

**Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura**

Informe Final

Práctica Profesional Supervisada



Práctica Profesional Supervisada

Efectuada En la Autoridad Para el Manejo Sustentable de la

Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno

-AMSCLAE-

Presentado por:

Jorge Alberto Ortiz Morales

Carné no. 200840989

Para Otorgarle el Título de

Técnico en Acuicultura

Guatemala, Febrero de 2016

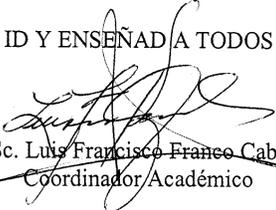
Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

Consejo Directivo

Presidente	M.Sc. Héctor Leonel Carrillo Ovalle
Secretario	M.BA Allán Franco de León
Representante Docente	M.Sc. Erick Roderico Villagrán Colón
Representante del Colegio de Médicos	
Veterinarios y Zootecnistas	M.Sc. Adrián Mauricio Castro López
Representante Estudiantil	T.A. Francisco Emanuel Polanco Vásquez.
Representante Estudiantil	P.F. María José Mendoza Arzú

El Coordinador Académico del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-, después de conocer el dictamen del Profesor del curso M.Sc. Erick Roderico Villagrán Colón, al informe de la Práctica Profesional Supervisada, del estudiante universitario Jorge Alberto Ortiz Morales, titulado “Práctica Profesional Supervisada efectuada en la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno -AMSCLAE”, da por este medio su aprobación a dicho trabajo y autoriza su impresión.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


M.Sc. Luis Francisco Franco Cabreza
Coordinador Académico



Guatemala, febrero 2016

ACTO QUE DEDICO

A Dios primeramente por haberme dado la vida y amarme como solo él lo puede hacer, por acompañarme y cuidarme a lo largo de mi vida, en cada camino que tránsito, en cada paso y tropiezo que realizo. Porque siempre eh podido ver su mano para levantarme, y su amor en cada día al abrir los ojos.

Con todo mi amor y cariño a mis padres, Ana María Victoria Morales Pineda y Jorge Alberto Ortiz Henry los cuales hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y apoyarme tanto emocionalmente como económicamente. Darne la mano a lo largo de mi vida y todo su apoyo cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y agradecimiento profundo.

A mis Abuelos, Rafael Jaime Octavio Morales Coronado, Ana María Pineda Solís de Morales, José Mariano Ortiz García, Olga América Henry de Ortiz. Por el tiempo invertido en amarme y criarme.

A mis hermanos, Mariana Fabiola Ortiz Morales, Olga Waleska Ortiz Morales y Jorge Mario Ortiz Aldana, porque me han dado siempre su amor, apoyo y tolerancia.

A mis familiares y amigos, compañeros de promoción y toda persona que ha estado en vida y que de alguna u otra manera me han enseñado y acompañado a lo largo de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, mi Familia y mi País.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, por ser mi casa de estudios, a todos los catedráticos y compañeros que además de enseñarme de alguna u otra forma me han apoyado y motivado.

A la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno - AMSCLAE- por permitirme el realizar mi Practica Profesional Supervisada dentro de la institución.

Al Departamento de Investigación y Calidad Ambiental –DICA- y al equipo de trabajo: Fátima Reyes, Flor Barreno, Isabel Arriola, Cristina Martínez, Domingo Ujpán y Natanáel Xamínez. Por todo el apoyo durante la práctica, por todas las enseñanzas y la amistad brindada.

RESUMEN

El lago de Atitlán, considerado como uno de los lagos más bellos del mundo debido a su belleza escénica. Es una importante fuente de aporte al desarrollo económico del país, a través de la industria turística.

La cuenca del lago de Atitlán tiene un área de 546 km², el cuerpo de agua mide 125 km² reportando una profundidad máxima de 327 m (Reyes *et al.*, en rev). En el país el tercer cuerpo de agua en extensión lo constituye el lago de Atitlán. Y dado sus características geográficas (profundidad y extensión) constituye el mayor reservorio de agua dulce (~25 km³). (AMSCCLAE, S.F.)

El bienestar del lago de Atitlán es fundamental para el desarrollo y estabilidad de las comunidades del departamento de Sololá. Sus habitantes pertenecen a diversos grupos étnicos y una gama de nacionalidades en convivencia. Además, es reconocido como uno de los lagos más bellos del mundo. Es patrimonio natural y cultural, tanto nacional como mundial. Científicamente, ha sido caso clásico de un lago oligotrófico (Weiss, 1971).

Toda la población depende de las dinámicas del ecosistema de la cuenca para garantizar la provisión de agua para consumo y producción alimenticia, atractivo turístico, pesca, medio de transporte y bosques para leña y para estabilizar las pendientes entre otros (Dix et al, 2012)

Dentro de la Práctica Profesional Supervisada, se trabajó una investigación, experimentación y presentación de resultados de una investigación titulada: Estimación de la tasa de sedimentación en el lago de Atitlán, Sololá.

La importancia de los estudios de la estimación de la tasa de sedimentación radica en que: Las partículas pueden afectar la solución química debido a la disolución y precipitación (Lal And Lerman 1973, Lerman, A; Lal, D & Dacey, M, 1974. Wahlgren, M. A., and Nelson, D. M. 1976.); absorción y desorción (Karickhoff, S; Brown, D & Scott, T. 1979); Sedimentación y resuspensión, y entierro (Edgington and Robbins 1976). Además de afectar negativamente la calidad del agua. Debido a que “Los nutrientes transportados por los sedimentos pueden activar a las algas verde azuladas que liberan toxinas y pueden enfermar a los consumidores de esta fuente de agua” (MARC, 2015).

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION	1
2.OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo General	2
2.2 Objetivos Específicos	2
3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA AMSCLAE	3
3.1 Cuenca del Lago de Atitlán	4
3.2 Ubicación geográfica	5
3.2.1 Vías de Acceso	5
3.3 Condiciones Climáticas	6
3.3.1 Temperatura	6
3.3.2 Precipitación % de Humedad	6
3.3.3 La Radiación Solar e Índice UV	6
3.4 Zona de vida	6
3.5 Actividades principales de la Unidad de Práctica	7
3.6 Infraestructura	7
3.7 Equipo	7
3.8 Recursos naturales disponibles	8
3.8.1 Flora	8
3.8.1.1 Flora Acuática	8
3.8.2 Fauna	8
3.8.2.1 Fauna Acática	9
3.9 Recursos Hídricos	9
3.9.1 Lago de Atitlán	9
3.9.2 Ríos de la cuenca	9

4. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	10
4.1 Organigrama	10
4.2 Cantidad de Personal	10
4.3 Calidades del Personal	11
4.4 Planificación de la Institución	11
5. ACTIVIDADES REALIZADAS	12
5.1 Descripción de las actividades realizadas	12
5.1.1 Monitoreo de parámetros físicos del lago de Atitlán.	12
5.1.2 Monitoreo de Estaciones Climáticas	14
5.1.3 Monitoreo de los Principales ríos del lago de Atitlán	16
5.1.4 Monitoreo de fitoplancton en el Lago de Atitlán	16
5.1.5 Estimación de la tasa de sedimentación en el lago de Atitlán, Sololá	17
5.1.5.1 Muestreo en Campo	18
5.1.5.2 Descripción de la trampa.	18
5.1.5.3 Procesamiento de las Muestras	19
5.1.6 modulo II del curso UVG	21
5.2 Resultados y aprendizaje alcanzados	22
5.2.1 Resultados y Discusión del proyecto	22
6. LECCIONES APRENDIDAS	25
7. CONCLUSIONES	26
8. RECOMENDACIONES	27
9. BIBLIOGRAFÍA	28
10. ANEXOS	31

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1 Coordenadas geográficas de los sitios de Muestreo	14
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura no. 1 Mapa Área RUMCLA	5
Figura no. 2 Organigrama de la institución de AMSCLAE	10
Figura no. 3 Enfoque hidrocéntrico de los departamentos de AMSCLAE	12
Figura No. 4 Monitoreo del Lago	13
Figura no. 5 Mantenimiento y limpieza a las estaciones climáticas	15
Figura No. 6 Monitoreo de calidad del agua del rio san francisco	16
Figura No. 7 Arrastre vertical de red de Fitoplancton	17
Figura 8. Mapa de Ubicación de los sitios de muestreo	18
Figura 9. Trampa de sedimentos, con ancla (a) y varilla (b, c, d)	19
Figura 10. Muestreo, equipo de filtrado, filtros y balanza	20
Figura No. 11 Obteniendo el Diploma del Curso de la UVG	21
Figura No. 12. Solidos sedimentados (g/m^2) por sitio y profundidad.	23
Figura No. 13. Solidos sedimentados (g/hr) por sitio y profundidad.	24
Figura No. 14. Solidos sedimentados ($g/m^2/hr$) por sitio y profundidad	24
Figura No. 15. Relación materia inorgánica vs orgánica (g)	25

INDICE DE ANEXOS

Anexo No. 1. Mapa de Ubicación de los sitios de muestreo.	31
Anexo No. 2. Mapa de Ubicación de los sitios de muestreo de la Bahía de San Buenaventura	31
Anexo No. 3. Mapa de Ubicación de los sitios de muestreo de Desembocadura del Rio San Francisco	32
Anexo No. 4. Mapa de Ubicación de los sitios de muestreo de la playa de Peña de Oro.	32
Anexo No. 5. Resultados del proyecto	33
Anexo No. 6. Fotos del proyecto.	33
Anexo. No. 7 Mapa Hidrográfico Lago de Atitlán	34

1. INTRODUCCIÓN

El lago de Atitlán constituye uno de los recursos hídricos más importantes para Guatemala, además de ser una fuente principal de recursos económicos y biológicos para las comunidades aledañas a dicha cuenca. El lago se encuentra dentro de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán -RUMCLA (CONAP, 2007). Se ha registrado que cuenta con una extensión de la cuenca de 546.03 km², un espejo de agua de 125.36 km², con una profundidad media de 203.99 m y un volumen de agua de 25.49 km. Es el lago más grande de América Central por volumen. Presenta transición temprana de oligotrófico a mesotrófico (AMSCLAE, 2015). Se le conoce como un lago de origen volcánico, endorreico y se encuentra a una elevación de 1562 m.s.n.m. (Dix, 2009).

