

Al igual que la anterior, esta matriz compara la ubicación de la cuenca con respecto al criterio Estado. La pregunta para formular en este caso sería: ¿Los indicadores de Estado son más representativos en Cuenca Media, Cuenca Baja o Cuenca Alta? O ¿Dónde es que resulta más importante conocer el Estado: en Cuenca Media, Cuenca Baja o Cuenca Alta?

¿Dónde es más importante tener conocimientos del Estado: en cue

4. Matriz de Comparación de Subcriterios: Ubicación en la Cuenca con respecto al criterio Respuesta.

La matriz mencionada funciona como las dos anteriores, compara los subcriterios de ubicación en la cuenca con respecto al criterio de Respuesta. La pregunta que guía en la formulación de los juicios en este caso es: ¿Los indicadores de Respuesta son más representativos en Cuenca Media, Cuenca Baja o Cuenca Alta? O ¿Dónde es más importante aplicar respuestas: en Cuenca Media, Cuenca Baja o Cuenca Alta?

5. Matriz de comparación de alternativas: indicadores con respecto a ubicación en Cuenca Alta.

Esta matriz compara las alternativas disponibles (AR, OT, MDS, LAGO, SIL, MF) por cada subcriterio de ubicación en la cuenca contra el subcriterio de ubicación en la cuenca: Cuenca Alta. La pregunta que guiará en la colocación de estos juicios es: ¿Cuál de las alternativas disponibles tiene mayor importancia si pensamos en la situación de Cuenca Alta?

6. Matriz de comparación de alternativas: indicadores con respecto a ubicación en Cuenca Media.

Para esta matriz, al igual que en la anterior se comparan todas las alternativas de campos de intervención (AR, OT, MDS, LAGO, SIL, MF) pero esta vez pensando en el subcriterio de ubicación Cuenca Media. La pregunta que guía en la asignación de juicios es: ¿Cuál de las alternativas disponibles tiene mayor importancia si pensamos en la situación de Cuenca Media?

7. Matriz de comparación de alternativas: indicadores con respecto a ubicación en Cuenca Baja.

Esta es la última matriz y con ella se cierra las comparaciones entre elementos de la jerarquía. Al igual que las dos anteriores compara las alternativas pero en relación al subcriterio de ubicación Cuenca Baja. Para guiarse con la asignación de valores a los juicios se debe formular la pregunta: ¿Cuál de las alternativas disponibles tiene mayor importancia si pensamos en la situación de Cuenca Baja?

Al rellenarse las casillas con los nuevos juicios la hoja está construida para que calcule automáticamente todos los restantes valores que cambiarán y permitirán ver las Razones de Consistencia y se aginarán a las matrices resultantes o MR las cuales se mencionan a continuación:

1. Matriz Resultante para el criterio Presión
2. Matriz Resultante para el criterio Estado

3. Matriz Resultante para el criterio Respuesta
4. Matriz Resultante para la Meta Global.

Esta cuarta y última matriz del listado anterior es la que reúne el resultado final que conglomerará los pesos combinados de jerarquía en jerarquía hasta llegar a la meta global, es decir: ¿Cuál de los indicadores socioambientales tiene mayor peso?

El resultado de este peso global está expresado en números menores a uno cuya suma total es igual a la unidad pero son expresados en porcentaje para conocer adecuadamente cuál es la importancia relativa de cada uno. Además es este valor porcentual el que se utiliza en las tablas de indicadores. De ahí que exista en la hoja de Excel una columna para esta matriz denominada *Peso Global Expresado en Porcentaje*.

DEBILIDADES DEL SISTEMA

- **El sistema es relativo y comparativo:** Es decir que se requiere de información previa para establecer un cambio en las situaciones. Dicha información previa puede no estar disponible siempre por lo cual supone en ocasiones una desventaja. Además las calificaciones se obtienen porque se compara períodos entre sí y no un período con respecto a un estado ideal de manera que los cambios se ven reflejados con respecto a una situación anterior que ya ha sucedido y no una situación ideal inexistente.
- **El sistema es conmesuralista:** Esto quiere decir que reúne en un solo número a través de una calificación global el comportamiento de muchos aspectos por lo cual, si bien resulta una ventaja porque simplifica el manejo de la información debe ser también manejado cuidadosamente porque el número no precisamente deja ver cómo se han comportado todos los puntos analizados de forma individual. El resultado global no puede reemplazar, sesgar o estar por encima de resultados individualizados de cada indicador y por el contrario puede valerse de estos análisis independientes para reforzar la explicación de su resultado.
- **El sistema es rígido en la construcción de sus categorías de indicadores:** no resulta recomendable ni sencillo agregar o eliminar nuevas categorías al sistema de indicadores más allá de aquellas con las que fue construido (MF, MDS, AR, OT, LAGO, SIL). Agregar o eliminar una categoría alteraría la constitución de la jerarquía empleada para las comparaciones multicriterio en el proceso de análisis jerárquico

FORTALEZAS DEL SISTEMA

- **Respaldo Matemático:** El Proceso de Análisis jerárquico que se utilizó para solucionar el problema de asignación de pesos a los indicadores está fundamentado matemáticamente y es restrictivo en cuanto al establecimiento de juicios solicitando que se cumpla con un determinado número (0,1) de Razón de Consistencia, impidiendo así comparaciones arbitrarias o subjetivas.
- **Flexibilidad en la asignación de pesos:** El sistema matemático mencionado en el punto anterior emplea matrices de comparación multicriterio que pueden ser rellenas y actualizadas cada cierto tiempo mediante acuerdos de equipos multidisciplinarios involucrados con las labores de la institución.
- **Independencia entre indicadores que impiden que se frene la generación de un resultado global a falta de algún dato:** El sistema se podrá utilizar a pesar de que no exista información disponible de alguno de los indicadores. El hecho de que por algún motivo no se genera la información requerida no impide que se de uso al sistema o retrase su utilización en la generación de resultados.

- **Usos múltiples:** El sistema arroja resultados que pueden tener diferentes fines: informativo, de análisis en la toma de decisiones, divulgativo; para públicos específicos, o como respaldo para solicitudes o peticiones, demostrativo y de rendición de cuentas.

INTRODUCCIÓN DE LOS DATOS AL SISTEMA

Para la elaboración de los resultados es necesario contar ya con los datos necesarios para ir rellenando cada casilla correspondiente a cada año por indicador.

Para facilitar este proceso es que se ha colocado una Hoja denominada *Datos Línea Base* en el Archivo de Excel llamado Sistema de Indicadores. Esta segunda hoja del libro es la que reúne toda la información recolectada necesaria para que luego se llene cada espacio correspondiente por período a un indicador.

La estructura de esta hoja debe crecer año con año pues se le van a ir asignando columnas a cada dato generado por cada año de información generada.

Esta hoja contiene los datos mínimos que se requieren para poder suplir la demanda de información que hacen los indicadores del sistema. Evidentemente si se agrega un indicador nuevo que requiera datos distintos de los que se mencionan en la hoja se deberán agregar al listado.

La hoja garantiza que la persona que se encarga de reunir los datos lleve en orden los mismos y sepa cuáles son los que aún le deben de parte de las Divisiones o dónde debe buscar los faltantes pues existe una columna que se llama *Fuente*. La fuente que se indica no necesariamente es la misma año a año pero garantiza que, un dato que se coloca en la tabla después se pueda corroborar y esté su existencia respaldada en un documento. Esta columna se llena para cada año pues como se ha mencionado

Las celdas de las tablas correspondientes a Presión, Estado y Respuesta (una hoja existe para cada grupo de indicadores) se actualizan automáticamente al colocar los datos en la hoja de *Datos Línea Base*.

De manera que lo que sigue en el proceso es la comparación visual y manual de los resultados para asignar a cada indicador su calificación.

ASIGNACIÓN DE CALIFICACIONES

La asignación de calificaciones funciona como la evaluación de un examen en el cuál cada rubro tiene un porcentaje y se puede ganar la totalidad de ese porcentaje o solo una fracción del mismo según sea el comportamiento del indicador.

En la parte superior de las hojas denominadas Presión, Estado y Respuesta del archivo de Excel *Sistema de Indicadores* existe un cuadro que debe ser llenado cuidadosamente a fin de que la evaluación sea exitosa. Este cuadro se muestra a continuación:

Categoría	Peso correspondiente a la categoría	Cantidad de indicadores presentes por categoría	Peso de cada indicador
MF	0.0453	5	0.009
AR	0.4049	4	0.101
MDS	0.1176	2	0.059
LAGO	0.0335	2	0.017
OT	0.3040	5	0.061
SIL	0.0948	13	0.007

Como se observa cada categoría tiene un peso el cual tiene su origen en la asignación de pesos si se revisa la columna de la Matriz Resultante para Meta Global denominada Peso Global Expresado en Porcentaje. Esta columna se llena automáticamente por la hoja de cálculo.

Manualmente debe indicarse el número en la columna Cantidad de Indicadores Presentes por Categoría, para ello deben contarse cuántos hay por categoría en cada hoja. Así para el caso de las respuestas se contabilizaron: 5 indicadores de Manejo Forestal, 4 de Aguas Residuales. 2 de Manejo de Desechos Sólidos, 2 de estado del Lago, 5 de Ordenamiento Territorial y 13 de Social, Institucional y Legal.

Estos números sólo cambiarán si se le agregase un indicador nuevo al grupo. Por ejemplo, si se construyera un indicador nuevo para Aguas Residuales que se clasifique como de Respuesta el número pasaría a ser 5 en vez de 4.

Este número es necesario actualizarlo entonces, si se realizara algún cambio al sistema. La función de este número es otorgarle a cada indicador la fracción correspondiente a su peso. Es decir el peso total de la categoría se divide entre el número de indicadores presentes para esa categoría y se obtiene así el peso individual de cada indicador. Este cálculo lo realiza la hoja de Excel y sustituye los nuevos valores en el listado de cada grupo. Si se agrega un nuevo indicador la casilla Peso del Indicador correspondiente al mismo deberá ser llenada con la fórmula **=nombre de la celda que contiene el peso del indicador**

Esto quiere decir que si el Peso del Indicador de Aguas Residuales está en la celda D3 deberá indicarse **=D3** para la casilla correspondiente al peso del indicador nuevo agregado.

Si la casilla de Cantidad de Indicadores Presentes por Categoría aparece rellena de color amarillo significa que en futuro ese número deberá ser cambiado porque se actualizarán los datos de indicadores que aparecen actualmente rellenos de amarillo también.

NOTA: En la descripción anterior se está utilizando una división en partes iguales para cada categoría de manera que le corresponda una misma fracción del peso total a cada indicador que la conforma, esto para fines de simplificar el sistema. Esto no necesariamente tiene que ser así, si se considera que dentro de una misma categoría algunos indicadores son más importantes que otros es posible asignar proporciones diferentes a cada uno siempre y cuando la suma total de los pesos de los indicadores sea el peso total de la categoría.

GENERACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados se generan una vez que se realice una comparación visual de los datos correspondientes a cada indicador por período.

Como se observa en la columna **Situación** que aparece en cada grupo (hojas llamadas Presión Estado Respuesta) existe una calificación a asignar según sea el cambio que se presente entre datos de un año y otro.

Cada indicador tiene situaciones adaptadas según su naturaleza pero todas las calificaciones se reducen a 0, 30, 70 y 100.

El usuario debe revisar cómo cambió el dato y de esta manera colocar en la columna denominada **Calificación Correspondiente a la Situación** el número que corresponda. Esta asignación se hace de forma manual.

El cálculo correspondiente para el resultado es calculado por la hoja de Excel y al final de la lista aparece la suma de todos los resultados individuales para dar el resultado global de Presión, Estado o Respuesta, según sea el grupo.

Dichos resultados son graficados automáticamente y la figura generada aparece en la hoja denominada **Gráfica**.

OTROS RESULTADOS QUE PUEDEN GENERARSE

Información por categorías

El sistema permite extraer información por categorías de indicadores. Por ejemplo se puede generar una calificación promedio por categoría de indicadores que reúna su nota del grupo de Estado y Respuesta. Para ello se promedian las calificaciones por categoría en los grupos de Estado y Respuesta. Esta agrupación es la que se observa en la hoja denominada **Categorías**. La categoría de Presión se deja por fuera en este resultado porque valores más altos de presión significan lo contrario de valores más altos en Estado y Respuesta, es decir un valor alto tiene una connotación negativa en las Presiones mientras que un valor alto tiene una connotación positiva en Estado y Respuesta, de forma que incluir las calificaciones de Presión en el promedio produciría errores en los resultados.

Además las presiones son independientes de Estado por lo que es mucho más válido observar los cambios que se sufren por categoría solo en los grupos de Estado y Respuesta a fin de observar cómo se ha comportado determinada área de trabajo entre un período y otro.

Posibilidad de crear proyecciones

Es válido ingresar datos al sistema con el fin de observar cambios a futuro, esto quiere decir que se pueden introducir datos correspondientes a años siguientes, sobre lo que se espera, las metas dispuestas, cambios deseados a fin de crear escenarios futuros y observar qué sucede con las Presiones, Estados y Respuestas en los mismos.

