



AMSCLAE



PRIORIZACIÓN DE MICROCUENCAS 2018

Área Técnica
Panajachel, Octubre 2018

www.amsclae.gob.gt

ÍNDICE

1. PRESENTACIÓN	3
2. INTRODUCCIÓN:.....	4
3. OBJETIVOS.....	5
3.1 Objetivo General:.....	6
3.2 Objetivos Específicos:.....	6
4. JUSTIFICACIÓN.....	6
5. DATOS GENERALES.....	8
5.1 CUENCA DEL LAGO DE ATITLÁN.....	8
5.2 ÁMBITO GEOGRÁFICO-POLÍTICO.....	9
5.3 MICROCUENCAS EN EL LAGO ATITLÁN:	11
6. PRIORIZACIÓN MICROCUENCAS DEL LAGO DE ATITLÁN	22
6.1 METODOLOGÍA	22
6.2 PROCESOS REALIZADOS PARA LA DELIMITACIÓN DE LAS MICROCUENCAS CON LA HERRAMIENTA HYDROLOGY DE SPATIAL ANALYST TOOLS DE ARCGIS.....	24
6.3 RESULTADOS DEL PROCESO METODOLÓGICO.....	29
7 LÍNEAS ESTRATÉGICAS A IMPLEMENTAR EN LAS MICROCUENCAS PRIORIZADAS.....	35
7.1 Promover buenas prácticas agrícolas y forestales.....	35
7.2 Manejo integral de desechos y contaminantes	35
7.3 Fomento del desarrollo económico sostenible.	36
7.4 Generar información de línea base actualizada (DICA)	36
7.5 Promover el cambio de actitud a través de la educación ambiental (DEA) 37	
8 CONCLUSIONES	38
9 RECOMENDACIONES.....	39
10 BIBLIOGRAFÍA.....	40

ÍNDICE DE ILUSTACIONES

Ilustración 1 Mapa general de la cuenca Atitlán	8
Ilustración 2 Mapa de municipios de la cuenca Atitlán	10
Ilustración 3 Mapa de microcuencas de la cuenca Atitlán	14
Ilustración 4 Mapa de límites municipales y de microcuencas	17
Ilustración 5 Flujograma de proceso utilizando herramienta model builder y procesos de Hydrology de ArcGis	26
Ilustración 6 Ubicación geográfica de las microcuencas con intervención priorizada	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Municipios de la cuenca Atitlán	9
Tabla 2 Microcuencas identificadas en la cuenca Atitlán	12
Tabla 3 Microcuencas de la subcuenca Quiscab	15
Tabla 4 Microcuencas de la subcuenca San Francisco	15
Tabla 5 Microcuencas de la vertiente de la cuenca del lago Atitlán	16
Tabla 6 Área de cobertura de microcuencas por municipio en subcuenca Quiscab	18
Tabla 7 Área de cobertura de microcuencas por municipio en subcuenca San Francisco	19
Tabla 8 Área de cobertura de microcuenca por municipio vertiente del lago Atitlán	20
Tabla 9 Criterios e indicadores utilizados para la priorización de microcuencas...	27
Tabla 10 Valor relativo obtenido por cada microcuenca de acuerdo a criterios	29
Tabla 11 Clasificación de microcuencas de acuerdo al criterio de densidad poblacional	31
Tabla 12 Clasificación y priorización de microcuencas final	32
Tabla 13 Microcuencas con prioridad inmediata de intervención	33

1. PRESENTACIÓN

La priorización de microcuencas es una herramienta para establecer criterios en el manejo integrado del recurso hídrico, incluyendo la incorporación de programas varios para los diversos componentes que puedan influir en la mejora continua del uso y aprovechamiento del recurso agua. Esta herramienta se considera de importancia para evitar una duplicidad de esfuerzos y el desgaste técnico y administrativo de la institución.

En este sentido se presenta el informe que se trabajó en conjunto con los diversos departamentos de la Subdirección Técnica y las Unidades de Apoyo de Planificación y Seguimiento y Evaluación de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno, en adelante la AMSCLAE con la finalidad de promover acciones inmediatas de acuerdo a su prioridad.

La política del Gobierno de la República en lo referente a la administración de los recursos naturales en la cuenca del Lago de Atitlán, a través de la AMSCLAE se fundamenta en lo establecido en su ley de creación en su Artículo 2 que dice: “se crea la Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Atitlán y su Entorno, con el fin específico de planificar, coordinar y ejecutar las medidas y acciones del sector público y privado que sean necesarias para conservar, preservar y resguardar el ecosistema del Lago de Atitlán y sus áreas circunvecinas”.

La cuenca del lago de Atitlán sustenta una población multiétnica, de casi - 380,500 personas. Esta población depende de las dinámicas del ecosistema de la cuenca para garantizar la provisión de agua para consumo, producción alimenticia, atractivo turístico, pesca, medio de transporte, bosques para leña, entre otros.

El bienestar del lago es clave para el desarrollo y estabilidad de las comunidades del departamento de Sololá. Además, es reconocido como uno de los lagos más bellos del mundo. Es patrimonio natural y cultural, tanto nacional como mundial. Científicamente El lago ha sido caso clásico de un lago oligotrófico (Weiss 1971; Brezonik & Fox 1974), sin embargo, con el deterioro ocasionado por factores como como la explosión demográfica, la deforestación, el avance de la frontera agrícola, las faltas de infraestructura en saneamiento han contribuido a un deterioro constante. Se han realizado esfuerzos de entidades públicas y privadas con el objetivo de desarrollar e incorporar programas ambientales a nivel departamental y municipal, con el fin de involucrar a toda la ciudadanía en el buen manejo de su entorno, promover el ordenamiento territorial y la búsqueda de soluciones innovadoras.

La priorización es un proceso fundamental a partir del cual se establece un orden para intervención de las microcuencas mediante Planes de Manejo para regular, ordenar, aprovechar, manejar, etc. de manera integral el territorio y sus recursos.

La cuenca del Lago de Atitlán, es una cuenca de gran importancia para Guatemala debido a las características físicas del territorio y en sí por ser el cuerpo de agua dulce más importante del país. Sin embargo, a pesar que es una de las cuencas con más caudal de inversión y manejo; aún se considera que el trabajo que actualmente se está realizando es insuficiente para el mejoramiento de la calidad de la misma.

El conocimiento de cada uno de sus componentes es estratégico para poder tomar decisiones a nivel institucional, por lo que el presente documento contiene un conjunto de datos que se pudieron obtener a través de un diagnóstico de campo realizado por el equipo de la subdirección técnica de AMSCLAE con el fin de priorizar acciones de acuerdo a la ponderación obtenida por cada una de las 37 microcuencas identificadas por el mismo.

Se contó con una serie de criterios establecidos a través de una metodología sencilla y aplicable para tal fin a través de un método de selección de cuencas. Por lo que cada uno de los datos obtenidos forma parte del trabajo realizado en equipo.

Además de la recolección de datos se estableció un valor relativo por criterio y una ponderación de acuerdo a la importancia que se determinó según la densidad poblacional y la presión que ejerce sobre la misma por el uso de los recursos naturales en cada una de las microcuencas.

2. INTRODUCCIÓN:

La cuenca del Lago de Atitlán, es una cuenca de gran importancia para Guatemala debido a las características físicas del territorio y en sí por ser el cuerpo de agua dulce más importante del país. Sin embargo, a pesar que es una de las cuencas con más caudal de inversión y manejo; aún se considera que el trabajo que actualmente se está realizando es insuficiente para el mejoramiento de la calidad de la misma.

El conocimiento de cada uno de sus componentes es estratégico para poder tomar decisiones a nivel institucional, por lo que el presente documento contiene un conjunto de datos que se pudieron obtener a través de un diagnóstico de campo realizado por el equipo de la subdirección técnica de la AMSCLAE con el fin de priorizar acciones de acuerdo a la ponderación obtenida por cada una de las 37 microcuencas identificadas por el mismo.

Se contó con una serie de criterios establecidos a través de una metodología sencilla y aplicable para tal fin a través de un método de selección de cuencas, por lo que cada uno de los datos obtenidos forma parte del trabajo realizado en equipo.

Además de la recolección de datos se estableció un valor relativo por criterio y una ponderación de acuerdo a la importancia que se determinó según la densidad poblacional y la presión que ejerce sobre la misma por el uso de los recursos naturales en cada una de las microcuencas.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General:

- Desarrollar una propuesta de priorización de microcuencas para intervención en los próximos 10 años.

3.2 Objetivos Específicos:

- Valorar criterios específicos para priorizar las microcuencas que conforman la Cuenca del lago de Atitlán.
- Incorporar al Plan Operativo Anual de la AMSCLAE de años consecutivos, la presente priorización en las estrategias y acciones técnicas para el manejo integral de la Cuenca del lago de Atitlán.