Dentro de la conservación del lago y sus recursos. Debido a la importancia de estos el 27 de noviembre de 1996 mediante el decreto Legislativo 133-96, se creó la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno -AMSCLAE- una institución gubernamental de alto nivel, Secretaría de la Vicepresidencia de la República de Guatemala, de carácter técnico-científico con jurisdicción específica sobre la cuenca del lago de Atitlán y su ambiente. Con el fin específico de planificar, coordinar y ejecutar todas 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 (AMSCLAE, 2015).

Como parte del pensum de estudios del técnico en acuicultura del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, se encuentra la práctica profesional supervisada cuyo objetivo es el de confrontar al estudiante a un ambiente de trabajo dentro de una institución, siendo en este caso AMSCLAE, durante la práctica se desarrollaron diversas actividades y monitores enfocados en evaluar la calidad de agua de los recursos hídricos de la cuenca del lago de Atitlán, así como aspectos climáticos y de salubridad. De parte del Departamento de Investigación y Calidad Ambiental. (DICA) efectuando estas mismas como apoyo, del estudiante para la institución pudiendo así enriquecerse del conocimiento, las técnicas científicas y la habilidad para efectuar dichas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Confrontar al estudiante con el ambiente de trabajo de la carrera de Técnico en Acuicultura, a través de una práctica directa, en un contexto institucional o empresarial.

2.2 Objetivos específicos

- Proveer al estudiante la oportunidad de participar en actividades reales propias de la acuicultura, pesca y/o manejo de los recursos hidrobiológicos.
- Retroalimentar el proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiante, mediante la integración de los conocimientos y experiencias teórico-prácticas adquiridas.
- Propiciar el desarrollo y ejercicio de los valores morales y éticos del estudiante en el desempeño profesional.

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA AMSCLAE

Misión

Somos la autoridad que norma, planifica, coordina y ejecuta las medidas y acciones del sector público y privado que sean necesarias para conservar, preservar y resguardar la cuenca del lago de Atitlán y su entorno, mediante la ejecución de planes, programas y proyectos para el cumplimiento de sus fines y propósitos para el desarrollo integral y sustentable en beneficio del lago y el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la cuenca. Fundamentada en los artículos 2 y 5 del Decreto Legislativo 133-96 del Congreso de la República de Guatemala (AMSCLAE, s.f.).

Visión

Ser la Institución líder que regule y garantice el manejo integrado y apropiado de la cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno de manera sustentable mediante la gestión de todas las intervenciones y actividades del sector público y privado que se realicen dentro de la cuenca, dictando las medidas, ordenanzas y disposiciones necesarias para la conservación, preservación y resguardo del Lago de Atitlán y su entorno natural para su uso y aprovechamiento sostenible. Fundamentada en los artículos 2, 4 y 5 del Decreto Legislativo 133-96 del Congreso de la República de Guatemala (AMSCLAE, s.f.).

Autoridad para el manejo sustentable de la cuenca del lago de Atitlán y su entorno una institución gubernamental de alto nivel, Secretaría de la Vicepresidencia de la República de Guatemala, de carácter técnico-científico con jurisdicción específica sobre la cuenca del lago de Atitlán y su ambiente.

Con el fin específico de planificar, coordinar y ejecutar todas 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, y con la facultad de planificar, coordinar y ejecutar en coordinación con las instituciones que corresponda, todos los trabajos que permitan conservar, preservar y resguardar los ecosistemas de la cuenca del lago de Atitlán, generando los mecanismos necesarios para lograr sus objetivos (AMSCLAE, 2015).

Dentro de la Institución se cuentan con diversos departamentos como:

- Fomento Económico y Desarrollo Sustentable
- Investigación y Calidad Ambiental
- Saneamiento Ambiental
- Agrícola Forestal
- Educación Ambiental

3.1 Cuenca del Lago de Atitlán

Actualmente el lago ocupa unos 130 km² de la superficie de la caldera, que en total tiene unos 250 km². De los 900 metros de profundidad originales, 300 están ocupados por sedimento lacustre y material eruptivo de los volcanes del lago; el agua ocupa, en términos generales, otros 300 metros de profundidad. Los 300 metros restantes constituyen la altura actualmente visible de la caldera, entre el terreno circundante y la superficie del agua. (CONAP, 2007)

El lago se encuentra dentro de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán - RUMCLA, Declarada como tal en 1997, mediante el decreto 64 - 97 (CONAP, 2007).

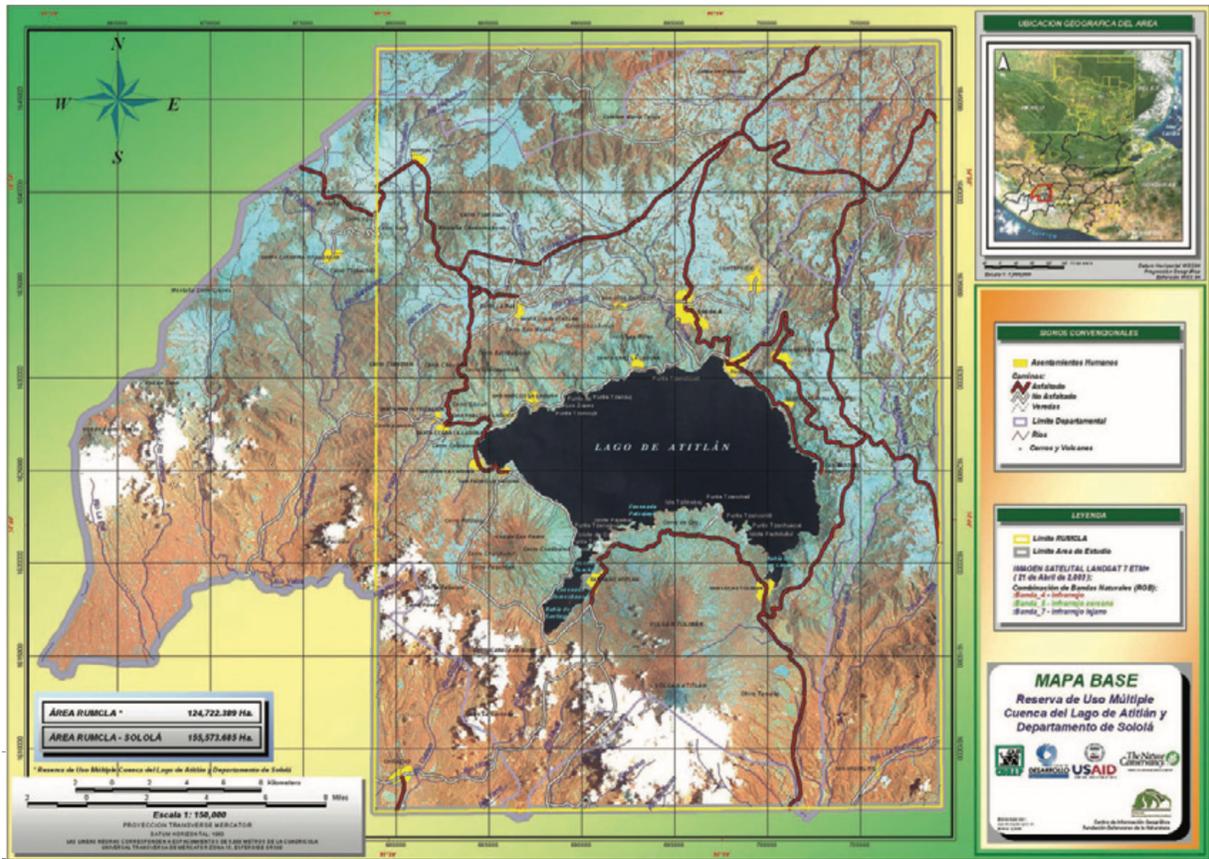


Figura No. 1. Mapa Área RUMCLA, Superficie de área 124,722 ha. (CONAP, 2007)

3.2 Ubicación geográfica.

La cuenca del lago de Atitlán se encuentra en el municipio de Panajachel del departamento de Sololá (SIGAP, s.f.). Cuenta con una extensión de área de cuenca de 546.03 km², (Mapa Hidrográfico, 2015) Se encuentra una altitud de 1562 m.s.n.m. (Dix, 2009).

Las Coordenadas de la localización de AMSCLAE son: E429457 N1630105.

3.2.1 Vías de Acceso: Se encuentra aproximadamente a 135 km de la capital del país, su principal vía de acceso es la Carretera CA - 1 Occidente Conocida también como Carretera Interamericana. (SIGAP, s.f.)

3.3 Condiciones climáticas.

3.3.1 Temperatura

La temperatura promedio 20.77 °C. Las temperaturas mínimas 13.15°C en los meses de enero y febrero. Las temperaturas máximas durante los meses de julio y agosto, son en promedio 30.95°C para Panajachel (Monitoreo Climático, 2015).