Es así como resulta posible suponer cambios en las Presiones (aumentando o disminuyéndolas), cambios en el Estado (suponiendo que haya mejoras o que se tenga evoluciones negativas por alguna situación particular) y cambios en las Respuestas (estimándolas por posibilidades según asignación de presupuesto, introducción de nuevos proyectos, anulación de proyectos antiguos, etc.).

Cuando se trabaje con proyecciones se debe ser muy claro en cuál es el punto de referencia que se está usando para hacer la comparación así como ser insistente en indicar que los datos usados son asumidos y no reales y bajo qué suposiciones se realizan, esto para que la proyección tenga sentido y sea válido el escenario futuro estimado.

Posibilidad de analizar períodos puntuales

Aunque el sistema se pensó para facilitar el análisis de períodos de un año es posible utilizarlo también para analizar tiempos más cortos. Si se desea conocer cómo un aporte específico en una categoría a partir de determinado mes contribuyó a que la calificación variara debido a su implementación se puede trabajar con la misma estructura del sistema creado pero añadiéndole columnas para magnitudes mensuales y no anuales. Para ello se recomienda crear un archivo de Excel nuevo en el que a partir del ya existente se comiencen a hacer las modificaciones para darle un diseño mensual y no anual.

Análisis independiente de indicadores

El sistema permite que se analicen indicadores de forma individual pues se tiene su historial de forma ordenada por lo cual construir una gráfica para un indicador aislado se vuelve relativamente sencillo si se ha llenado los espacios de forma completa.

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

¿Qué significan las calificaciones?

Es importante considerar que notas más altas significan diferentes comportamientos en Estados y Respuestas que en Presiones.

Por ejemplo, una nota alta en Presiones significa que aumentaron los problemas. Una calificación alta de este grupo por lo tanto significa algo negativo. Pero para el caso de Estado y Respuesta una calificación mayor o cada vez más alta es una evolución positiva.

Lo que se busca idealmente es entonces: bajar la calificación de la Presión y subir las de Estado y Respuesta.

Dentro de un período:

Si al comparar dos años (por ejemplo 2010-2011) se obtienen calificaciones predominantemente de 70 o cercanas a dicho valor para un grupo (sea Presión, Estado o Respuesta) esto significa que no hubo variaciones de consideración entre un año y otro y que se mantuvieron similares la mayoría de las situaciones. Si el caso fuera en el grupo Presión esto viene a significar que las presiones se han mantenido y no han crecido de forma importante entre un año y otro. Si fuera en Estado significa que no ha habido mejoras ni bajas en las condiciones que se mantienen en la cuenca y finalmente, si es en el grupo Respuesta se interpreta como que las acciones realizadas siguen siendo iguales y no ha habido mejoras o empeoramiento en el funcionamiento de las mismas.

Al obtenerse calificaciones menores a 70 (rondando los 60, 50 o menos inclusive) significa que ocurrió algo que ocasionó en el caso de las Presiones disminuirlas, en el caso del Estado empeorarlo y en el caso de las Respuestas; reducirlas.

Entre dos períodos:

Esta es la comparación que se puede hacer al observar los resultados de dos períodos independientes. Es decir; se observa una calificación para el período 2010-2011 y otra para el período 2011-2012 de manera que se debe observar qué sucedió entre un período y otro.

Por ejemplo si para el período 2010-2011 se obtuvo una calificación en la Presión de 71.08 y para el período 2011-2012 este valor fue de 76.31 se debe interpretar que hubo un aumento en alguno de los indicadores de presión entre un período y otro que produjo un incremento de las mismas. La pregunta clave sería ¿Qué sucedió entre los dos períodos para que variaran las calificaciones?

Por el contrario si se mantiene un calificación idéntica o similar entre un periodo y otro por ejemplo 72 en uno y 73 en otro o 100 y 100 significa que las situaciones se mantienen iguales no solo entre un año y otro sino en los cuatro años incluidos en los dos períodos analizados.

El sistema permite saber ciertas cosas y otras no, esto es muy importante tomarlo en cuenta a la hora de analizar resultados.

Si las presiones incrementan no significa que la institución es inoperante (pues algunas presiones no son mitigadas directamente por proyectos de AMSA) sino que el panorama de los problemas está cambiando y debe analizarse cómo proceder a fin de hacer frente a dichos incrementos.

Sin embargo si se analizan aisladamente cada una de las presiones que se incrementaron y se observa que son aspectos que AMSA es capaz de manejar entonces sí debe considerarse que alguna labor de la institución está siendo insuficiente para la Presión existente.

Preguntas que guían para la interpretación de los resultados

Es importante observar diferentes comportamientos simultáneamente para poder interpretar de una forma más completa los resultados, para ello es que se propone a la hora de analizar los mismos ciertas preguntas que pueden funcionar como guías:

Para asociar una relación entre Presiones y Estado:

Si aumentó la calificación en la Presión ¿Qué pasó con la calificación de Estado? ¿Se incrementó o se redujo? ¿A qué pudo deberse este cambio? ¿Cuál indicador está implicado más directamente en dicho cambio? ¿Por qué el aporte de ese indicador es tan significativo?

Si las Presiones aumentaron y el Estado mejoró ¿qué pudo ser lo que aumento esta calificación a pesar de que se tuvo un aumento en las presiones? ¿Tuvieron algo que ver las respuestas? ¿Cuál indicador de respuestas fue el que representó el principal aporte para mejorar la calificación en ese grupo (Estado)?

Para asociar una relación entre Estado y Respuesta:

Si existe una mejora en el Estado es preciso revisar si corresponde también con una mejora en la Respuesta y responder a las siguientes preguntas: ¿a mayores respuestas mejor es la calificación de Estado? ¿la mejora en el Estado se asocia con algún indicador específico? ¿Cuál respuesta se relaciona directamente con ese indicador de Estado?

Si no hay alguna relación directa entre los cambios observados resulta necesario pensar otras opciones como: ¿La mejora o disminución en la calificación del Estado se debe a una acción nueva o anterior? ¿Cuál Presión mitiga esa Respuesta?

Es importante recordar que:

- Los indicadores de Presión son independientes de los de Estado.
- Los indicadores de Respuesta pueden actuar sobre algunos indicadores de Presión pero no necesariamente sobre todos, pues habrá Presiones que están por fuera del alcance de las posibles Respuestas que puede dar la institución.

INTRODUCCIÓN DE UN NUEVO INDICADOR

Evaluación con los Criterios de Selección

Cuando se ha detectado la necesidad de un nuevo indicador es necesario discutir la pertinencia del mismo considerar su utilidad y definirlo claramente, esto para proceder a evaluar el mismo con los criterios de selección que se sugieren a continuación:

Cuadro 2. Criterios de Selección para descarte de indicadores.

Criterio de Selección 1: El indicador mide directamente el cumplimiento de los objetivos y la labor de AMSA.
Criterio de Selección 2: El indicador es de fácil comprensión inclusive para no especialistas y no se presta para dobles interpretaciones o ambigüedades.

Criterio de Selección 3: El indicador relaciona variables de estado y tendencia y permite por su naturaleza elaborar prospectivas o detectar alertas tempranas relacionadas con el entorno monitoreado.
Criterio de Selección 4: El indicador refleja cambios y es sensible a ellos a lo largo del tiempo.
Criterio de Selección 5: El indicador es actualizable, medible, de fácil obtención y se puede producir oportunamente en caso de ser requerido.
Criterio de Selección 6: El indicador tiene una relación factible de costo beneficio.
Criterio de Selección 7: El indicador está fundamentado en términos científicos y /o debidamente justificado con criterios técnicos.
Criterio de Selección 8: El indicador utiliza información existente, creada por AMSA o ya disponible en alguna fuente de fácil acceso.
Criterio de Selección 9: El indicador es relevante a escala regional o nacional y se relaciona con puntos mencionados en la legislación o mantiene coherencia con políticas nacionales determinadas.
Criterio de Selección 10: El indicador tiene posibilidades de comparación con criterios, rangos o índices aceptados internacionalmente.

Se recomienda que el nuevo indicador cumpla al menos con 5 de los 10 criterios propuestos. Si un criterio que no se incluye en la lista anterior es de particular importancia para que el indicador sea introducido al sistema se deberá entonces considerar ingresar el mismo en el listado propuesto. Sin embargo cuanto más criterios de selección se agreguen debe tomarse en cuenta que más complicado será que un indicador cumpla un número significativo de los mismos (la mitad o más) puesto que se estarán asignando cada vez más exigencias.

Un indicador difícilmente cumplirá con todas las características mencionadas.

Ficha Técnica del indicador

El segundo paso que se debe seguir ante la introducción de un nuevo indicador al sistema es la elaboración de su ficha técnico metodológica.

La ficha técnico metodológica debe incluir todas las casillas que se sugieren a continuación y debe ser llenada con detalle puesto que es el diseño final del indicador que permite además regular cambios que se le hacen al mismo con el tiempo.

Nombre del Indicador: El nombre debe ser conciso y reflejar lo que el indicador representa. No debe ser similar al nombre de otros indicadores para evitar confusiones en el manejo del mismo.	
Descripción: En este espacio se define al indicador, explicándolo. Se debe ser claro en qué es lo que mide y representa.	
Relevancia y pertinencia del indicador:	Justificar la importancia que tiene el indicador propuesto en la evaluación sobre el medio ambiente y la sostenibilidad así como en la medición del papel de la institución dentro del manejo de la cuenca.
Definición de las variables:	Definir la variable o las variables que componen el indicador vinculándolo con los problemas de desarrollo sostenible que puede percibir y entender el usuario.
Unidad de medida:	Especificar qué unidades se manejarán en el mismo. Si el indicador es porcentual, adimensional, etc. Igualmente deberá indicarse.
Metodología de cálculo y fórmula:	Especificar cómo se obtiene la información para el indicador, si es un dato primario de investigación o si se toma de fuentes secundarias. Si se obtiene mediante estudio de campo o muestreo debe especificarse cuál es el nombre del método utilizado. Si el método no es un método estandarizado deberá existir un documento de referencia de cómo hacer el mismo e indicar quién lo establece de esa manera.
Características del dato limitaciones y alcances:	Describir qué refleja y qué no refleja el indicador, descartar aquello que el usuario menos experto pudiera dar por contenido en el resultado. Explicar bien lo que alcanza o excluye. Sus debilidades o vacíos en la información.
Comentarios e Información adicional:	Especificar cualquier detalle que se considera de importancia en torno al origen, manejo o naturaleza del indicador. Cualquier información que evite problemas o clarifique posibles dudas que puedan surgir.
Fuente de los datos:	Especificar institución, departamento y oficina que brinda los datos. Si es una fuente electrónica o mencionar el documento de los datos, publicación donde se encuentra disponible.
Disponibilidad de los datos:	Es cualitativo. Se describe que tan complicado fácil o difícil es poder acceder los datos. Más allá de que ya se encuentren formalmente producidos. Puede decirse: “plenamente disponible en formato físico y electrónico” o “ Disponible en forma restringida” o “dato primario de encuesta a hogares”
Método de levantamiento o captura de datos:	Encuesta, monitoreo, censos, registros administrativos, entrevistas o análisis de laboratorio.
Preguntas que guían en la obtención de los datos:	Redactar una serie de preguntas para sugerir de donde pueden salir los datos cuando provienen de diferentes fuentes y establecer además responsabilidades en la generación de los mismos. Algunas preguntas podrán ser: ¿Quiénes han realizado actividades de capacitación? ¿Quiénes tuvieron acceso a especialistas o se involucraron en actividades internacionales? ¿A quiénes corresponde la investigación en X área? ¿Cuál es la persona o personas encargadas de manejar esa información? ¿Quién posee los equipos o tecnologías necesarias para generarla? Etc.
Interpretación:	Si el indicador sube, baja o permanece igual ¿qué significa? ¿a qué consecuencias se puede asociar esos cambios? Se puede mencionar además, en caso de que se trate de información técnica compleja, posibles documentos en la literatura o nombres de personas con el conocimiento adecuado para interpretarlo.
Periodo de actualización del indicador	Especificar cada cuanto es recomendable que se actualice el valor y cada cuanto es viable y tiene sentido hacerlo.
Relación del indicador con aspectos de la política normal o metas ambientales nacionales o regionales	En esta casilla es importante mencionar aquellos puntos de interés que se relacionan con la relevancia del indicador en determinadas políticas nacionales o regionales. Esto no sólo justifica su elaboración sino que además le concede importancia en cuanto a la constancia de su uso y deja ver a otras personas o instituciones el adecuado manejo de la información y el cumplimiento en la elaboración de la que se sugiere generar en determinados campos para tener un panorama de diversas situaciones.

¿Cómo introducir el indicador al sistema?

El tercer paso consiste en incluir el indicador en el archivo de Excel **Sistema de Indicadores** para comenzar a utilizarlo.

Previo a ello es necesario clasificar el indicador en primera instancia dentro de una de las categorías (MF, AR, MDS, SIL, OT, LAGO) y luego dentro de un grupo (P, E, R).

Si un indicador se relaciona con personas y refleja cambios a nivel social y de calidad de vida aunque involucre temas de aguas residuales o manejo de desechos sólidos u otros, será incluido en la categoría Social, Institucional y legal (SIL).