4. JUSTIFICACIÓN

El presente instrumento tiene como propósito incorporar a la toma de decisiones de la institución un horizonte real de las microcuencas que conforman la Cuenca del Lago de Atitlán y la priorización en cuanto a su intervención.

En la actualidad la AMSCLAE, ha incidido en el manejo integral de la cuenca a través de diversas acciones técnicas, las cuales en su conjunto han contribuido al mejoramiento ambiental, por lo que la priorización de microcuencas representa una herramienta adecuada para incidir en el mejoramiento ambiental del área respaldado por un equipo técnico institucional e interinstitucional enfocados a conservar y preservar el lago de Atitlán.

La delimitación y priorización de microcuencas surge por la necesidad de mejorar las intervenciones bajo un enfoque de cuencas, es decir, trabajar bajo el principio de la cuenca como unidad de planificación generando acciones que frenen el proceso de degradación de los recursos naturales de la cuenca, a través del saneamiento de la misma y mejorando la calidad de todos sus sistemas implícitos.

Considerando el lago como un reservorio de agua para consumo humano, se han realizado acciones que permitan recuperarlo, las evaluaciones permanentes que se han realizado permiten determinar que existe la necesidad de priorizar ciertas áreas de la cuenca por el deterioro sufrido y así garantizar el manejo de los recursos y contribuir para que el agua que consumen algunos municipios sea de la mejor calidad posible. Factor de vital importancia para la conservación de la cuenca del lago Atitlán, para lo cual se realizó esta priorización, siendo –AMSCLAE- la institución encargada de este rol y es quién debe liderar la conservación y resguardo de la cuenca.

CAPITULO I

5. DATOS GENERALES

5.1 CUENCA DEL LAGO DE ATITLÁN

De acuerdo al Estudio Hidrogeológico y de recarga en la Cuenca del Lago de Atitlán (Geólogos del Mundo), la cuenca de Atitlán se sitúa en el altiplano central de la República de Guatemala. El altiplano ocupa alrededor de la décima parte del país y se compone de grupos de cuencas montañosas con elevaciones que oscilan entre los 800 y los 4000 msnm. Está conformado por la cadena montañosa de la Sierra Madre, Los Cuchumatanes y la Cadena Volcánica que se extiende en dirección noroeste-sureste a lo largo del margen sur del altiplano, donde se encuentra ubicada la cuenca del lago de Atitlán.

La cuenca de lago de Atitlán limita al norte con la cuenca del Río Motagua, al este con la cuenca del Río Madre Vieja y al sur y oeste con la cuenca del Río Nahualate. (Ver Ilustración 1 mapa general de la cuenca Atitlán).

Se trata de una cuenca montañosa de 546 Km² de área, con un relieve abrupto formado por el hundimiento de varias calderas volcánicas, que favorecieron la acumulación de grandes masas de agua, como lo es el lago de Atitlán. Lago de carácter endorreico que ocupa una extensión de 123 km², con una profundidad media de 202m y una profundidad máxima de 327m. en el área sur de la cuenca se localizan tres estratovolcanes ande siticos (Atitlán, Tolimán y San Pedro) (Reyes et al., 2017).

Ilustración 1 Mapa general de la cuenca Atitlán



Fuente: Depto. de Investigación y Calidad Ambiental, SDT, AMSCLAE octubre 2018.

5.2 ÁMBITO GEOGRÁFICO-POLÍTICO

La cuenca abarca 19 municipios, 15 de ellos en su totalidad y que corresponden al departamento de Sololá, y dos parcialmente, Santa Clara La Laguna, Nahualá. Los otros municipios son Totonicapán, y Chichicastenango, que se encuentran presentes en determinada proporción. Se estima una población de cerca de 380, 500 habitantes dentro de la cuenca, sin considerar la población que se encuentra en estos últimos cuatro municipios indicados y que ocupa parcialmente.

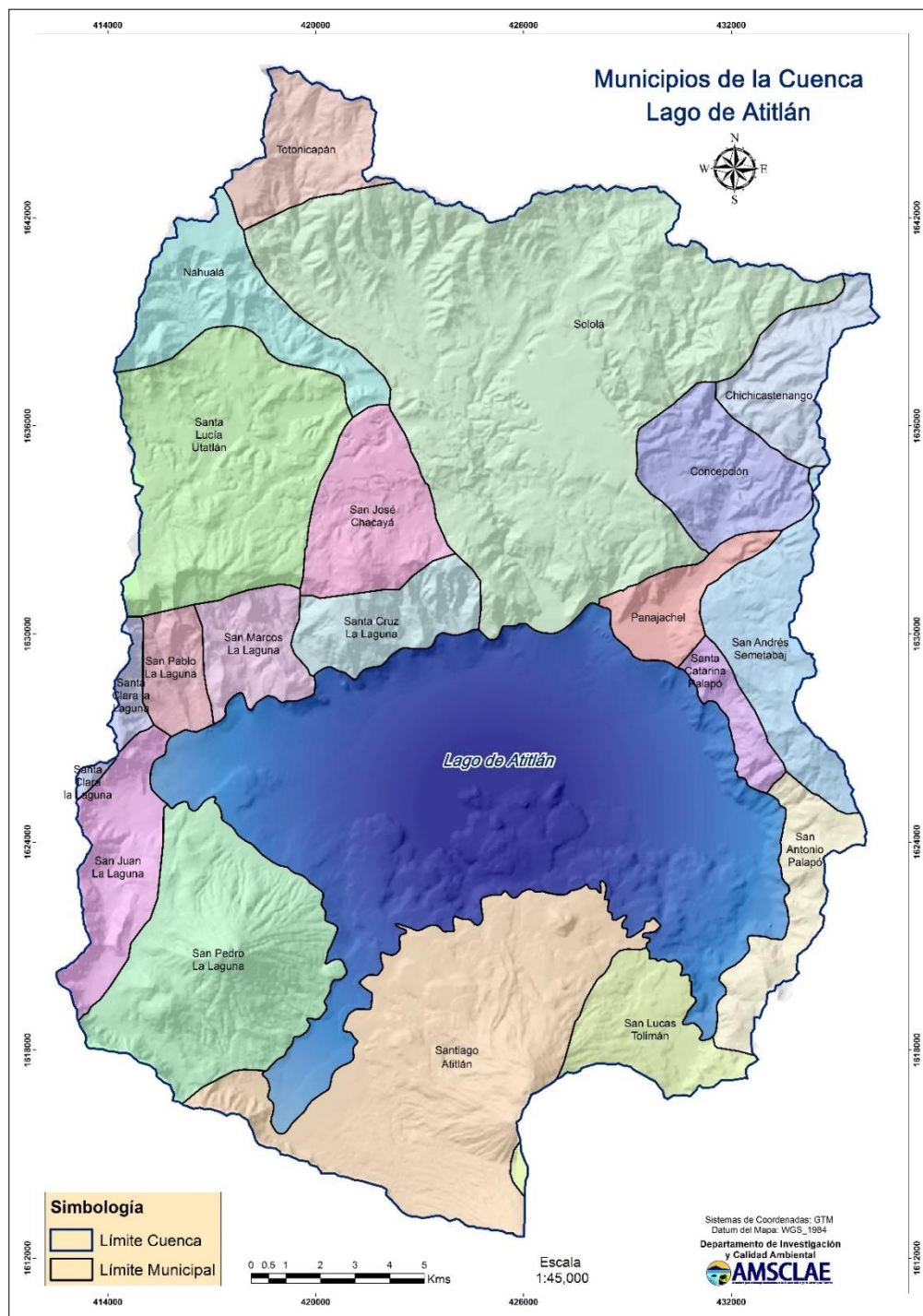
A continuación, en la tabla 1, se detalla el área en kilómetros cuadrados y porcentaje de ocupación de cada uno de los municipios en la cuenca del lago de Atitlán.

Tabla 1 Municipios de la cuenca Atitlán

No	Municipio	Departamento	Área en Km2	Porcentaje
1	Chichicastenango	Quiché	11.58	2.77
2	Totonicapán	Totonicapán	12.57	3.01
3	Sololá	Sololá	115.23	27.56
4	Nahualá	Sololá	17.46	4.18
5	Santa Lucia Utatlán	Sololá	39.19	9.37
6	San Andrés Semetabaj	Sololá	15.56	3.72
7	Concepción	Sololá	14.96	3.58
8	San José Chacayá	Sololá	15.78	3.77
9	Panajachel	Sololá	7.72	1.85
10	Santa Cruz La Laguna	Sololá	11.26	2.69
11	San Marcos La Laguna	Sololá	9.18	2.20
12	Santa Clara La Laguna	Sololá	2.79	0.67
13	San Pablo La Laguna	Sololá	6.13	1.47
14	Santa Catarina Palopó	Sololá	4.72	1.13
15	San Juan La Laguna	Sololá	14.26	3.41
16	San Antonio Palopó	Sololá	11.32	2.71
17	San Pedro La Laguna	Sololá	37.59	8.99
18	Santiago Atitlán	Sololá	58.02	13.88
19	San Lucas Tolimán	Sololá	12.72	3.04
		TOTAL	418	100.00

Fuente: Depto. Agrícola y Forestal, SDT, AMSCLAE octubre 2018.