3.3.2 Precipitación y Humedad

El periodo de lluvias inició en el mes de abril y finalizó en octubre. Para el año 2015 la mayor cantidad de lluvia se registró en septiembre con 453.8 mm. El mes con menor precipitación en la temporada de invierno fue julio con 0 mm, lo cual coincide con la canícula. El total de precipitación durante el 2015 fue de 810.2 mm. La humedad relativa en promedio es de 75.49%. Los meses más húmedos fueron junio y septiembre. (Monitoreo Climático, 2015)

3.3.3 La Radiación Solar e Índice UV

La radiación solar máxima registrada fue de 1288 W/m² que corresponde al mes de octubre. Los valores máximos del índice UV fueron de 16 en los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio y agosto. Los valores superiores a 14 son considerados dañinos por la OMS. (Monitoreo Climático, 2015)

3.4 Zona de vida.

Cuatro zonas de vida según Holdridge, son reconocidas en la cuenca del lago de Atitlán siendo estas:

- Bosque húmedo montano bajo subtropical, ocupando el 43% del territorio.
- Bosque muy húmedo montano bajo subtropical, con el 40% del territorio.
- Bosque muy húmedo subtropical cálido, con el 14% del territorio.
- Bosque muy húmedo montano subtropical, con el 3% del territorio.

(Mesa departamental de competitividad de Sololá, 2012).

3.5 Actividades principales de la Unidad de Práctica.

Dentro de los diversos departamentos del área técnica de AMSCLAE, se encuentra el Departamento de Investigación y Calidad Ambiental (DICA), el cual promueve la investigación científica, imprescindible para medir la calidad ambiental, conocer a profundidad los fenómenos naturales que suceden en la cuenca del lago de Atitlán, generando información técnico-científica que sirva como base para establecer políticas, estrategias, programas de manejo, planes de monitoreo, políticas y proyectos de investigación y otras iniciativas; y que además, permita a las autoridades tomar decisiones adecuadas y pertinentes para garantizar la conservación, preservación y resguardo de los recursos naturales de la cuenca del lago de Atitlán y su entorno natural.

3.6 Infraestructura

Actualmente la institución se encuentra en un terreno alquilado por el gobierno, el cual solía ser una vivienda, dentro de la cual se encuentran los diversos departamentos que conforman a la institución.

3.7 Equipo

Se cuenta con equipo limnológico de monitoreo de calidad de agua, además de contar con equipo para la medición de caudales, y las tomas de muestras para ser analizadas en el laboratorio, se cuenta con una sonda multiparamétrica, un equipo de medición de pH, equipos de buceo, equipos de vadeo, sonda de conductividad, un oxímetro y un potenciómetro. Además de un disco de Sechii, Botella de Van Dorn, desecador, bomba de vacío, balanza analítica, cristalería de laboratorio.

3.8 Recursos naturales disponibles

3.8.1 Flora

Conformada por tres tipos de bosque identificados como: bosques mixtos (latifoliado y coníferas), Bosques latifoliados (pluvial y nuboso) y Bosques de coníferas. Factores climáticos como la humedad, temperatura son los que modifican la distribución de estos bosques. En la parte norte de la cuenca y la región de la cumbre de María Tecún se limitan los bosques de coníferas. Mientras que en las faldas media de los conos volcánicos y la franja de la boca costa se localizan el bosque latifoliado (CONAP, 2007).

3.8.1.1 Flora Acuática

Las especies de macrófitas acuáticas presentes en las bahías del lago de Atitlán son:

- *Azolla filiculoides*
- *Polygonum punctatum*
- *Hydrilla verticillata*
- *Eichhornia crassipes*
- *Typha domingensis*
- *Lemna valdiviana*
- *Chara fragilis*
- *Schoenoplectus californicus*
- *Potamogeton illinoensis*
- *Potamogeton pectinatus*
- *Najas guadalupensis*
- *Spirodela polyrhiza*
- *Cyperus prolifer*
- *Egeria densa*
- *Ceratophyllum demersum*
- *Wolffia sp*
- *Luziola sp*
- *Hydrocotyle sp*
- *Ludwigia sp*
- *Eleocharis sp*

(AMSCLAE, 2013).

3.8.2 Fauna

Reptiles: 36% anfibios, 30% lagartijas y 40% serpientes reportadas para Guatemala. el 60% de las aves del altiplano occidental y cuenta con un 28% de mamíferos y el 10% de animales dentro de la lista roja del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP, 2007).

3.8.2.1 Fauna Acuática

En el lago de Atitlán se encuentran cinco familias de peces que corresponden a diez especies, las cuales se describen a continuación: Familia Centrarchidae (*Lepomis macrochirus*, *Pomoxis nigromaculatus*, *Micropterus salmoides*), Familia Cichlidae (*Amphilophus macracanthus*, *Cichlasoma trimaculatum*, *Oreochromis sp.*), Familia Cyprinidae (*Cyprinus carpio*), Familia Characidae (*Astyanax aeneus*), Familia Poeciliidae (*Poeciliopsis gracilis* y *Poecilia sphenops*) (Ortiz, 2014).

Las especies *Amphilophus macracanthus*, *Cichlasoma trimaculatum*, *Astyanax aeneus*, *Poeciliopsis gracilis* y *Poecilia sphenops* son nativas del lago. Es importante mencionar que todas las especies son explotadas comercialmente. En relación a los crustáceos existen dos especies de importancia pesquera en el lago, que son *Raddaus bocourti* y *Potamocarcinus magnus* (Wehrtmann, 2014).

3.9 Recursos Hídricos

3.9.1 Lago de Atitlán

Se ha registrado que cuenta con una extensión de área de la cuenca de 546.03 km², un espejo de agua de 125.36 km², con una profundidad media de 203.99 m y un volumen de agua de 25.49 km. El lago más grande de América Central por volumen y de transición temprana de oligotrófico a mesotrófico. (Mapa Hidrográfico, 2015) Es una cuenca endorreica, es decir no posee una salida obvia de agua y presenta un tiempo de residencia de 120 años (Dix, 2009)

3.9.2 Ríos de la cuenca.

Los dos ríos principales que alimentan el lago de Atitlán, son Quiscab y San Francisco, el río quiscab de 22.25 km de largo con una área de 100 km² y el San Francisco de 15.6 km de largo con una área de 75 km² (CONAP, 2007). Reportando un caudal durante el 2015 de 211.51 L/s San Francisco y de 828.30 L/s el Quiscab. (Monitoreo de Caudales, 2015).

4. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

4.1 Organigrama

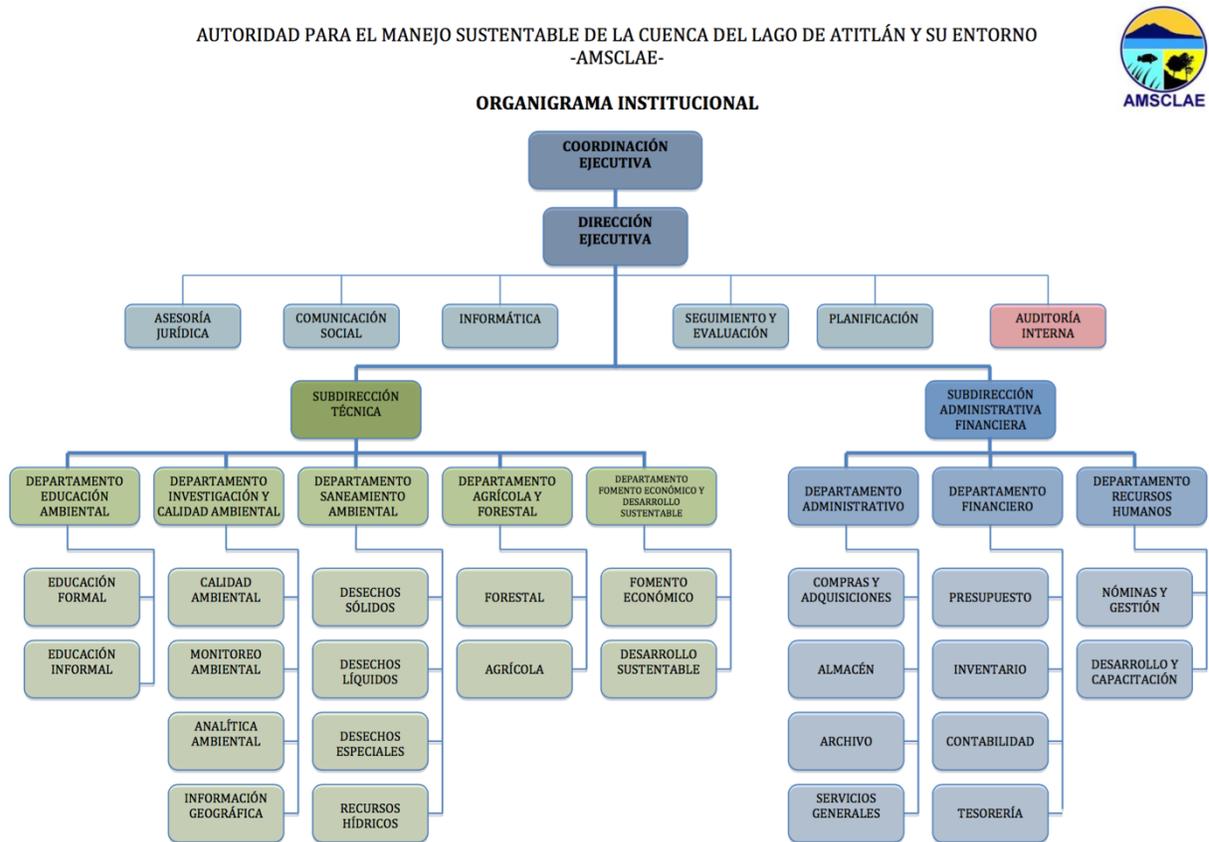


Figura No. 2. Organigrama de la institución de AMSCLAE (AMSCLAE, 2015)

4.2 Cantidad de Personal

La estructura organizacional de la entidad Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Atitlán y sus Entornos, -AMSCLAE-, está constituida de conformidad con su organigrama, de la manera siguiente:

Autoridades superiores: Junta de Representantes y Director Ejecutivo Sub Dirección Ejecutiva, División Administrativa Financiera, Secretaría, Conserjería (Contraloría General de Cuentas, 2008)

Por otra parte el departamento donde se realizó la práctica dentro de la institución fue el departamento de investigación y calidad ambiental. El cual actualmente cuenta con seis personas trabajando dentro del mismo.

