ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNOLOGOS

TRATAMIENTO DEL AGUA EUTROFIZADA Y MANEJO SUSTENTABLE DEL LAGO ARTIFICIAL DEL PARQUE IGNACIO FLORES DE LA CIUDAD DE LATACUNGA.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

SR. ANDRÉS OSWALDO PUENTE LÓPEZ

(ozzand@hotmail.com)

DIRECTOR: Ing. Darwin Pazmiño

(darwinpazjar@gmail.com)

Quito - Ecuador

17 octubre del 2017

DECLARACIÓN

Yo, Andrés Oswaldo Puente López, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

_____

Andrés Oswaldo Puente López

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Andrés Oswaldo Puente López, bajo mi supervisión.

_____

DIRECTOR

Pazmiño Jaramillo Darwin Américo

DEDICATORIA

Dedico mi tesis con gran cariño y amor.

A Dios por darme fortaleza, paciencia y perseverancia.

A mi madre por ser un apoyo incondicional a lo largo de mi vida y un ejemplo de fortaleza y constancia.

A mi padre por los valiosos consejos dados durante los momentos difíciles.

A mi familia por ayudarme a ser quien soy ahora.

A mis amigos que están a mi lado siempre.

Andrés Puente

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Ing. Darwin Pazmiño por guiarme durante la elaboración de este proyecto enseñándome la dirección correcta a seguir bajo sólidas bases de conocimiento

Agradezco al Departamento de Biología por facilitarme los equipos necesarios y el material bibliográfico requerido para la realización de este proyecto

Agradezco al Ilustre Municipio de Latacunga, por permitirme la utilización del laboratorio de la planta de tratamiento de la Loma de Alcoceres

RESUMEN

El Agua es un elemento vital irremplazable y necesario para la vida. En nuestro país uno de los tesoros más importantes que poseemos son los recursos hídricos; por lo que debemos aprender a cuidar y apreciar este regalo.

En la provincia de Cotopaxi tenemos innumerables fuentes naturales de agua, las cuales son utilizadas para consumo humano, uso recreacional y cultural; lo que nos obliga a ser responsables y custodios de estas importantes fuentes de vida para que las generaciones futuras, tengan las mismas oportunidades que tenemos nosotros ahora de disfrutar agua de calidad y en la cantidad adecuada.

En base a lo antes mencionado nació el proyecto de la recuperación del Lago artificial del parque Ignacio Flores de la ciudad de Latacunga, para lo cual se programaron varios objetivos y se generaron hipótesis. Posteriormente se realizó el marco teórico en el cual se fundamentaron las bases técnicas de cada uno de los procesos a realizarse; tal es así que, durante la realización del marco teórico se pudo ampliar aún más los conocimientos acerca de varios temas relacionados.

Inmediatamente se implementó un plan de muestreo, para así obtener una muestra representativa del agua del Lago, con lo cual se realizó los diferentes análisis y poder caracterizar el agua.

También se tomaron muestras de las algas que actualmente forman gran parte del lago, para ser estudiadas.

A partir de estos datos se pudo determinar las diferentes características del agua que conforma el lago, y de esta manera determinar las acciones a tomar.

Seguidamente se realizó el cálculo de la dosis óptima necesaria para el control del proceso de eutrofización.

De acuerdo a los análisis realizados durante el proyecto se determinó que una dosis mínima de carbonato de calcio y un uso más prolongado de la pileta que se encuentra al interior del lago funcionarán como inhibidores de crecimiento de las algas, pero esto de la mano con un manejo integral del parque que implica un manejo adecuado de los jardines, infraestructura y disposición de residuos para impedir el ingreso al lago de materia orgánica, basura, y se establecieron procesos adicionales como contingentes en pro de mejorar los resultados del proyecto.

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente documento colabora con la continua búsqueda de mejorar la calidad ambiental en cada una de las ciudades del país. La principal característica del mismo es la preocupación por el futuro, en cuestión de la creciente escasez de agua de calidad, la misma que en la actualidad no es palpable, pero de llegarse a dar, las consecuencias serían terribles.

La falta de agua en la actualidad es un problema de interés mundial. Cerca de 1.200 millones de personas, casi una quinta parte de la población mundial actual, vive en áreas de escasez física de agua, mientras que 500 millones se aproximan a esta situación. Otros 1.600 millones, alrededor de un cuarto de la población mundial, se enfrentan a situaciones de escasez económica de agua, donde los países carecen de la infraestructura necesaria para transportar el agua desde ríos y acuíferos. Tal como lo podemos ver en la ilustración 1.

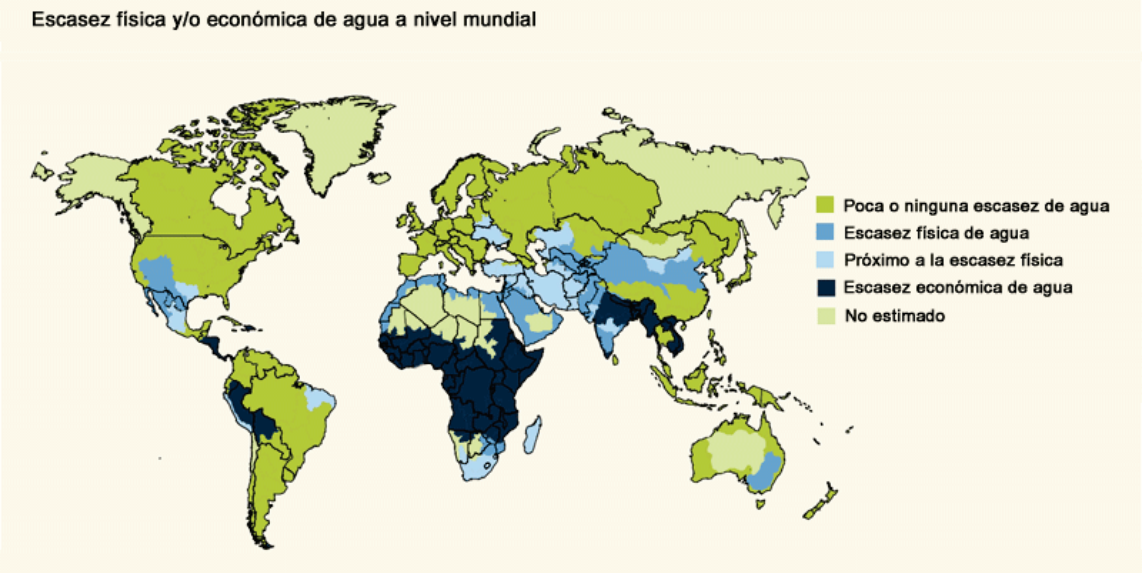


Ilustración 1. Mapa Escasez Agua

Fuente: http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml

“La escasez del agua es un fenómeno no sólo natural sino también causado por la acción del ser humano. Hay suficiente agua potable en el planeta para abastecer a los 7.000 millones de personas que lo habitamos, pero ésta está distribuida de forma irregular, se desperdicia, está contaminada y se gestiona de forma insostenible.”[1]

Cada vez se percibe la importancia de preservar todas las fuentes de agua dulce inclusive para una futura potabilización y es ahí, que el presente Proyecto ayuda a buscar una solución adecuada para el problema que se suscita en el parque Ignacio Flores de Latacunga.

En el lago artificial del parque Ignacio Flores existe una sobre población de algas como se puede observar en la ilustración 2, que da a los visitantes una mala impresión, respecto al cuidado del parque, de las zonas aledañas y de la gestión del municipio, haciendo que este lugar turístico vaya perdiendo su atractivo y quedándose como parte del olvido.

Ilustración 2. Problema de Algas

Fuente: El Autor

[1]http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml

El municipio en un intento infructuoso de mejorar esta situación, como se observa en la ilustración 3, ha emprendido un proyecto para remover de forma manual las algas, que hasta el día de hoy no brindan los resultados esperados y la operación del mismo tiene un costo muy elevado, ya que se requiere muchas personas a tiempo completo para la extracción continua.

Adicionalmente se han presentado problemas adheridos a la extracción de las algas tales como el mal olor producido por la acumulación de las algas a un costado del lago, al igual que un rubro no contemplado de transporte, que por no poder secar las algas para disminuir su peso y volumen el costo se triplica.

Ilustración 3. Problema de Algas

Fuente: El autor

OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

Determinar el método, la técnica y la tecnología más adecuada para mitigar los procesos de eutrofización que se están produciendo en el lago artificial del parque Ignacio Flores de Latacunga, así como también, establecer un manejo sostenible y sustentable de todo el parque.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y elegir los puntos del lago donde la calidad del agua sea más representativa.
- Solicitar información indispensable para el estudio a las instituciones públicas.
- Procesar la información de los sujetos de estudio y realizar el análisis respectivo.
- Evaluar los resultados e identificar el grado de eutrofización real del lago.
- Establecer técnicas apropiadas para revertir los procesos de eutrofización.
- Determinar métodos de manejo adecuados para la sostenibilidad del lago.

HIPÓTESIS DE TRABAJO

Una vez realizadas las primeras inspecciones al lugar, se ha considerado que un método adecuado para reducir la sobrepoblación de algas en lago artificial del parque Ignacio Flores es inyectar carbonato de calcio en dosis pequeñas, el cual funcionará como un inhibidor de crecimiento reduciendo de forma continua la cantidad de algas.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para el desarrollo del estudio investigativo se utilizará tres tipos de investigación, la investigación exploratoria, la investigación descriptiva y la investigación analítica, así como también se realizará entrevistas con los respectivos funcionarios de las instituciones públicas.

Con la ayuda de la investigación exploratoria se recabará datos iniciales para obtener información por medio de visitas de campo y observación.

Por otro lado, mediante el empleo de la investigación descriptiva se conocerá e identificará las características relevantes del lago.

En la toma de muestras la investigación analítica nos permite caracterizar y establecer los diferentes componentes del agua para así establecer las redes de contaminación.

Asimismo, se solicitará información al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Latacunga, a través de la obtención de los registros de seguimiento y de las tareas realizadas en el lago.

Y finalmente por medio del análisis y la síntesis de los resultados se concluirá este estudio.

MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

Para tener una visión más clara y amplia sobre este tema investigativo a continuación se presenta un marco teórico que muestra temas importantes de referencia y apoyo entre los que tenemos:

Eutrofización

Es el enriquecimiento en nutrientes de un ecosistema, también se refiere específicamente al aporte más o menos masivo de nutrientes inorgánicos en un ecosistema acuático.

El desarrollo de la biomasa en un ecosistema viene limitado, la mayoría de las veces, por la escasez de algunos elementos químicos, como el nitrógeno en los ambientes continentales y el fósforo en los marinos, que los productores primarios necesitan para desarrollarse y a los que llamamos por ello factores limitantes.

Procesos

En un cuerpo de agua cerrado, por ejemplo, una laguna, el proceso de eutrofización puede terminar por convertir al cuerpo de agua en tierra firme. Esto ocurre porque los nutrientes que ingresan masivamente al sistema generan una gran biomasa de organismos de vida generalmente efímera que al morir se acumulan sobre el fondo y no son totalmente consumidos por organismos degradadores (especialmente bacterias). Procesos naturales de eutrofización se pueden observar claramente en las lagunas formadas por los cauces antiguos de los ríos amazónicos que se transforman en pantanos y posteriormente se cubren de vegetación.

Causas de la eutrofización

La principal causa antropogénica de procesos de eutrofización es la contaminación química. Las formas más importantes desde este punto de vista son:

Las contaminaciones forestales, por abandono en los ríos de residuos forestales y restos del aprovechamiento maderero, lo que aumenta la materia orgánica disuelta, favoreciendo la proliferación de flora eutrófica como berros y lenteja de agua, que a su vez remansa la corriente y disminuye el espejo del agua.

Situación de los lagos

En el Ecuador la eutrofización alcanzo al lago San Pablo por los asentamientos a sus alrededores, los mismos que realizan sus descargas al lago

CAPÍTULO I

EL AGUA

El agua proviene del latín Aqua, es una sustancia cuya molécula está formada por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno. Su fórmula es, por tanto, H_2O.[2]

Cada átomo de hidrógeno está unido al átomo de oxígeno mediante un enlace covalente relativamente fuerte en el que el átomo de hidrógeno y el de oxígeno aportan cada uno un electrón.[3] Se observa, que tanto para el potencial de ionización como para la afinidad electrónica las diferencias entre ambos elementos son pequeñas, por lo que es lógico que el enlace sea covalente.