Ilustración 2 Mapa de municipios de la cuenca Atitlán



Fuente: Depto. de Investigación y Calidad Ambiental, SDT, AMSCLAE octubre 2018.

En cuanto a las características geográficas, cabe destacar que la altitud de la cuenca varía entre los 1562 msnm a orillas del lago, hasta los 3535 msnm en la cima del volcán Atitlán. Así, el terreno es típico escarpado con pendientes predominantes de más de 30° y con paredes, en algunos cañones y entre 200 y 500m de altura (Geólogos del Mundo, 2012).

La cuenca presenta numerosos cursos fluviales, en su mayoría de muy corto recorrido y estacional; a excepción de los ríos principales; Quiscab y San Francisco, situados en el área norte de la cuenca. La subcuenca del Quiscab posee una longitud de 22.25 km y cubre un área de 100 km², mientras que la subcuenca del Río San Francisco alcanza 15,6 km de longitud, y cubre un área de 75 km² (Plan Maestro de la RUMCLA, 2007), ambas cubren toda la zona norte de la cuenca, Todos los cursos fluviales desembocan sus aguas en el lago de Atitlán.

5.3 MICROCUENCAS EN EL LAGO ATITLÁN:

De acuerdo a la Guía para la Elaboración de planes de manejo de microcuencas (FAO, MARN, UICN, CIPREDA) Guatemala, 2009, se define como “Microcuenca” el territorio que drena sus aguas hacia un curso principal de una subcuenca.

Desde la perspectiva del Proyecto Tacaná, microcuenca es un territorio delimitado por partes altas (parte aguas) cuyas aguas superficiales drenan a través de un mismo curso, con una superficie menor de 5000 Ha (50 Km²) y una población, integrada actualmente o que se proyecta en un futuro, de no más de 20 comunidades.

La cuenca del lago de Atitlán, de acuerdo al diagnóstico realizado (AMSCLAE, 2018) se conforma de 37 microcuencas, las cuales se delimitaron de acuerdo al criterio principal que es su topografía (parte aguas), además del criterio de expertos en relación a poblaciones que comparten el mismo territorio y tienen presencia o incidencia en el mismo.

Cabe mencionar que, en varias microcuencas definidas, los cursos de agua en ocasiones son intermitentes y/o a nivel de la cartografía oficial no se reconoce este curso de agua, pero dicha área es compartida por las comunidades allí presentes.

El área del lago Atitlán abarca cerca de 123 km², el resto es el área continental de la cuenca que representa el 77% (423 km²) del territorio. La Cuenca Atitlán se compone de 3 subcuencas (San Francisco, Quiscab y Cuenca Azul). Estas a su vez se subdividen en 37 microcuencas, las cuales han sido definidas, identificadas y codificadas institucionalmente. El listado de las mismas se presenta en la tabla No. 2.

Tabla 2 Microcuencas identificadas en la cuenca Atitlán

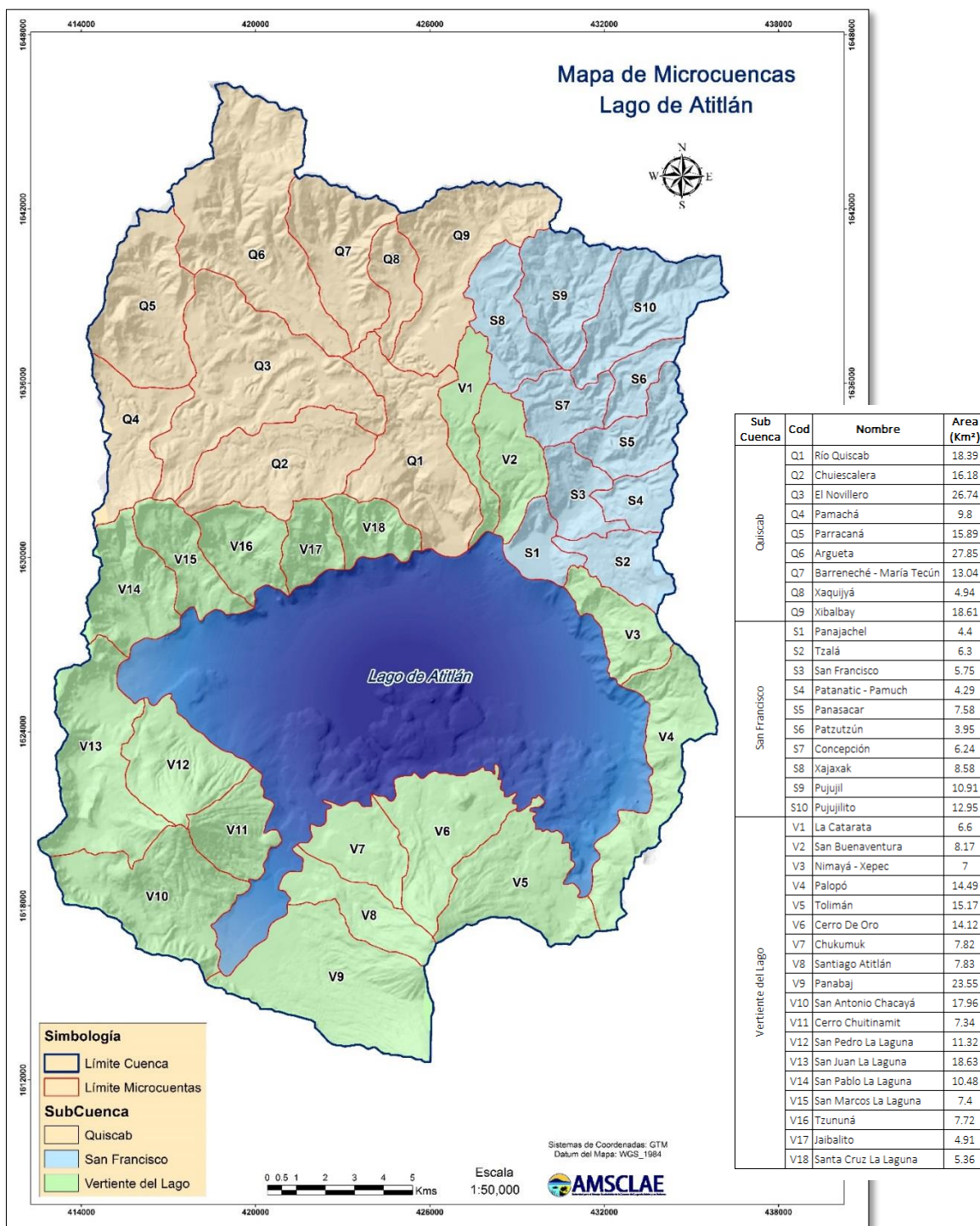
No	Nombre	Área en Km ²	Subcuenca	Código
1	Río Quiscab	18.39	Quiscab	Q1
2	Chuiescalera	16.18	Quiscab	Q2
3	El Novillero	26.74	Quiscab	Q3
4	Pamachá	9.80	Quiscab	Q4
5	Parracaná	15.89	Quiscab	Q5
6	Argueta	27.85	Quiscab	Q6
7	Barraneche-Maria Tecun	13.04	Quiscab	Q7
8	Chaquijyá	4.94	Quiscab	Q8
9	Xibalbay	18.61	Quiscab	Q9
10	Panajachel	4.40	San Francisco	S1
11	Tzalá	6.30	San Francisco	S2
12	San Francisco	5.75	San Francisco	S3
13	Patanatic – Pamuch	4.29	San Francisco	S4
14	Panasacar	7.58	San Francisco	S5
15	Patzutzun	3.95	San Francisco	S6
16	Concepción	6.24	San Francisco	S7
17	Xajaxak	8.58	San Francisco	S8
18	Pujujil	10.91	San Francisco	S9
29	Pujujilito	12.95	San Francisco	S10
20	La Catarata	6.60	Vertiente del Lago	V1
21	San Buenaventura	8.17	Vertiente del Lago	V2
22	Nimayá- Xepec	7.00	Vertiente del Lago	V3
23	Palopó	14.49	Vertiente del Lago	V4
24	Tolimán	15.17	Vertiente del Lago	V5
25	Cerro De Oro	14.12	Vertiente del Lago	V6
26	Chuk-muk	7.82	Vertiente del Lago	V7
27	Santiago Atitlán	7.83	Vertiente del Lago	V8
28	Panabaj	23.55	Vertiente del Lago	V9
29	San Antonio Chacayá	17.96	Vertiente del Lago	V10
30	Cerro Chuitinamit	7.34	Vertiente del Lago	V11
31	San Pedro La Laguna	11.32	Vertiente del Lago	V12
32	San Juan La Laguna	18.63	Vertiente del Lago	V13
33	San Pablo La Laguna	10.48	Vertiente del Lago	V14

No	Nombre	Área en Km ²	Subcuenca	Código
34	San Marcos La Laguna	7.40	Vertiente del Lago	V15
35	Tzununá	7.72	Vertiente del Lago	V16
36	Jaibalito	4.91	Vertiente del Lago	V17
37	Santa Cruz La Laguna	5.36	Vertiente del Lago	V18

Fuente: Depto. Agrícola y Forestal, SDT, AMSCLAE octubre 2018.