4.3 Calidades del Personal

Licenciada. Elsa Reyes:	Jefe de Investigación y Calidad Ambiental
Licenciada Flor Barreno:	Encargada de Laboratorio
Licenciada Isabel Arriola:	Técnica en Manejo de Tul
Ana Cristina Martínez:	Técnico en Control de Calidad de Agua
Natanaél Xamines:	Asistente de Laboratorio
Francisco Ujpan:	Técnico en Sistemas de Información

4.4 Planificación de la Institución

Dentro de la institución se hacen monitoreos mensuales y estos se agrupan para entregar un informe anual, los diversos informes que se trabajan dentro del departamento de DICA son monitoreo de: caudales, climático, salubridad del agua para consumo humano, limnológico, nivel del lago, plantas de tratamiento, puntos de contaminación, ríos, salubridad del agua para uso recreativo y vegetación acuática

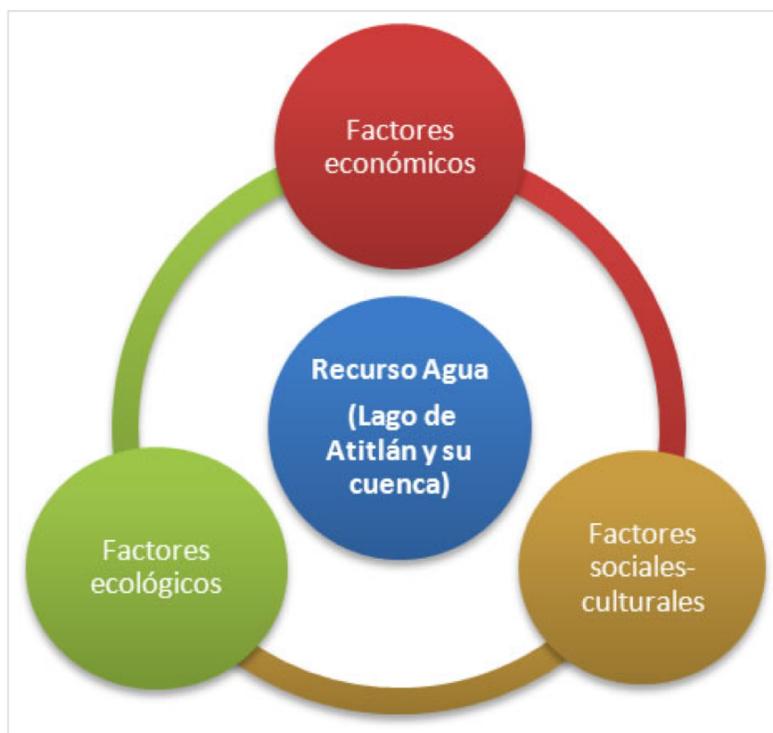


Figura No. 3. Enfoque hidrocéntrico de los departamentos de AMSCLAE (Arriola, 2014)

5. ACTIVIDADES REALIZADAS

5.1 Descripción de las actividades realizadas

5.1.1 Monitoreo de parámetros físicos del lago de Atitlán.

Se monitorea mensualmente 7 puntos en el lago, siendo estos puntos de control, evaluando únicamente parámetros físicos como: temperatura, pH, Oxígeno disuelto, conductividad, sólidos disueltos totales y transparencia del disco secchi, también se toma una muestra de agua para estudios en el laboratorio de sólidos suspendidos para análisis en laboratorio.

Los puntos analizados por AMSCLAE son: W14 (Bahía de Santiago), WE (Bahía de Santiago), WA (Bahía entre San Pedro y San Juan la Laguna), WB (San Marcos la Laguna), WG (Centro del lago), WD (San Lucas Tolimán), WC (Bahía entre San Antonio y Santa Catarina Palopó) y WP (frente a Panajachel) (Arriola, 2015)

En cada punto se realizan mediciones de parámetros in situ de temperatura, oxígeno disuelto, conductividad, salinidad, sonidos totales y PH, de estos puntos dependiendo la época del año se hace un perfil vertical a diferentes profundidades. Así mismo se toman muestras de agua superficial y a diferentes profundidades para análisis en el laboratorio de: fósforo total, nitrógeno total, nitratos, fosfatos, color aparente, color verdadero y turbidez.



Figura No. 4. Monitoreo del Lago (Trabajo de Campo 2015)

Tabla No. 1. Coordenadas geográficas de los sitios de Muestreo

Estación de Weiss	Latitud	Longitud
14	14°37.608N	91°14.563W
A	14°42.129N	91°15.009W
B	14°41.288N	91°12.828W
C	14°41.288N	91°7.950W
D	14°38.801N	91°8.233W
E	14°38.923N	91°13.903W
G	14°41.943N	91°11.076W

Fuente: Ortiz, 2014.

5.1.2 Monitoreos de Estaciones Climáticas

Se realizan monitores mensuales, en los cuales se recopilan los datos registrados de las estaciones climáticas y a su vez se les da limpieza y mantenimiento a las mismas. Para así procesar los datos en las instalaciones de AMSCLAE y tener un entendimiento del clima durante cada mes en:

- Santa
- Lucia Utatlán, Sololá.
- San Andrés Semetabaj, Sololá.
- Concepción, Sololá
- Panajachel, Sololá.
- Barreneché, Totonicapán.



Figura No. 5. Mantenimiento y limpieza a las estaciones climáticas (Trabajo de campo, 2015)

5.1.3 Monitoreo de los Principales ríos del lago de Atitlán

Se realizan monitores de ríos, midiendo caudal, parámetros in situ como: temperatura, oxígeno disuelto porcentaje de saturación, pH, Conductividad, salinidad y sonidos disueltos totales, así mismo se toman muestras para evaluar en el laboratorio: análisis microbiológico, análisis químico para DBO, DQO, fósforo total, nitrógeno total, color aparente, color verdadero, turbidez y sonidos suspendidos totales.



Figura No. 6. Monitoreo de calidad del agua del río san Francisco (Trabajo de campo, 2015)

5.1.4 Monitoreo de fitoplancton en el Lago de Atitlán

Se realiza este monitoreo en los puntos antes mencionados, WP, WG y W14. Se registran la transparencia utilizando un disco de Sechii y el color del agua con la escala Forel-ule. De igual manera se toman muestras de agua a diversas profundidades dependiendo el punto pero aproximadamente 0, 1 metro y cada 5 metros hasta 3 veces la profundidad dada por el disco de secchi. Las muestras se conservaron con lugol y se utiliza una luz de malla de 20 micras para la captura de las muestras.



Figura No. 7. Arrastre vertical de red de Fitoplancton (Trabajo de campo, 2015)

5.1.5 Estimación de la tasa de sedimentación en el lago de Atitlán, Sololá

El muestreo de sedimentos se realizó en la desembocadura del río San Francisco, Bahía de San Buenaventura y Peña de Oro (Fig. 8 y Anexo 1).

En los sitios de muestreo de Peña de Oro y Bahía de San Buenaventura se instalaron dos trampas de sedimentos a las profundidades de 10 y 5 metros, distribuidas a lo largo de la zona litoral del lago y por un período de 2 horas (Anexo 2 y 3). El muestreo se realizó durante la tercera semana de noviembre del 2015.

5.1.5.1 Muestreo en Campo

Trampa de Sedimentos

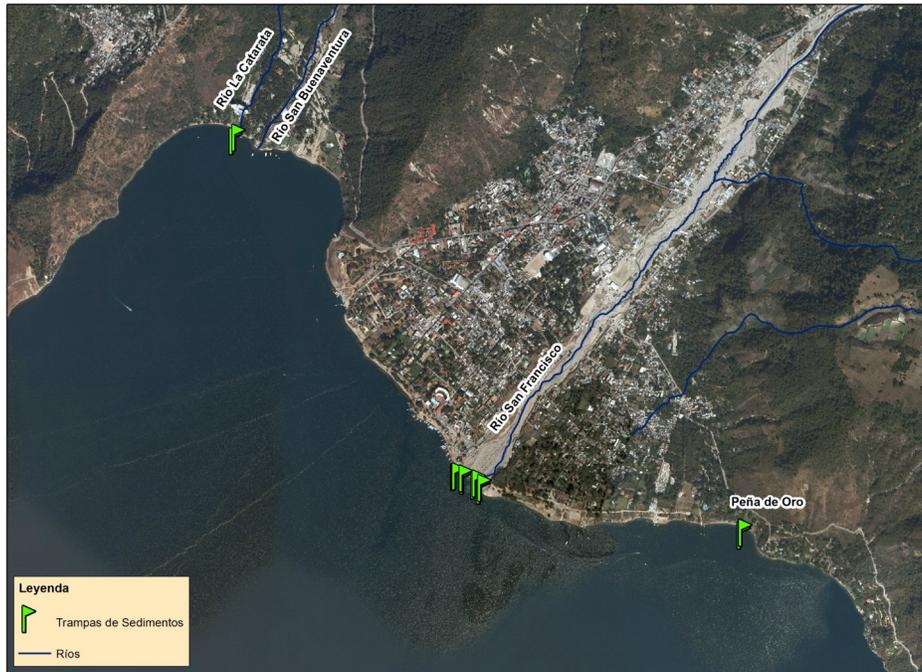


Figura No. 8. Mapa de Ubicación de los sitios de muestreo (DICA/AMSCLAE, 2015).