Un indicador pertenece a la categoría LAGO sólo si refleja situaciones que ocurren directamente en el cuerpo de agua.

Para clasificarlos en de Presión, Estado o Respuesta se debe considerar si responden a las preguntas sugeridas en la sección **Fundamentos del Sistema: El marco PER** de este documento.

Una vez que se ha decidido sobre la categoría y grupo del indicador el mismo deberá incluirse en la hoja correspondiente a su grupo, por ejemplo si es de Presión se agregarán las filas necesarias para contenerlo en dicha hoja. Al agregarlo inmediatamente el número correspondiente a la columna **Número de indicadores por categoría** del cuadro superior de la hoja deberá ser cambiado sumándole la cantidad de indicadores que se están agregando al grupo, esto para que se actualice con el cálculo el valor correspondiente al peso de cada indicador.

Luego en la hoja denominada **Datos línea base** se deberá introducir filas que contengan los datos que se usaron para elaborar el indicador o los que permitieron su cálculo (si esto supuso emplear datos que no estaban en la lista inicial). Estas filas se agregan para que cada vez que se actualice el indicador se especifique además la fuente del mismo y se tenga su dato año con año.

Si un indicador se construye a partir de un cálculo matemático que implica por ejemplo dos datos no se debe introducir el resultado del cálculo sino los datos de forma independiente por ejemplo:

Se decidió incluir un nuevo indicador denominado: *Porcentaje de materia orgánica que ingresa como desechos sólidos flotantes al lago*. En dicho caso para obtener el porcentaje se requirió el total de desechos sólidos flotantes que ingresan al lago y la composición de los mismos. De manera que en el listado se deberá contar con dos campos: uno correspondiente a volumen de desechos sólidos flotantes que ingresan al lago (si no existe ya) y otro a porcentaje de materia orgánica que compone los desechos sólidos flotantes que ingresan al lago. A partir de esos dos datos independientes es que se calculó el valor del indicador.

Después de agregar los datos de origen al listado línea base se puede introducir la información correspondiente al indicador en su debido grupo. Las columnas serán las mismas con las que cuenta el sistema.

En la columna situación deberá definirse qué calificación asignar según se comporte el indicador en relación a un año y otro. La situación se puede definir empleando como guía las siguientes preguntas:

- Si el valor del indicador aumenta: ¿esto es negativo o positivo para la cuenca? Esto permitirá definir si ante un aumento se debe sugerir un 100 o un 30.
- Si el valor del indicador disminuye: ¿esto es negativo o positivo para la cuenca? Esto permitirá definir si ante una disminución se debe sugerir un 100 o un 30.
- ¿Es posible que el indicador alcance un valor igual a cero? Si esto sucede ¿el hecho de que alcance un valor de cero es bueno o malo para la cuenca? Esto permitirá definir si se debe contemplar la situación en la cual se le asigne una calificación cero.
- ¿El indicador puede permanecer constante? ¿Si el indicador permanece constante esto es bueno o malo para la cuenca? Puede ser que un 70 refleje que se mantiene en un margen de aceptabilidad o puede que el hecho de que no varíe represente una muy buena señal y esto amerite que se le asigne a la situación un 100.

Para asignar la situación es importante tener claro qué sucederá al indicador y qué significará eso en términos de negativo y positivo para la cuenca, pues esto es lo que permite que se asignen buenas o malas calificaciones a la evolución del mismo.

ELIMINACIÓN DE UN INDICADOR

¿Cómo eliminar el indicador del sistema?

Un indicador podrá ser eliminado del sistema cuando se presente alguna de las siguientes situaciones:

- El indicador llegó a un punto en que no cambiará más con el tiempo y debido a esa condición no reflejará cambios en ningún aspecto de interés para la institución y la situación socioambiental de la cuenca. En este caso el indicador se elimina sólo si tiene la certeza de que al llegar allí ya no se reducirá ni incrementará de ninguna manera.
- Si se trata un indicador de respuesta y el mismo dejó de relacionarse con labores que realiza la institución por lo que no permite monitorear en ningún grado el aporte que se realiza en ese sentido deberá eliminarse pues estará asignando malas calificaciones en un rubro que ya no existe. Por ejemplo: si durante un tiempo AMSA manejaba cierto programa educativo y ya no lo realizará más entonces los indicadores de respuesta relacionados con dicho programa ya no tendrán relevancia alguna.

- El indicador dejó de ser accesible desde el punto de vista económico y no se puede actualizar en el período sugerido de forma que se vuelve un dato estático no cambiante que ya no representa ninguna variación en las situaciones de la cuenca.
- Si por criterio de expertos se incluye uno o más indicadores en uno sólo más completo y mejor construido entonces deberán eliminarse los indicadores que hayan sido contenidos dentro del nuevo indicador para evitar redundancias e información contradictoria.
- Si se llega a un consenso en el que se determina que el indicador no tiene real relevancia para lo que interesa conocer y al evaluarse nuevamente con los 10 criterios de selección del Cuadro 2 se encuentra que cumple con menos de 5.

En caso de que se decida eliminar un indicador entonces se procede eliminando el mismo de la hoja del grupo al que pertenecía, es decir suprimiendo sus filas y columnas. Se realiza inmediatamente el cambio en el número de la columna ***Cantidad de indicadores correspondientes a la categoría*** del cuadro superior de la hoja del grupo, restándole la cantidad de indicadores que se removieron.

Se debe almacenar las fichas técnico metodológicas correspondientes a los indicadores almacenados a fin de que en un futuro se tenga acceso a las mismas ya sea porque se desea retomar el indicador nuevamente o porque se debe probar de alguna manera que se manejó dicha información y que existió el indicador en algún momento.

SITUACIONES ESPECIALES PARA EL MANEJO DE LOS DATOS DE INDICADORES

En ocasiones pueden existir vacíos en la información requerida para un indicador presentándose casos especiales que deben ser manejados de forma estandarizada para no producir alteraciones en los resultados. Dichas consideraciones deben ser tomadas en cuenta para hacer la interpretación de resultados.

Los casos que pueden darse son los siguientes:

- **El dato no se generó para un año pero hubo acciones relacionadas con el mismo:** Por ejemplo: se dio asesorías en el tema de aguas residuales a varias organizaciones comunales y empresas pero no se registró cuántas. Lo ideal es que esto nunca llegue a suceder, pues si se tiene un indicador para determinadas acciones es porque su actualización es importante y debe ser monitoreado. Aun así, si se diera el caso de que no se llegara a generar la información se debe considerar que un dato no generado no existe y todo esfuerzo aunque realizado pero no registrado es un esfuerzo perdido para el sistema de indicadores y que además, el sistema de indicadores será tan débil como el más débil de sus indicadores, por lo tanto se asigna una cantidad igual a cero en la Magnitud del indicador para ese año y se le asigna la calificación que corresponda según fue su variación.
- **El dato no se generó para un año porque no hubo acciones relacionadas con el mismo:** Por ejemplo: Se venía realizando repartición de estufas ahorradoras de leña

pero durante un año no se logró nada en dicho tema. En este caso se asigna igualmente un cero a dicho indicador y la calificación que corresponda a su variación. Si la situación persiste por varios años significa que es hora de eliminar el indicador.

- **El dato que se tiene no se ha actualizado:** Este aspecto depende mucho del período que esté estipulado para la actualización del indicador según sea su complejidad. Se debe tener claro que para un indicador que se actualiza cada cierta cantidad de años se utiliza el mismo dato hasta no tener uno más reciente. En este caso la calificación asignada será la que corresponde a una situación constante (70).
- **El indicador existe pero aún no se ha procesado la información para rellenar su magnitud:** En este caso si es posible establecer tendencias sobre el tipo de indicador se trabaja con dichas tendencias (debidamente justificadas) mientras no se genere el dato propiamente. Para comprender mejor esto se puede revisar el documento del trabajo donde se explica en el apartado 8.2 de Análisis de Resultados ciertas consideraciones que se manejaron para indicadores cuyo dato no existe aún.

FICHAS TÉCNICAS DE LOS INDICADORES INICIALES DEL SISTEMA

Las fichas técnicas no se incluyen en la versión impresa pues son 72.

Estas fichas son propiedad de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y Lago de Amatitlán y no se muestran en este trabajo al igual que las hojas de Excel construidas.

Todas las fichas se construyeron según se muestra en el Apéndice 6 del trabajo escrito.

XII Anexos

Anexo 1: Entrevistas realizadas

División de Educación Ambiental

Persona contactada: Cristina Samayoa / Puesto: Jefa de la División de Educación Ambiental

Miércoles 22 de agosto de 2012 14:00 horas.

¿Qué estadísticas son generadas por la división?

Municipios por programa y ubicación, rango de edades, género, si la población es indígena o no indígena. Escuelas que participan. Se trabaja por metas físicas y avances en porcentajes. Mucha información es monitoreada por evaluación y seguimiento.

¿Qué información les resultaría útil y aún no cuentan con ella?

Sería bueno para la división tener más acceso a material sobre educación de adultos y sobre formulación y evaluación de proyectos, dado que mi personal necesita poder transmitir ese conocimiento y si asesora en este campo tiene que poder proponer y ayudar de la mejor manera.

En cuanto a la información proveniente de las demás divisiones siempre en cada reunión de jefes pregunto y paso apuntando porque necesito tener información real y actualizada para poder transmitirla.

La información que generan ¿es siempre utilizada?

Siempre es requerida por evaluación y seguimiento, también por la división de forestal porque trabajamos de la mano con ellos en el proyecto de estufas ahorradoras de leña y la información les ayuda a tomar decisiones sobre cuál comunidad seleccionar, como es la población, qué problemas hemos percibido que tienen, como es la actitud del alcalde, y eso es lo que permite a ellos definir cómo trabajar.

¿De dónde obtienen la información para tomar decisiones?

Recursos asignados propiamente. Eso nos hace decidir aunque también tiene mucho que ver voluntad del alcalde y vigencia del convenio con la municipalidad, porque si el alcalde nos da el apoyo con el transporte entonces nosotros podemos trabajar, en cuanto a educación con las comunidades se necesita solo un vehículo y mi personal entonces se facilita más porque son menos recursos.

La coordinación con las municipalidades la realizamos directamente en la división Relaciones Interinstitucionales (RI) nos acompaña para concretar los convenios.

¿Cuántos proyectos tienen a cargo actualmente? ¿Cómo se llaman?

ECOCINE, huella verde que es con adolescentes, capacitación docente y capacitación comunitaria.

En el caso de capacitación docente se da una supervisión en las escuelas para garantizar el uso del material y justificar además esa inversión.

¿En qué se invierten la mayoría de los recursos económicos?

En generación de material didáctico y formación docente porque en esos ejes sí tiene que AMSA pagar todo, transporte, materiales.

- Basándose en la experiencia de la división:

¿De qué público se dispone más fácilmente para realizar proyectos de educación ambiental?

De acuerdo a voluntad del alcalde es muy posible trabajar en el proyecto ECOCINE pero en cuanto a factibilidad para trabajar con comunidades es más sencillo, se requiere solo el personal un vehículo y todas las actividades se pueden realizar perfectamente sin mayores recursos. Entonces se facilita más trabajar con ellos.

¿Qué tipos de públicos son más receptivos al mensaje? ¿Qué actividad genera mejor reacción entre las personas?

El proyecto ECOCINE es muy bien recibido por los alcaldes, los niños y los mismos padres de familia, que inclusive no saben de la existencia del parque Naciones Unidas y además por diferentes motivos, principalmente económicos y de accesibilidad o transporte sería un parque que los niños no visitarían normalmente. Si hablamos de cantidad: niños. Se abarca un buen número y en edades desde 5 o 6 años hasta 12 y 13 años. Se tiene que el trabajar con los niños es un poco más incidente porque son moldeables y además tienen esa capacidad de juzgar y transmitir a los padres de familia.

El detalle de trabajar con los jóvenes de 17 o 18 años es que se involucran y aún se pueden sensibilizar, además la experiencia los hace orientarse hacia temas de formación en la educación superior específicos del medio ambiente.

¿Sería apropiado priorizar la cobertura educativa de alguna población en especial? (sea grupo social, edad, ubicación geográfica, actividad económica, entre otras)

Yo me inclinaría por el eje de la educación formal por términos de incidencia, en cuanto a presupuesto y geográficamente hablando sería más sencillo abarcar los municipios que rodean el lago porque se gasta menos combustible, es menos tiempo en llegar y demás. Pero cuando mi personal se va a un municipio ubicado en cuenca alta se van todo el día y pues se gasta más tiempo y es más gasto. Si fuera en términos de incidencia se debería priorizar cuenca media porque allí se encuentran municipios como Villa Nueva, Villa Canales y Mixco que son muy

poblados y es donde se producen la mayor cantidad de los desechos de todo tipo.

¿La división ha impartido charlas a los trabajadores de campo de otras divisiones?