Para la designación de los nombres o designaciones de las microcuencas se tomó del nombre del curso de agua principal y en segunda instancia de la comunidad o comunidades en la misma, Q (Quscab) S (San Francisco) V (Vertiente del Lago)

Ilustración 3 Mapa de microcuencas de la cuenca Atitlán



Fuente: Depto. de Investigación y Calidad Ambiental, SDT, AMSCLAE octubre 2018.

De acuerdo a la evaluación realizada por el equipo de la Subdirección Técnica, se pudieron determinar las microcuencas de cada subcuenca analizada las que a continuación se describen:

- Subcuenca **Río Quiscab**, cuenta con nueve microcuencas:

Tabla 3 Microcuencas de la subcuenca Quiscab

Código	Microcuenca
Q1	Quiscab
Q2	Chuiscalera
Q3	El Novillero
Q4	Pamachá
Q5	Parracaná
Q6	Argueta
Q7	Berraneché-María Tecún
Q8	Chaquijyá
Q9	Xibalbay

Fuente: Deptos. Subdirección técnica, octubre 2018.

- Subcuenca **Río San Francisco**, cuenta con diez microcuencas

Tabla 4 Microcuencas de la subcuenca San Francisco

Código	Microcuenca
S1	Panajachel
S2	Tzalá
S3	San Francisco
S4	Patanatic-Pamuch
S5	Panasacar
S6	Patzutzún
S7	Concepción
S8	Xajaxac
S9	Pujujil
S10	Pujujilito

Fuente: Deptos. Subdirección técnica, octubre 2018.

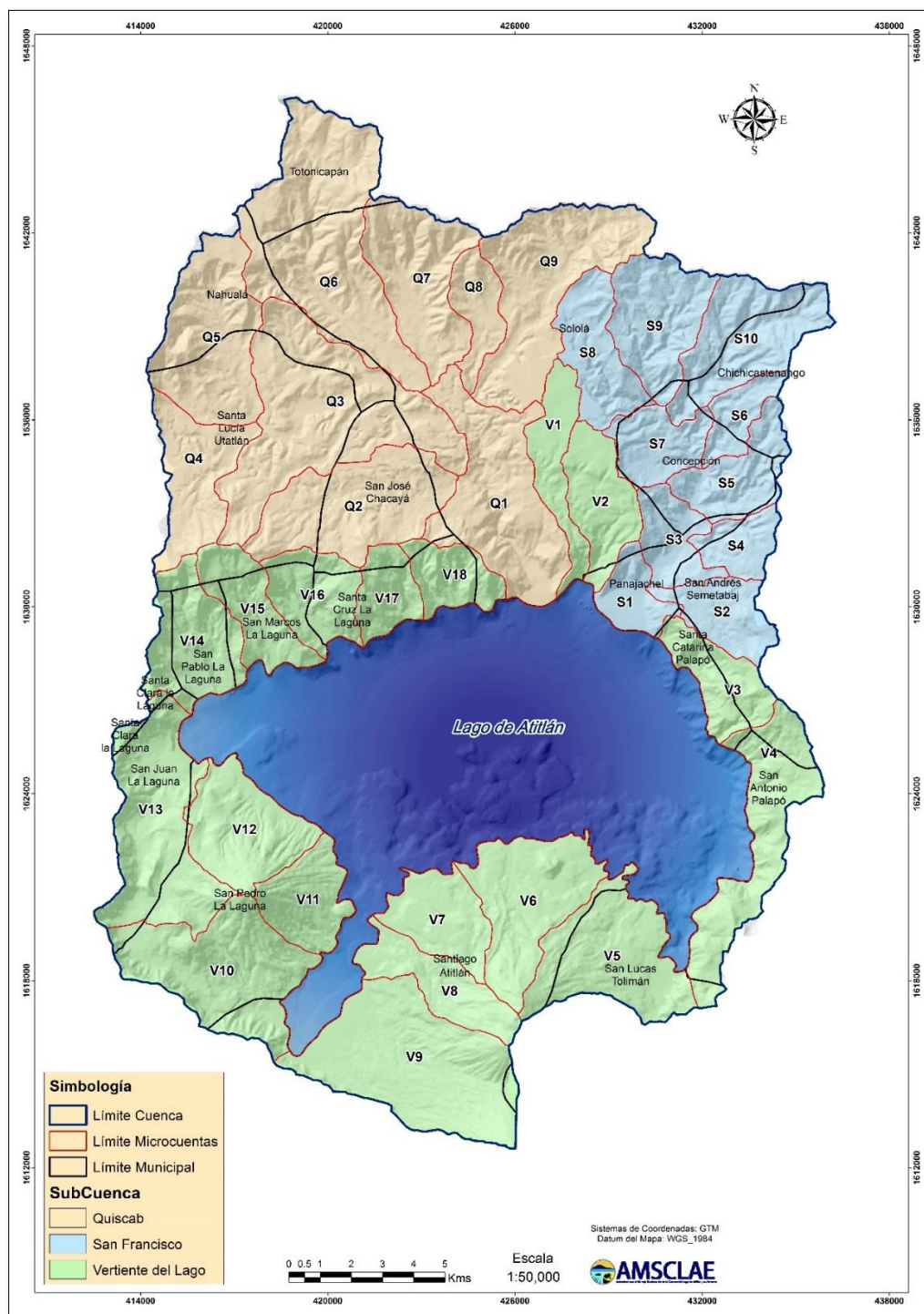
- **Vertientes del Lago**, cuenta con dieciocho microcuencas:

Tabla 5 Microcuencas de la vertiente de la cuenca del lago Atitlán

Código	Microcuenca
V1	La Catarata
V2	San Buenaventura
V3	Nimayá-Xepec
V4	Palopó
V5	Tolimán
V6	Cerro de Oro
V7	Chukmuc
V8	Santiago Atitlán
V9	Panabaj
V10	San Antonio Chacayá
V11	Cerro Chuitinamit
V12	San Pedro la Laguna
V13	San Juan la Laguna
V14	San Pablo la Laguna
V15	San Marcos la Laguna
V16	Tzununá
V17	Jaibalito
V18	Santa Cruz la laguna

Fuente: Deptos. Subdirección técnica, octubre 2018.

Ilustración 4 Mapa de límites municipales y de microcuencas



Fuente: Depto. de Investigación y Calidad Ambiental, SDT, AMSCLAE octubre 2018.

**Tabla 6 Área de cobertura de microcuencas por municipio en
subcuenca Quiscab**

Cod	Nombre	Área de Microcuenca (Km ²)	Municipio	Área por Municipio (Km ²)	% Por Municipio
Q1	Río Quiscab	18.39	Santa Cruz La Laguna	0.23	1%
			San José Chacayá	0.57	3%
			Sololá	17.59	96%
Q2	Chuiescalera	16.18	San José Chacayá	10.38	64%
			Santa Lucía Utatlán	4.73	29%
			Sololá	1.08	7%
Q3	El Novillero	26.74	San José Chacayá	2.83	11%
			Santa Lucía Utatlán	14.99	56%
			Sololá	3.59	13%
			Nahualá	5.34	20%
Q4	Pamachá	9.8	Santa Lucía Utatlán	9.8	100%
Q5	Parracaná	15.89	Santa Lucía Utatlán	6.87	43%
			Nahualá	9.02	57%
Q6	Argueta	27.85	Sololá	13.54	49%
			Nahualá	2.56	9%
			Totonicapán	11.76	42%
Q7	Barraneché - María Tecún	13.04	Sololá	12.83	98%
			Totonicapán	0.2	2%
Q8	Chaquijyá	4.94	Sololá	4.94	100%
Q9	Xibalbay	18.61	Sololá	18.61	100%

Fuente: Deptos. Subdirección técnica, octubre 2018.