En el punto de muestreo ubicado en la desembocadura del río San Francisco, se instalaron ocho trampas de sedimentos (Anexo 1) con una separación de 25 m entre cada una, a profundidades de 10 y 5 m, distribuidas a lo largo de la zona litoral del lago, las trampas se dejaron por un período de 2 horas.

5.1.5.2 Descripción de la trampa.

La trampa de sedimentos era de boca abierta y de 10 cm de diámetro, de PVC y con una altura de 50 cm (Fig. 9). Algunas de las trampas fueron atadas a una varilla de hierro (0.9 m de altura) que funciona como ancla y otras sujetas con una línea guía y un ancla (Fig. 9a). Ambos tipos de trampa fueron amarradas a una boya (botella reciclada de plástico) con una soga a la varilla o a la línea guía.

La tapa superior tenía un agujero que permitía el paso del fluido, y así poder cerrar y abrir la trampa con mayor facilidad y no crear un vacío. Así mismo la tapa superior no permitía que el contenido de la trampa al momento de ser transportada y/o desactivada perdiera parte de la muestra. En el fondo también tenía un agujero, el cual estaba sellado con un tapón de hule, para poder drenar los sedimentos que quedaban atrapados al momento de procesar las muestras.

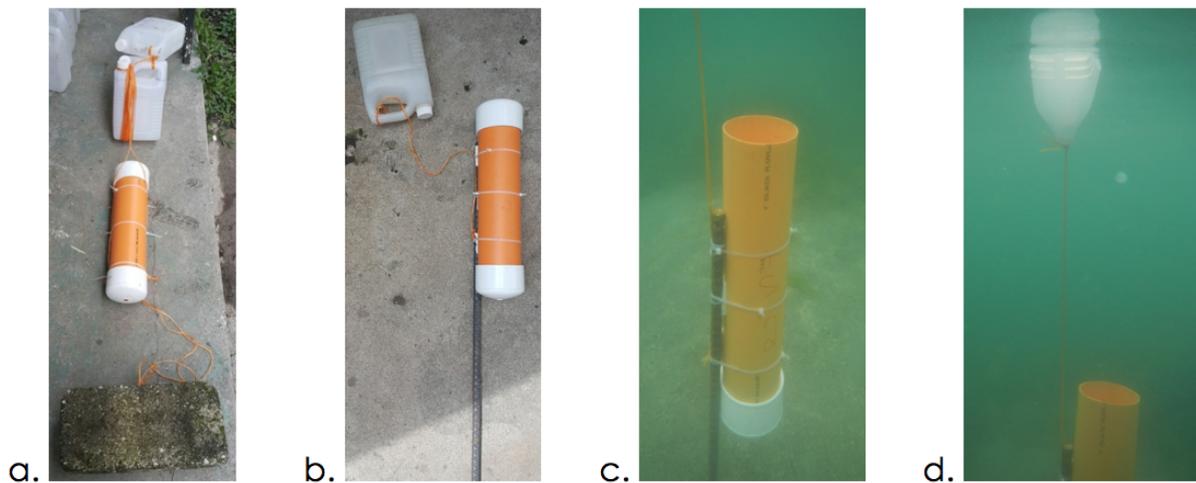


Figura No. 9. Trampa de sedimentos, con ancla (a) y varilla (b, c, d). (DICA /AMSCLAE, 2015)

5.1.5. 3Procesamiento de las Muestras

En el laboratorio se procedió al filtrado de cada una de las muestras en un filtro previamente pesado (tarado). Posteriormente se secaron los filtros en un horno de convección. Luego de 24 horas se pesaron los filtros y así se obtuvo el peso de los sólidos sedimentables por área (g/m^2). Se utilizó el método 2540D, para sólidos totales en suspensión secados a $103 - 105\text{ }^\circ\text{C}$ (APHA, AWWA, WPCF. 1992.)

Con los datos obtenidos se realizó un análisis descriptivo y se determinó si la distancia, tiempo y profundidad evaluadas fueron óptimas para estimar la tasa de sedimentación en el fondo del lago Atitlán.

Luego de obtener el peso final de los filtros, se colocaron a 550°C en una mufla durante 24 horas, esto con el fin de estimar la cantidad de materia orgánica en la muestra y determinar si era significativa. Debido al tiempo del estudio este procedimiento solo se efectuó con los filtros del pre-muestreo.

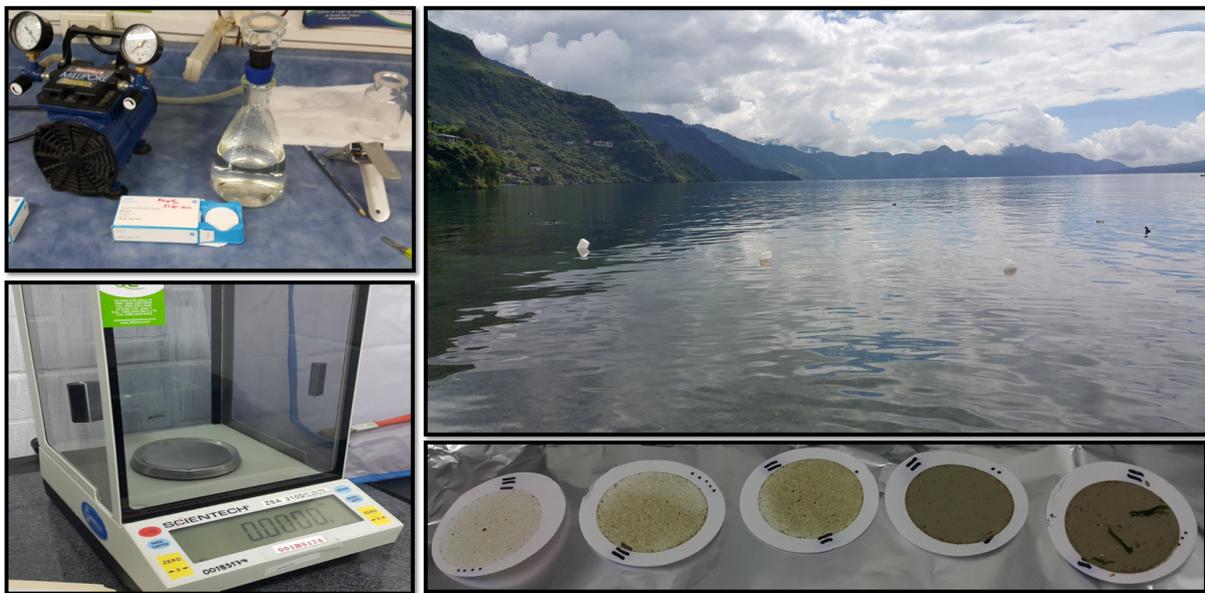


Figura No. 10. Muestreo (der. superior), equipo de filtrado (izq. superior), filtros (der. inferior) y balanza (izq. inferior) (DICA/AMSCLAE 2015).

5.1.6 módulo II del curso: “Técnicas de monitoreo y análisis para la determinación de calidad de agua”

Los principales objetivos del curso fueron:

Determinar la concentración de clorofila-a como ug/L Chl-a en muestras de agua.

Analizar las muestras de plancton mediante la identificación y conteo de los géneros de organismos presentes, con el fin de evaluar la diversidad y abundancia relativa de la comunidad planctónica del lago

Las principales microalgas que se encuentran en el lago son:

Los resultados de este curso son que las principales especies que se encuentran en el lago son, *Aphaizomenan*, *Aulacoseira*, *Ceratium*, *Chroococcus*, *Diatoma*, *Fragilaria*, *Microeystis*, *Mougeotia*, *Pediastrum*, *Staurastrum*, *Closterium*, *Volvox*, *Cymbella*, *Coelastrum*, *Limnorphis*, *Nitzchia*, *Oocystis* y *Sphaerocystis*. Los resultados de la clorofila se registraron en un mapa, para ver cómo se comporta esta.



Figura No. 11. Obteniendo el Diploma del Curso de la UVG (Curso UVG Modulo II, 2015)

5.2 Resultados y aprendizaje alcanzado

- Dos monitoreos limnológicos del lago.
- Dos monitoreos de las estaciones climáticas
- Dos monitoreos de las principales afluentes del lago de Atitlán, Ríos San Francisco, San Buenaventura y la catarata.
- Un monitoreo de fitoplancton en puntos WP, WG y W14.
- Dos monitoreos de los caudales y cualidades del agua de las principales vertientes

5.2.1 Resultados y Discusión del proyecto:

Según los resultados obtenidos en el presente estudio. La trampa que presento una mayor acumulación de sólidos fue la colocada directamente en la desembocadura a cinco metros de profundidad, se presentó una acumulación mayor en comparación con las otras trampas, por lo que este resultado nos ayuda a comprender que la mayor proporción que entra de sólidos al lago, se quedan en la desembocadura del río San Francisco y estos se van adentrando, cada vez más en lo profundo del lago. “En agua las partículas siempre tienen una pequeña constante que es componente del movimiento de sedimentación, pero que no parecen que se hundan verticalmente o con algún ángulo, si no que parecen que son llevadas pasivamente en los remolinos de turbulencia, es por esto que son llevadas dentro de las trampas de sedimentación, podemos imaginarnos que las partículas pequeñas se sedimentan lentamente y hacia abajo entre la masa de agua, y que solamente cuando ingresan a una trampa es que es que el movimiento horizontal es removido, y el pequeño componente vertical se mantiene y causa que la partícula se hunda hasta el fondo de la trampa.” (Bloesch, y Burns, 1979).