Se hizo en un momento, durante la administración pasada y con la anterior jefa de RRHH se habló de volver a impartir un taller que se solía realizar con todos el personal técnico de todas las divisiones, se dedicaba un día entero en el Parque Naciones Unidas para que cada división explicara su aporte y actividades, ¿qué mejor que eso? Que cada jefe pudiera decir lo que se hacía y se enteraran todos junto con ello de la problemática del lago además.

Sin embargo la propuesta fue considerada en ese momento una pérdida de tiempo. Por otro lado solo abarcaba a trabajadores de acá del plantel pero no a los trabajadores de campo (lancheros, personal del relleno sanitario) y ese es un aspecto de mucha importancia porque lo idóneo sería que todos los trabajadores conocieran la situación del lago y supieran bien qué es AMSA y lo que hace.

¿En cuánto a la recepción de voluntarios y las actividades de información en el sendero interpretativo, existe un traslape de competencias con RI?

Pues eso es un tema complicado, el proyecto del sendero interpretativo fue diseñado por Evaluación y Seguimiento pero como esa división no es ejecutora de proyectos entonces educación ambiental le cedió tres miembros de su personal para que se hicieran cargo de esa área. Sin embargo después de un tiempo el sendero fue asignado a relaciones interinstitucionales porque se le incluyó el aspecto del jardín botánico y dado que el ex jefe de RI era biólogo entonces aceptó hacerse cargo de la idea. Pero si lo pensamos el proyecto es meramente una herramienta didáctica y si incluye actividades de voluntariado o limpieza pues debería ser coordinado por educación ambiental.

División de Limpieza del Lago

Persona contactada: Lic. Manuel Cano/ Puesto: Jefe de División de Limpieza del Lago.

Martes 21 de agosto de 2012 a las 11:00 horas.

¿Qué estadísticas son generadas por la división?

Se trabaja con unidades de m³, volúmenes de material extraído para generar estadística descriptiva del material que ingresa, mensual y anual. Se realizó un estudio de composición en 2010 pero no se ha vuelto a hacer. En él se determinó que ingresa 30% ninfa o materia orgánica, 30% piedra pómez y el resto de plásticos y otros materiales. Se trabaja con volúmenes por cuestiones de simplificar, sino habría que incluir densidad de materiales y otras consideraciones, entonces es más sencillo tomar como referencia el volumen de los camiones. Se genera también datos de cotas y nivel del lago, después de sacar materiales en cada zona, esto para tener

información que garantice la seguridad en caso de crecidas, saber dónde meter maquinaria y no arriesgar el personal.

¿Qué información les resultaría útil y aún no cuentan con ella?

Sería bueno que existiera un mayor intercambio de información entre las divisiones, por ejemplo nos convendría con Ordenamiento Territorial porque actualmente nosotros estamos haciéndonos cargo de la laguna en la desembocadura y eso les compete a ellos.

También el caso de la ninfa, para nosotros es un problema y debemos removerla pero en el caso de desechos líquidos ellos más bien la utilizan y mucha semilla se viene en los efluentes y nos llega a nosotros entonces hace falta más comunicación en ese sentido.

La información que generan ¿es siempre utilizada?

Sí, la generamos diariamente y cada 15 días se envía un informe sobre niveles del lago a los jefes de división de áreas más relacionadas como Ordenamiento Territorial, control ambiental, dirección, evaluación y seguimiento. También está disponible para otras instituciones como el INDE de manera que con esa información podemos llamarlos y pedirles que abran las compuertas o solicitarles alguna medida.

¿De dónde obtienen la información para tomar decisiones?

Se toman en base a criterios de todos los involucrados, trato de tomar mucho en cuenta la opinión del personal de campo y los trabajadores. Igualmente todos en la divisiones siempre tienen diferentes puntos de vista entonces se vuelve algo complicado que todos opinen igual.

Pero por ejemplo para colocar los aireadores no se tomó ningún criterio técnico, solo fue que se tuvo la idea pero no se respaldó, entonces desde ese momento yo he venido pensando en retirarlos porque no están teniendo ninguna función, sin embargo se debe pensar que si se quitan los aireadores hay que proponer alguna medida que sí funcione, alguna estructura, otro sistema, otra tecnología, porque está bien no sirven pero entonces debe proponerse algo que sí funcione.

¿Cuántos proyectos tienen a cargo actualmente? ¿Cómo se llaman?

De momento se está planeando la mejora de las instalaciones en la estación acuática porque eso va a servir para mejorar labores de mantenimiento de equipo y operación, eso va a servir para mejorar la forma de trabajar.

Con respecto a otras ideas, pues no sé si llamarlos proyectos, son ciertas iniciativas que hemos ido teniendo en la división que van más allá de la limpieza del lago. A mi criterio no es posible que con la ninfa no se busque hacer algo para ayudar a las familias que viven allí y sufren desnutrición crónica. Yo lo que propongo es que se les enseñe a usar la ninfa para hacer abono de manera que la usen como mejorador de suelo, de manera que si sus terrenos son pobres puedan ayudarse

con algo. Por otro lado sino lo van a usar que puedan venderlo, igual con las lombrices. Pueden aprender a usarlas y si no, venderlas también. Actualmente ya tenemos doce lechos llenos de lombrices. Son iniciativas que han demandado mucho tiempo y horas de personal. Otras ideas que manejamos son las de elaboración de briquetas o carbón a base de ninfa para que se puedan usar como combustible en vez de leña. Sin embargo desde mi punto de vista no es ético que la división de educación ambiental se atribuya ese trabajo, deberían hablar a nivel de AMSA, como institución porque es muy fácil mostrar a la prensa un proyecto que ha sido impulsado por otra división, deberían reconocerse los trabajos a quien corresponden o como digo, hablar de forma general como AMSA.

- Basándose en la experiencia de la división:

¿En qué se invierten la mayoría de los recursos económicos?

De momento se ha logrado reducir mucho los costos, ahora hemos logrado sacar la tarea con 300 mil quetzales, se ha mejorado mucho las metodologías y la planificación de trabajo para gastar lo menos posible y se ha demostrado que no es necesario demasiado dinero para poder mantener la labor de limpieza.

¿Qué aporte social es percibido dentro la división? ¿Y con las personas que interactúan?

Pues en el caso de las iniciativas con ninfa se ha vuelto difícil porque las personas se oponen a consumir hortalizas, pero mi punto no es que siembren hortalizas sino que usen el abono. En la zona de playa de oro se tiene a unas 52 familias y la mayoría de ellas tienen alguna persona que trabaja con AMSA, entonces se busca cooperar con ellos, ayudarles cuando hay una emergencia por ejemplo se ha trabajado con el MAGA para que haya donación de sacos que no solo nos sirven para recoger la basura sino también para dárselos a ellos y que los coloquen llenos de arena y los usen para proteger estructuras. En el caso de los proyectos pues la persona que me ha estado ayudando tratando de meter la idea en la escuelita, en los COCODES (Concejos Comunitarios de Desarrollo) ha tenido algunos problemas con su institución, que no le ha pagado y pues ha sido difícil.

¿Cuál debería ser la prioridad de la división actualmente?

Creo que es mantener limpio el espejo del lago y a mi criterio lo hemos logrado y lo estamos haciendo bien pero considero que es bueno que haya crítica constructiva a nivel de la institución y las divisiones o personas externas, porque yo puedo decir que estoy bien pero siempre hay cosas que mejorar.

En el caso de la división pues los trabajos son más que todo correctivos pero ¿no hay ninguna iniciativa preventiva?

Mucho se debe trabajar con desechos sólidos para tratar de reducir el problema de los botaderos ilegales y reducir la entrada al lago quizás.

No, eso es un problema, solo buscamos limpiar, paliar efectos, pero es la naturaleza de la división y resulta complicado atender eso. Y lo que pasa es que AMSA se ha tomado la molestia de hacerse cargo del relleno sanitario, a mi criterio eso no lo debía hacer AMSA porque eso es de las municipalidades y si ahora surgió una mancomunidad del sur, entonces que busquen un terreno adecuado y lo empleen de relleno pero no ponerse a ampliar AMSA este que está acá y a endeudarse más el país por estar pidiendo esos préstamos. AMSA no debería ser un ente ejecutor, debería ser más bien fiscalizador y evaluador. Lo mismo pasa con las plantas de tratamiento, esas deberían ser administradas por las municipalidades, esa es mi opinión. Si el lago no recibiera contaminación se podría regenerar solo y no deberíamos hacer solo proyectos que mitiguen la contaminación sino que eviten que entre.

División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos

Persona contactada: MSc. Sthefany Fuentes/ Puesto: Profesional de Monitoreo

Lunes 20 de agosto de 2012 a las 15:00 horas

¿Qué estadísticas son generadas por la división?

Desde el punto de vista limnológico se hace una comparación directa de los resultados de oxígeno, nitrógeno, ortofosfatos, clorofila y transparencia con los números que son normales para un lago en condiciones adecuadas. De manera que se compara y se ve si hay eutrofización o no. Para el caso de los ríos no se tiene un índice, la comparación es visual y se toma como punto de comparación al río Pampumay. Se decidió determinar los parámetros de los ríos y hacerles análisis cada dos meses a 7 de los 14 ríos de la cuenca. No se generan estadísticas sobre estas variables.

En el caso de la tesis que realicé para determinar los estratos del lago y la inversión térmica lo que trabajé fueron correlaciones.

El estudio de estadísticas más reciente es uno que se mandó a hacer creo que para el año 2009 con datos de cuatro puntos de muestreo en el lago de Amatitlán. Después de ese estudio fue que se observaron las tendencias de los datos y decidió priorizar los puntos de los ríos en el lago.

¿Qué información les resultaría útil y aún no cuentan con ella?

Contar con un modelo matemático predictivo sería lo ideal, pero hace falta información todavía para eso. También el hecho de que medimos ortofosfatos y no fósforo total, que es más representativo desde el punto de vista de limnología, además eso permitiría saber cuál de los dos Nitrógeno o fósforo es el limitante en las características del lago. Por otro lado las mediciones de

clorofila pues se están evaluando porque quizás el método de análisis no sea el más confiable, sin embargo ahora que vinieron para el taller ellos se llevaron unas muestras y nos mandaron a decir que los resultados eran poco comunes, que nunca habían visto algo así y que les daban valores muy altos como los que a nosotros nos han dado, generalmente muy altos.

¿Qué información son capaces de generar?

Análisis de laboratorio sobre los ríos, lago y las plantas de tratamiento, parámetros in situ también. En el caso de las Batimetrías son más útiles para la división de Ordenamiento Territorial por la cuestión de los sedimentos.

La información que generan ¿es siempre utilizada?

En realidad está allí disponible para cuando alguien la necesite. Quienes más la usan son los de Desechos Líquidos. El objetivo principal de Control Ambiental es generar los resultados para que con eso se determinen las medidas para mejorar ciertos aspectos. A nivel de la institución pues casi nadie los necesita en realidad. Resultan siempre más útiles para personas de afuera que desean desarrollar trabajos o investigaciones. En otras ocasiones los análisis de lixiviados resultaban útiles también para sólidos pero en este momento pues no se están tomando porque no están saliendo.

¿De dónde obtienen la información para tomar decisiones?

Las decisiones son siempre por criterios de personas que han trabajado con el lago o como en la ocasión de esa investigación en la que participó el doctos Basterrechea se toman sugerencias y se cambia la manera de hacer los monitoreos por ejemplo, antes se monitoreaba el lago todas las semanas pero después de ese estudio se decidió hacerlo dos veces al mes.

También otro aspecto de peso ha sido la baja en el presupuesto que ha sido alta, antes se disponía de casi cien mil quetzales para la división pero ahora se tiene solo dieciocho mil entonces al haber menos reactivos se busca hacer solo los análisis que sean más representativos.

¿Cuántos proyectos tienen a cargo actualmente? ¿Cómo se llaman?

Pues se tenían iniciativas a nivel piloto como el caso de los peces. Pero no dio buenos resultados, se vio que los alevines no crecieron y nos quedamos sin reproductores. El proyecto se envió a dirección pero la inversión es alta se requiere de un experto y un operario, tinacos, equipo en general para asegurarse que los peces van a poder desarrollarse. Ahora se planea esperar a setiembre para liberar los alevines que hay antes de que las condiciones del lago cambien mucho en octubre y no se puedan adaptar.

En el caso del proyecto de macros lo que se tiene es falta de personal que se dedique a identificar los organismos, están ahí pero se hace necesario mucho tiempo para la identificación. A parte

debe considerarse que tenemos que iniciar de cero para crear un índice según los macrovertebrados de la zona porque se intentó usar los índices existentes para Costa Rica y El Salvador pero los resultados daban contrarios entonces no es válido utilizarlos. Se debe crear uno.

¿En qué se invierten la mayoría de los recursos económicos?

Pues se destinan a la parte de análisis de laboratorio, mantenimiento de equipos, revisiones, básicamente para asegurarse que están funcionando bien. Reactivos y parte administrativa están incluidos también.

- Basándose en la experiencia de la división:

¿Cuál es la zona del lago que más ha experimentado cambios en el tiempo?