**Tabla 7 Área de cobertura de microcuencas por municipio en
subcuenca San Francisco**

Cod	Nombre	Área de Microcuenca (Km ²)	Municipio	Área por Municipio (Km ²)	% Por Municipio
S1	Panajachel	4.4	Santa Catarina Palopó	0.09	2%
			Panajachel	4.01	91%
			San Andrés Semetabaj	0.03	1%
			Sololá	0.28	6%
S2	Tzalá	6.3	Santa Catarina Palopó	0.14	2%
			Panajachel	0.38	6%
			San Andrés Semetabaj	5.78	92%
S3	San Francisco	5.75	Panajachel	1.9	33%
			Concepción	1.46	25%
			San Andrés Semetabaj	0.99	17%
			Sololá	1.4	24%
S4	Patanatic - Pamuch	4.29	Panajachel	0.7	16%
			San Andrés Semetabaj	3.58	83%
S5	Panasacar	7.58	Panajachel	0.21	3%
			Concepción	5.21	69%
			San Andrés Semetabaj	0.41	5%
			Chichicastenango	1.75	23%
S6	Patzutzún	3.95	Concepción	1.2	30%
			Chichicastenango	2.75	70%
S7	Concepción	6.24	Concepción	5.78	93%
			Sololá	0.38	6%
			Chichicastenango	0.08	1%
S8	Xajaxak	8.58	Concepción	0.06	1%
			Sololá	8.52	99%
S9	Pujujil	10.91	Concepción	0.41	4%
			Sololá	10.5	96%
S10	Pujujilito	12.95	Concepción	0.84	6%
			Sololá	5.19	40%
			Chichicastenango	6.92	53%

Fuente: Deptos. Subdirección técnica, octubre 2018.

**Tabla 8 Área de cobertura de microcuenca por municipio vertiente
del lago Atitlán**

Cod	Nombre	Área de Microcuenca (Km²)	Municipio	Área por Municipio (Km²)	% Por Municipio
V1	La Catarata	6.6	Sololá	6.6	100%
V2	San Buenaventura	8.17	Panajachel	0.47	6%
			Sololá	7.69	94%
V3	Nimayá - Xepec	7	Santa Catarina Palopó	4.19	60%
			Panajachel	0.05	1%
			San Andrés Semetabaj	2.76	39%
V4	Palopó	14.49	Santa Catarina Palopó	0.31	2%
			San Antonio Palopó	11.32	78%
			San Andrés Semetabaj	2.17	15%
			San Lucas Tolimán	0.68	5%
V5	Tolimán	15.17	San Lucas Tolimán	12.08	80%
			Santiago Atitlán	3.07	20%
V6	Cerro De Oro	14.12	Santiago Atitlán	14.12	100%
V7	Chukumuk	7.82	Santiago Atitlán	7.82	100%
V8	Santiago Atitlán	7.83	Santiago Atitlán	7.83	100%
V9	Panabaj	23.55	San Lucas Tolimán	0.47	2%
			Santiago Atitlán	23.08	98%
V10	San Antonio Chacayá	17.96	San Juan La Laguna	0.55	3%
			San Pedro La Laguna	14.67	82%
			Santiago Atitlán	2.73	15%
V11	Cerro Chuitinamit	7.34	San Pedro La Laguna	7.33	100%
V12	San Pedro La Laguna	11.32	San Juan La Laguna	0.07	1%
			San Pedro La Laguna	11.25	99%
V13	San Juan La Laguna	18.63	Santa Clara la Laguna	0.79	4%
			San Juan La Laguna	13.24	71%
			San Pedro La Laguna	4.6	25%
V14	San Pablo La Laguna	10.48	San Pablo La Laguna	5.82	56%
			San Marcos La Laguna	0.98	9%
			Santa Clara la Laguna	2.24	21%
			San Juan La Laguna	0.35	3%
			Santa Lucía Utatlán	1.09	10%
V15	San Marcos La Laguna	7.4	San Pablo La Laguna	0.31	4%
			San Marcos La Laguna	5.16	70%

Cod	Nombre	Área de Microcuenca (Km ²)	Municipio	Área por Municipio (Km ²)	% Por Municipio
			Santa Lucía Utatlán	1.93	26%
V16	Tzununá	7.72	San Marcos La Laguna	3.04	39%
			Santa Cruz La Laguna	3.28	42%
			San José Chacayá	0.7	9%
			Santa Lucía Utatlán	0.69	9%
V17	Jaibalito	4.91	Santa Cruz La Laguna	3.96	81%
			San José Chacayá	0.94	19%
V18	Santa Cruz La Laguna	5.36	Santa Cruz La Laguna	3.79	71%
			San José Chacayá	0.36	7%
			Sololá	1.2	22%

Fuente: Deptos. Subdirección técnica, octubre 2018.

CAPITULO II

6. PRIORIZACIÓN MICROCUENCAS DEL LAGO DE ATITLÁN

6.1 METODOLOGÍA

Durante los meses de marzo a junio de 2018, el personal de la subdirección técnica y la unidad de seguimiento y evaluación de AMSCLAE, llevó a cabo una serie de reuniones de trabajo, recopilación de información física y digital, recorridos por las microcuencas con la finalidad de recaudar información necesaria para tomar los criterios más acertados para las priorizaciones de microcuencas identificadas en la Figura No. 3



Recorridos por las diferentes microcuencas con la finalidad de recaudar información



Equipo de trabajo de los departamentos de la subdirección técnica y Unidad de Seguimiento, AMSCLAE

Para la misma se tomaron dimensiones biofísicas, socioeconómicas y ambientales. Dentro de los criterios para cada dimensión, se puede observar que, en la dimensional biofísica, se consideró el criterio de erosión, para la dimensional socioeconómica se tomó en consideración la densidad poblacional, en la dimensión ambiental, se tomaron en cuenta los criterios de calidad de agua ICA y ausencia o presencia de sistemas de tratamiento o saneamiento ambiental, factores que son sumamente importantes para esta priorización.

En este caso se construyó, por medio de la técnica de valoración del juicio de expertos mediante un sistema de votación individual acorde a cada área de experiencia con votos de valor alto, medio y bajo.

En la primera etapa del proceso que fue realizado por todos los miembros del área técnica y de la unidad de seguimiento y evaluación de la AMSCLAE; se sostuvieron reuniones periódicas para definir la metodología a aplicar.



Reuniones de trabajo,
recopilación de información
física y digital

En la segunda etapa del proceso se obtuvo el inventario, definición de límites y codificación de las microcuencas; las que están agrupadas por vertientes del lago (V), microcuencas de la sub cuenca del río Quiscab (Q) y microcuencas de la subcuenca del río San Francisco (S); esto para poder identificarlas fácilmente y para lograr análisis efectivo de comparación según sus condiciones a nivel general.

A continuación, se resume el proceso metodológico general llevado a cabo:

- a. Obtención de la información digital existente y alimentación de la base de datos ArcGis.
 - Organización de la información disponible
 - Reproducción de formatos digitales
 - Reproducción de mapas base.
- b. Cuantificación
 - Obtención de información por departamento del área técnica
 - Digitalización de la información
 - Ordenación de datos recopilados
 - Generación de información en matrices de datos
- c.
- d. Diseño y preparación de matriz de ponderación
 - Diseño de matriz de datos
 - Determinación de los criterios a tomar en cuenta
 - Determinación de los pesos relativos correspondientes a cada criterio
 - Cálculo de la matriz
 - Generación agrupada de la información.

6.2 PROCESOS REALIZADOS PARA LA DELIMITACIÓN DE LAS MICROCUENCAS CON LA HERRAMIENTA HYDROLOGY DE SPATIAL ANALYST TOOLS DE ARCGIS

Para la delimitación de las microcuencas del lago de Atitlán se utilizó un lenguaje de programación visual para crear flujos de trabajo de geoprocésamiento la cual es el Model Builder de ArcGis, donde se elaboró un modelo de trabajo para automatizar los procesos a ejecutarse para la obtención de las delimitaciones de las áreas.

Los pasos que fueron ejecutados fueron los siguientes:

a. Obtención del Modelo Digital de Elevación (DEM)

Se obtuvo el modelo digital de elevación de la cuenca del lago de Atitlán en la página:

The CGIAR Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI)
(<http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>).

b. Se definió la proyección del sistema de coordenadas GTM al DEM descargado.

c. Con la herramienta Fill se eliminaron las imperfecciones del DEM, la cual permite el relleno de vacíos en la superficie del ráster (Datos de entrada: El DEM).

d. Con la herramienta Flow Direction, se utilizó el resultado de la herramienta Fill. Esta herramienta crea un ráster que define la dirección de la red hídrica de cada una de las celdas.

e. Con la herramienta Flow Accumulation, se utilizó el resultado de la herramienta Flow Direction, para generar otro ráster que definió la acumulación hídrica.

f. Se construyó la red hídrica utilizando la herramienta Con, y como datos de entrada para esta herramienta, se utilizó el resultado de la herramienta Flow Direction. Así mismo, se utilizó una expresión (**value > 1000**) la cual definió el tamaño de los afluentes, es decir entre más pequeño fue el valor éste mostró afluentes pequeños de la red de drenaje y entre más alto fue el valor, mostró la red de drenaje de mayor tamaño.

g. Con la herramienta Stream To Feature se creó un vector de líneas. El cual convirtió un ráster que representa una red lineal a un vector que representa la red lineal, como datos de entrada para esta herramienta se utilizó los resultados de la herramienta Con y de Flow Accumulation.