Los resultados del muestreo, se lograron debido al uso específico de este tipo de trampa la cual capturaba las partículas y las mantenía en su lugar con una eficacia cercana al 90% “Cuando están apropiadamente diseñadas, las trampas colectan muestras de tiempo

integradas, de las partículas que se sedimentan afuera de la columna de agua con una eficiencia del 90% o más”. (Hargrave, y Burns 1979; Bloesch, y Burns 1980)

Se hicieron estimaciones del aporte de solidos por parte del rio san francisco en el cual se logró calcular que tenía un aporte promedio de 0.0642 gr/hr. Pudiendo así calcular que por día estaban entrando durante la época de muestreo y en promedio. 1.54 gr/hr, con lo cual se logró el objetivo de la prueba piloto, el cual era lograr una estimación del aporte de solidos por parte del rio san francisco.

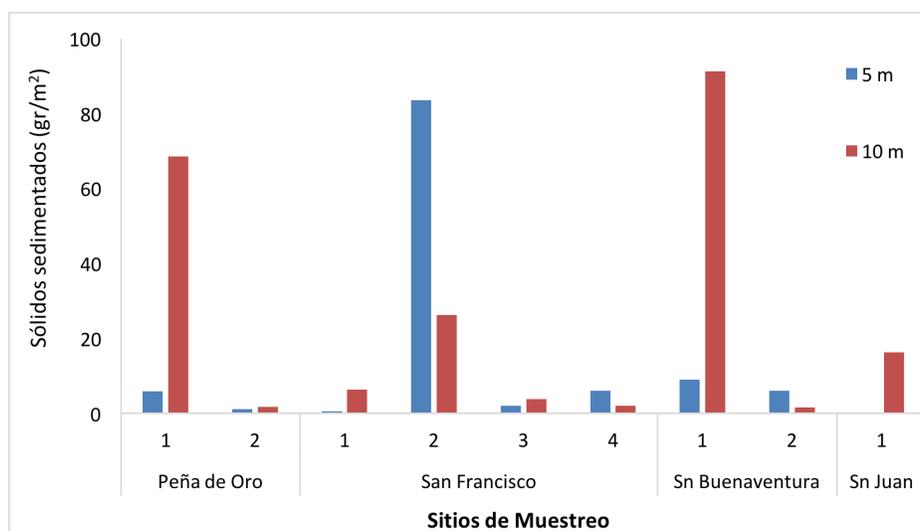


Figura No. 12. Solidos sedimentados (g/m^2) por sitio y profundidad (DICA / AMSCLAE, 2015)

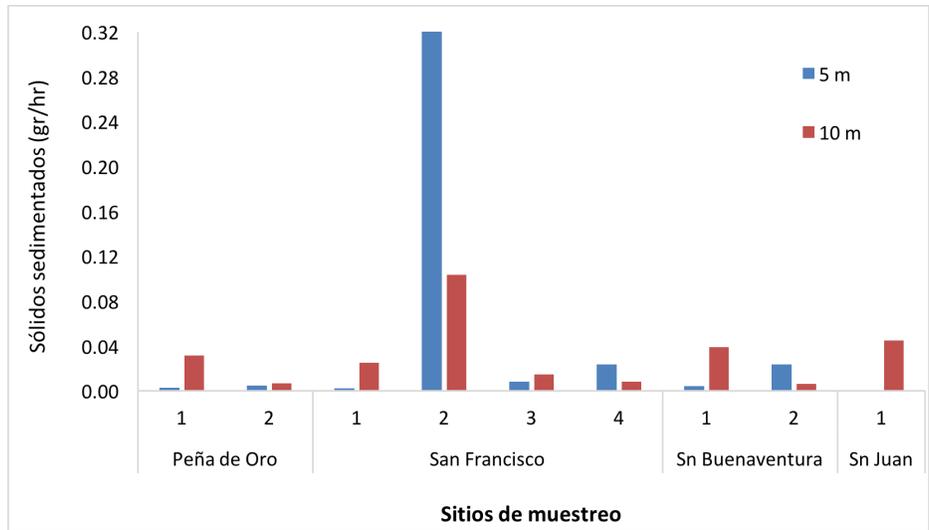


Figura No. 13. Solidos sedimentados (g/hr) por sitio y profundidad (DICA / AMSCLAE 2015)

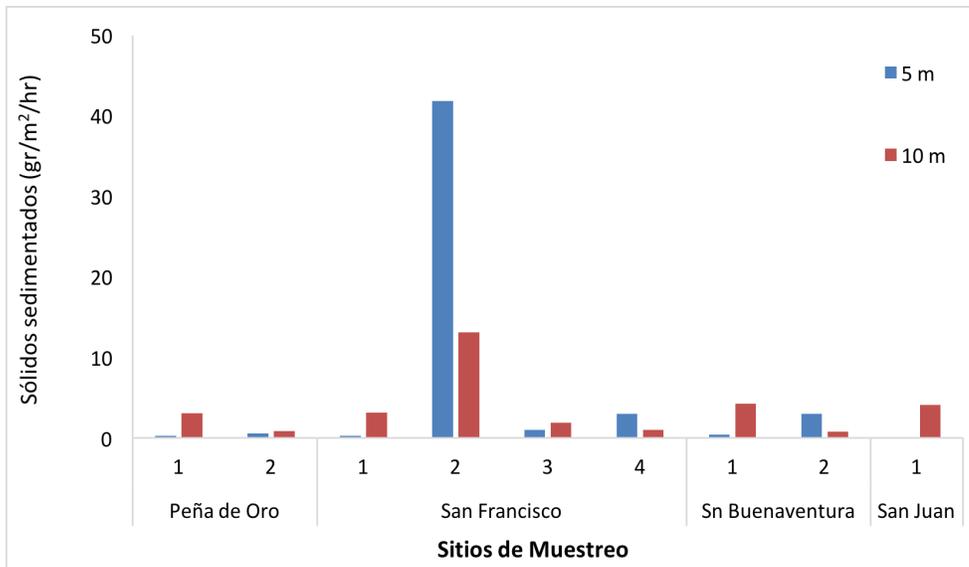


Figura No. 14. Solidos sedimentados (g/m²/hr) por sitio y profundidad. (DICA / AMSCLAE 2015)

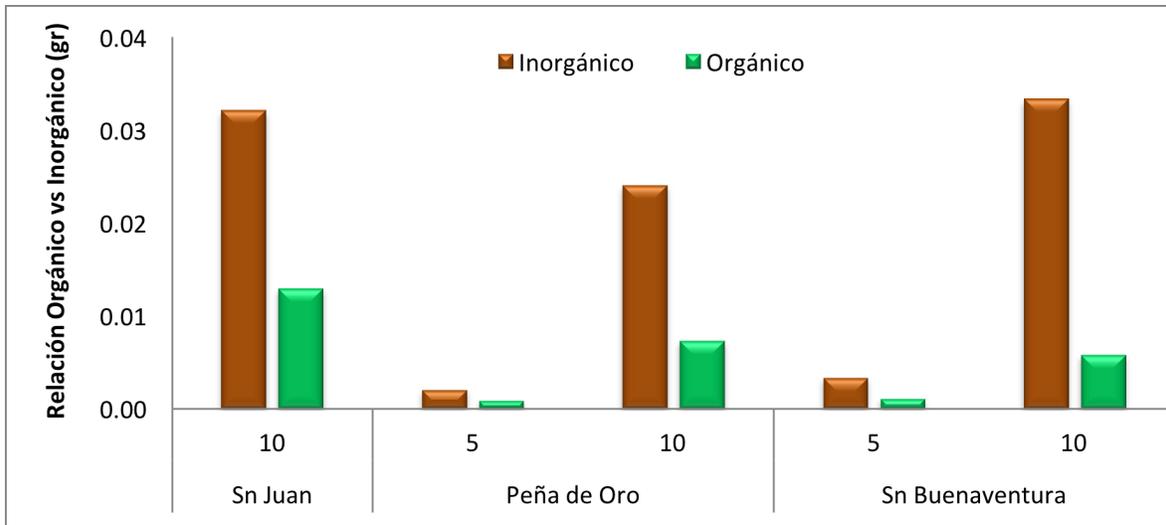


Figura No. 15. Relación materia inorgánica vs orgánica (g) (DICA/AMSCLAE 2015)

6. LECCIONES APRENDIDAS

Se aprendieron las principales técnicas en los monitoreos al igual que el uso de los métodos estandarizados para del análisis de las muestras y tener así datos más concretos y avalados por el E.D.T.A, de igual manera se dio a conocer la importancia de la institución en el lugar, como esta trabaja con todos los pobladores y las distintas organizaciones anexas a la cuenca del lago. se trabajó en conjunto con la universidad del valle para lograr tener datos más precisos y poder estandarizar los resultados y así compararlos unos con otros, durante las practicas se aprendieron técnicas de redacción y ejecución de proyectos, al igual que se abrió los ojos al estudiante y se confronto a este con un medio de trabajo en el cual el principal objetivo es la conservación del lago, y se pudo llegar a tener éxito en la interpretación y el manejo de los datos recaudados durante la practica tanto hechos por el estudiante como dados por la institución.