Yo diría que la parte Este del Lago. Cuando yo entré en 2004 esa zona se veía mejor conservada. El agua no tenía ese color amarillento que tiene ahora. Se podría decir que entre 2007 y 2008 fue que se dio ese cambio tan visible. Los beneficios de café siempre han estado allí pero quizás aumentos de producción influyeron, además que en esa parte superficialmente el agua solo entra por el río Pampumay que en realidad es el menos contaminado. La contaminación ingresa a ese lado más que todo por infiltración o arrastre no por agua superficial.

¿Cuál es el principal aporte de la división?

Contar con información actualizada y que esté disponible para quien la necesite, sea acá en AMSA o a personas externas.

¿Cuál debería ser la prioridad de la división?

A mi criterio sería dedicarse a interpretar la información que se tiene. Sacar el dato y analizarla, interpretar bien los datos y publicar como un compendio estadístico de la situación del lago. A veces es complicado porque se tiene datos muy anómalos, a mí me costó mucho con el estudio de la estratificación térmica en la tesis porque había datos que no eran habituales entonces hay que entender muy bien por qué pasa eso, qué es lo que hace que el lago se comporte así. Cambia mucho en cuestión de 24 horas, una hora. Yo por ejemplo obtuve que se podría tener cuatro volteos al año cuando según lo que se espera de un lago como este es que haya uno o dos volteos al año. Entonces esa clase de cosas es las que se necesita analizar detalladamente ojalá con asesoría de expertos.

División de Relaciones Interinstitucionales

Persona contactada: Ing. Marlon Valladares/ Puesto: Jefe de Relaciones Interinstitucionales

Jueves 6 de setiembre a las 15:00 horas

¿Qué estadísticas son generadas por la división?

Se maneja un registro del número de convenios. Estos se trabajan de acuerdo al POA, por ejemplo para este año se sugiere 12 convenios como meta entonces eso es lo que se busca alcanzar. En el informe institucional del año 2012 puede verse los suscritos al año pasado. Se lleva entonces un registro de cuántos convenios y con quiénes

¿Qué información les resultaría útil y aún no cuentan con ella?

A mí me gustaría conocer con más exactitud cuáles son las empresas que contaminan, no para ir y sancionar o denunciar sino para pedir apoyo, tratar de sensibilizar, que haya un compromiso.

¿De dónde obtienen la información para tomar decisiones?

Nosotros priorizamos la suscripción de acuerdos en primer lugar con las municipalidades porque nos sirve de mucho tener el apoyo de la autoridad local. Entonces esto es lo primero. En segundo lugar colocamos a las empresas que generan contaminación. Tenemos una relación con la Cámara de Industria y actualmente se está organizando un foro en el que participen diferentes industrias para sensibilizarlas, informarlas y concientizarlas sobre el problema. Para poder apoyarnos con la labor de ir a las empresas y asesorarlas estamos negociando con el MAGA a fin de tener el apoyo de ellos porque esa no es una competencia de nosotros como institución.

¿Cuántos proyectos tienen a cargo actualmente? ¿Cómo se llaman?

En este momento se están negociando nueve convenios. Actualmente se tiene suscritos 100 pero de esos no todos están vigentes. Algunos porque las instituciones han desaparecido o como en el caso de embajadas que se han ido del país. Nosotros tratamos de renovar aquellos convenios que de verdad nos funcionen.

- Basándose en la experiencia de la división:

¿Considera que las iniciativas de la división contribuyen al mejoramiento de la cuenca y el lago? O ¿podría agregárseles algo en particular para intensificar el aporte?

Sí, la contribución es más que todo de sensibilización, sin embargo se podría mejorar estableciendo convenios más detallados que tengan mayor incidencia. También se debe trabajar en la mejora de la coordinación con otras entidades gubernamentales y el seguimiento de los compromisos, por eso se ha incluido la idea de las reuniones periódicas para conversar sobre el alcance de metas. Otro aspecto que se ha venido mejorando es la descentralización de actividades de voluntariado porque antes se venían a desarrollar acá en AMSA o en el lago pero ahora se está pidiendo que lo hagan en sus propios municipios, como lo es la erradicación de basureros o las campañas de limpieza y para eso se da el seguimiento a fin de verificar que si lo cumplen.

¿Cuál es la manera más común en que las empresas brindan apoyo a la Autoridad? (Económica, materiales, voluntariado, compromiso público, investigación, etc.)

La mayoría de aportes que se realiza es a manera de materiales o especie. Las empresas contribuyen prestando sus instalaciones, o por ejemplo patrocinando la elaboración de camisetas a cambio de promover su imagen de responsabilidad social empresarial. Otras hacen donaciones de materiales, alimentos, productos, etc. Muchas otras llegan a colaborar con voluntariados.

En cuanto a cooperación con investigación es más complicado por el tipo de apoyo que se solicita. Pero por ejemplo tenemos apoyo técnico del JIICA quienes además van a donar equipos para el laboratorio. Sin embargo con ellos no existe un convenio propiamente por que también se tiene que involucrar SEGEPLAN y es un poco más complicado.

¿Tienen permanencia los proyectos o iniciativas así como el involucramiento de las instituciones o empresas?

Los convenios se extienden en tanto como lo indique el acuerdo, la mayoría por un período de 2 a 3 años, esto porque es un período normal para cambios de administración y de esa forma se evitan problemas por cambios de las personas, etc. Si es necesario extender el acuerdo se hace un adendum. Por otro lado se ha cambiado un apartado en la mayoría de los convenios donde se solicita un seguimiento en el cumplimiento de los compromisos, de manera que se realicen reuniones mensuales, bimestrales o trimestrales. Se ha tratado de hacer una programación para poder dar seguimiento a las reuniones.

En resumen ¿Cuál es el aporte social de la división? ¿Cómo lo mediría?

El aporte principalmente es el hecho de la educación y sensibilización ciudadana. Todos los acuerdos que se firman son para pedir apoyo en alguna labor educativa, en algún tema de capacitación, suministros o insumos para realizar actividades.

¿Cuál es el principal problema que enfrentan al tratar con las demás instituciones o empresas?

Es bastante complicado llegar a un acuerdo de qué le competará a cada una de las partes. Generalmente en ese proceso se invierten varias reuniones. Otro aspecto importante es la cuestión de apoyo político que ocasiona trabas y por cuestiones de competencias pues complica la suscripción de acuerdos.

Las empresas privadas son muy renuentes a firmar convenios con el estado porque no quieren que se les vincule con ninguna agrupación política ni con ninguna administración

Mucha colaboración es de hecho realizada sin tener un convenio suscrito y se negocia únicamente de palabra.

La parte económica limita mucho el campo de acción de los convenios porque AMSA no puede ofrecer mucho entonces en ese aspecto no permite que se concreten ciertas iniciativas.

¿Qué tipo de entidades son las que muestran mayor interés en establecer convenios?

Las municipalidades son las más interesadas porque existe un aporte educativo de parte de AMSA con los niños de las escuelas y ellos se comprometen a dar el transporte. En este momento se tiene convenios con 12 de los 14 municipios que conforman la cuenca y se están terminando de negociar el de Mixco y el de Santa Catalina Pinula.

En segundo lugar podríamos colocar a la empresa privada.

En cuanto a cooperación internacional lo que se ha logrado es con la Cooperación Holandesa, que han colaborado con la donación de las estufas ahorradoras de leña. Con ellos no existe un convenio sino que esta ayuda se negoció a través de la Mesa Sectorial de Ambiente y Agua.

¿Se ha apostado a realizar convenios con universidades del exterior?

No se ha realizado intentos de este tipo, precisamente porque la mayoría de universidades esperan que a los practicantes o investigadores se les dé un reconocimiento económico y AMSA no está en capacidad de brindar eso.

¿Los convenios que surgen son en alguna medida porque las empresas están interesadas o es AMSA quien siempre debe ir y buscarlos?

Podríamos decir que un 80% de los convenios y cooperación los ha buscado AMSA. No es común que una empresa se acerque a buscar cooperar. En este aspecto es donde se hace necesaria una intervención fuerte de parte de comunicación social.

División de Relaciones Interinstitucionales

Persona contactada: Lic. Oscar Sacahuí / Puesto: Antiguo Jefe de la división de Relaciones Interinstitucionales

Martes 11 de setiembre a las 14:30 horas

¿Qué estadísticas son generadas por la división?

Bueno, anteriormente en toda la institución no había indicadores de desempeño. Hablamos del período 2005 a 2009. Yo trabajé en Evaluación y Seguimiento y si observaba que manejaban algunos indicadores pero no estaban del todo incorporados en los POA. Posteriormente detallaron un poco más la información que se podía incluir en ese documento. En 2011 cuando fui transferido a RI es cuando se inicia propiamente el uso de indicadores para la división. En primer lugar se tuvo que definir qué tipo de acuerdos se considerarían convenios para contabilizarlos. Un convenio anteriormente podía ser cualquier acuerdo que se firmara entre dos personas, entonces por eso se decidió hacer la diferenciación entre cartas de entendimiento,

cartas de voluntad. Principalmente para la iniciativa privada que no quiere verse involucrada en un convenio propiamente. Eso sí, solo se incluyen los acuerdos que tengan ingreso al departamento jurídico, tiene que haber un documento aunque sea sencillo que indique la existencia del acuerdo.

Otro indicador que se manejó era el número de eventos de voluntariado realizados mensualmente. Se quiso incluir el número de personas pero tras discutirlo entre varias divisiones y Evaluación y Seguimiento se llegó a la conclusión que, debido a las competencias que tiene cada división a RI no se le permite reportar personas, el indicador de personas es propio de Educación Ambiental. Lo mismo le sucede a Forestal, por ejemplo, que debe reportar todo en términos de número de plantas sembradas en una actividad de siembra, pero no puede decir cuántas personas.

¿De dónde obtienen la información para tomar decisiones?

Básicamente basábamos nuestras decisiones y forma de priorizar la firma de acuerdos con cuatro criterios: primero se atendía la renovación de convenios que eran realmente importantes para AMSA y estaban realmente trayendo un beneficio a la institución. Esto porque hay a veces convenios que se firman que incluyen proyectos o ideas que por algún motivo no terminan de concretarse o no presentan ningún avance y después ni si quiera se recuerda por qué fue que se firmó. Otro criterio era lo que las demás divisiones solicitaran, una necesidad específica que tuvieran y el interés de tener cooperación o apoyo en cierto aspecto; entonces ahí RI debía moverse para tratar de suplir esa petición. Otro aspecto a considerar eran aquellos convenios que yo denominaba “de oportunidad” es decir que por el tipo de empresa o acuerdo tenían un potencial muy grande para funcionar bien en el futuro, es decir que tuviera un potencial real de traducirse a beneficios tangibles y directos para AMSA. El último criterio empleado era la solicitud de Dirección Ejecutiva, que tenía en particular alguna necesidad ligada a un acuerdo específico.

¿Cuántos proyectos tienen a cargo actualmente? ¿Cómo se llaman?

Se planificó que para el 2012 se alcanzaría un total de 24 convenios. Este número incluye tanto los convenios o acuerdos que se concreten nuevos, como aquellos que se renueven.

- Basándose en la experiencia de la división:

¿Cuál es la manera más común en que las empresas brindan apoyo a la Autoridad? (Económica, materiales, voluntariado, compromiso público, investigación, etc.)

Para ordenarlo podríamos decir que en especie es que se brinda la mayoría de ayudas. Esto es mucho mejor para la institución y para la parte colaboradora misma, por la cuestión de que recibir dinero se torna algo más complicado y es mal visto por parte de muchas empresas que lo asocian con corrupción. Sí se reciben donaciones de dinero propiamente pero suelen ser pocas y de montos pequeños. En segundo lugar se puede hablar de cooperación desde el punto de vista de oportunidades; hablamos de prestación de instalaciones, becas o espacios para que AMSA

realice determinadas actividades. Incentivos o colaboración regalando alguna promoción o cuestiones de ese tipo. El tercer aspecto más recibido es la prestación de Recurso Humano, por así decirlo, hablamos de personas brindadas para realizar actividades de voluntariado, profesionales que brindan cooperación para actividades de concientización o de realización de mejoras en comunidades, etc. Algo importante fue que se trató de aprovechar todo el potencial que tiene AMSA por su trabajo multidisciplinario para ser un referente académico y de aprendizaje entonces eso permitió recibir mucha cooperación de tipo EPS (Ejercicio Profesional Supervisado), trabajos de investigación y pruebas de laboratorio realizadas por profesionales que vinieron del exterior. Esa clase de ayuda debería potenciarse más.

¿Tienen permanencia los proyectos o iniciativas así como el involucramiento de las instituciones o empresas?

Para velar por la permanencia y el involucramiento de las instituciones que deciden ayudar al lago se trataba de brindar por decirlo en algún término un buen “servicio al cliente” en este caso al colaborador. Lo que se buscaba era reducir los tiempos de respuesta de correos o consultas lo más posible, por ejemplo velábamos para que no se tardara más de una hora en responder un correo que entraba. Si se consigue que AMSA quede bien y sea responsable con su parte las empresas u organizaciones colaboradoras van a sentirse más comprometidas y más cómodas de colaborar con el lago. También se trataba de evaluar las actividades realizadas. Ahora no sé si esto se siga haciendo pero es sencillo e importante, se hacía circular un cuestionario a los participantes y también a las personas organizadoras para que brindaran su opinión de la actividad e hicieran comentarios sobre las mejoras o cosas que les parecieron bien.