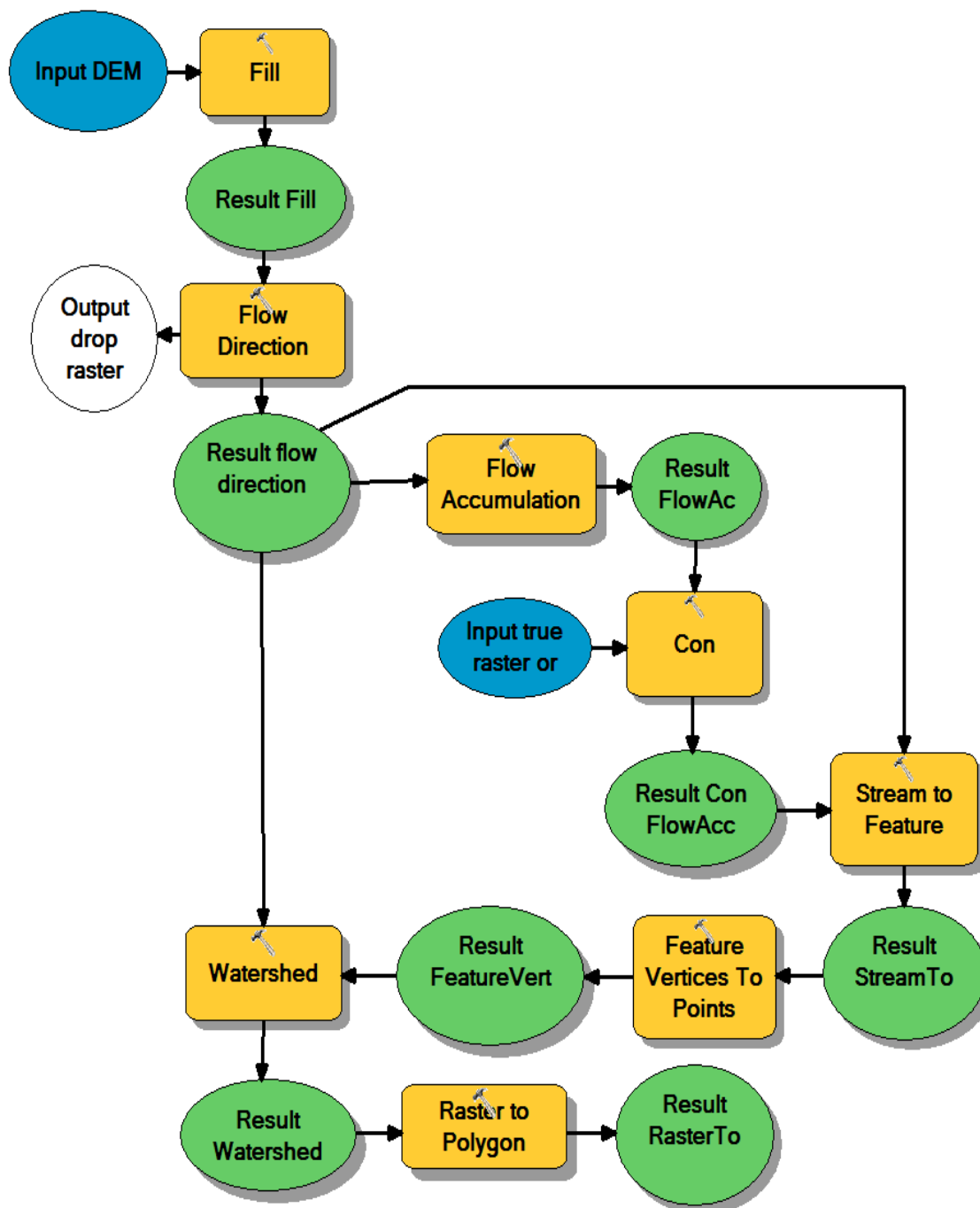
h. Con la Herramienta Feature Vertices to Points se creó un vector que contenía puntos generados a partir de la red lineal del resultado que se obtuvo de la herramienta Stream To Feature.

i. Con la herramienta Watershed se creó otro ráster que determinó el área de contribución sobre el conjunto de celdas en un ráster, como datos de entrada se utilizaron los resultados de Flow Direction, Feature Vertices to Points.

j. Por último se convirtió el ráster generado con la herramienta Watershed a polígono (vector que contiene todos los polígonos de todas las microcuencas), usando de la herramienta Raster to Polygon.

Al haber generado todas las delimitaciones de las áreas de las microcuencas, fueron sometidas a evaluación entre todos los jefes de los diferentes departamentos de la Subdirección Técnica y con la Unidad de Evaluación y Seguimiento para validar el mapa, el cual, de acuerdo al conocimiento y expertiz, tuvo ciertos ajustes de acuerdo a la población incidente en cada microcuenca obtenida.

Ilustración 5 Flujo de proceso utilizando herramienta model builder y procesos de Hydrology de ArcGis



Fuente: Depto. de Investigación y Calidad Ambiental, SDT, AMSCLAE octubre 2018.

Las figuras de color celeste indican parámetros de entrada, las figuras de color amarillo indican los procesos ejecutados y las figuras de color verde y blanco indican los resultados generados.

A continuación, se presenta la matriz con la dimensión, criterio, indicador y principio de toma de decisión utilizado.

Tabla 9 Criterios e indicadores utilizados para la priorización de microcuencas

DIMENSIÓN	INDISPENSABLE/ IMPORTANTE	CRITERIO	INDICADOR	PRINCIPIO TOMA DE DECISIONES	REFERENCIA
BIOFISICO	Indispensable	Erosión	Niveles de erosión (ligero, moderado, severo)	Mayor erosión, mayor prioridad	MAGA, 2013
SOCIOECONÓMICO	Indispensable	Densidad poblacional	Número de habitantes por kilómetro cuadrado	Mayor densidad, mayor prioridad	MSPAS
AMBIENTAL	Importante	Calidad de agua	Calidad del agua ICA	Agua con menor calidad, mayor prioridad	DICA
	Indispensable	Sistema de tratamiento (desechos líquidos)	Presencia/ausencia	Menor presencia, mayor prioridad	DSA
	Indispensable	Sistema de tratamiento (desechos sólidos)	Presencia/ausencia	Menor presencia, mayor prioridad	DSA

Fuente: Deptos. Subdirección técnica, octubre 2018.

Cada uno de los 5 criterios tiene el mismo peso (20%) para la ponderación general.

Valor relativo de cada criterio.

0	No cumple con los parámetros establecidos en la cuenca
1	Cumple parcialmente con los parámetros
2	Cumple en mayor medida que el anterior, pero sin cumplirlo completamente
3	Cumple completamente con los parámetros definidos

Erosión

3	Más del 66 % de la microcuenca presenta de moderada a alta erosión
2	Entre el 33 al 66 % de la microcuenca presenta de moderada a alta erosión
1	Menos del 33% de la microcuenca presenta de moderada a alta erosión
0	No Data

Criterio de Saneamiento, presencia o ausencia de PTAR's

3	Sin PTAR
2	Con PTAR
1	>1 PTAR
0	No Data

Nota: solo indica la presencia o ausencia de sistemas de tratamiento, más no evalúa eficiencia en remoción de materia orgánica, % de cobertura de población y/o usuarios

Criterio de Saneamiento, presencia o ausencia de PTDS's

3	Sin PTDS
2	Con PTDS
1	>1 PTDS
0	No Data

Nota: solo indica la presencia o ausencia de sistemas de tratamiento, más no evalúa cobertura de población y/o usuarios

Calidad de aguas de los ríos

3	Pésima – Mala
2	Regular
1	Buena – Excelente
0	No Data

Población por Km²

3	> 3001	Personas por Km ²
2	1501 - 3000	Personas por Km ²
1	<1500	Personas por Km ²
0	No data	

Nota: Se consideraron intervalos de 1500 habitantes / km² para definir y clasificar las microcuencas, que de por si todas ya cuentan con sobrepoblación.

6.3 RESULTADOS DEL PROCESO METODOLÓGICO

La tabla 10, presenta los valores de los principales criterios de evaluación de acuerdo a la metodología establecida y opinión de experto para tal fin. Las microcuencas presentan una generalidad interesante de acuerdo a las dimensionales ambientales, socioeconómicas, biofísicas. Se puede definir que la cuenca del lago de Atitlán tiene un nivel demográfico alto, ya que la densidad poblacional presente en cada una de las comunidades ejerce una presión fuerte en los recursos naturales que se encuentran en su entorno, incidiendo negativamente en la calidad hídrica de la zona y la poca o nula presencia de sistemas de saneamiento para aguas y sólidos también ejercen una presión para los ramales de drenaje hacia la cuenca.