---

[2] http://es.wikipedia.org/wiki/Agua

[3]http://www.deciencias.net/proyectos/4particulares/quimica/compuestos/agua.htm

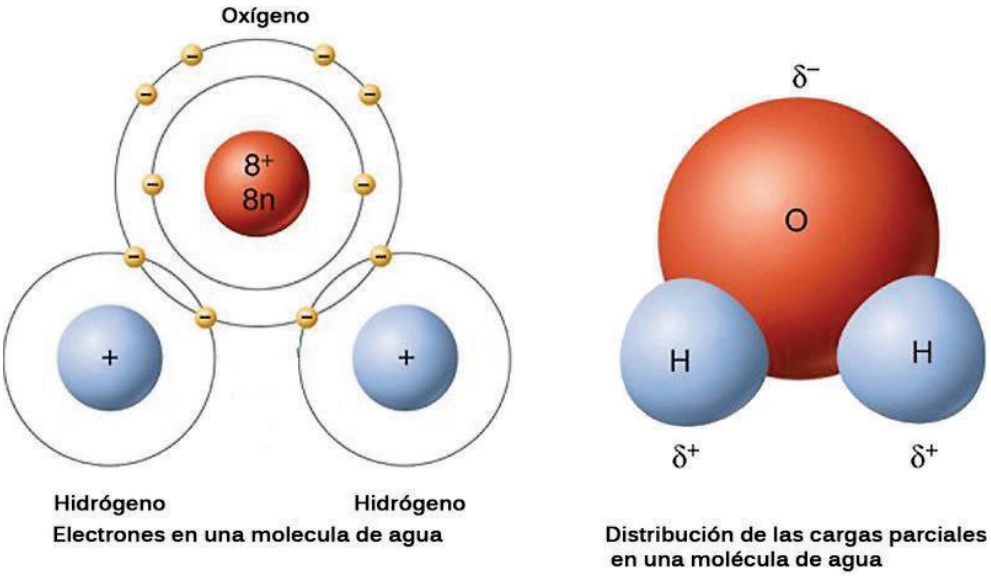


Ilustración 4. Electrones de una molécula de agua y distribución de cargas parciales

Fuente: http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos-tecnicos/el_camino_del_agua/

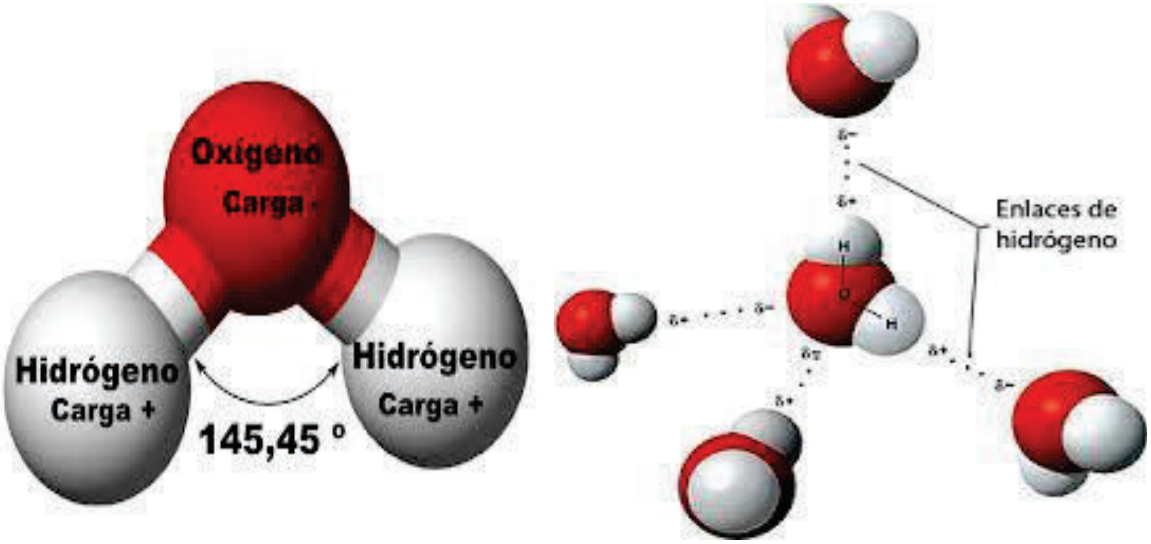


Ilustración 5. Moléculas de agua y enlaces de hidrogeno

Fuente: http://www.circulaseguro.com/agua-ese-liquido-asombroso-1/

Sin embargo, este enlace covalente no es totalmente simétrico, sino que los electrones son atraídos con más fuerza por el oxígeno que por el hidrógeno. Al estar

los electrones más cerca del oxígeno que del hidrógeno, éste queda con una carga parcial positiva, y el oxígeno con una carga parcial negativa.

El agua cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre.[4] Se localiza principalmente en los océanos donde se concentra el 96,5% del agua total, los glaciares y casquetes polares poseen el 1,74%, los depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales suponen el 1,72% y el restante 0,04% se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos. El agua es un elemento común del sistema solar, hecho confirmado en descubrimientos recientes. Puede ser encontrada, principalmente, en forma de hielo; de hecho, es el material base de los cometas y el vapor que compone sus colas.

Se estima que aproximadamente el 70% del agua dulce del planeta tierra es usada para agricultura. El agua en la industria absorbe una media del 20% del consumo mundial, empleándose en tareas de refrigeración, transporte y como disolvente de una gran variedad de sustancias químicas. El consumo doméstico absorbe el 10% restante.

El agua es esencial para la mayoría de las formas de vida conocidas por el hombre, incluida la humana. El acceso al agua potable se ha incrementado durante las últimas décadas en la superficie terrestre. Sin embargo, estudios de la FAO, estiman que uno de cada cinco países en vías de desarrollo tendrá problemas de escasez de agua antes de 2030.

[4]https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/xx.html#Geo

1.1. PROPIEDADES DEL AGUA

1.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGUA

- Estado físico: sólida, líquida y gaseosa
- Color: incolora
- Sabor: insípida
- Olor: inodoro
- Densidad: 1 g./c.c. a 4°C
- Punto de congelación: 0°C
- Punto de ebullición: 100°C
- Presión crítica: 217,5 atm.
- Temperatura crítica: 374°C

Sus constantes físicas sirvieron para marcar los puntos de referencia de la escala termométrica Centígrada. A la presión atmosférica de 760 milímetros el agua hierve a temperatura de 100°C y el punto de ebullición se eleva a 374°, que es la temperatura crítica a que corresponde la presión de 217,5 atmósferas; en todo caso el calor de vaporización del agua asciende a 539 calorías/gramo a 100°.

1.1.2. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL AGUA

- Reacciona con los óxidos ácidos
- Reacciona con los óxidos básicos
- Reacciona con los metales
- Reacciona con los no metales
- Se une en las sales formando hidratos
- Los anhídridos u óxidos ácidos reaccionan con el agua y forman ácidos oxácidos.

- Los óxidos de los metales u óxidos básicos reaccionan con el agua para formar hidróxidos. Muchos óxidos no se disuelven en el agua, pero los óxidos de los metales activos se combinan con gran facilidad.
- Algunos metales descomponen el agua en frío y otros lo hacían a temperatura elevada.
- El agua reacciona con los no metales, sobre todo con los halógenos, por ej.: Haciendo pasar carbón al rojo sobre el agua se descompone y se forma una mezcla de monóxido de carbono e hidrógeno (gas de agua).

Habitualmente se piensa que el agua natural que conocemos es un compuesto químico de fórmula H2O, pero no es así, debido a su gran capacidad disolvente toda el agua que se encuentra en la naturaleza contiene diferentes cantidades de diversas sustancias en solución y hasta en suspensión, lo que corresponde a una mezcla acuosa de varios elementos.

Capítulo II

Introducción al muestreo de aguas

El objetivo de la toma de muestras de agua; es recoger una porción de material lo suficientemente pequeña como para ser fácilmente transportada al Laboratorio de análisis para su investigación. La primera cuestión que se plantea es obvia: la muestra debe ser homogénea y representativa de las características medias del total del material muestreado. Esto supone que la concentración de cualquier componente en la muestra será idéntica (o razonablemente idéntica) a la existente en la masa global.

En el transcurso del transporte de la muestra desde el lugar de toma hasta el centro donde se practicarán los análisis puede ocurrir que las características físico-químicas

y microbiológicas de la muestra varíen. Esto debe evitarse en lo posible reduciendo al mínimo el tiempo transcurrido entre toma de muestra y determinación y/o empleando algún medio efectivo de preservación que no altere de forma perceptible su calidad. De cualquier forma, la variación de características en aguas con alto contenido en materias orgánicas o materiales biológicos vivos, siempre será muy superior a aquéllas que tienen poca presencia biológica.[5]

Otra cuestión importante es la de establecer un adecuado programa de muestreo de acuerdo al caso concreto de que trate: un programa de muestreo adecuado a un vertido industrial será necesariamente diferente al que se aplique para el seguimiento de la calidad del agua de un embalse. Téngase en cuenta que no siempre hace falta realizar muchos análisis para caracterizar un determinado tipo de agua o un medio hídrico dado.

Además, en este aspecto habrá de aplicarse de forma inexcusable la legislación vigente, tanto en aguas potables como residuales, ya que marcarán los mínimos a llevar a cabo en el programa de muestreo.

De lo dicho hasta ahora, se deducen algunas condiciones rutinarias a cumplir para una correcta toma de muestras en aguas: representatividad del total de la masa de agua investigada, mínima variación de las características del agua desde su origen hasta su efectiva determinación analítica y adecuación de la frecuencia de toma de muestras a la situación concreta.

Además, el examen de un agua incluye determinaciones físicas, químicas, radiactivas, microbiológicas y biológicas, cada una de las cuales puede requerir unos criterios de toma de muestras y manipulación diferentes.

---

[5] Análisis de agua en vertidos industriales. Medio ambiente. Tomo 2. Recopilación de normas UNE. AENOR, N.A., Madrid, 1998.

2.1. ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MUESTREO

Los programas de muestreo en el caso de aguas potables de consumo público, y aguas brutas destinadas a potabilización ya están regulados en las normativas en las que se establecen unas exigencias mínimas en el país.

Un programa de muestreo y análisis debe permitir que con los medios de que se disponga sea viable la caracterización del fenómeno a estudiar de una manera lo más aproximada posible a la realidad. Por ejemplo, para evaluar la calidad global de un lago, habrán de conocerse sus características tanto en tiempo “normal”, como lluvioso, como seco y con diferentes caudales de extracción.

En un programa de muestreo se pueden establecer, en general, los siguientes puntos.

2.1.1. ESTUDIOS PRELIMINARES

Antes de proceder al estudio de un sistema hídrico (natural o artificial) es muy importante el hacer una revisión sobre los datos anteriores existentes y procedentes de otras investigaciones anteriores: éstos informarán acerca de la calidad del agua, aportarán datos hidrológicos y climatológicos, darán la descripción de las condiciones locales que puedan influir en el estudio, así como ilustrarán respecto a otros factores condicionantes de la calidad y circunstancias del agua o sistema hídrico a evaluar.

2.1.2. NÚMERO DE MUESTRAS A TOMAR Y PARÁMETROS A DETERMINAR.

El número de toma de muestras y los parámetros a investigar estarán en función del grado de profundidad que se quiere alcanzar en el estudio, de las disponibilidades e infraestructura operativa con que cuente el laboratorio y las posibilidades de almacenamiento que se estimen aceptables.

Los parámetros normales utilizados para determinar la calidad del agua pueden ser de carácter físico, químico, orgánico, radiológico, biológico y microbiológico.

2.1.3. TIPO DE MUESTRAS Y MUESTREOS.

En la actualidad, la existencia de toma-muestras automático con diferentes posibilidades de programación en tiempo de obtención de muestra, tiempo entre muestreos, así como volumen de muestra a extraer, incluso en función del caudal de agua circulante por el sistema hídrico a investigar (a su vez medido por algún elemento sensor) dota de extrema versatilidad a estos equipos y los convierte en muchas ocasiones en aliados insustituibles.

La gran variedad de clases de aguas, de sistemas hídricos y de circunstancias que pueden presentar en la práctica hace que no exista un método totalmente normalizado listo para ser aplicado en todos los casos, tanto a la hora de seleccionar la clase de muestra a tomar, como el tipo y los puntos de muestreo y como, finalmente, la frecuencia de muestreo idónea. No obstante, vamos a considerar algunas ideas que son ilustrativas a este respecto.[6]

2.2. TÉCNICAS DE MUESTREO

Las muestras de agua pueden ser **“simples”, “compuestas”** o bien **“en continuo”.**

La muestra simple proporciona información sobre la calidad en un punto y momento dado: puede ser importante a la hora de establecer las características del agua en un punto de la red de abastecimiento de una población.

La muestra compuesta se compone de varias alícuotas espaciadas temporalmente (con frecuencias variables, minutos, horas, días) que se adicionan al mismo

---

[6] Calidad del agua. Medio ambiente. Tomo 1. Recopilación de Normas UNE. AENOR N.A., Madrid, 1997.

recipiente. Este tipo de muestras se aplica, por ejemplo, en el seguimiento de vertidos industriales cuya calidad puede variar mucho a lo largo de una jornada de trabajo.

Las muestras en continuo son imprescindibles en procesos a escala industrial, por ejemplo, la determinación de cloro residual libre en el agua potable a la salida de una potabilizadora. Las muestras integradas en el tiempo se obtienen con bombeo a un flujo continuo de muestra que se adiciona en el mismo recipiente.

Respecto a los tipos de muestreos posibles en aguas naturales (ríos, embalses, zonas marinas) éstos pueden ser:

i. Muestreo aleatorio simple, consiste en la toma al azar de muestras independientes temporales y espacialmente.
ii. Muestreo estratificado, consiste en dividir el curso de agua en varios tramos a los que se aplica un muestreo aleatorio simple.
iii. Muestreo sistemático, aquí se adopta una cadencia temporal repetitiva, con lo cual se obtienen series temporales de datos.
iv. Muestreo sistemático estratificado, que combina los dos anteriores, representando probablemente el tipo de muestreo más adecuado y completo para conocer comportamientos cíclicos de sistemas hidráulicos.[7]

2.3. EQUIPOS DE MUESTREO

Un equipo de muestreo puede ser tan simple como una botella de vidrio, metálica o de plástico provista de un tapón, que se llena con el agua objeto del posterior análisis: además, el tema se puede complicar mucho utilizando en muchos casos sofisticados equipos, cuya descripción se reseñará brevemente después.

---

[7] APHA-AWWA-WPCF. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Díaz de Santos, S.A., Madrid, 1992.

Características comunes a cualquier equipo de muestreo son: su robustez, comodidad en el manejo, facilidad en su transporte, capacidad adecuada de muestra que pueden contener y fácil limpieza una vez utilizados.

2.3.1. BOTELLAS Y CUBOS.

De uso manual, sirven para tomar muestras de aguas superficiales y de pozos que no dispongan de sistemas de bombeo. Se aconseja enjuagarlos varias veces con el agua a muestrear antes de su llenado definitivo (salvo en el caso de botellas estériles para análisis microbiológico).
Cuando se van a determinar gases en la muestra tomada, las botellas deben poder cerrarse herméticamente, pudiendo también emplearse dos botellas unidas por una tabuladora o dos botellas introducidas una en la otra.