En resumen ¿Cuál es el aporte social de la división? ¿Cómo lo mediría?

Esa pregunta era algo que nos hacíamos constantemente. Tratábamos de definir cómo traducir nuestro trabajo a incidencia real en el mejoramiento de la cuenca. Entonces tratábamos de tener reuniones semanales para comunicar el beneficio real que tenía algún logro de la división en cuanto a eso. Para poder analizarlo lo dividíamos en tres categorías por decirlo así, primero actividades que realizaba la división de apoyo y gestión que beneficiaban indirectamente a la población por ejemplo haber conseguido una donación de árboles de un vivero, eso entonces lo traducíamos al beneficio que iba a traer la siembra de esos árboles o el ejemplo de las estufas ahorradoras de leña. El otro caso eran las actividades que se realizaban directamente con la gente y por tanto la beneficiaban directamente, por decir un ejemplo las actividades de concientización.

El último caso era cuando personal de la división iba y se involucraba directamente en la actividad, es decir iba más allá de la gestión y las llamadas, sino que trabajaba directamente. Para eso de las reuniones se llevaban minutas y en ellas se escribía sobre el aporte y lo que se conversaba.

¿Cuál es el principal problema que enfrentan al tratar con las demás instituciones o empresas?

Es el preconceito que tienen del gobierno y de AMSA. Y sino conocen a AMSA, igual del gobierno.

La idea de que hay corrupción de que las ayudas no van a servir de nada, de que se pierde el dinero, meras opiniones negativas. Muchas veces nos hacían preguntas donde nos pedían explicaciones de 10 años atrás de otras administraciones porque quizás habían dado alguna ayuda y se habían dado cuenta que no se había utilizado correctamente. Para hacer frente a eso usábamos mucho el poder de convencimiento para ofrecerles algo diferente y hacerles ver cómo se trabajaba y las cosas buenas que hacía AMSA.

¿Se manejaba algún listado de empresas para tener en cuenta?

Sí, manejábamos un censo diagnóstico es decir un listado de empresas, instituciones académicas, sociedad civil (ONG, asociaciones), gobiernos locales y una parte internacional. El problema con esta última parte es que se ha retirado mucho la ayuda de parte de embajadas o que estas han cambiado la ayuda que brindaban. Sucedió con la embajada Italiana, la de España, la de Suiza que se fue para Costa Rica, la de Japón que cambió el tipo de ayuda en cuanto a temas de agua, etc.

¿Los convenios que surgen son en alguna medida porque las empresas están interesadas o es AMSA quien siempre debe ir y buscarlos?

Anteriormente la división era por decirlo así, pasiva y esperaba que llegaran desde afuera a consultar opciones para brindar cooperación. Eso luego cambió. Llevábamos una estadística y podemos asegurar que la división pasó de esperar que le buscaran a salir a buscar. Un 80% de los convenios conseguidos fueron gracias a que RI salió y tocó puertas, sólo el 20% restante se obtuvo porque nos buscaron a nosotros. Durante el 2011 se puede hablar de un total de 70 gestiones efectivas, esto significa acuerdos que llegaron a un resultado concreto y tangible. A parte de esas, quedaron 50 que no produjeron resultados pero son un precedente que permite un futuro acuerdo, es decir dejan la puerta abierta porque ya se tienen conversadas.

¿Usted considera que al mostrarle a una empresa u institución el aporte de AMSA y lo que se logra con los proyectos se consiga que presenten más interés en colaborar con el lago?

Sí claro, pero eso depende del tipo de institución o empresa que sea, es decir del beneficio que quiera obtener al cooperar. Nosotros acudimos mucho a mencionar “proyectos bandera” es decir acciones que AMSA realiza que tienen mayor peso, como es el hecho de que logre mantener limpio el espejo del lago o que se realicen actividades de educación ambiental. El proyecto de las estufas era uno que también solíamos explicar muy bien para que entendieran cómo funcionaba y lo importante que era. Sin embargo no a todos los que quieren colaborar les interesa si AMSA hace una buena labor o no. Entre instituciones del gobierno por ejemplo eso no pesa, lo que se trata es de que se mejore su imagen independientemente por colaborar con alguna iniciativa. Si es una empresa muy comercial lo que va a buscar es beneficio económico a través de vender una idea que mejora su imagen o la posibilidad de ofrecer un producto etc. Entonces se deben abordar de distinta manera, no solo hablando bien de AMSA.

Dirección General de Pesca y Acuicultura (MAGA)

Persona contactada: Julio Lemus / Puesto: Inspector de Pesca continental de la Dirección para la normatividad de la Pesca y Acuicultura del MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Ambiente)

Fecha: Miércoles 8 de agosto de 2012 a las 14:00

¿Qué información o estadísticas generan sobre la situación pesquera en el lago de Amatitlán?

Se maneja todo lo referente a normatividad. Desembarques, libras pescadas, número de pescadores, cantidad del recurso según arrastres virtuales.

Las boletas que son llenadas por los pescadores incluyen el número de individuos pescados y las libras totales de cada clase que son siempre en su mayoría guapote y tilapia. Mojarra es muy poco lo que se pesca por eso ni la reportan porque es si acaso una la que aparece.

¿Cuántas familias dependen directamente de la actividad pesquera?

Esta información no se maneja directamente. Se conoce el número de pescadores autorizados pero no se sabe cuántas personas están ligadas a ellos o el número aproximado de familias pero sí se sabe a través de las boletas que son 300 pescadores aproximadamente y existen unos 50 o 70 de estos que trabajan sin pertenecer a ninguna organización. Actualmente hay 75 solicitudes de pescadores en trámite que solicitan autorización de parte de la Dirección.

¿Qué información manejan esas personas sobre la situación del lago?

En este caso los pescadores independientes que se separan de su agrupación por diferentes motivos quedan algo desinformados. Son entre 50 y 70. Los demás sí pertenecen a una agrupación y por eso se reúnen con nosotros y están más enterados de las disposiciones. Por lo demás ellos saben que la mala fama del lago les perjudica directamente pues ellos venden la mayor parte de lo que pescan en las propias orillas del lago a los restaurantes y comedores. Además se dice en esos sectores que los pescados que venden no son del lago sino que son criados en estanques u traídos de otros lugares, pero creo que eso lo hacen para poder vender.

¿Cuáles son las especies mejor pagadas en el mercado?

Básicamente la tilapia es el que tiene mejor precio, la mojarra podría venderse a un precio similar sin embargo es muy poca la que hay. Después vendría el guapote.

¿Se maneja una Idea de la cantidad de pesca anual o mensual?

Sí, se tienen las gráficas de producto pescado anualmente. Esa información puedo brindársela. Se contabiliza peso y número de individuos. En estas gráficas se observa cómo se pescó cerca de

5mil libras de guapote y 11 mil de tilapia el año pasado.

¿Qué aspectos de la situación del lago afectan más la actividad pesquera?

El principal problema es la sobrepesca porque los individuos que se pescan son pequeños y además la fama que tiene el lago que hace que aun habiendo recurso pesquero este no se venda bien por saber que viene del lago.

¿Qué controles se aplican para la regulación de la pesca? ¿Las personas saben por qué?

Se regula el tamaño o número de malla, el largo y alto de trasmallo, se restringe a 3 la cantidad de trasmallo que puede llevar una embarcación, el uso de anzuelos y nasas.

En el caso de la veda que se realizó el año pasado ésta fue por solicitud de los pescadores. No se hizo bajo ningún criterio técnico en especial, de hecho se realizó por 60 días en las fechas de julio a setiembre porque fue en esa época que se publicó el acuerdo ministerial. No coincidió con la época reproductiva ni nada en especial. De hecho a pesar de que fueron los mismos pescadores quienes la solicitaron, después en las reuniones se quejaron de la instrucción de pescar solo con anzuelo. Se tuvo más reuniones y al final se permitió que pescaran con malla número 5, es decir que atrapara individuos grandes nada más.

Sin embargo estamos notando que después de la veda el peso de los individuos de tilapia se duplicó, es decir antes 5 tilapias pesaban 5 libras pero ahora se puede decir que 5 tilapias pesan 10 libras. Esto está sucediendo solo con la tilapia y queremos saber si la veda tuvo algo que ver en ese aumento de peso.

También hacemos muestreo biológico una vez por mes aproximadamente, donde ya vamos y contamos individuos y se les mide el tamaño, longitud total, longitud estándar, peso, sexo.

¿Entonces la veda no coincidió con ninguna época reproductiva ni nada en especial?

No, de hecho la tilapia se reproduce todo el año, así que por eso no hay un mes específico para hacer veda. En el caso del guapote sí es sabido que se reproduce en mayo pero no se realizó en ese mes.

¿En qué medida son acatadas esas disposiciones por la población?

La población acata las disposiciones y saben por qué se realizan. Como le digo, los mismos pescadores fueron quienes solicitaron una veda.

¿Cuál es el principal malestar o queja de la población en cuanto a este tema?

Los pescadores en general siempre van a afirmar que hay cada vez menos peces, su queja es siempre que no pescan mucho y que no hay recurso, pero eso no es lo que se percibe en los arrastres. Para el caso de la veda, después de varias reuniones no les hizo gracia que se autorizara solo la pesca con anzuelo a pesar que ellos mismos habían solicitado la veda. Tras varias

reuniones se estableció que la veda iba a ser de 12 media noche a doce medio día y que en las horas de pesca se utilizaría solo malla número 5.

En el caso de la repoblación se hizo porque los pescadores la solicitaron también porque para ellos no hay recurso.

¿Cómo es el balance entre población y consumo?

El lago por sus características es muy productivo. Su temperatura y la cantidad de “comida” que hay en sus aguas hacen que no haya problema con la reproducción. Se ha notado un decrecimiento en la población pero no muy significativo. En el arrastre que se realizó en marzo obtuvimos resultados algo fuera de lo normal por lo cual se va a repetir, dado que al parecer hubo problemas en la sonda o algo falló durante el mismo porque el resultado fue una cantidad muy baja de peces y es muy fuera de lo normal a como se venía observando la población.

¿Hay una época en particular donde existe mayor demanda?

La práctica de pesca es constante en el lago sin embargo es en época lluviosa que hay una baja en la actividad debido a que los pescadores salen con menor frecuencia por las lluvias o permanecen menos rato en el lago por lo mismo entonces baja la cantidad de producto pescado. En verano se nota un aumento porque la práctica pesquera es más regular.

¿No hay ninguna disposición que especifique algún tamaño máximo de los peces para consumo a fin de prevenir el consumo de alimento contaminado?

Sobre el problema de consumir pescado del lago no existe ninguna directriz clara que indique un tamaño o un peso máximo. El Ministerio de Salud sería quien debería emitir una disposición al respecto, o el MAGA pero no se ha dicho nada al respecto. Tengo entendido que varias investigaciones, como trabajos de tesis de la USAC, han demostrado presencia de zinc en los peces pero no de un metal que sea dañino propiamente para el ser humano. En el caso de las concentraciones de Cadmio éstas resultaron menores a los límites máximos establecidos.

¿La información social les sería útil? ¿Quién debería generarla?

Pues yo creo que si es importante para nosotros conocer por ejemplo la realidad de cuántas personas se benefician de la pesca del lago. Tener como mayor información en ese aspecto. A mi parecer creo que AMSA es quien debería generar esa información o quizás ya exista en la Municipalidad de Amatitlán.

División de Desechos Líquidos

Persona Contactada: Ing. Estuardo López/ Puesto: Profesional del área de Desechos Líquidos

Lunes 17 de setiembre de 2012 a las 15:30 horas

¿Qué estadísticas son generadas por la división?

Se trabaja con los resultados de los monitoreos que realiza Control Ambiental. También se lleva un registro del consumo de energía en la planta de Villa Canales porque es la única que requiere bombeo y es para control del presupuesto. Algo importante es que tenemos un conteo de cuántas plantas de tratamiento existen en la cuenca dentro de proyectos urbanísticos. Tenemos contadas 83. Ahora estamos definiendo cuáles de esas PTARs están operando y cuáles no. Después debemos definir si operan bien o mal.

¿Qué información les resultaría útil y aún no cuentan con ella?

Sería bueno contar con el apoyo de las municipalidades para que brindaran información sobre el conocimiento que tengan de plantas de tratamiento que existan en sus municipios que están abandonadas o no están funcionando y requieran de nuestra ayuda. También para que indiquen las industrias que están en su área y poder acceder a información más detallada sobre el problema de contaminación. Finalmente para cuestiones de la división el acceso a programas de capacitación y actualización en forma constante porque las técnicas y tecnologías de tratamiento evolucionan mucho.

¿De dónde obtienen la información para tomar decisiones?

Las decisiones están regidas por tres criterios principalmente, en primer lugar presupuesto porque eso es lo que limita el alcance de nuestro trabajo, en segundo aspecto los resultados de los monitoreos y análisis fisicoquímicos que se hacen de cada planta de tratamiento y finalmente las decisiones de la dirección.

¿Cuántos proyectos tienen a cargo actualmente? ¿Cómo se llaman?