Se asignaron puntajes de 0 a 3 de acuerdo al valor relativo de cada criterio, en este caso la microcuenca podría haber obtenido la mayor puntuación de hasta 15 puntos siendo esta la que representaría un grado de intervención urgente.

Tabla 10 Valor relativo obtenido por cada microcuenca de acuerdo a criterios

Criterio/Indicadores	MICROCUENCAS DE LA CUENCA DEL LAGO ATITLÁN																																				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18
Erosión	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	3	2	1	1	1	1	1	3	2	2	3	3	3	3	3	3
Sistemas de tratamiento liquido	1	2	3	3	2	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2
Sistemas de tratamiento solido	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	3	3	2	3	3	3	1	2	2	2	3	2
Densidad poblacional	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Calidad de agua	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	3	2	1	1	3	3	3	3	3	3	3
Puntaje Obtenido	10	11	12	12	11	13	12	13	13	13	11	13	12	12	12	12	12	11	11	13	11	11	11	10	9	9	13	9	11	10	12	11	12	11	12	13	11

FUENTE: Departamentos Técnicos AMSCLAE 2018

Con esta metodología se identificaron aquellas microcuencas con alto grado de deterioro y por las características socioeconómicas requieren acciones inmediatas para su desarrollo y manejo. Una característica sobresaliente de esta clasificación resulta al observar que, de las 37 microcuencas, la calificación más baja fue de 9, lo que indica que los criterios utilizados son comunes a toda la cuenca Atitlán y en todo caso terminan de confirmar que las tareas de urgencia para atender dichos criterios y afectaciones es urgente.

Se determina que 8 microcuencas han obtenido la más alta e igual ponderación, en este caso se utilizó el criterio de densidad poblacional como parámetro determinante para realizar resultado final de priorización de microcuencas.

**Tabla 11 Clasificación de microcuencas de acuerdo al criterio de
densidad poblacional**

Orden	Cod. De Microcuencas	Puntaje Obtenido	Densidad Poblacional (Km ²)
1	V8	13	4,520
2	S1	13	4,388
3	V1	13	4,084
4	Q9	13	1,366
5	Q8	13	825
6	S3	13	316
7	V17	13	301
8	Q6	13	223
9	V12	12	1,092
10	S7	12	834
11	V14	12	793
12	S8	12	717
13	Q3	12	681
14	V16	12	650
15	Q4	12	616
16	S4	12	476
17	Q7	12	246
18	S5	12	28
19	S6	12	No Data
20	V2	11	1,230
21	V3	11	1,106
22	S10	11	839
23	S2	11	825
24	V15	11	786
25	V4	11	716
26	V18	11	541
27	Q5	11	469
28	Q2	11	392
29	V13	11	343
30	S9	11	268
31	V10	11	112
32	Q1	10	1,927
33	V5	10	1,163
34	V11	10	No Data
35	V6	9	538
36	V9	9	285
37	V7	9	22

FUENTE: Deptos. Técnicos AMSCLAE 2018

En resumen, se define el orden de intervención y priorización de las microcuencas de la siguiente manera.

Tabla 12 Clasificación y priorización de microcuencas final

Orden	Cod. De Microcuencas	Nombre
1	V8	Santiago Atitlán
2	S1	Panajachel
3	V1	La Catarata
4	Q9	Xibalbay
5	Q8	Xaquijyá
6	S3	San Francisco
7	V17	Jaibalito
8	Q6	Argueta
9	V12	San Pedro La Laguna
10	S7	Concepción
11	V14	San Pablo La Laguna
12	S8	Xajaxak
13	Q3	El Novillero
14	V16	Tzununá
15	Q4	Pamachá
16	S4	Patanatic - Pamuch
17	Q7	Barreneche - Maria Tecún
18	S5	Panasacar
19	S6	Patzutzún
20	V2	San Buenaventura
21	V3	Nimayá - Xepec
22	S10	pujijilito
23	S2	Tzalá
24	V15	San Marcos La Laguna
25	V4	Palopó
26	V18	Santa Cruz La Laguna
27	Q5	Parracaná
28	Q2	Chuiescalera
29	V13	San Juan la Laguna
30	S9	Pujujil
31	V10	San Antonio Chacayá
32	Q1	Rio Quiscab
33	V5	Tolimán
34	V11	Cerro Chuitinamit
35	V6	Cerro de Oro
36	V9	Panabaj
37	V7	Chukumuk

FUENTE: Deptos. Técnicos SDT, AMSCLAE 2018

El orden de prioridad luego de la evaluación del valor relativo de cada criterio inicia desde la microcuenca de Santiago Atitlán, la cual se considera que tiene mayor densidad poblacional con 4,520 habitantes/Km², y así sucesivamente puede irse viendo en el listado anterior que cada una de las microcuencas identificadas bajo el puntaje obtenido a través de su evaluación de criterios específicos va ubicándose más abajo en la prioridad de atención e intervención.

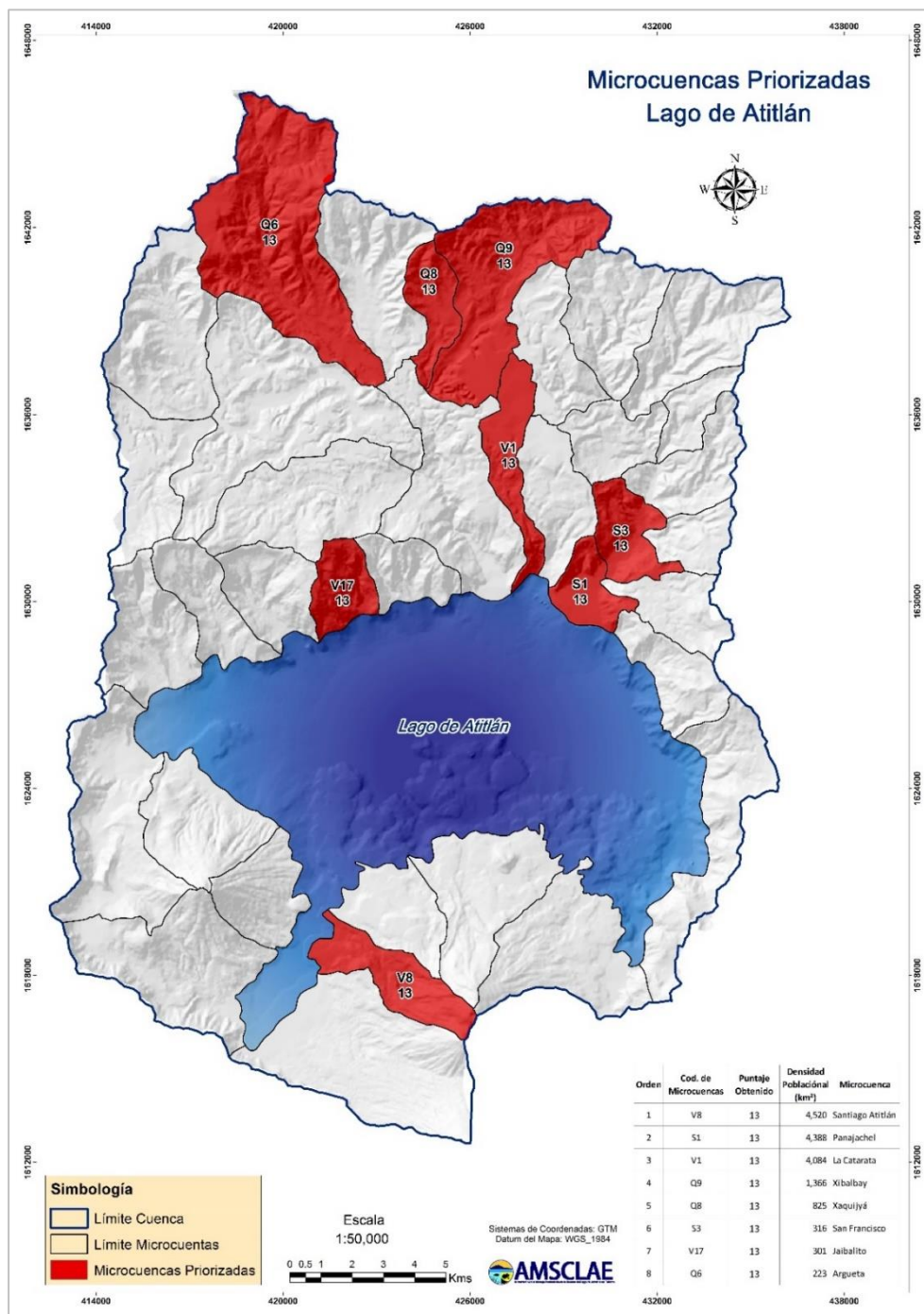
A continuación, se presenta la priorización de las ocho microcuencas a intervenir de manera inmediata, atendiendo criterios de alta polución en las mismas, y que es necesario enfocar esfuerzos para revertir dichas circunstancias.