2.3.2. BOTELLAS LASTRADAS.

Se usan para obtener muestras de agua a profundidad variable. Para esto, la botella, unida a una cuerda y tapada, se introduce a la profundidad deseada abriéndose entonces y cerrándose cuando se haya llenado del agua a tomar, mediante un sistema adecuado.

2.3.3. BOTELLAS CON APERTURA Y CIERRE AUTOMÁTICO.

Pueden ser tan complicados como se desee. En síntesis, consisten en un tubo cilíndrico de 1 a 5 litros de capacidad, abierto por sus dos extremos y que mediante un sistema mecánico o eléctrico cierra sus dos bases cuando se alcanza el agua de profundidad deseada.

Así son los muestreadores usados para toma de muestras en lagos y embalses, que emplean como sistema de cierre una pesa que posee un orificio central para deslizarse sobre la cuerda que sostiene el Muestreador: lanzada desde el extremo

superior de la cuerda, fuera del agua, su impacto provoca el cierre simultáneo de las dos tapaderas del cilindro.

2.3.4. SISTEMAS DE BOMBEO.

Utilizados ampliamente, permiten tomar muestras puntuales, continuas y a intervalos temporales variados, de acuerdo al programa de muestreo establecido por un sistema de programación automático o bien mediante accionamiento manual. Las bombas usadas pueden ser centrífugas o peristálticas permitiendo la extracción de volúmenes importantes de muestra.

2.3.5. SISTEMAS INTEGRADORES EN PROFUNDIDAD.

Se trata de aparatos automáticos que se introducen en el fondo del río o embalse y se van llenando paulatinamente y a una velocidad definida a medida que se van izando hacia la superficie. De esta manera se pueden tomar muestras “integradas” en profundidad.

2.3.6. MUESTREADORES AUTOMÁTICOS

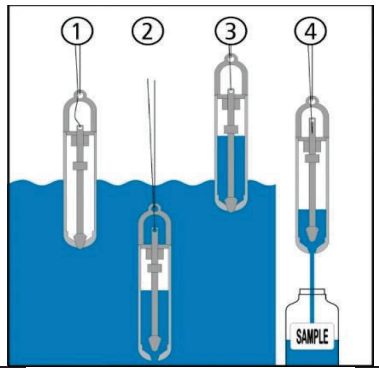
Este tipo encuentra principal utilización para toma de muestras integradas en aguas residuales, domésticas, industriales y estaciones de depuración. Se encuentran profusamente distribuidos en el mercado. Suelen constar de un depósito de capacidad variable, pero en general superior a 10 para el almacenamiento temporal de la muestra.

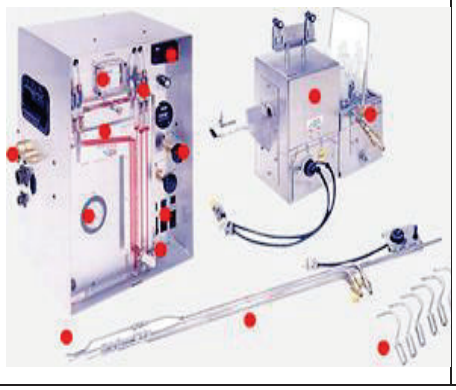
La succión a través del tubo se promueve mediante un sistema de bombeo, cuyo accionamiento se temporiza automáticamente por un equipo programador, bien en función de una secuencia preestablecida de tiempos de succión y tiempos de espera entre estos, bien en función del caudal circulante en cada momento por el medio hídrico que se está muestreando. Esta información se obtendría por un sensor de flujo convenientemente calibrado.

Los equipos automáticos de muestreo se revelan particularmente adecuados en el seguimiento de vertidos industriales, ya que la evacuación de las mayores cargas contaminantes suele producirse durante las puntas de producción, estando ligados además a variaciones muy importantes del caudal vertido.

Tabla 1. Tipos de muestreadores.

Fuente: El Autor

Nombre	Grafico 1	Grafico 2
Botellas y cubos		
Botellas lastradas		
Botellas con apertura y cierre automático		

Sistema de bombeo		
Sistemas integradores de profundidad		
Muestreadores automáticos		

2.4. RECOMENDACIONES PARA EL MUESTREO.

Algunas normas usuales (extraídas de la práctica cotidiana) a tener en cuenta durante un muestreo de aguas, con independencia del sistema usado pueden ser:

Cuando se van a tomar varias muestras en un punto o estación de muestreo se tomará en primer lugar el volumen destinado al análisis microbiológico, después la

alícuota destinada al análisis biológico y en último lugar la destinada a las determinaciones fisicoquímicas, con lo cual se evitarán posibles contaminaciones.

En muestreos en profundidad en lagos o embalses, las muestras se colectarán desde la superficie hacia la zona más profunda, para eludir en lo posible la mezcla de capas de agua.

Las muestras de agua de fondo se colectarán evitando remover los sedimentos, circunstancia que alteraría gravemente el resultado analítico posterior.

En muestras de vertidos, es importante considerar que la concentración de partículas se afecta tanto en profundidad como espacialmente, pudiendo no ser homogénea en el tiempo.

Si se toman muestras de agua profunda, el recipiente debe quedar herméticamente cerrado para evitar que sustancias oxidables al contacto con el aire varíen su concentración desde su origen hasta el momento del definitivo análisis en el laboratorio.
Cuando se toman muestras a través de un bombeo es necesario bombear un determinado tiempo antes de tomar la muestra posterior sujeto del análisis, para conseguir una homogeneidad en el agua y que ésta sea representativa del total de la masa líquida existente en origen.

2.5. RECIPIENTES

Los recipientes empleados para toma y almacenamiento temporal de muestras pueden ser de diferentes capacidades, desde los de 75 ml utilizados en muestras simples para análisis bacteriológico, hasta los muestreadores usados en embalses, de 5 l de volumen útil. Pueden ser de vidrio, de vidrio borosilicatado, de polietileno o de teflón, como más corrientemente empleados.

El vidrio “normal” se usará cuando los iones a analizar no sean afectados por el contacto con el material de la botella: éste es el caso de Ca, Mg, $SO=_4$, Cl-, etc. Sodio y sílice aumentan su concentración en botellas de vidrio debido a ligeros fenómenos de disolución del propio vidrio.

Las muestras destinadas para análisis bacteriológico suelen tomarse en envases de borosilicatado o de polipropileno; estos envases se suelen esterilizar en autoclave, por lo cual habrán de ser resistentes al proceso. Su tapón habrá de ser roscado y tener boca ancha para permitir su correcto llenado, evitando cualquier posible contaminación por contacto con el grifo, manguera o sistema de llenado.

Las muestras para determinaciones biológicas usarán preferentemente envases de vidrio neutro.

Respecto a la limpieza de envases, los de vidrio o plástico se limpian enjuagándolos varias veces con agua y manteniéndolos después de 12 a 24 horas con una solución clorhídrica o de hipoclorito de sodio al 10%. Posteriormente se enjuagarían con agua destilada hasta eliminar las últimas trazas de ácido presentes (el ácido usado puede reutilizarse para varios lavados).

Se desaconseja el lavado de recipientes con detergentes, debido a su capacidad de absorberse sobre las paredes y a su dificultad en la eliminación. Es preferible proceder a lavados con mezcla crómica (ácido sulfúrico y bicromato potásico) que en general suelen ser más drásticos y efectivos.

Se recomienda que los recipientes empleados en la toma de muestras de agua destinada a análisis de grasas, sean finalmente lavados con algún disolvente de las grasas, como el propio freón usado en el posterior análisis, para retirar las últimas

trazas de aquéllas. En muestras para análisis de plaguicidas se puede enjuagar el recipiente con hexano o similares.

2.6. CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS

La conservación de una muestra de agua dependerá del parámetro o analizar que nos marcará el tipo de envase, el agente preservante y el tiempo máximo de almacenamiento (tabla 4).

Con carácter general, el análisis debe ser lo más rápido posible con relación a la toma de muestras, lo que puede garantizar una mínima alteración de la muestra de agua desde su origen hasta el laboratorio de análisis. Esto es particularmente válido para análisis microbiológico o biológico y aguas negras.

La degradación de una muestra de aguas residuales, que suele contener cantidades altas de materias orgánicas y microorganismos (muchos de ellos descomponedores de aquéllas) será mucho más rápida y extensa que la de una muestra de aguas blancas.

Para una serie de parámetros se recomienda él análisis in situ como forma de conseguir resultados analíticos representativos. Este es el caso de temperatura, pH, oxígeno disuelto y gases en general, transparencia y conductividad.
No obstante, el análisis in situ puede extenderse en la actualidad mediante el empleo de equipos móviles de laboratorio, prácticamente a cualquier parámetro a investigar.

Tabla 2. Conservación y almacenamiento de muestras para análisis.

Fuente: Marín Galvin, R. Análisis de aguas y ensayos de tratamiento. Gestió i Promoció Editorial, S.A., Barcelona, 1995.

Parámetro	*Contenedor*	*Volumen (ml)*	*Condiciones*	*Tiempo*
Acidez	P,V(B)	100	Refrigerador	14 d
Alcalinidad	P,V	200	"	"
Amonio	P,V	500	Refrigerador y H_2SO_4,pH<2	28 d
DBO_5	P,V	1000	"	48 h
Boro	P	100	Ninguna	28 d
Bromuro	P,V	–	"	"
COT	V	100	Refrigerador y H_2SO_4,pH<2	(1)
CO_2	P,V	100	–	(1)
COD	P;V	100	Refrigerador y H_2SO_4,pH<2	(1)
Cl_2, ClO_2	P,V	500	–	2 h
Clorofila	P,V	500	Refrigerador y oscuridad	30 d
Color	P,V	500	"	48 h
Conductividad	P,V	500	"	28 d
Cianuro	P,V	500	Refrigerador y NaOH, pH>2	14 d
Fluoruro	P	300	Ninguna	28 d
Grasas	V	1000	Refrigerador y H_2SO_4,pH<2	28 d
Dureza	P,V	100	HNO_3,pH<2	6 meses
Ioduro	P,V	500	–	0,5 h
Metales en general	P,V(2)	–	HNO_3;pH<2	6 meses
$Cromo^{6+}$	P,V(2)	300	Refrigerador	48 h
Mercurio	P,V(2)	500	Refrigerador y HNO_3,pH<2	28 d
Nitrato	P,V	100	"	48 h
Nitrito	P,V	100	Refrigerador a –20°C	48 h
Nitrógeno Kjeldahl	P,V	500	Refrigerador y H_2SO_4,pH<2	28 d
Olor	V	500	Refrigerador	(1)
Compuestos orgánicos				
Pesticidas	V(3),teflón	–	Añadir $Na_2S_2O_3$ si existe cloro	7 d
Fenoles	P,V	500	Refrigerador y H_2SO_4,pH<2	28 d
O_2	V ó frasco Winkler	300	–	1 h
Ozono	V	1000	–	(1)
pH	P,V	–	–	(1)
Fosfatos disueltos	V(2)	100	Filtración, refrigerador a –10°C	48 h
Sílice	P	–	Refrigerador	28 d
Sólidos	P,V	–	Refrigerador	14 d
Sulfato	P,V	–	Refrigerador	28 d
Sulfuro	P,V	100	Refrigerador, 4 gotas de $Zn(COOCH_3)_2$/100ml	28 d
Sabor	V	500	–	(1)
Temperatura	P,V	–	–	(1)
Turbidez	P,V	–	Oscuridad	48 h

(*) Fuente [205].

P: polietileno;V: vidrio;V(B): vidrio borosilicatado; (1) analizar inmediatamente; (2) enjuague con $HNO_3$1/1; (3) enjuague con el extractante a usar en el análisis.

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL LAGO DEL PARQUE IGNACIO FLORES

Integra el tipo de técnica urbanística, del subtipo realizaciones urbanas, se ubica en la Parroquia Ignacio Flores. Tiene una localización geográfica de 78º36'30"W y 00º56'11"S, Este: 76º64'3'' Norte: 98º96'78''.

Se ubica a una altura de 2799 m.s.n.m, con una temperatura entre 8ºC y 23ºC, y una precipitación pluviométrica de 12 mm. Y 105 mm.