7. CONCLUSIONES

1. Dentro de los objetivos de las diversas instituciones encargadas del control y la conservación del lago, se llega a la conclusión de un objetivo en común: Conservar los recursos de la Cueca y el espejo de agua del Lago de Atitlán, considerado uno de los lagos más bellos del mundo. (CONAP, 2007)
2. La Reserva RUMCLA, Posee una impresionante belleza escénica, exuberante naturaleza y gran riqueza cultural que se debe en gran parte a la presencia centenaria de tres pueblos indígenas el Tz'utujil, los K'iche' y los Kaqchikeles. (CONAP, 2007)
3. En este estudio se considera que la profundidad que recolecta más partículas sedimentables en entre 1 - 5 metro, con un tiempo mínimo de muestreo de 1 a 2 horas.
4. Se demostró que el aporte es más significativo en la desembocadura del río San Francisco en comparación con la Bahía de San Buenaventura y la playa de Peña de Oro). Por lo tanto se puede clasificar los lugares como alto, media y bajo aporte de sedimentos, respectivamente.
5. Debido a la cantidad de sedimentos recolectados en las trampas de 1 y 5m, se podría considerar que las partículas grandes tienden a viajar una distancia menor en comparación con las partículas pequeñas. No obstante, están en mayor cantidad las partículas pequeñas, por lo tanto en algunos casos, el peso fue mayor en las trampas de 10m.
6. Con los datos obtenidos se podría decir que no hay una diferencia significativa entre la relación de orgánico e inorgánico, no obstante, para poder concluir se deberán procesar un mayor número de muestras.

8. RECOMENDACIONES

1. Reforzar la relación con las instituciones que trabajan dentro de la cuenca de Atitlán, con el fin de tener datos más concisos y poder comparar dichos datos, a través de la utilización de técnicas estandarizadas y acopladas para el lago.
2. El principal problema observado es la educación de las personas y la concientización sobre el impacto de cada actividad que realiza y así poder buscar maneras más ecológicas y de menor impacto ambiental.
3. Se recomienda ampliar el número de trampas para así poder tener datos más exactos.
4. Muestrear cerca de la desembocadura de los ríos, para poder conocer el aporte y la carga de sedimentos de los ríos hacia el río y el impacto que podría tener en el futuro.
5. Aumentar los tiempos de muestreo para ver el comportamiento en época de lluvias y época seca.
6. Ampliar los rangos de profundidades, además de hacer una muestra integrada de un mismo punto de muestreo, pero a diferentes profundidades.

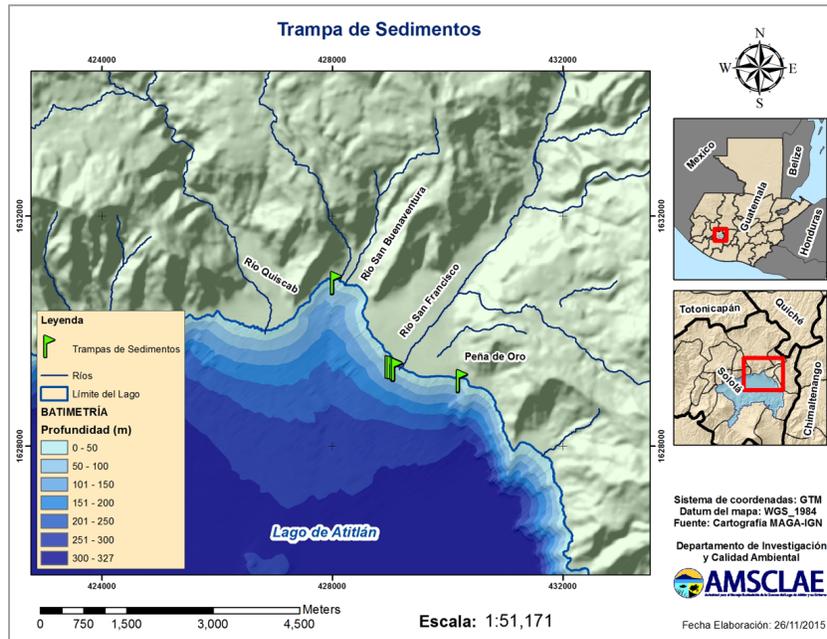
9. BIBLIOGRAFÍA

1. Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del lago de Atitlán y su Entorno [AMSCLAE]. (s. f.). *Quiénes somos* [en línea]. Recuperado enero 5, 2016, de http://66.128.53.23/~amsclaeg/?page_id=75
2. AMSCLAE. (2015). *Mapa hidrográfico: Lago de Atitlán* [en línea]. Recuperado enero 5, 2016, de <http://66.128.53.23/~amsclaeg/wp-content/uploads/2015/10/mapahidrografico.pdf>
3. American Public Health Association [APHA], American Water Works Association [AWWA], Water Quality Permit Program [WPCF]. (1992). *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. España: Ediciones Díaz de Santos.
4. Arriola, I. (2014). *Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del lago de Atitlán y su entorno: Panajachel, Sololá / Ejercicio Profesional Supervisado, Programa de Extensión*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala [USAC].
5. Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del lago de Atitlán y su entorno [AMSCLAE]. (s. f.). *Nosotros* [en línea]. Recuperado enero 5, 2016, de <http://amsclae.gob.gt/nosotros>
6. Bloesch, J., y Burns, N. (1979). *A critical review of sedimentation trap technique*. Canada: Centre for Inland Waters.
7. Bloesch, J., y Burns, N. M. (1980). A critical review of sedimentation trap technique. *Schweiz. Z. Hydrol.*, 42, 15-55.
8. Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP]. (2007). *Plan maestro de la reserva de uso múltiple cuenca del lago de Atitlán 2007-2011* [en línea]. Recuperado enero 5, 2016, de <http://www.conap.gob.gt/Members/admin/documentos/documentos-centro-de-documentacion/planes-maestros/Plan-Maestro%20C%20ATITLAN.pdf>.

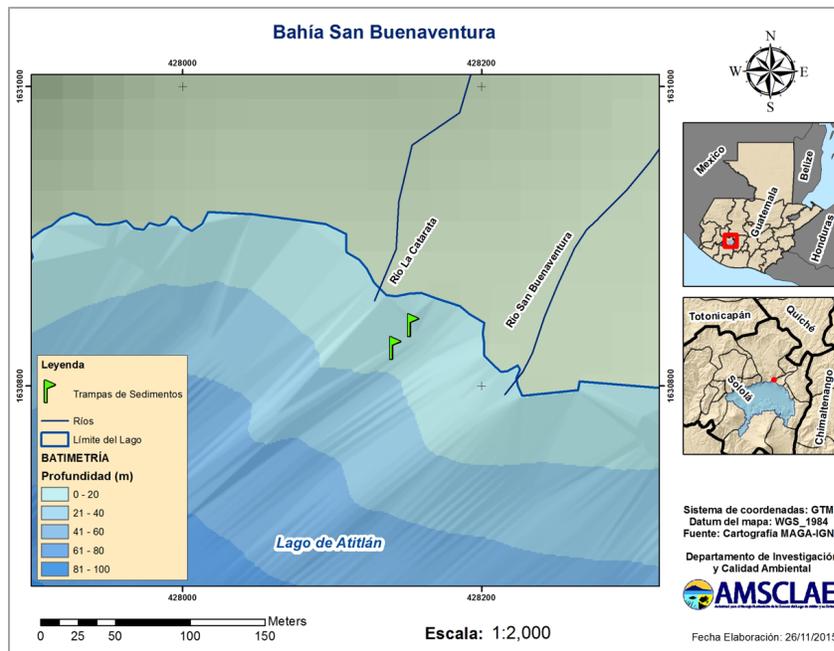
9. Contraloría General de Cuentas. (2008). *Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del lago de Atitlán y su entorno: Informe de Auditoria* [en línea]. Recuperado enero 5, 2016, de http://contraloria.gob.gt/imagenes/i_docs/i_inf_gobierno08/archivos/gobierno/16237.pdf
10. Dix, M. (2009). *Estudios ecológicos: El lago de Atitlán, antes y ahora* [en línea]. Recuperado enero 5, 2016, de <http://nareshcaruso.savelakeatitlan.org/images/Dix-New%20lago%20Oct09.pdf>
11. Dix, M., Dix, M., Cabrera, D., Symonds, E., Orozco, M., Toledo, A., y Bocel, E. (2012). *El lago de Atitlán: Su estado ecológico octubre 2009 - diciembre 2010*. Guatemala: Universidad del Valle de Guatemala [UVG].
12. Edgington, D. N., y Robbins, J. A. (1976). Records of lead deposition in Lake Michigan sediments since 1800. *Environ. Sci. Tech.*, 10, 266-274.
13. Hargrave, B. T., y Burns, N. M. (1979). Assessment of sediment trap collection efficiency. *Limnol. Oceanogr.*, 24, 1124-1135.
14. Karickhoff, S. W., Brown, D. S., and Scott, T. A. 1979. Sorption of hydrophobic pollutants on natural sediments. *Water. Res.* 13, 241-248.
15. Lal, D., y Lerman, A. (1973). Dissolution and behavior of particulate biogenic matter in the ocean: Some theoretical considerations. *J. Geophys. Res.*, 78, 7100-7111.
16. Lerman, A., Lal, D., y Dacey, M. F. (1974). *Stokes settling and chemical reactivity of suspended particles in natural waters*. United States: Suspended Solids in Water.

17. MARC. (2015). *Environment, water resources* [en línea]. Recuperado diciembre, 26, 2015, de http://marc.org/Environment/Water-Resources/pdfs/brochures/sediment_espanol.aspx
18. Monitoreo de Caudales. (2015). *Informe anual: Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del lago de Atitlán y su entorno*. Guatemala: AMSA.
19. Monitoreo Climático. (2015). *Informe anual: Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del lago de Atitlán y su entorno*. Guatemala: AMSA.
20. Mesa Departamental de Competitividad Sololá. (2012). *Estudio de potencial económico y agenda de competitividad del departamento de Sololá* [en línea]. Recuperado enero 5, 2016, de <http://guatecompetitiva.org/EPACSOLOLA.pdf>
21. AMSCLAE. (2013). *Informe anual: Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del lago de Atitlán y su entorno*. Guatemala: Autor.
22. DICA/AMSCLAE. (2015). *Informe anual: Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del lago de Atitlán y su entorno*. Guatemala: Autor.
23. Ortiz, J. (2014). Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del lago de Atitlán y su entorno: Panajachel, Sololá / Ejercicio Profesional Supervisado, Programa de Extensión. Guatemala: USAC.
24. Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2003). *Índice de UV solar mundial: Guía práctica*. Suiza: Autor.
25. Wahlgren, M. A., y Nelson, D. M. (1976). *Factors affecting the collection efficiency of sediment traps in lake Michigan*. Illinois: Argonne National Laboratory.
26. Wehrtmann, I., Magalhaes, C., y Orozco, M. (2014). Freshwater crabs in lake Atitlán, Guatemala: Not a single-species fishery. *Journal of Crustacean Biology*, 34 (1), 123-125.