Tabla 13 Microcuencas con prioridad inmediata de intervención

Orden	Cod. De Microcuencas	Puntaje Obtenido	Densidad Poblacional (Km ²)	Microcuenca
1	V8	13	4,520	Santiago Atitlán
2	S1	13	4,388	Panajachel
3	V1	13	4,084	La Catarata
4	Q9	13	1,366	Xibalbay
5	Q8	13	825	Xaquiyyá
6	S3	13	316	San Francisco
7	V17	13	301	Jaibalito
8	Q6	13	223	Argueta

FUENTE: Deptos. Técnicos SDT, AMSCLAE 2018

Ilustración 6 Ubicación geográfica de las microcuencas con intervención prioritizada



FUENTE: Deptos. Técnicos SDT, AMSCLAE 2018

7 LÍNEAS ESTRATÉGICAS A IMPLEMENTAR EN LAS MICROCUENCAS PRIORIZADAS

7.1 Promover buenas prácticas agrícolas y forestales.

Promover prácticas agrícolas sostenibles, que incluyan la conservación de suelos, el incremento y conservación de la cobertura forestal en la cuenca del lago de Atitlán.

- a) Fomentar el manejo de áreas con cubierta forestal de la cuenca del lago Atitlán con énfasis en áreas de recarga hídrica.
- b) Establecer prácticas de conservación de suelo y agua en áreas de producción agrícola en la cuenca del lago Atitlán"
- c) Asistir técnicamente la agricultura sostenible a través de la organización y extensión de la población dentro de la cuenca del lago Atitlán
- d) Promover la recuperación, restauración y conservación ecológica de cauces y torrentes en la cuenca del lago Atitlán."
- e) Coordinar acciones interinstitucionales para formular planes, programas y proyectos agrícolas y forestales para la conservación y recuperación de la cuenca del lago Atitlán

7.2 Manejo integral de desechos y contaminantes

Fomentar el saneamiento ambiental y el manejo de los desechos y contaminantes dentro de la cuenca del lago de Atitlán

- a) Fortalecer las capacidades de las municipalidades en el manejo de desechos sólidos y residuos líquidos.
- b) Implementar programas, proyectos y actividades que permitan reducir gradualmente los volúmenes de desechos y residuos sólidos dentro de la cuenca del lago Atitlán.
- c) Prestar asistencia para la gestión y el buen funcionamiento de los centros de manejo de desechos y residuos sólidos dentro de la cuenca del lago Atitlán.

7.3 Fomento del desarrollo económico sostenible.

Promover el desarrollo sostenible y la protección de los recursos naturales de la cuenca a través del fomento de la inversión y la actividad económica.

- a) Fomentar alternativas de Desarrollo Sostenible para la Población. (OT)
- b) Promover el aprovechamiento de los recursos naturales para proyectos ecológicos económicos sostenibles.
- c) Promover proyectos de desarrollo endógenos dentro de la cuenca
- d) Promover proyectos turísticos sostenibles en el destino Atitlán.

7.4 Generar información de línea base actualizada (DICA)

Generar información estratégica para la toma de decisiones de intervención institucional.

- a. Desarrollar y actualizar información con base en el recurso suelo, agua, bosque, clima.
- b. Desarrollar y actualizar información relacionada con desechos y contaminantes.

Promover la conservación y ampliación de zonas con tul dentro del lago Atitlán

- a. Incrementar el número de metros lineales con tul en la zona litoral del lago de Atitlán

Monitorear el impacto de las acciones implementadas en el manejo de desechos y contaminantes; manejo de las buenas prácticas agrícolas y forestales; y evaluar el impacto de los proyectos de desarrollo económicos y sostenibles sobre los recursos naturales.

7.5 Promover el cambio de actitud a través de la educación ambiental (DEA)

Para el 2020 establecer una plataforma de educación ambiental virtual y presencial a nivel municipal e institucional.

- a. Impulsar campañas de Educación Ambiental enfocadas en la gestión ambiental de la cuenca del lago de Atitlán.
- b. Promover acciones multiplicadoras con actores públicos y privados sobre el uso sostenible del suelo, agua y bosque.
- c. Sistematización de experiencias y divulgación para el conocimiento social de la situación del suelo, agua y bosque.
- d. Fortalecer las campañas educativas de la situación del suelo, agua y bosque en la Cuenca del Lago de Atitlán.
- b. Desarrollar programas de sensibilización y concientización ambiental en diferentes formas de divulgación.

CAPITULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8 CONCLUSIONES

De acuerdo a lo determinado durante el proceso de investigación y aplicación de las diversas metodologías para la presente priorización de microcuencas del lago de Atitlán, se concluye lo siguiente:

- La cuenca del Lago de Atitlán, cuenta con 3 subcuencas, dentro de las cuales se clasificaron y priorizaron 37 microcuencas para establecer intervenciones en cada una de ellas.
- Cada una de las microcuencas fueron identificadas de acuerdo a criterios específicos de evaluación para su priorización, con el objetivo de acertar en el manejo integral de cada una de ellas y así alcanzar un desarrollo sostenible con los diversos planes de manejo institucionales e interinstitucionales.
- Los ejes de manejo forestal, educación ambiental, control ambiental, fomento económico y saneamiento ambiental son fundamentales para que cada una de las microcuencas priorizadas en la presente herramienta sean atendidas por la institución con el apoyo y respaldo de las municipalidades y comunidades.
- Se pudo integrar a la priorización el expertiz de cada uno de los colaboradores para garantizar la efectividad de las propuestas que se generan y contar con una visión integrada de las características de cada una de las microcuencas.
- Las microcuencas que son de prioridad se definieron de acuerdo a la variable de densidad poblacional para la premura en la atención debido a su incidencia en el incremento en la presión que se ejerce en el uso y manejo de recursos naturales, así como la demanda de servicios básicos de agua y saneamiento, al incrementar la población.
- El involucramiento y apertura de la población, autoridades, líderes, e instituciones, así como el seguimiento para realizar la intervención en las microcuencas priorizadas será clave para poder gestionar dichos espacios, que técnicamente ya han sido analizados en el presente documento.
- Institucionalmente se deben de orientar esfuerzos técnicos y presupuestarios, para que estratégicamente se inviertan los recursos en las microcuencas priorizadas y de acuerdo a la naturaleza propia de las

necesidades de cada territorio, dicha orientación debe de contar con una línea base, así como un sistema de seguimiento para evaluar los avances progresivamente.

9 RECOMENDACIONES

- Es necesario seguir recopilando información de cada una de las 37 microcuencas e identificar las diversas debilidades de gestión para fortalecerlas a través del Plan Operativo Anual y Estratégico de AMSCLAE.
- La presente metodología no es la única y puede ser susceptible de mejorarse integrando algunos otros criterios los cuales se puedan estimar, por lo tanto, debe de ser una tarea de mejoramiento continuo.
- Lograr la integración de AMSCLAE, ONG y OG, municipalidades, COCODES, COMUDES, en general para la implementación de programas específicos para lograr un mejoramiento de la calidad ambiental y de vida en cada una de las comunidades de las microcuencas.
- Fortalecer y apoyar con recursos presupuestarios y personal capacitado para los ejes de Educación ambiental, Manejo Forestal, Saneamiento ambiental, Fomento Económico y Control ambiental, para poder abarcar con eficiencia cada uno de los programas establecidos y lograr el cumplimiento de metas.
- Es necesario involucrar personal experto tanto de la institución como de otras instituciones que realizan programas similares para unificar esfuerzos y evitar la duplicidad de los mismos.
- Compartir la información que pueda ser recabada con la población en general para promover la transparencia institucional y fortalecer así cada uno de los programas.

10 BIBLIOGRAFÍA

1. DIX, Margaret; Dix, Michael et. al. Estado Físico, Químico y Biológico del lago de Atitlán octubre 2009 a diciembre 2010. Centro de Estudios Atitlán. Laboratorio de Análisis y Monitoreo.
2. Geólogos del Mundo, Asociación Vivamos Mejor. Estudio Hidrogeológico y de Recarga en la Cuenca del lago de Atitlán, Guatemala. Proyecto de Cooperación al desarrollo, gestión ambiental y de riesgos de la cuenca del Lago de Atitlán GARICLA III. Guatemala
3. Guía para la Elaboración de Planes de Manejo de Microcuencas. Comisión Nacional de Microcuencas, Proyecto Tacaná. FAO-PRORURAL-MAGA-MARN-CIPREDA-UICN. 1ª. Edición. Guatemala 2009.
4. Reyes, F., D. Ujpan, S. Valiente, 2017. Batimetría y Análisis Morfométrico del Lago de Atitlán. Revista Científica, 27(2): 48-58.
5. Estado Físico, Químico y Biológico del Lago Atitlán, Centro de Estudios Atitlán, 2012