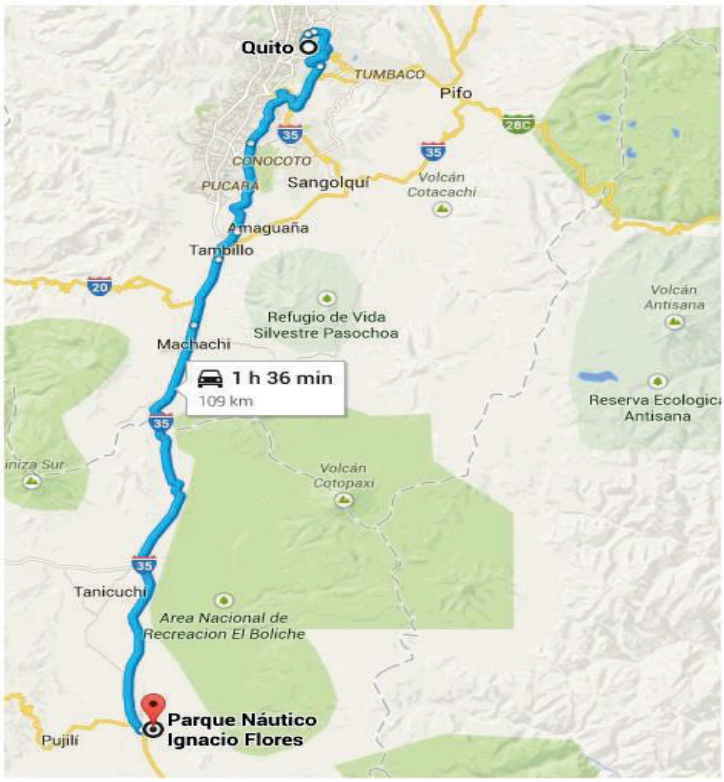


Ilustración 6. Como llegar 1

Fuente: El Autor

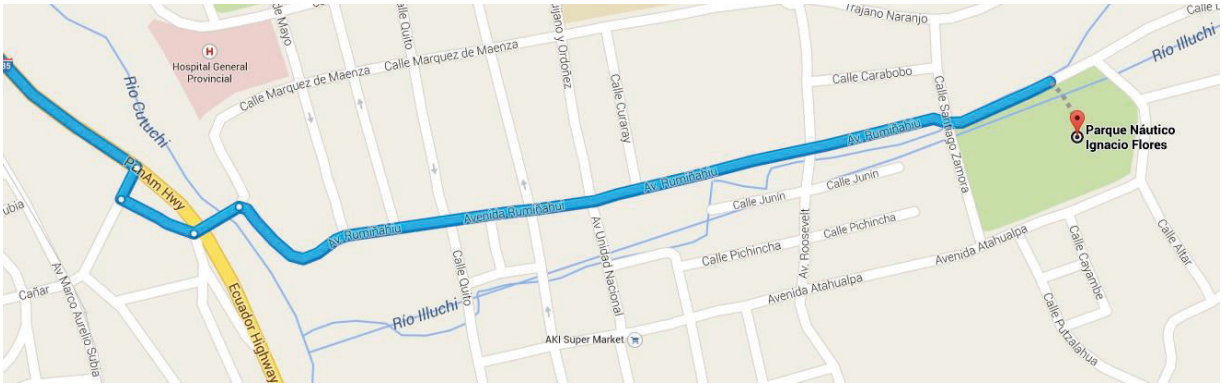


Ilustración 7. Como llegar 2

Fuente: El Autor

En el tiempo en que la actual Provincia de Cotopaxi fue denominada "Distrito de León"(1850), en una llanura existían fuentes naturales de agua que servían como abrevadero de animales, irrigación de tierras cultivadas y lavandería de ropas de las familias nobles, mientras que la plebe lavaba sus prendas en las orillas del río Yanayacu.

Para el año 1880 este lugar era visitado debido a que se transformó de manera natural en laguna con una vegetación de ciprés. La laguna artificial fue construida por un cabildo latacungueño en la década de los 20 del siglo anterior, posteriormente fue abandonado este lugar.

Se ha realizado trabajos de ingeniería protegiendo las dos vertientes de agua, colocando una capa de cemento en el lecho de la laguna, colocando un sistema de iluminación, etc.

La laguna tiene forma elíptica, aproximadamente de 1Ha equivalente a 10000 m[28]; en el centro existe un peñón de poca altura que guarda la estética del complejo donde

[8] Gad Municipal Latacunga

existe un edificio que tiene servicio de bar restaurante. Para acceder a este islote se atraviesa un puente ornamental de diseño moderno.

Actualmente está completamente remodelado, ya que cuenta con servicio de botes, tarima para espectáculos, juegos infantiles, biblioteca, área infantil lúdica, espacios verdes, buena señalización, iluminación nocturna de la laguna y de senderos. Una vía peatonal la separa del parque denominado “De las Réplicas" con jardines y canchas de tenis, vóley, fútbol; además, una pista de patinaje corre por el costado derecho del río Yanayacu, en proceso de limpieza. También el complejo cuenta con seguridad.

Según los moradores, la organización de la fiesta tiene un origen religioso, pues la celebración del carnaval coincide con la de la festividad de la Cruz, por ello aparte de los programas sociales también se realizan una novena y la misa de fiesta el martes de carnaval. [9]

SELECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Se ha considerado realizar un muestreo aleatorio compuesto y simple, debido a las características que presenta el lago. Los envases utilizados fueron de PVC y las muestras tomadas sirvieron para realizar exámenes físicos, bacteriológicos y adicionalmente se tomó muestras de las algas para usarlas como bioindicadores de calidad de agua.

La distribución del muestreo puede apreciarse mejor en la siguiente ilustración:

[9] El Universo, Sierra y Oriente ofertan destinos, Guayaquil Ecuador, 5 de febrero 2013

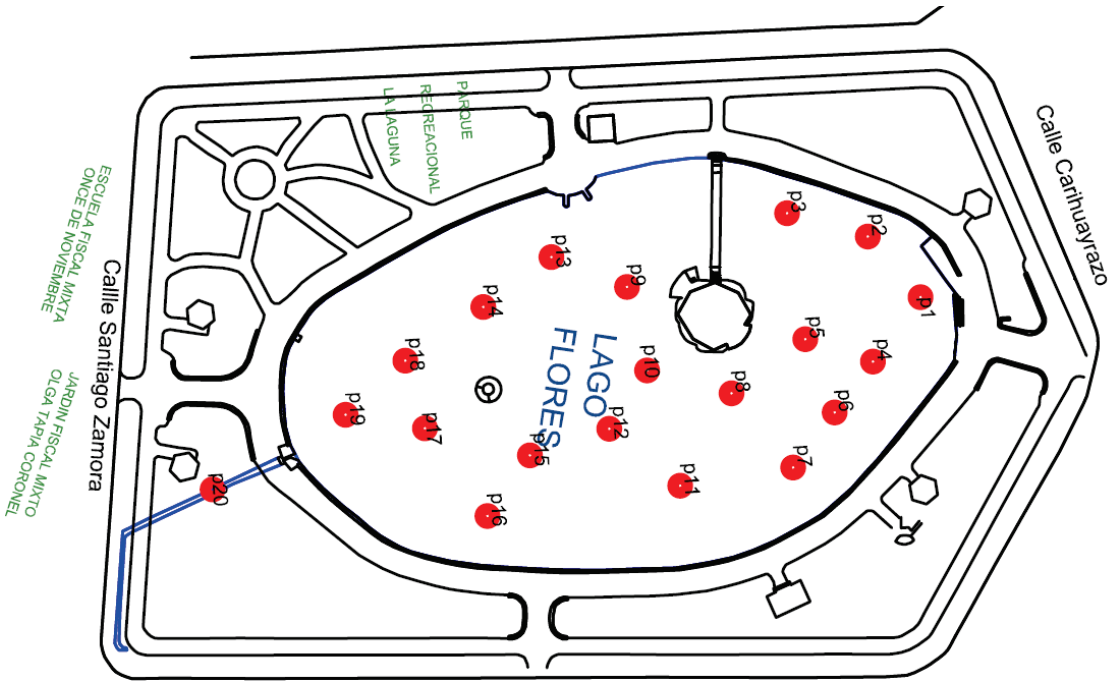


Ilustración 8. Puntos y distribución de muestreo

Fuente: El Autor

3.1. SELECCIÓN

Los puntos de muestreo fueron tomados de forma aleatoria, pero considerando:

1. El lugar de ingreso de los afluentes
2. Los puntos de mayor proliferación de algas
3. Los lugares donde exista la mayor probabilidad de contaminación
4. Alrededor de las infraestructuras al interior del lago
5. Los puntos cercanos a las áreas de baja producción de algas
6. El punto de salida
7. El punto de descarga al rio

Estas consideraciones ayudaron a mejorar la representatividad de la muestra haciendo que las características totales del lago las podamos tener en la muestra, así también; obtenemos datos separados sectorizados para establecer los puntos

más vulnerables y conflictivos para establecer la ubicación de los procesos de remediación

3.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Cada uno de los puntos de muestreo fueron ubicados por las características significativas individuales que cada uno posee lo que permite determinar factores que pueden favorecer o detener los procesos de recuperación y tratamiento de agua.

3.2.1. PUNTO DE INGRESO DE LOS AFLUENTES

En este lugar se determinaron los aportes de agua y de contaminantes significativos que ingresan al lago en grandes proporciones.

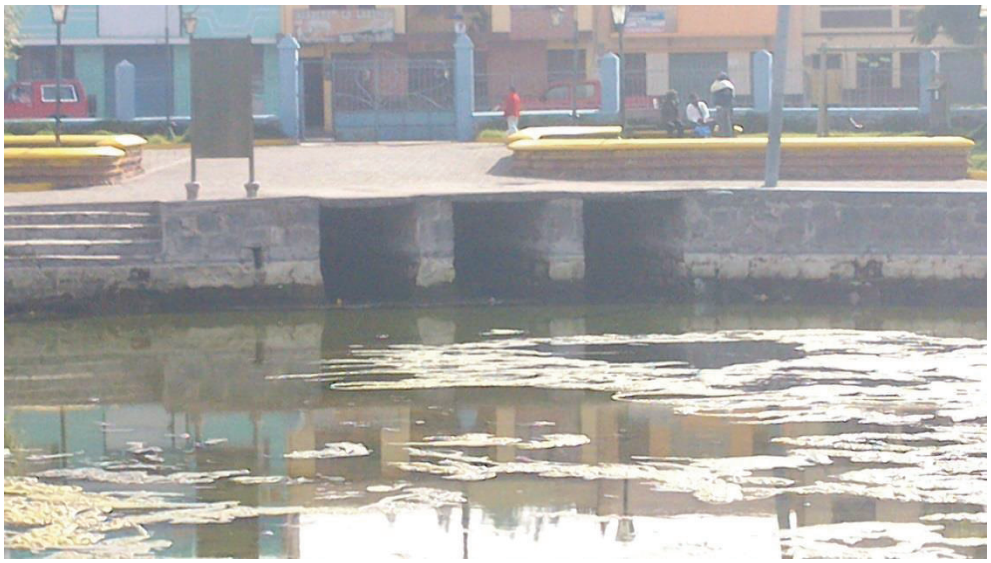


Ilustración 9. Ingreso de afluentes al lago

Fuente: El autor

3.2.2. PUNTOS DE MAYOR PROLIFERACIÓN DE ALGAS

En este punto se buscó características similares la cuales pueden ayudar el desarrollo de las algas, las mismas que posteriormente se pueden utilizar para inhibir el crecimiento.

3.2.3. PUNTOS CON MAYOR PROBABILIDAD DE CONTAMINACIÓN EXTERNA

Aquí se monitorea los lugares donde la acción humana periódica incrementa los riesgos de una posible contaminación focal.

3.2.4. PUNTOS CERCANOS A LAS INFRAESTRUCTURAS AL INTERIOR DEL LAGO

Aquí se puede monitorear los lugares donde la acción humana periódica provoca contaminación difusa.

3.2.5. LOS PUNTOS CERCANOS A LAS ÁREAS DE BAJA PRODUCCIÓN DE ALGAS

Aquí pudimos establecer características similares que inhiban el crecimiento de algas las mismas que asimilamos para reproducirlas a nivel de todo el lago.

3.2.6. PUNTO DE SALIDA

Aquí se determinó la calidad del agua que sale del lago.

3.2.7. PUNTO DE DESCARGA AL RÍO

Aquí se confirmó que el agua que es descargada al rio no cumple con las normas de descarga y se establecerá si una vez implementado el tratamiento cumplen con las normas establecida

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE AGUA

Los estudios físico-químicos, bacteriológicos y de algas realizados mostraron resultados interesantes, así mismo fueron una importante guía para la determinación y el desarrollo del tratamiento más adecuado y, por lo tanto, el que nos dará los mejores resultados.

4.1. ESTUDIO DE ALGAS

Este estudio se basó en utilizar a las algas como indicadores biológicos de calidad de agua entra las que se pudo identificar están:

Tabla 3. Identificación de algas

Genero algal	**Grupo algal**
Chlorella	Verde
Cyclotella	S/N
Ulotrix	Verde
Fragilaria	Diatomea
Ankistrodesmus	Verde
Synedra	Diatomea
Phytoconis	Verde

La identificación se realizó de forma visual con la ayuda de un microscopio, fotos tomadas por el mismo y un manual ilustrado para la identificación de algas, como se puede observar en las siguientes ilustraciones.