AMSA maneja 7 plantas de tratamiento. De esas sólo Villa Canales y El Frutal son de AMSA al 100%, las demás son de municipalidades que nos solicitaron administrarlas porque ellas no podían hacerse cargo.

- Basándose en la experiencia de la división:

¿En qué zona se han obtenido mejores resultados con la construcción de plantas de tratamiento?

La planta de Villa Canales es la que mejor ha trabajado siempre se le logra bombear agua del río Villalobos que fue para lo que fue creada. Hemos logrado eficiencias de 92% a 95% en remoción.

Esa planta tiene su importancia porque trata el agua del río y estamos hablando de 300 litros por segundo, el río tiene un caudal que oscila entre 1, 3 y 5 m³/s.

¿Cómo se decide dónde construir una PTAR y quiénes son los involucrados?

Desde 2006 AMSA no tiene proyectos nuevos. Desde ese año solo se ha dedicado a dar seguimiento a los proyectos ya establecidos. Ahora se tiene previsto implementar un canal nuevo en la planta de Santa Isabel para desviar el agua al sedimentador y mejorar un poco el tratamiento, esto porque en todas las plantas tenemos el problema de que el crecimiento desordenado hace crecer el caudal a ser tratado y con tal de no enviarlo crudo del todo, preferimos sacrificar un poco de eficiencia. El recurso que es manipulable es la sedimentación, tratamos de que los sedimentadores se limpien más frecuentemente y de esa manera podemos tratar un poco más de agua, pero ese sí es un problema: el caudal de diseño siempre termina siendo rebasado.

¿Cuál es el mayor problema que enfrentan actualmente en materia de tratamiento de aguas?

El presupuesto es lo que nos limita mucho en materia de operación. Limita la cantidad de personal y los cambios en estructuras para mejorarlas o su mantenimiento. Actualmente hablamos de 30 personas trabajando como operarios en todas las plantas mientras que en otra época se tuvo a 47 personas.

¿Qué aporte social es percibido dentro la división? ¿Y con las personas que interactúan?

En el caso de El Frutal las canchas deportivas que están allí son abiertas al público específicamente a vecinos que tengan equipos organizados y también se les da acceso a los niños. Otro aspecto es que mucha de la arena que se extrae en la PTAR de Villa Canales es regalada a escuelas o iglesias que desean hacer alguna construcción. También en esa misma planta de tratamiento se recibe a muchos grupos de estudiantes de primaria, secundaria, universitarios y de postgrado. Ese registro no lo lleva nuestra división sino que son actividades que delega Educación Ambiental, pero otras veces sí es directamente con mi persona, por ejemplo la USAC me envía una carta preguntándome si pueden tener acceso a una visita y yo trato de darles la oportunidad y atenderlos. También en la planta de Villalobos a veces se prestan las instalaciones para actividades o retiros espirituales.

¿En qué zona de la cuenca se debería priorizar el tratamiento de aguas residuales?

A mi criterio en Villa Nueva. Esto es porque acá hay mucha más densidad poblacional, porque existe una ubicación estratégica en la cuenca, porque es el municipio más grande y por la distribución empresarial que maneja. Actualmente la Municipalidad de Villa Nueva cuenta con una nueva división de Aguas, con la que antes no contaba esto va a permitir una mayor cooperación en materia de conocer necesidades en plantas de tratamiento. Anteriormente la municipalidad no consideraba importante hacer un diagnóstico oficial del municipio en este tema pero ya con este tipo de estructura se abre una puerta para trabajar. En Mixco existe también esta estructura administrativa, creo que solo en esos dos municipios.

¿Cuál debería ser la prioridad de la división actualmente? ¿Se trabaja en ello de alguna manera?

La prioridad de la división y su misión por decirlo así es brindar un tratamiento a las AR domiciliarias para poder enviarlas debidamente depuradas al lago de Amatitlán.

Sin embargo debemos enfocarnos en tratar de arreglar todas las plantas que tenemos ahora para así poder entregarlas a las municipalidades y de esa manera que AMSA pueda agarrar más plantas nuevas que mejorar. AMSA no debería estar administrando, debería ser supervisor, dar apoyo, asesorías a las municipalidades. Las únicas plantas que AMSA tiene que manejar son El Frutal que está en un proceso de reconversión de las lagunas a humedales artificiales por el problema de olores que se tuvo y el diseño en la profundidad de las lagunas y La Cera, Villa Canales. Esas son las dos plantas que le corresponderían a AMSA.

Sería importante también trabajar en la recuperación de la dársena en la desembocadura, es una inversión fuerte pero la remoción de sedimentos en esa área es de mucha importancia.

Entonces, ¿usted podría decir que una buena forma de verificar el rumbo de la división sería entregar cierto número de plantas a las municipalidades cada cierto período de tiempo?

Sí, claro ese debería ser en la división nuestro indicador de desempeño por así decirlo, porque AMSA debe dejar de administrar en algún momento y tratar de brindar solo apoyo y asesorías a los municipios como se está realizando en esas comunidades que le mencioné.

¿Existe algún proyecto de carácter preventivo en el tema de generación de AR? (capacitaciones, asesorías a empresas, etc.).

No se ha incursionado en la cuestión de la industria porque la competencia de la división son las aguas residuales domésticas. Sin embargo sí se ha brindado capacitaciones y asesorías a plantas en tres comunidades, Brisas del Valle en Villa Canales, es la planta de tratamiento de un residencial. Ahí acudimos por peticiones de un grupo de vecinos. También está la PTAR Berlín, es una comunidad en Mixco que igualmente fuimos contactados por vecinos organizados, el otro caso es en San Pedro Sacatepéquez donde fui la municipalidad la que nos pidió colaboración. En esta clase de asesoría técnica y recomendaciones AMSA no involucra presupuesto más que el apoyo directo con colaboradores cuando se requiere algún trabajo. Se tiene una iniciativa para el 2013 en la cual ya se debería ampliar el campo de acción de la división hacia la industria, sabemos

que acá es algo más complejo porque a las industrias no se les puede recetar lo mismo y la capacidad técnica que tenemos no es tan especializada para asesorar a cada industria según el tipo de AR que generen, sin embargo sí se desea generar una estadística en la cual se pueda tener conocimiento sobre las industria de una forma más detallada a fin de aplicar un poco de asesoría técnica.

¿Se manejan denuncias en la división?

Nosotros hemos manejado denuncias con el MAGA y el Ministerio Público porque es hasta ahí donde podemos llegar. El seguimiento a esas denuncias lo tiene que dar el departamento jurídico.

¿Tienen algún listado donde se especifique con nombres y apellidos, por así decirlo, las industrias que se sabe contaminan directamente?

Pues yo sé cuáles, se conocen. Acá en Control Ambiental también le pueden decir cuáles. Se sabe cuáles son las de alimentos de animales, las de pisos y terrazos, las textileras. Industria Alimentaria, sí se conocen. Sthefany Fuentes le puede decir más detalladamente.

¿La división ha intervenido de alguna manera con el tema del Reglamento de Aguas Residuales?

No se nos ha solicitado apoyo ni opinión o asesoría en el tema. Lo que sé es que es urgente que se apruebe una ley enteramente para el tema de aguas residuales, no un reglamento nada más, debe crearse una ley específica.

División de Ordenamiento Territorial

Persona contactada: Ing. Juan Carlos Muñoz/ Puesto: Profesional del área de Ordenamiento Territorial

Viernes 7 de setiembre de 2012 a las 10: 00 horas.

¿Qué estadísticas son generadas por la división?

Se realizan bitácoras diarias de avance físico de las obras., esto significa número de camiones que se llenan por día de material extraído. Cada camión tiene una capacidad de 12 m³. Se reportan por eso m³ de vaciado, específicamente la actividad se incluye dentro del eje de operación denominado "Rescate del Lago". Los datos se generan a diario pero también de acuerdo a los períodos de contrato de arrendamiento de la maquinaria porque es al final del mismo que se debe reportar los resultados de la operación.

Las actividades no incluyen solo el vaciado o retiro de sedimentos sino que se debe luego depositar ese material retirado en otra zona y extenderlo, actualmente ese material se está depositando en el terreno que se encuentra frente a las lagunas, cruzando el río Villalobos.

¿La acumulación de ese material no les ha traído problemas cuando se presentan eventos fuertes de precipitación? Es decir ¿no vuelve a arrastrarse y depositarse en el lago?

Para evitar eso se buscan áreas altas y se protege el material para evitar que la lluvia lo lave. Este material se puede usar además para hacer bordas según sea la necesidad. Por ejemplo cuando tras unas fuertes lluvias una escuela quedó casi suspendida con el terreno falseado entonces fuimos y se rellenó con ese material y luego se cubrió con roca para reforzarlo y evitar que fuera lavado nuevamente. Igualmente cuando la corriente ha destruido bordas del río nosotros vamos y trabajamos reconstruyéndolas y reforzándolas con roca y material vegetal de cobertura para protegerlas. Actualmente se está probando con vetiver, bambú de la variedad guadua. Se está probando cuál es mejor. Según la teoría el vetiver es el más eficiente.

¿Esa roca sí debe ser comprada o también existe la posibilidad de extraerla?

La roca sí debe ser comprada, sin embargo tenemos dos bancos de materiales de donde podemos extraer, uno ubicado en Santa Elena y otro en San Miguel Petapa. Pero cuando vamos y extraemos material de esa zona igualmente debemos invertir en maquinaria para extraerlo y transportarlo.

¿Qué información les resultaría útil y aún no cuentan con ella?

Personalmente cuando tenemos necesidad de cierta información acudimos a contactar a universidades o instituciones que sabemos manejan cierta información. Sin embargo si existe una necesidad importante de realizar un estudio detallado para establecer certeramente de dónde vienen la mayor cantidad de sedimentos, cuáles son los puntos en la cuenca donde más se generan.

¿De dónde obtienen la información para tomar decisiones?

Para decidir qué zonas intervenir construyendo disipadores de energía o estructuras de protección se tiene un estudio elaborado por personeros del BID, en este caso el ingeniero Aldana, donde se identifican tramos críticos en el cauce del río Villalobos. Otros aspectos importantes son que la desembocadura es prioridad porque es el área última a donde llegan los sedimentos y se pueden extraer antes que ingresen al lago. Cuenca arriba están las areneras extrayendo y es menos controlable el lavado del terreno. Las decisiones también son dirigidas por lo que dicte evaluación y seguimiento que puede solicitar intervenir en lugares específicos o en el caso de que lo soliciten personas o que las municipalidades busquen apoyo con nosotros cuando tienen una necesidad.

- Basándose en la experiencia de la división:

¿Cuál debería ser la prioridad de la división?

Sedimentos. Es el mayor problema que tenemos. En segundo lugar estaría el problema de desechos flotantes, para eso hay que incrementar los aspectos de educación y sobre todo mejorar los sistemas de recolección en los municipios.

¿La mayoría de los proyectos de OT son preventivos o correctivos?

Podría decir que preventivos porque se evita que el río cause estragos, por ejemplo para evitar daños mayores se logró hacer en 2010 un embrocado que protegió 800 m de río en Villa Canales y San Miguel Petapa. Si eso no hubiera estado allí las consecuencias de las lluvias hubiesen sido tremendas porque se tuvo un desbordamiento que perjudicó a los vecinos. Existen otros de carácter correctivo que serían por ejemplo la reconstrucción de una borda del río que se destruyó, ésta fue vuelta a armar y estructurada.

¿Enfrentan algún reto particular al tratar con la población?

La población a veces coopera con los proyectos pero también se quejan. Para el arreglo del puente del cementerio en Villa Canales la gente llegó a reclamarnos que porque nos estábamos llevando el puente, que era de ellos, cuando vieron que se removió un pedazo para poder mejorarlo. Llegaron con machetes a reclamarnos, lo querían para llevárselo y venderlo como chatarra. Finalmente la municipalidad fue la que llegó con un camión y se lo llevó.

¿Cuál es el principal problema que enfrenta la cuenca en esta área? ¿Se trabaja de alguna manera en él? (Plan de Ordenamiento Territorial de la Cuenca)

Definitivamente el problema más grande es el arrastre de sedimentos en el río Villalobos. Para tratar de disminuir el problema se han coordinado algunas acciones con el MAGA, el Ministerio de Energía y Minas, la municipalidad de Amatitlán, el Ministerio Público para controlar la extracción de áridos en la cuenca. Se logró cerrar una arenera el año pasado. Muchas operaciones son de gente individualmente que extrae material del río, otras sí tienen autorización.

¿Incorpora la división algún criterio técnico particular enfocado al riesgo o zonificación del mismo?

Se coordina este trabajo con CONRED y se hace una evaluación multisectorial de riesgo.

¿Los proyectos desarrollados por la división han contado con evaluación de impacto ambiental?

Cuando se trata de AMSA, existe una especie de acuerdo que permite agilizar los trámites por tratarse de una institución, en ese caso dependiendo del proyecto el MAGA da el visto bueno y no se exigen todos los requisitos.

Departamento Jurídico

Persona contactada: Lic. Luis Sánchez Has/ Puesto: Asistente del departamento Jurídico

Lunes 5 de noviembre de 2012 a las 12:00 horas.