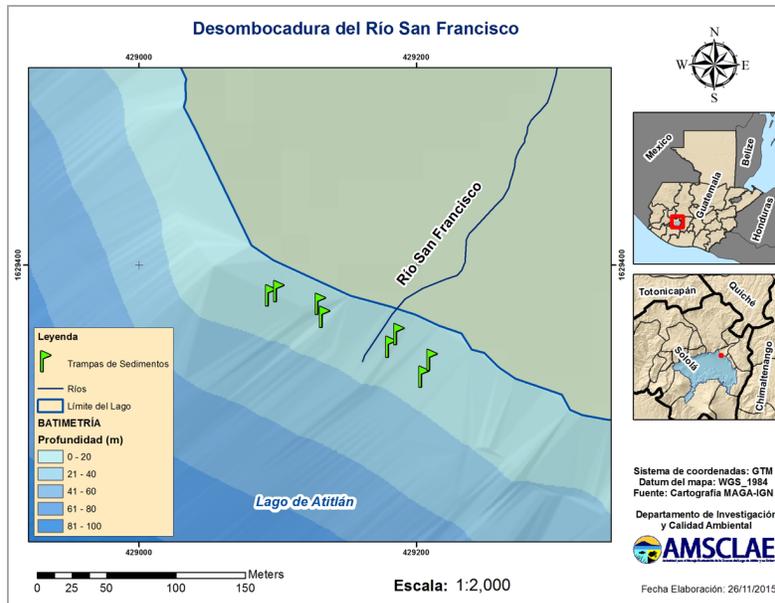
10. ANEXO



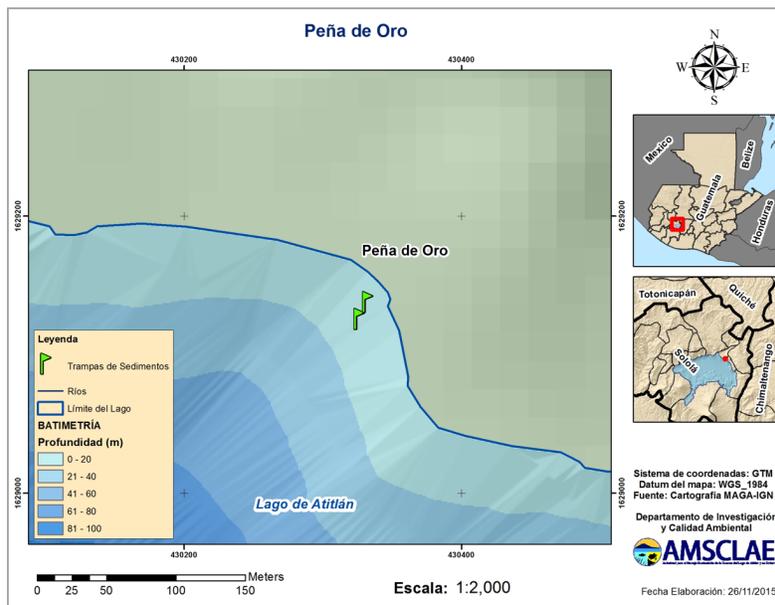
Anexo No. 1. Mapa de Ubicación de los sitios de muestreo. (DICA/AMSCLAE, 2015)



Anexo No. 2. Mapa de Ubicación de los sitios de muestreo de la Bahía de San Buenaventura (DICA/AMSCLAE, 2015)



Anexo No. 3. Mapa de Ubicación de los sitios de muestreo de Desembocadura del Río San Francisco (DICA/AMSCLAE, 2015).



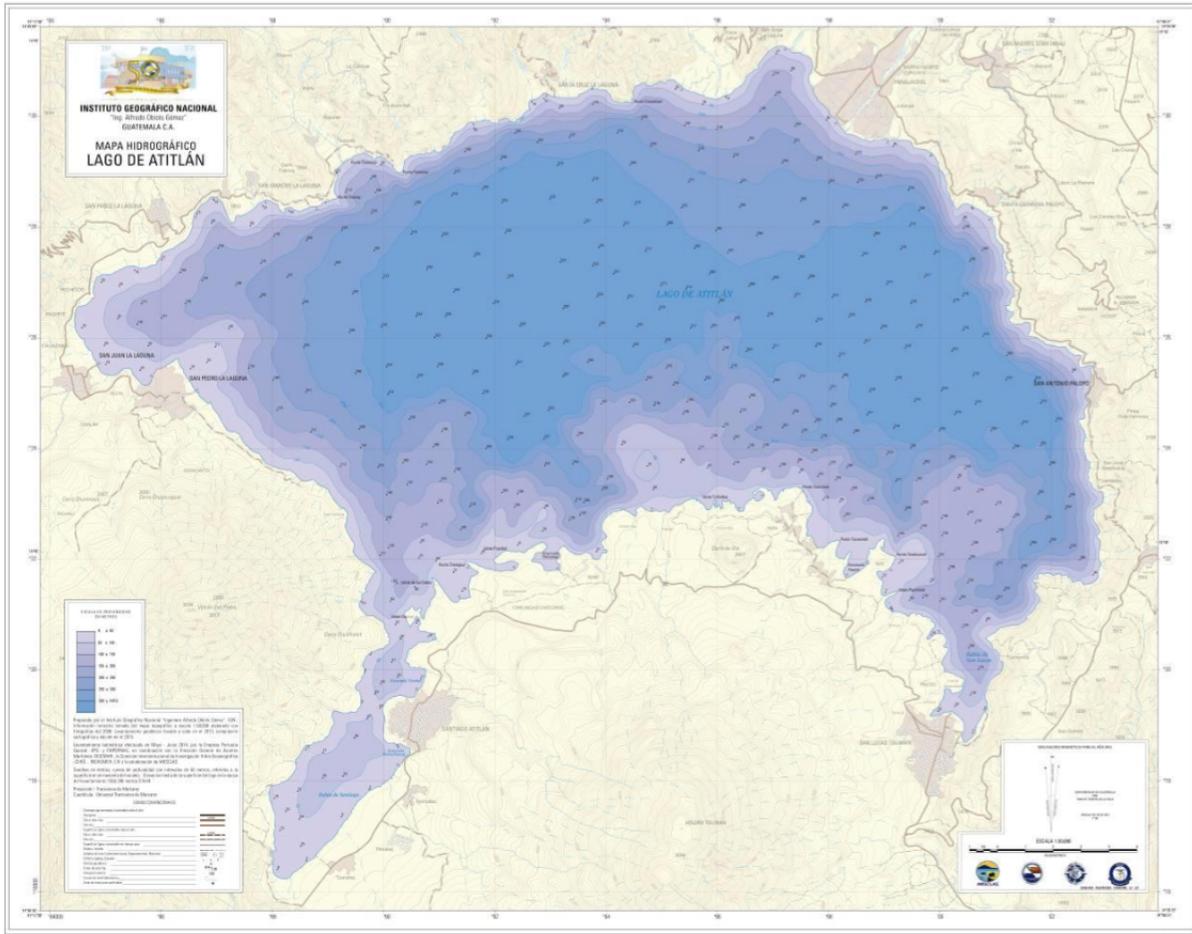
Anexo No. 4. Mapa de Ubicación de los sitios de muestreo de la playa de Peña de Oro. (DICA/AMSCLAE, 2015).

Sifio	Muestreo	Transecto	Profundidad (m)	Horas	(gr/hr)	(gr/m ²)	(gr/m ² /hr)
Peña de Oro	1	1	1	2	0.0293	7.4701	3.7350
		2	1	2	0.0349	8.8745	4.4372
		3	1	2	0.0166	4.2335	2.1168
	2	1	5	22.27	0.0030	5.9015	0.2650
			10	22.42	0.0314	68.6134	3.0604
	3	1	5	2	0.0046	1.1650	0.5825
10			2	0.0070	1.7825	0.8913	
San Francisco	1	1	1	1	1.2157	154.79	154.7925
			5	2	0.0022	0.5564	0.2782
	3	1	5	2	0.0250	6.3764	3.1882
			5	2	0.3283	83.6084	41.8042
			10	2	0.1034	26.3203	13.1602
			5	2	0.0083	2.1110	1.0555
			10	2	0.0148	3.7751	1.8876
			5	2	0.0237	6.0224	3.0112
			10	2	0.0081	2.0652	1.0326
			San Buenaventura	2	1	5	21.3
10	21.5	0.0392				91.3382	4.2483
San Juan	3	1	5	2	0.0237	6.0441	3.0220
			10	2	0.0061	1.5533	0.7767
San Juan	2	1	10	4	0.0451	16.3662	4.0915

Anexo No. 5. Resultados del proyecto (Fuente: DICA/AMSCLAE, 2015)



Anexo No. 6. Fotos del proyecto. (DICA/AMSCLAE 2015)



Anexo. No. 7 Mapa Hidrográfico Lago de Atitlán. (Fuente: Instituto Geográfico Nacional “Ing. Alfredo Obiols Gómez”, 2015)