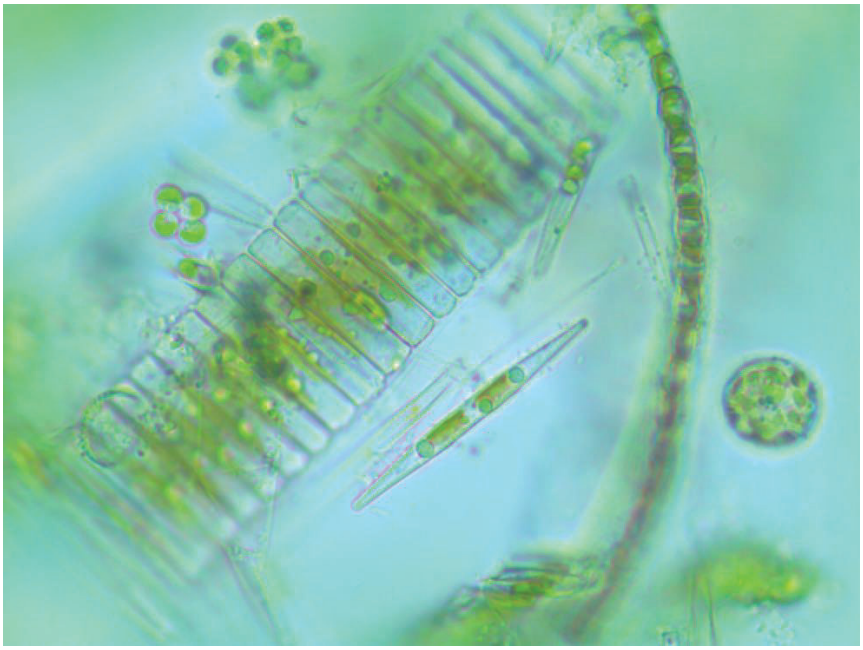


Ilustración 10. Foto de algas de la laguna al microscopio

Fuente: El autor

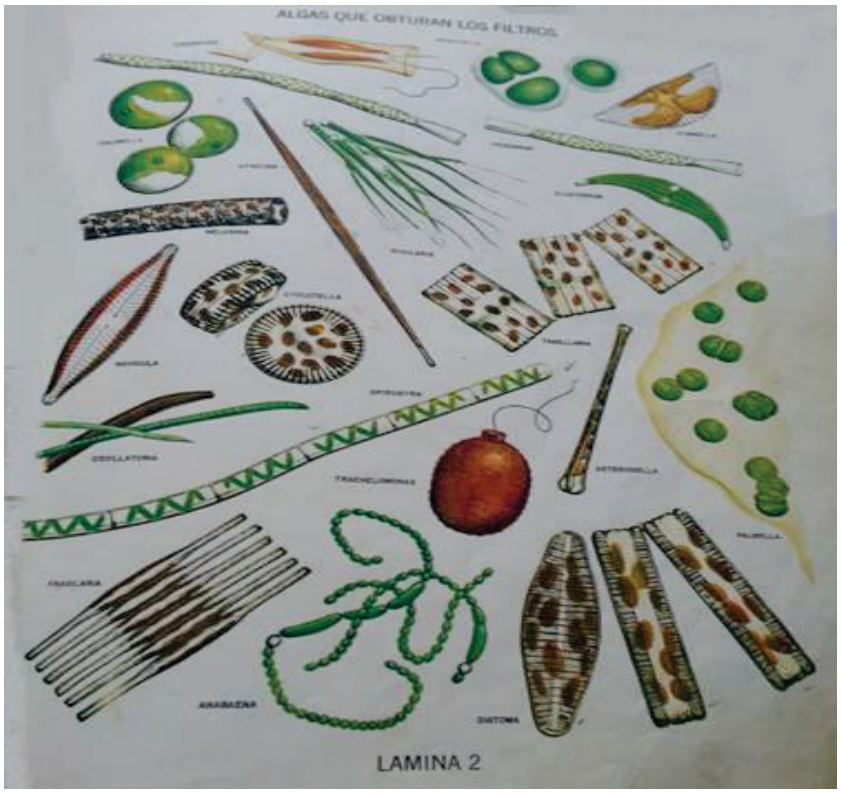


Ilustración 11. Lámina 2 manual identificación de algas

Fuente: Mervin Palmer, Manual ilustrado acerca de la identificación, importancia y control de las algas.

Gracias a este estudio se pudo determinar varias de las características generales y específicas que contiene el lago.

4.1.1. ALGAS SÁPIDAS Y OLOROSAS

Algunas algas son bien conocidas por su capacidad de producir sabores y olores distintivos y específicos, mientras que un número mucho mayor produce olores y sabores que varían de acuerdo con las condiciones locales. “Ciertas diatomeas, algas verdeazuladas y flagelados son los principales agentes dañinos, pero las algas verdes, incluyendo las desmineas, también pueden serlo.”[10]

Tabla 4. Olores, sabores y sensación lingual que producen las algas en el agua presentes

Genero algal	Grupo algal	Característica
Chlorella	Verde	Tiene un olor mohoso cuando las algas son abundantes
Cyclotella	Diatomea	S/N
Ulotrix	Verde	Tiene un olor herbáceo cuando las algas son abundantes
Fragilaria	Diatomea	Cuando es poca la cantidad de algas tiene un olor a geranio, pero si esta en abundante cantidad tiene un olor mohoso
Ankistrodesmus	Verde	S/N
Synedra	Diatomea	Cuando es poca la cantidad de algas tiene un olor a herbáceo, pero si esta en abundante cantidad tiene un olor mohoso

[10] C. Mervin Palmer, Algas en abastecimiento de agua, manual ilustrado acerca de la identificación, importancia y control de las algas en los abastecimientos de agua

4.1.2. ALGAS OBTURADORAS DE FILTROS

Tanto el filtro de arena rápido como el lento pueden obstruirse con algas; pero, en el lento, las algas y otros microorganismos acuáticos pueden desempeñar un papel útil en el proceso de purificación.

Forman una capa suelta y limosa en la superficie de la arena, que actúa por sí misma como filtro. Las algas de esta capa liberan oxígeno durante la foto síntesis, y el oxígeno, a su vez, es utilizado por las bacterias saprofitas aerobias, hongos y protozoarios que se implantan en el filtro y en su superficie, lo que permite la descomposición o estabilización de la materia orgánica presente en el agua impura.

Tabla 5. Algas obtuladoras de filtros presentes

Genero algal	**Grupo algal**
Chlorella	Verde
Cyclotella	Diatomea
Ulotrix	Verde
Fragilaria	Diatomea
Synedra	Diatomea

4.1.3. ALGAS DE AGUAS CONTAMINADAS

Una vez que una masa de agua, por ejemplo, una corriente, ha sido contaminada por desagües domésticos o aguas negras, las algas presentes reaccionan de cierta manera que se considera de gran importancia. Durante el proceso de purificación natural, las algas oxigenan el agua y utilizan también los subproductos del proceso de purificación. Por su clase y número las algas y otros organismos presentes en la parte contaminada de una corriente, difieren de los difieren de los que se hallan en la parte no contaminada, antes del desagüe de las alcantarillas.

A medida que las aguas negras sufren procesos de descomposición en la corriente, el número y clases de microorganismos continúan cambiando, hasta que, en último término, la flora y fauna acuáticas del agua purificada llegan a hacerse en ciertas formas similares a las que encuentras por encima del punto de contaminación. Las algas representan un grupo importante en esta continuamente cambiante población de la corriente acuática.

La variación de la población en diferentes puntos o bajo distintas condiciones de contaminación constituye uno de los índices que es posible aplicar a cualquier lugar deseado de la corriente para averiguar la presencia o ausencia de aguas negras u otros desperdicios putrescibles, así como para medir el grado de depuración a partir de dichos desperdicios

Tabla 6. Algas de aguas contaminadas presentes

Genero algal	Grupo algal
Chlorella	Verde

4.1.4. ALGAS DE AGUA LIMPIA

Se llaman organismos de agua limpia a aquellos que se encuentran en agua no contaminada con aguas negras u otra materia orgánica de desperdicio.

El agua limpia puede ser aquella porción de las corrientes que circula sobre las desembocaduras de las alcantarillas, o la suficientemente lejana, corriente abajo, para que la materia orgánica haya sido reducida a sales relativamente inocuas y otros compuestos sencillos.

La mayor parte de estos productos de descomposición de la materia orgánica de contaminación son nutritivos y estimulan el crecimiento de las algas y otros organismos, que crecen mucho más profusamente que lo hacen en la corriente por

encima de la desembocadura de las alcantarillas, donde la cantidad de materia nutritiva es limitada. De todas formas, las clases de algas de agua limpia son análogas a las que viven en aguas contaminadas.

Tabla 7. Algas de aguas limpias presentes

Genero algal	Grupo algal
Ankistrosdesmus	Verde
Cyclotella	Diatomea

4.2. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Tabla 8. Análisis fisicoquímicos

Análisis Fisicoquímico				
Procedencia	lago Flores (descarga)		lago Flores (muestra compuesta)	
Dirección	Barrio "La Laguna"		Barrio "La Laguna"	
Fecha de toma	25 de octubre de 2013		25 de octubre de 2013	
Hora de toma	08h00		08h00	
Tomado por	Sr. Andrés Puente		Sr. Andrés Puente	
Fecha de Análisis	25 de septiembre de 2013		25 de septiembre de 2013	
pH	7,44		7,17	
Color	3,00	Upt.co	1,00	Upt.co
Turbiedad	0,80	N.T.U.	0,40	N.T.U.
Conductividad especifica	930,00	ms/cm	710,00	ms/cm
Bicarbonatos	440,00	mg/l	300,00	mg/l
Alcalinidad total	400,00	mg/l	300,00	mg/l
Dureza total	372,00	mg/l	224,00	mg/l
Dureza carbonatada	372,00	mg/l	224,00	mg/l
Calcio	35,20	mg/l	21,60	mg/l
Magnesio	69,30	mg/l	41,50	mg/l
Sulfatos	4,00	mg/l	26,00	mg/l
Solidos disueltos totales	550,00	mg/l	450,00	mg/l

Algunos tipos de nutrientes causan un rápido aumento de plantas y algas. Los cambios en el pH y contenido de oxígeno pueden afectar de manera devastadora la biodiversidad.

4.2.1. pH EN LA EUTROFIZACIÓN.

El pH del agua mide su acidez o alcalinidad. La escala de valores es de 0 a 14 unidades de pH. Las aguas que tienen un pH inferior a 7 son ácidas y las superiores a 7 son básicas.

El pH disminuye conforme la acidez se incrementa y el pH se incrementa cuando el OH es adicionado al agua y la concentración de H disminuye. El pH es importante porque permite determinar los efectos letales del CO2. A un pH de 4.5 se empiezan a manifestar los efectos letales y por el lado alcalino a 9.5.
Los lagos eutróficos que son ricos en materia orgánica poseen valores de pH bajos (aguas ácidas) 3.3 a 4.5 turbas, pantanos.

El pH de las aguas naturales se debe a los caracteres de los suelos que atraviesa. Las aguas calcáreas tienen un pH elevado, las que discurren por terrenos pobres en caliza o silicatos tienen un pH próximo a 7 o inferior, y las aguas de ciertas regiones volcánicas suelen ser ácidas.

4.2.1.1. Crecimiento excesivo de algas y *pH*

Los derivados químicos de la fotosíntesis aumentan el pH del agua y la hacen más básica. Los organismos delicados que no pueden sobrevivir en estas condiciones químicas morirán, mientras que la población de organismos más fuerte que se alimenta de las algas aumentará.

4.2.1.2. Materia orgánica y pH

A medida que pasa el tiempo, los nutrientes inorgánicos se agotan y las algas comienzan a morir. Las algas muertas caen al fondo del lago y se descomponen. Las bacterias, que descomponen esta materia orgánica, filtran el oxígeno del agua y producen derivados ácidos. Los animales que se alimentan del fondo acuático y que no pueden soportar el bajo contenido de oxígeno y el bajo nivel de pH mueren, lo cual disminuye la biodiversidad del ambiente.

4.2.2. TEMPERATURA

Es el parámetro que más influye en los lagos, juega un papel importante en la distribución, periodicidad y reproducción de los organismos.

Las temperaturas bajas retardan la acción desnitrificante de las bacterias y por esta razón los nitratos no son destruidos tan rápidamente y, al permanecer en el agua, son aprovechados por el fitoplancton para la producción de alimentos.

Los cambios de temperatura afectan a la vida según el caso, propicia la aparición o desaparición de poblaciones acuáticas.

4.2.3. OXÍGENO DISUELTO

El oxígeno disuelto en el agua proviene de la fotosíntesis que realizan los vegetales con clorofila. Como esta actividad fotosintética es mayor en las capas superiores bien iluminadas, su concentración será mayor a este nivel.

En los niveles próximos al fondo, su concentración es mínima debido a los procesos de oxidación de la materia orgánica. Los consumidores agotan pronto esta provisión

oxígeno disuelto y sofocan a todos los organismos del medio acuático, excepto a las bacterias y los organismos capaces de sobrevivir sin oxígeno. Vemos que todo esto ocurre en la condición eutrófica.

En realidad, a menudo se emplea el contenido de oxigeno como índice de fertilidad del lago y la eutrofia se deduce cuando hay un déficit de oxígeno en aguas profundas.

"El agotamiento de oxígeno disuelto causado por los descomponedores de detritos y la consecuente sofocación de la vida acuática es la etapa final y más destructiva de la eutrofización." [11]

La concentración del oxígeno disuelto en el agua de un lago depende de la temperatura del agua, que a su vez depende de la radiación solar y de la profundidad.

4.2.4. FÓSFORO

La suma de todas las formas de fósforo, inorgánicas y orgánicas, se denomina fósforo total. El aporte de fósforo a los lagos se ve muy aumentado por la eliminación de aguas residuales industriales y domésticas, salvo cuando se adoptan medidas para eliminarlo del vertido final.

La escorrentía superficial o subterránea de la cuenca de drenaje y los detergentes polifosfatados, también contribuyen sustancialmente a este enriquecimiento. El fósforo dispara la productividad ocasionando la eutrofización.

---

[11] NEBEL; Bernard y otro. 1999, CIENCIAS AMBIENTALES Ecología y desarrollo sostenible, 6° edición, Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, México, México.

En los ecosistemas acuáticos alterados por descargas los niveles de fósforo se incrementan de manera alarmante la producción de cianofíceas, y macrofitas, aumentándose la zona litoral y soldándose el sedimento haciéndose cada vez menos profundos, estimulando rápida y progresivamente el proceso de eutrófico de un lago.

4.2.5. NITRÓGENO

El nitrógeno es un constituyente esencial de aminoácidos y proteínas de organismos, puede entrar a los lagos mediante precipitación, fijación del nitrógeno atmosférico o por escorrentía superficial o subterránea. Al resultado de sus diferentes formas de obtención se lo denomina nitrógeno total.

Una cantidad importante de nitrógeno en los lagos se encuentra incorporado a los organismos (N orgánico), pero también puede encontrarse en forma de N_2 (nitrógeno), NO_3^- (nitrato), NO_2^- (nitrito) y reducido NH_4^+ (amoniaco).

La fijación de Nitrógeno en los lagos se debe principalmente a las algas cianofíceas (principales fijadoras, cuyo proceso es muy importante en la productividad lacustre.), las bacterias (en el sedimento), y los sedimentos de compuestos nitrogenados (orgánicos e inorgánicos).

4.2.6. TURBIEDAD

Consiste en la reducción de la claridad del agua por la presencia de materia suspendida y disuelta de gases, líquidos y sólidos tanto orgánicos como inorgánicos, con un ámbito de tamaños desde el coloidal hasta partículas macroscópicas, dependiendo del grado de turbulencia. En lagos la turbiedad es debida a dispersiones extremadamente finas y coloidales.

La medición de la turbiedad, es una manera rápida que nos sirve para saber cuándo, cómo y hasta qué punto debemos tratar el cuerpo de agua para que cumpla con la especificación requerida.