Se tiene información sobre las denuncias presentadas en 2011 y 2012 por el tema de basureros ilegales. Son denuncias que partieron del estudio hecho por la División de Desechos Sólidos y AMSA entonces las presenta al MARN. Se tiene un problema con eso y es que el MARN sostiene que a ellos no les corresponde actuar porque ellos tiene potestad de hacerlo solo cuando se trata de que hubo EIA previos, de lo contrario no existe ente responsable, empresa o encargado para llamarle la atención o sancionarlo, evidentemente con los basureros ilegales pasa eso, no son de nadie, no se presentó jamás ningún estudio, por lo cual no tienen forma de proceder. Entonces la opción que existe es que se denuncie directamente al Ministerio Público al Alcalde o encargado por Incumplimiento de Deberes en la municipalidad porque el tema de los desechos sólidos corre por cuenta de cada municipio.

Sin embargo muchas de las denuncias tramitadas fueron rechazadas por que al menos 33 eran correspondientes al cantón de Mixco y el hecho de que el alcalde se hijo del presidente perjudica su imagen entonces se tiene ese factor político en medio.

En cuanto a denuncias por extracción de materiales se tienen dos maneras de proceder; una para las extracciones legales, que son 11 y cuentan con los permisos correspondientes y otra forma para la situación de extracción ilegal.

Actualmente existen 11 juicios civiles en proceso contra las areneras legales debido al gran impacto que tuvo la presencia de las mismas en la tormenta Stan. Eso significó que se llamó la atención a las mismas y se les pidió que aplicaran medidas de mitigación para reducir el daño.

En cuanto a las extracciones ilegales es complicado porque sucedió que en alguna anterior administración el director firmó un convenio con los areneros donde sí lo autorizaba a extraer material del río Villalobos, pero eso no lo puede hacer porque solo Ministerio de Energía y Minas (MEM) puede otorgar esos permisos. Los areneros están organizados y tienen una asociación. Es un tema algo complicado porque se afirma que la mayor parte del material de construcción que se usa en ciudad Guatemala proviene de la extracción de arena de esta zona y que prohibirlo por completo afectaría en cierta forma las actividades económicas.

Para este año no se han presentado denuncias de descargas de aguas residuales, sé que en años anteriores sí se presentaron y que se tramitaron directamente al MARN y al Ministerio Público porque en este caso sí existe un responsable (una empresa, una industria, una urbanización) para atribuirle la culpa. Se creó un documento acá en el departamento donde se indica el procedimiento de presentación de denuncias para que todas las divisiones lo manejen en caso de que deseen presentar alguna.

Comparación Pareada de Criterios por el método AHP

Matriz de comparación de criterios: Meta Global				Vector de pesos (Eigenvector)	Vector de prioridades global (vector columna)	Componentes V/W	Valor principal (Eigenvector)	Índice de consistencia	Razón de consistencia
	P	E	R	w	V	V'	λ	IC	RC
P	1	1/7	1/4	0,078	0,235	3,015	3,077	0,039	0,067
E	7	1	4	0,688	2,170	3,156			
R	4	1/4	1	0,234	0,718	3,062			
Σ columna:	12,000	1,393	5,250						

Pesos expresados en Porcentaje	
	%
	7,78
	68,773
	23,443
	100,00

MNC (prioridades relativas): Meta Global			
	P	E	R
P	0,083	0,103	0,048
E	0,583	0,718	0,762
R	0,333	0,179	0,190

Escala de Saaty	
1	Igualmente importante
3	Ligeramente más importante
5	Notablemente más importante
7	Demostablemente más importante
9	Absolutamente más importante

Comparación de subcriterios de ubicación en la cuenca con respecto al criterio PRESION

Matriz de comparación de subcriterios: ubicación en la cuenca con respecto a PRESION				Vector de pesos (Eigenvector)	Vector de prioridades global (vector columna)	Componentes V/W	Valor principal (Eigenvector)	Índice de consistencia	Razón de consistencia
	Alta	Media	Baja	w	V	V'	λ	IC	RC
Alta	1	4	7	0,688	2,170	3,156	3,077	0,039	0,067
Media	1/4	1	4	0,234	0,718	3,062			
Baja	1/7	1/4	1	0,078	0,235	3,015			
Σ columna:	1,393	5,250	12,000						

MNC (prioridades relativas): Ubicación con respecto a PRESION			
	Alta	Media	Baja
Alta	0,718	0,762	0,583
Media	0,179	0,190	0,333
Baja	0,103	0,048	0,083

Comparación de subcriterios de ubicación en la cuenca con respecto al criterio ESTADO

Matriz de comparación de subcriterios: ubicación en la cuenca con respecto a ESTADO				Vector de pesos (Eigenvector)	Vector de prioridades global (vector columna)	Componentes V/W	Valor principal (Eigenvector)	Índice de consistencia	Razón de consistencia
	Alta	Media	Baja	w	V	V'	λ	IC	RC
Alta	1	1/5	1/9	0,062	0,187	3,011	3,072	0,036	0,062
Media	5	1	1/4	0,236	0,723	3,058			
Baja	9	4	1	0,701	2,207	3,147			
Σ columna:	15,000	5,200	1,361						

MNC (prioridades relativas): Ubicación con respecto a ESTADO			
	Alta	Media	Baja
Alta	0,067	0,038	0,082
Media	0,333	0,192	0,184
Baja	0,600	0,769	0,735

Comparación de subcriterios de ubicación en la cuenca con respecto al criterio RESPUESTA

Matriz de comparación de subcriterios: ubicación en la cuenca con respecto a RESPUESTA				Vector de pesos (Eigenvector)	Vector de prioridades global (vector columna)	Componentes V/W	Valor principal (Eigenvector)	Índice de consistencia	Razón de consistencia
	Alta	Media	Baja	w	V	V'	λ	IC	RC
Alta	1	1/6	3	0,179	0,547	3,062	3,102	0,051	0,088
Media	6	1	7	0,739	2,385	3,225			
Baja	1/3	1/7	1	0,082	0,247	3,019			
Σ columna:	7,333	1,310	11,000						

MNC (prioridades relativas): Ubicación con respecto a RESPUESTA			
	Alta	Media	Baja
Alta	0,136	0,127	0,273
Media	0,818	0,764	0,636
Baja	0,045	0,109	0,091

Comparación de alternativas de indicadores con respecto al subcriterio de CUENCA ALTA

Matriz de comparación de alternativas: indicadores con respecto a ubicación en Cuenca Alta						Vector de pesos: Alta (Eigenvector)	Vector de prioridades global (vector columna)	Componentes V/W	Valor principal (Eigenvector)	Índice de consistencia	Razón de consistencia
	MF	AR	MDS	OT	SIL	w	V	V'	λ	IC	RC
MF	1	5	4	3	2	0,422	2,449	5,806	5,447	0,112	0,100
AR	1/5	1	1/3	3	1	0,125	0,655	5,255			
MDS	1/4	3	1	5	1	0,215	1,203	5,603			
OT	1/3	1/3	1/5	1	1/3	0,068	0,350	5,174			
SIL	1/2	1	1	2	3	0,171	0,924	5,397			
Σ columna:	2,283	10,333	6,533	15,000	5,333						

Matriz Normalizada de Comparación					
	MF	AR	MDS	OT	SIL
MF	0,438	0,484	0,612	0,200	0,375
AR	0,088	0,097	0,051	0,200	0,188
MDS	0,109	0,290	0,153	0,333	0,188
OT	0,146	0,032	0,031	0,067	0,063
SIL	0,219	0,097	0,153	0,200	0,188

Comparación de alternativas de indicadores con respecto al subcriterio de CUENCA MEDIA

Matriz de comparación de alternativas: indicadores con respecto a ubicación en Cuenca Media						Vector de pesos: Media (Eigenvector)	Vector de prioridades global (vector columna)	Componentes V/W	Valor principal (Eigenvector)	Índice de consistencia	Razón de consistencia
	MF	AR	MDS	OT	SIL	w	V	V'	λ	IC	RC
MF	1	1/6	1/5	1/6	1/5	0,042	0,218	5,182	5,402	0,101	0,090
AR	6	1	1	3	1/3	0,343	1,918	5,588			
MDS	5	1	1	3	1	0,261	1,412	5,407			
OT	6	1/3	1/3	1	1/4	0,122	0,634	5,209			
SIL	5	1/3	1	4	1	0,232	1,305	5,624			
Σ columna:	23,000	2,833	3,533	11,167	5,450						

Matriz Normalizada de Comparación					
	MF	AR	MDS	OT	SIL
MF	0,043	0,059	0,057	0,015	0,037
AR	0,261	0,353	0,283	0,269	0,550
MDS	0,217	0,353	0,283	0,269	0,183
OT	0,261	0,118	0,094	0,090	0,046
SIL	0,217	0,118	0,283	0,358	0,183

Comparación de alternativas de indicadores con respecto al subcriterio de CUENCA BAJA

Matriz de comparación de alternativas: indicadores con respecto a ubicación en Cuenca Baja							Vector de pesos (Eigenvector)	Vector de prioridades global (vector columna)	Componentes V/W	Valor principal (Eigenvector)	Índice de consistencia	Razón de consistencia
	MF	AR	MDS	LAGO	OT	SIL	w	V	V'	λ	IC	RC
MF	1	1/7	1/3	6	1/5	1/3	0,072	0,443	6,157	6,601	0,120	0,097
AR	7	1	3	9	3	4	0,408	2,770	6,797			
MDS	3	1/3	1	4	1/5	1	0,115	0,755	6,586			
LAGO	1/6	1/9	1/4	1	1/5	1/4	0,031	0,197	6,414			
OT	5	1/3	5	5	1	3	0,263	1,823	6,944			
SIL	3	1/4	1	4	1/3	1	0,113	0,756	6,706			
Σ columna:	19,167	2,171	10,583	29,000	4,933	9,583						

Matriz Normalizada de Comparación						
	MF	AR	MDS	LAGO	OT	SIL
MF	0,05	0,07	0,03	0,21	0,04	0,03
AR	0,37	0,46	0,28	0,31	0,61	0,42
MDS	0,16	0,15	0,09	0,14	0,04	0,10
LAGO	0,01	0,05	0,02	0,03	0,04	0,03
OT	0,26	0,15	0,47	0,17	0,20	0,31
SIL	0,16	0,12	0,09	0,14	0,07	0,10

Matrices Resultantes de Comparar Alternativas con Criterios

Matriz Resultante para el criterio PRESION

Matriz de comparación de vectores de prioridades de las alternativas con respecto a los subcriterios					Vector de prioridades PRESION con respecto a los subcriterios	Peso global expresado en porcentaje %
	Alta	Media	Baja	w	V	V'
MF	0,422	0,042	0,333	0,688	0,326	19,54
AR	0,125	0,343	4,000	0,234	0,477	28,62
MDS	0,215	0,261	1,000	0,078	0,287	17,19
LAGO	0,068	0,122	0,250		0,094	5,66
OT	0,171	0,232	3,000		0,406	24,32
SIL	0,000	0,000	1,000		0,078	4,67
Σ columna:						100,00

Matriz Resultante para el criterio ESTADO

Matriz de comparación de vectores de prioridades de las alternativas con respecto a los subcriterios					Vector de prioridades ESTADO con respecto a los subcriterios	Peso global expresado en porcentaje %
	Alta	Media	Baja	w	V	V'
MF	0,422	0,042	0,333	0,062	0,270	3,85
AR	0,125	0,343	4,000	0,236	2,894	41,23
MDS	0,215	0,261	1,000	0,701	0,776	11,06
LAGO	0,068	0,122	0,250		0,208	2,97
OT	0,171	0,232	3,000		2,169	30,91
SIL	0,000	0,000	1,000		0,701	9,99
Σ columna:						100,00

Matriz Resultante para el criterio RESPUESTA

Matriz de comparación de vectores de prioridades de las alternativas con respecto a los subcriterios					Vector de prioridades RESPUESTA con respecto a los subcriterios	Peso global expresado en porcentaje %
	Alta	Media	Baja	w	V	V'
MF	0,422	0,042	0,333	0,179	0,134	7,86
AR	0,125	0,343	4,000	0,739	0,603	35,44
MDS	0,215	0,261	1,000	0,082	0,313	18,40
LAGO	0,068	0,122	0,250		0,122	7,20
OT	0,171	0,232	3,000		0,448	26,29
SIL	0,000	0,000	1,000		0,082	4,81
Σ columna:						100,00

Matriz Resultante para Meta Global

Matriz de comparación de vectores de prioridades de alternativas con respecto a los criterios				Vector de prioridades Meta Global	Peso global expresado en porcentaje %	
	P	E	R	w	V	V'
MF	0,326	0,270	0,134	0,078	0,242	4,53
AR	0,477	2,894	0,603	0,688	2,169	40,49
MDS	0,287	0,776	0,313	0,234	0,630	11,76
LAGO	0,094	0,208	0,122		0,179	3,35
OT	0,406	2,169	0,448		1,628	30,40
SIL	0,078	0,701	0,082		0,508	9,48
Σ columna:						100,00