4.2.7. COLOR

La presencia de color puede ser un indicador de calidad o deficiencia del ambiente acuático. Las algas provocan al agua un color verdoso por el contenido de clorofila, mientras que la presencia de formas solubles de hierro y manganeso le da un tono entre amarillo y pardo, los desechos de cromato le dan color amarillento.

El color del agua depende del rango espectral de la luz reflejada de la superficie del agua y de las longitudes de ondas dispersadas de la columna de agua. El agua pura aparece como azul, desde que esta longitud de onda es dispersa y tiene un gran coeficiente de transmisión.

4.2.8. TRANSPARENCIA

La transparencia es la cantidad de luz que se transmite (traspasa) en el cuerpo de agua, en un lago eutrófico la luz penetra con dificultad y el crecimiento de flora béntica productora de oxígeno se minimiza y queda en la oscuridad. Esta variable nos ayuda a determinar ciertas características de lagos (tipo de lago, flora, fauna, propiedades de agua, etc.).

En los lagos oligotróficos, la transparencia es mayor, puesto que la luz penetra con facilidad, colaborando con el crecimiento exuberante de flora béntica y la fauna es típica de aguas bien oxigenadas. (Truchas, larvas de libélulas, etc.).

4.2.8. SÓLIDOS DISUELTOS O RESIDUO FILTRABLE

Es la materia orgánica y las sustancias inorgánicas desintegradas contenidas en el agua. Son los residuos de la evaporación del agua filtrada, desecados por la temperatura.

Una cantidad excesiva hace que el agua disminuya su calidad y dificulte el desarrollo normal de organismos acuáticos.

4.2.9. ALCALINIDAD

La alcalinidad del agua se refiere al conjunto de compuestos que en su totalidad modifican el pH desde el lado alcalino de la neutralidad. La alcalinidad es debida a la presencia de carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos y en menor proporción por boratos, silicatos y fosfatos.

La alcalinidad indica la capacidad de buffer frente a ácidos.
Capacidad buffer de los lagos: es decir la capacidad de recibir H+ u OH- sin modificar el pH.

4.2.10. CONDUCTIVIDAD

Es la capacidad de transmisión eléctrica del agua entre dos polos. La conductividad en medios líquidos (Disolución) está relacionada con la presencia de sales en solución, cuya disociación genera iones positivos y negativos capaces de transportar la energía eléctrica si se somete el líquido a un campo eléctrico.

Estos conductores iónicos se denominan electrolitos o conductores electrolíticos.

Esta propiedad depende fundamentalmente de la concentración de los aniones (de acuerdo a su abundancia, son el CO_3^{-2} y el HCO_3^{-} Y el SO_4^{-2}, el Cl^{-} y el NO_3^{-} son

menos abundantes) y cationes (el Ca^{+2} es el más abundante, seguido del Mg^{+2}, Na^{+} y el K^{+})

4.2.11. DIÓXIDO DE CARBONO

Es un gas que se combina con el agua para formar ácido carbónico. Proviene de la atmósfera y de la actividad respiratoria de los organismos. Su concentración en el agua es variable; cuando es alta, puede constituir un factor limitante para los animales, ya que en estos casos suele ir asociado a concentraciones bajas de oxígeno. El Dióxido de carbono tiene relación con el pH del medio acuático e interviene en la formación de los esqueletos, carapachos y conchas de muchos invertebrados.

Existen en el medio acuático otros gases como el anhídrido sulfuroso (SH_3), que es muy venenoso y constituye un factor limitante cuando se acumula en aguas estancadas ricas en restos orgánicos. Este gas proviene de la reducción del sulfato de calcio por la bacteria Microspiraaestuarii. En muchos lagos se desprende a veces metano, el cual se produce por la descomposición anaeróbica de restos vegetales.

4.3. ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS

Tabla 9. Análisis Microbiológicos

Análisis Microbiológico		
Procedencia	lago Flores (descarga)	lago Flores (mutes. compa)
Dirección	Barrio "La Laguna"	Barrio "La Laguna"
Fecha de toma	25 de octubre de 2013	25 de octubre de 2013
Hora de toma	09h00	09h00
Tomado por	Sr. Andrés Puente	Sr. Andrés Puente
Cloro Residual	0,00 mg/l	0,00 mg/l
Coliformes Totales	11,00 NMP/100ml	8,00 NMP/100ml
Eschericha Coli.	2,00 NMP/100ml	1,00 NMP/100ml

La mayoría de las normas de calidad recogidas en la legislación de diferentes países han optado por el uso de tres grupos específicos de microorganismos como bioindicadores de contaminación fecal: coliformes totales, coliformes fecales y estreptococos.

4.3.1. COLIFORMES TOTALES

Los coliformes totales son las Enterobacteriaceae lactosa-positivas y constituyen un grupo de bacterias que se definen más por las pruebas usadas para su aislamiento que por criterios taxonómicos.

Pertenecen a la familia Enterobacteriaceae y se caracterizan por su capacidad para fermentar la lactosa con producción de ácido y gas, más o menos rápidamente, en un periodo de 48 horas y con una temperatura de incubación comprendida entre 30-37ºC.Dentro del grupo genérico de coliformes hay un incremento gradual de especificidad: coliformes totales, coliformes fecales y Eschericha coli, único indicador que tiene un origen casi exclusivamente fecal. El mejor indicador conocido de contaminación fecal son los coliformes fecales, ya que los excrementos contienen estos microorganismos que se encuentran presentes en la flora intestinal.

Entre el 90 y el 100% de estos microorganismos son E. coli. Un gramo de excrementos humanos contiene entre 5.10 y 5.1010 bacterias, es decir, más del 40% del peso húmedo de los excrementos humanos son células bacterianas.
En un efluente sin depurar, el número total de bacterias puede llegar a ser de 5*109 en 100 ml de muestra. Los coliformes fecales representan aproximadamente el 0,1% de esta flora bacteriana (es decir, 5*106 CF/100 ml).

4.3.1.1. Características en común

- Gram-negativos
- Bacilos no formadores de esporas

- Algunos son mótiles
- Anaeróbos fermentativos
- Fermentadores de lactosa produciendo gas y ácido luego de 48 horas a 32 o 35 °C

CAPÍTULO V

EUTROFIZACIÓN

En ecología el término eutrofización designa el enriquecimiento en nutrientes de un ecosistema. El uso más extendido se refiere específicamente al aporte más o menos masivo de nutrientes inorgánicos en un ecosistema acuático. Eutrofizado es aquel ecosistema o ambiente caracterizado por una abundancia anormalmente alta de nutrientes.

El desarrollo de la biomasa en un ecosistema viene limitado, la mayoría de las veces, por la escasez de algunos elementos químicos, como el nitrógeno en los ambientes continentales y el fósforo en los marinos, que los productores primarios necesitan para desarrollarse y a los que llamamos por ello factores limitantes.

La contaminación puntual de las aguas, por efluentes urbanos, o difusa, por la contaminación agraria o atmosférica, puede aportar cantidades importantes de esos elementos limitantes. El resultado es un aumento de la producción primaria (fotosíntesis) con importantes consecuencias sobre la composición, estructura y dinámica del ecosistema.

La eutrofización produce de manera general un aumento de la biomasa y un empobrecimiento de la diversidad.

En ecosistemas terrestres, las plantas que pasan a dominar son especies herbáceas ecológicamente pioneras, frecuentemente cosmopolitas, con alta tasa de reproducción, incapaces de competir en ambientes oligotrofos (pobres en nutrientes) o mesotrofos. En ecosistemas acuáticos, con la eutrofización empiezan a proliferar algas unicelulares, en general algas verdes. En los océanos, la eutrofización local, a veces por causas naturales, puede provocar una marea roja o marea blanca: la explosión demográfica de una sola especie de alga, que en muchos casos provoca la intoxicación de la fauna mayor.

La explosión de algas que acompaña a la primera fase de la eutrofización provoca un enturbiamiento que impide que la luz penetre hasta el fondo del ecosistema.

Como consecuencia en el fondo se hace imposible la fotosíntesis, productora de oxígeno libre, a la vez que aumenta la actividad metabólica consumidora de oxígeno (respiración aeróbica) de los descomponedores, que empiezan a recibir los excedentes de materia orgánica producidos cerca de la superficie.

De esta manera en el fondo se agota pronto el oxígeno por la actividad aerobia y el ambiente se vuelve pronto anóxico. La radical alteración del ambiente que suponen estos cambios, hace que no sea viable la existencia de la mayoría de las especies que previamente formaban parte del ecosistema.

La transformación de ecosistema acuático es radical como se puede apreciar en las ilustraciones 12 y 13.

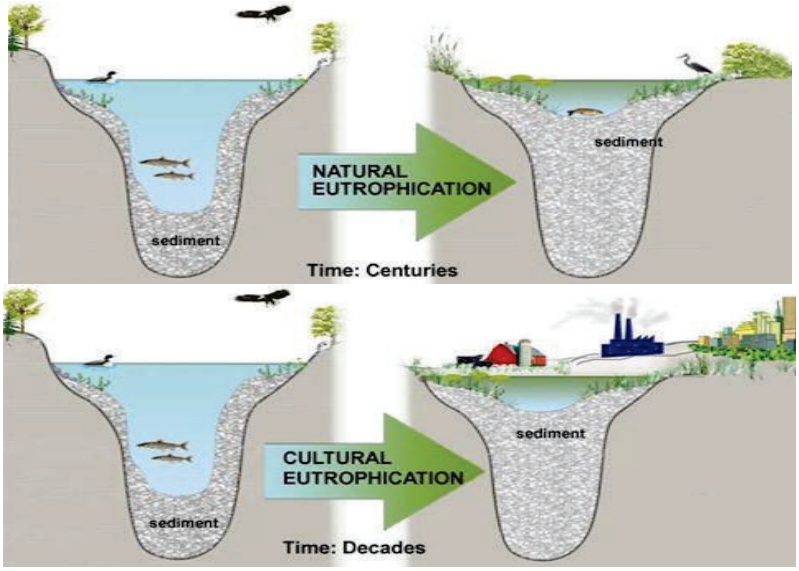


Ilustración 12. Etapas de la eutrofización

Fuente: http://rmbel.info/lake-eutrophication/

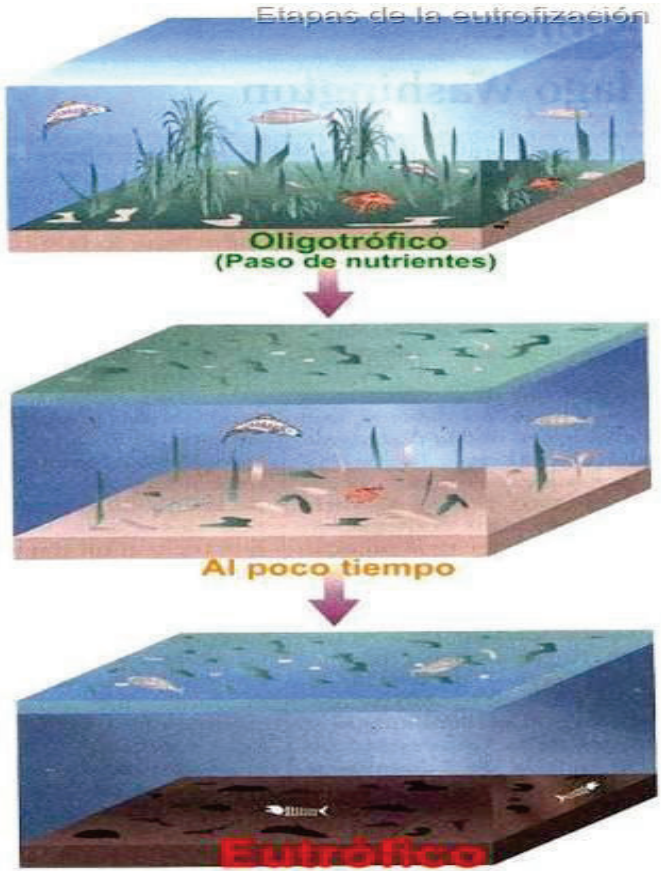


Ilustración 13. Etapas de la eutrofización

Fuente: http://www.sierradebaza.org/reportajes/reportaje_eutrofizacion/reportaje_esquema.htm

5.1. PROCESOS

En un cuerpo de agua cerrado, por ejemplo, una laguna el proceso de eutrofización puede terminar por convertir al cuerpo de agua en tierra firme. Esto ocurre porque los nutrientes que ingresan masivamente al sistema generan una gran biomasa de organismos de vida generalmente efímera que al morir se acumulan sobre el fondo y no son totalmente consumidos por organismos degradadores (especialmente bacterias). Procesos naturales de eutrofización se pueden observar claramente en las lagunas formadas por los cauces antiguos de los ríos amazónicos que se transforman en pantanos y posteriormente se cubren de vegetación.

5.2. CAUSAS DE LA EUTROFIZACIÓN

Una de las causas y la principal es que constituye un proceso natural que dura inclusive cientos de años, pero la actividad antropogénica acelera este proceso.

La principal causa antropogénica de procesos de eutrofización es la contaminación química. Las formas más importantes desde este punto de vista son:

- La contaminación agropecuaria, sobre todo la contaminación difusa de los suelos y de los acuíferos con fertilizantes inorgánicos de origen industrial o extractivo; o por excrementos animales, a causa de una producción masiva de ganado, aves, peces, etc. Estas causas aportan nitrógeno, en forma de nitrato y amonio, y fósforo, como fosfato, a la vez que cationes como potasio (K+,) magnesio (Mg++), etc.

- Las contaminaciones forestales, por abandono en los ríos de residuos forestales y restos del aprovechamiento maderero, lo que aumenta la materia orgánica disuelta, favoreciendo la proliferación de flora eutrófica como berros y

lenteja de agua, que a su vez remansa la corriente y disminuye el espejo del agua.

- La contaminación atmosférica por óxidos de nitrógeno (NO_x) y óxidos de azufre (SO_x). Éstos reaccionan con el agua atmosférica para formar ion nitrato (NO_3^-) e ion sulfato (SO_4^{2-}) que una vez que alcanzan el suelo forman sales solubles. De esta manera se solubilizan los cationes del suelo, provocando el empobrecimiento de éste en nutrientes. Esas sales son arrastradas fácilmente a los acuíferos y a los ríos, contaminándolos. En estos últimos la importante incorporación de nutrientes así producida, puede dar lugar a un proceso de eutrofización. Ésta afectará finalmente también a los embalses, así como a los lagos o mares donde los ríos desemboquen.

- La contaminación urbana. Los efluentes urbanos, si no hay depuración o ésta es sólo parcial, aportan nutrientes en dos formas:
    - residuos orgánicos, que enriquecen en elementos previamente limitantes del ecosistema;
    - residuos inorgánicos como el fosfato, empleado como emulgente en la fabricación de detergentes. Por esta razón las legislaciones modernas promueven la sustitución del fosfato en la fabricación de estos productos.

5.3. SITUACIÓN DE LOS LAGOS EN EL MUNDO Y EN ECUADOR

Desde el 2008, “la eutrofización golpea a más del 54 por ciento de los lagos asiáticos; el 53 por ciento de los lagos europeos; el 48 por ciento de los de América

del Norte; el 41 por ciento de los sudamericanos y el 28 por ciento de los lagos africanos.” [12]

En el Ecuador la eutrofización alcanzó al lago San Pablo, los asentamientos a sus alrededores son los directos responsables de este problema, ya que realizan las descargas de aguas residuales al lago, por lo que, el gobierno seccional emprendió un proyecto para salvar el lago, que consistió en la construcción de colectores alrededor del lago, que captan las aguas residuales y las redirigen hacia plantas de tratamiento que cumplen con las especificaciones de normas de descarga.

CAPÍTULO VI

CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS AFLUENTES AL LAGO EN ESTUDIO

Gracias a los análisis realizados se pudo discernir y presumir una posible procedencia del afluente que aporta al lago, dándonos una idea más acertada de las causas de la sobrepoblación de algas entre los cuales se infieren:

6.1. APORTE DE AGUAS MINERALES

Se cree que el mayor aporte del lago es del agua del rio que pasa junto al parque, se llegó a esta conclusión por la cantidad y tipo de minerales disueltos encontrados durante los exámenes lo que da en general al lago relativamente una buena calidad de agua.

6.2. APORTE DE FILTRACIONES DE AGUAS RESIDUALES

[12] Informe del proyecto: *Survey of theState of theWorld'sLakes* promovido por el *International Lake EnvironmentCommittee*, resultado publicado por: "Le Scienze, Edición Italiana"

Gracias a una revisión visual y al examen bacteriológico realizado al lago se pudo determinar que pueden existir pequeños aportes producidos por daños en las tuberías de alcantarillado, esta inferencia se hace gracias a los datos que indican un enriquecimiento anormal de nutrientes del ecosistema del lago.

6.3. APORTE POR ACTIVIDAD ANTROPOGÉNICA

Se llegó a esta conclusión gracias a un seguimiento periódico de las actividades que se llevan a cabo en el lago y del manejo que se le está dando al mismo, esto brindó indicios de la existencia de falta de cultura de cuidado por parte de la comunidad que del parque se sirve, de la mano con un manejo inadecuado por decir menos de las instalaciones, infraestructura y logística que se requiere para un manejo eficiente de un parque de este nivel.
Esto es fácilmente verificable tal es el ejemplo de las siguientes ilustraciones.

Ilustración 14. Deterioro de la infraestructura

Fuente: El autor

Ilustración 15. Falta de cultura y manejo inadecuado

Fuente: El autor

CAPITULO VII

TRATAMIENTO DE LAS AGUAS EUTROFIZADAS

Los datos arrojados por los análisis hechos en las muestras del agua del lago, brindaron pautas plausibles de los posibles tratamientos a aplicarse independientemente atándonos al largo método de prueba y error o conjugarlos de manera coordinada y de aplicación secuencial para mejorar exponencialmente la posibilidad de obtener resultados favorables y disminuir los riesgos de cada uno de los procesos que en ellos ya son presumibles.

Los procesos individuales considerados y fundamentados son los siguientes:

7.1. USO DE CARBONATO DE CALCIO

Se consideró el uso del carbonato de calcio, debido a que, este puede funcionar como inhibidor de crecimiento de algas, ya que, al añadir cantidades adecuadas el

carbonato de calcio reacciona con las formas del fósforo utilizadas como nutrientes por las algas limitando el desarrollo de las mismas.

No se trató de inhibir el crecimiento por medio de los nitratos que también fungen como nutrientes para las algas porque se encuentran en proporciones muy altas en comparación a las de los fosfatos que son fácilmente manejables.

7.2. USO DE ALGICIDAS

Frecuentemente se aplica alguicidas para destruir crecimientos excesivos de algas que se presentan en forma de manchas o alfombras o en concentraciones elevadas de plancton.
Sin embargo, en ocasiones hay que tratar con alguicidas, concentraciones relativamente bajas de algas, por ejemplo, Synura y Uroglenopsis, que son capases de ocasionar trastornos aun cuando se encuentran en pequeño número.

Actualmente, el sulfato de cobre es el único alguicida de uso común, aunque el cloro sirve al mismo propósito y es bactericida y oxidante. El sulfato de cobre es toxico para muchas algas, en concentraciones relativamente bajas, por lo regular, no es mortal para los peces, en la concentración recomendada, y es relativamente barato. Sin embargo, en aguas alcalinas precipita fácilmente como carbonato de cobre, y con mayor lentitud en hidróxido de cobre, y en tales casos se considera que su eficacia como alguicida de limita a un corto tiempo después de su aplicación.

7.3. TRATAMIENTO PROGRAMADO

Se implementará para el tratamiento varias etapas secuenciales que son:

7.3.1. DOSIFICACIÓN DE CARBONATO DE CALCIO ($CACO_3$)

La dosificación se realizará de manera ininterrumpida por un sistema de goteo de una solución al 5% y en una dosificación establecida de 40 ml/l/s cada una ubicados en los puntos estratégicos mostrados en la ilustración.

Se realizará una revisión mensual de los resultados y en caso de ser requerido se realizará un reajuste en la dosificación.

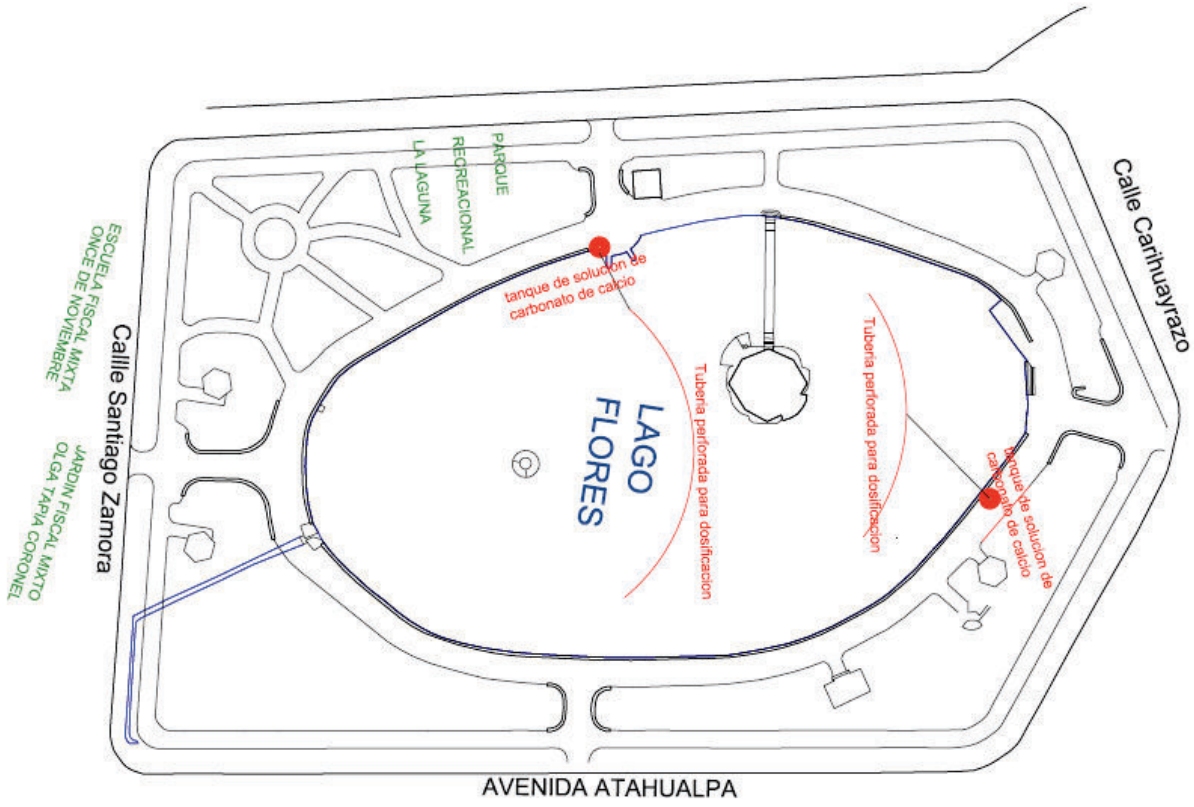


Ilustración 16. Puntos de dosificación de carbonato de calcio

Fuente: El Autor

7.3.1.1. Cálculo dosificación de carbonato de calcio ($caco_3$)

7.3.1.1.1. Cálculo de volumen y caudal del agua del lago a tratar

En primer lugar, se calculó el volumen de agua a tratar.

Una vez conocida el área del lago lo que necesitábamos saber era la profundidad de este para lo cual se tomó mediciones con una regleta dándonos como resultado una media de 1,56m.

Finalmente, el resultado es: $10000\,m^2 \times 1{,}56\,m = 15600 m^3$

Esto llevado a litros es: $1m^3 = 1000l \quad 15600\,m^3 = 15600000l$

Pero el desplazamiento del agua desde el ingreso hasta la salida oscila entre los 6 y 8 días dependiendo de los vientos y precipitaciones que se presenten

Lo que hace que por día circulen 1571428,57 litros/día y por ende los 4 puntos de dosificación van a tratar aproximadamente 392857,14 litros/día y 4,55 litros/s

7.3.1.1.2. Cálculo de la dosis óptima de carbonato de calcio

Primero se debe realizar una solución de carbonato de calcio al 5% para esto se debe pesar 5gr de carbonato de calcio en una balanza de precisión como se observa en la ilustración 17.

Ilustración 17. Pesaje de carbonato de calcio

Fuente: El autor

Una vez que se obtiene la cantidad requerida se lo pasa a un matraz aforado de 100ml para después adicionar agua destilada hasta alcanzar la línea de aforo como se muestra en la ilustración 18.

Ilustración 18. Solución al 5%

Fuente: El Autor

El siguiente paso es filtrar el agua de la muestra compuesta para separar los sólidos suspendidos y así obtener muestras transparentes de mejor calidad, para esto se utilizará papel filtro y con un poco de ayuda de la gravedad obtendremos lo que necesitamos. (ilustración 19)

Ilustración 19. Filtración de muestra

Fuente: El autor

Finalmente se colocó el agua filtra en matraces en grupos de tres para realizar pruebas de eficacia y dosis óptima de carbonato de calcio para finalmente obtener la tabla 10 donde están los resultados.

Tabla 10. Dosis optima carbonato de calcio

Pruebas para dosis optima					
Cantidad de solución de carbonato de calcio		Número de Pruebas			Detalle
		prueba 1	prueba 2	prueba 3	
20	ml	ea	Ea	ea	la calidad de agua es pésima
30	ml	ea	Ea	ea	la calidad de agua es pésima
40	ml	pa	Pa	pa	cantidad de algas manejable (optima)
50	ml	pa-es	pa-es	es	Exceso de sedimentos con pocas algas
60	ml	pa-es	Es	es	exceso de sedimentos sin algas
ea	Exceso de algas				
pa	Pocas Algas				
es	Exceso de Sedimentos				

7.3.2. AIREACIÓN

Se tomó en consideración la aireación como método de tratamiento, debido a que, el oxígeno en el agua trabaja de manera similar al carbonato de calcio reaccionando con el fosfato dejando como resultado formas del fósforo que no pueden ser asimiladas por las algas.

Ya existiendo un sistema de aireación en el lago que es la pileta, se mantendrá encendida la pileta en los siguientes horarios:

1. De 6:00 a 11:30
2. De 12:00 a 16:30

3. De 17:00 a 23:00

De esta manera obtenemos mayor oxigenación en el agua, se cuidan los equipos y se mejora paisajísticamente el lugar.

7.3.3. DOSIFICACIÓN DE ALGICIDA

El alguicida escogido es el sulfato de cobre por sus variados beneficios. Este método será usado como contingente, si después de realizados los procesos anteriores no existen mejoras considerables se procederá a dosificar 330g de $CuSO_4$ por 1000m^3 esta dosificación fue determinada como óptima por un factor importante que es la alcalinidad siendo esta determinante en la medida de que si es inferior a 50ppm se procedería con la dosificación antes mencionada, pero en el caso de que la alcalinidad varíe y sea superior a 50ppm la dosificación deberá ser de 2 Kg por 1000m^3.

La dosificación se realizará en los puntos mostrados por la siguiente ilustración:

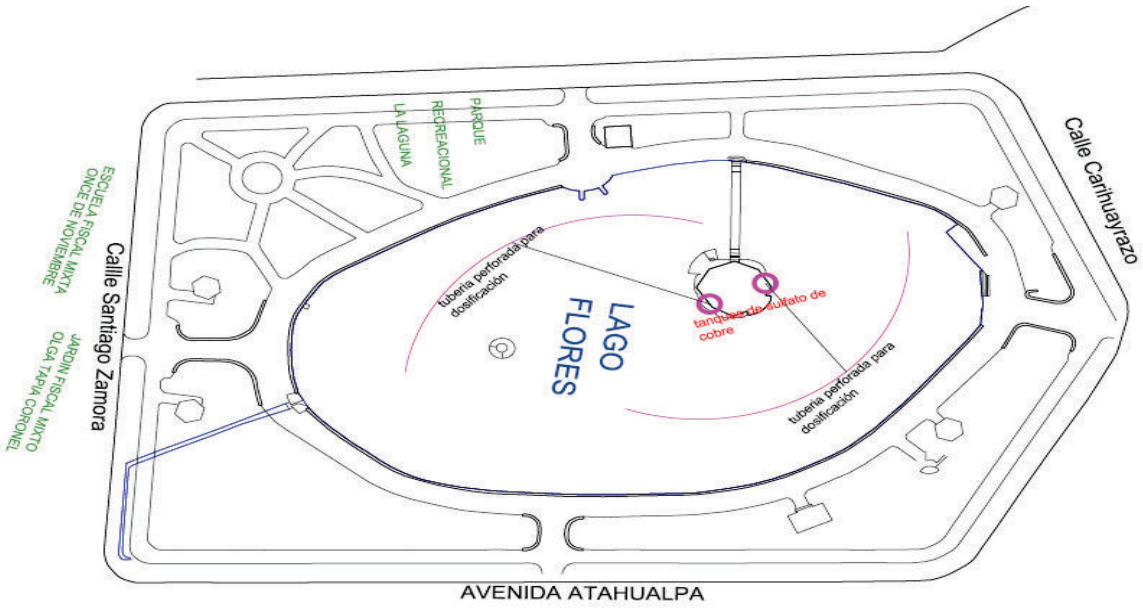


Ilustración 20. Puntos dosificación sulfato de cobre

Fuente: El Autor

CAPITULO VIII

MANEJO SOSTENIBLE Y SUSTENTABLE

Las funciones ambientales de los parques urbanos se plantean hoy como una cuestión básica; como un objetivo de la gestión urbana. No obstante, el análisis y manejo ambiental de tales espacios es llevada a cabo por distintos sectores institucionales sin una consideración de conjunto en términos de su aporte a la sustentabilidad urbana.

El modelo se presenta como un aporte conceptual y metodológico; y como una herramienta de gestión, a partir de un modelo abierto, flexible, que admite la modificación de indicadores o la incorporación de otros, atendiendo a las condiciones específicas en posibles casos de estudio.

8.1. LOS PARQUES Y ÁREAS VERDES EN EL MARCO DE LA SUSTENTABILIDAD URBANA

Desarrollo sostenible, ciudad sostenible y sustentabilidad urbana son conceptos asociados y, ante todo, complejos en tanto pretenden involucrar y balancear objetivos de distinta índole.[13]

Especialmente en torno a la sustentabilidad urbana se desprenden diferentes métodos, respondiendo a distintos enfoques o énfasis en determinados aspectos o funciones del ambiente urbano, con lo cual los indicadores pueden variar según el contexto específico de aplicación, sus condiciones, prioridades y objetivos.[14]

---

[13] Lindsey, 2003; Scipioni et al., 2008

[14] Alberti, 1996; Fehr et al., 2004

En cualquier caso, tales conceptos constituyen un marco de integración de diferentes dimensiones del medio ambiente y del desarrollo, desde distintas escalas y perspectivas.

De manera análoga, el discurso y el análisis de la sustentabilidad, referido a los parques o al verde urbano, es campo de múltiples miradas desde diversas escalas y enfoques de integración.

En las 11 y 12 Tablas se presenta una síntesis de planteamientos en torno a la sustentabilidad de parques y áreas verdes, dejando ver distintos niveles o escalas de aproximación.

En primer lugar, en los análisis de sustentabilidad a escala urbana o de ciudad, los parques y espacios verdes suelen ser considerados solo como un indicador o un dato más en las guías o estructuras analíticas determinadas, agrupados ya sea en términos de área m^2 de espacio verde, acciones de mejoramiento de la biodiversidad, incremento de áreas naturales,[15] mantenimiento de parques y preservación de recursos naturales

[15]Abolina&Zilans, 2002; Zilans&Abolina, 2007

Tabla 11. Aproximaciones conceptuales y analíticas en torno a la sustentabilidad de parques y áreas verdes urbanas

Estudio	Escala	Caracterización del estudio	Categorías conceptuales y analíticas
Clark *et al.* (1997)	Verde urbano (*urban forest*)	Modelo cualitativo de sustentabilidad del verde urbano	Modelo / componentes / criterios / indicadores / objetivos. Tres componentes: árboles y áreas verdes saludables, apoyo comunitario, manejo apropiado
Halvorsen (2000)	Estructura verde urbana (*urban green structure*), natural y cultivada	Herramientas analíticas para evaluar la sustentabilidad del verde urbano, proveyendo tanto una presentación numérica como visual de la situación	Método del *Green poster*: valores y funciones para la recreación y el juego, valores estéticos / valores de paisaje, valores naturales / diversidad biológica
Abolina and Zilans (2002)	Urbana	Evaluación de la sustentabilidad en la planeación urbana. El espacio verde urbano como parte del conjunto de indicadores de sustentabilidad	Los planes de desarrollo en relación al transporte y el espacio verde. Temas: área de espacio verde, área de antejardín (*family garden*), conectividad (corredores verdes), mejoramiento de la diversidad biológica
Fehr *et al.* (2004)	Urbana	Indicadores de sustentabilidad en políticas ambientales municipales de largo plazo	Indicadores básicos de sustentabilidad municipal. Lista que incluye: existencia de áreas de recreación pública, ríos y quebradas bajo protección oficial
Lindsey (2003)	Senderos verdes urbanos	Una estructura para evaluar su sustentabilidad. Un conjunto de indicadores para estimar el progreso hacia objetivos de sustentabilidad	Principios / objetivos / indicadores. Principios: economía basada en el lugar, equidad, armonía con la naturaleza, ambiente construido habitable. Indicadores: número de usuarios, beneficios netos, disposición para contribuir, equidad de acceso, frecuencia y dominancia de especies, cualidad de hábitat, biodiversidad acuática, cobertura de dosel, consideración de la población urbano regional, encuestas de usuarios
Chiesura (2004)	Parque	Exploratorio. Un análisis realizado entre visitantes de un parque urbano. Beneficios sociales y psicológicos para los ciudadanos; implicaciones para la sustentabilidad de la ciudad	Motivos de la gente para frecuentar la naturaleza urbana, dimensión emocional y beneficios percibidos, satisfacción pública con la cantidad de áreas verdes en la ciudad

Tabla 12. Aproximaciones conceptuales y analíticas en torno a la sustentabilidad de parques y áreas verdes urbanas

Estudio	Escala	Caracterización del estudio	Categorías conceptuales y analíticas
Cranz & Boland (2004)	Parque	El parque como objeto de estudio. Conceptual. Describe el parque sostenible como un quinto modelo de parques	Postula tres principios generales o atributos del parque sostenible: autosuficiencia de recursos, integración al sistema urbano, nuevos modelos de expresión estética
Jim (2004)	Verde urbano	Revisión comprehensiva para integrar los últimos hallazgos en el tema de la vegetación en la ciudad sostenible	Estrategias alternativas para el enverdecimiento sostenible de la ciudad compacta. Principios y prácticas para implementar esfuerzos de enverdecimiento. Existentes y nuevos sitios verdes. Cinco cuestiones: qué, dónde, cuándo, cómo, quién podría acompañarlos
Gustavsson *et al.* (2005)	Verde urbano	Definición conceptual del manejo sostenible de arbolado y parques urbanos	Adaptación a condiciones locales, utilización de procesos naturales de desarrollo de flora y fauna, continuidad en el manejo, control del uso de químicos, manejo de agua y recreación
Li *et al.* (2005)	Verde urbano	Estructura conceptual comprehensiva para el enverdecimiento urbano	Principios y requerimientos: estructura y función, claridad y consistencia, diversidad funcional y ecológica, biodiversidad y ecoservicios, accesibilidad para el público, distribución del espacio verde, integración y transformación, aceptación e implementación
García y Guerrero (2006)	El parque como unidad de análisis	Identificación de tendencias positivas y negativas hacia la sustentabilidad del predio, en función de la gestión y uso	Indicadores de sustentabilidad ambiental en el manejo de áreas verdes: superficie cubierta por vegetación, carga humana sostenible, funciones ecológicas, índice de patrimonio, depredación del parque urbano, tendencia de la demanda turística, proyección de la inversión municipal, vulnerabilidad natural, vulnerabilidad patrimonial, gestión integral del parque
Zilans & Abolina (2007)	Urbano	Una metodología para evaluar la sustentabilidad urbana. El conjunto de área verde como indicador	Criterios de sustentabilidad en los planes y sistemas de manejo urbano v/s las responsabilidades y competencias del gobierno municipal. Criterios: promover e incrementar la biodiversidad y ampliar y atender los espacios verdes formales y los más naturales

Esa consideración es bastante reducida frente a la pregunta por la contribución de los parques al proyecto de ciudad sostenible, que supone ir más allá de los datos o reportes sobre cantidad y mantenimiento de estos. Efectivamente, los espacios verdes urbanos no son espacios cualitativamente neutrales, por el contrario, son lugares característicos, diferenciados en sus contenidos y formas, al igual que en sus funciones ecológicas, urbanas y sociales.

No implican, de antemano, una expresión intrínseca de desarrollo sostenible, ni deben ser asumidos como bienes incuestionables en la ciudad.[16] Su aporte en tal sentido va a estar mediado justamente por las especificidades que presentan, cuyo reconocimiento supone acercarse al espacio verde como objeto de estudio en sí mismo.

8.2. PRINCIPIOS E INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD DE GRANDES PARQUES URBANOS DEL PARQUE URBANO AL PARQUE SOSTENIBLE

De acuerdo con Clark *et al.* (1997) la sustentabilidad puede ser entendida como la habilidad para producir y/o mantener, durante algún tiempo en el futuro, un conjunto de condiciones o cosas deseadas.

En ese marco general, algunos conceptos clave de sustentabilidad, como el de capacidad de auto regeneración, tienen un alcance limitado al plantearse a nivel de la ciudad, de los parques o del verde urbano. Específicamente se hace referencia a las restricciones que presenta, por ejemplo, el desarrollo de procesos sucesionales de la vegetación, no siempre viables técnica y socialmente dadas las múltiples funciones que se le demandan a estos espacios.

---

[16]Halvorsen, 2000

Asimismo, se plantea que, de manera análoga, la autocosteabilidad económica como criterio de sustentabilidad tiene un alcance restringido en tales espacios, si se tiene en cuenta que aquellos proveen servicios ambientales antes que bienes o productos físicos directos, aunque esos servicios incidan positivamente en la producción o productividad de diversos sectores económicos y sociales urbanos.

No obstante, en ese contexto urbano restrictivo, la noción de parque sostenible está asociada, de acuerdo a los criterios de sustentabilidad, a la existencia de determinados atributos o características ecológicas, ambientales, sociales y de economía de recursos, como principios que definen su estructura y funcionamiento y que se convierten en beneficios para el presente y para el futuro.

En concordancia con lo anterior, las tablas 11 y 12 permiten definir un marco conceptual y analítico de sustentabilidad de parques urbanos, expresado en tres principios generales que enmarcan una relación de indicadores para una visión integrada: la funcionalidad ecológica, la economía y el manejo ambiental de recursos y la funcionalidad social, como se representa en la Ilustración 21.

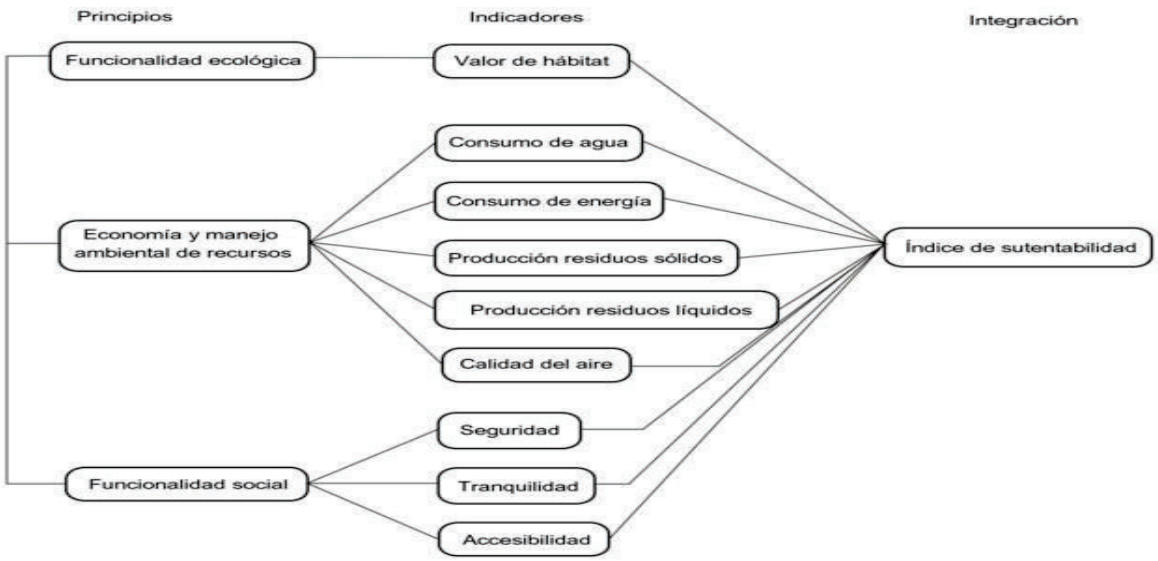


Ilustración 21. Representación esquemática de la construcción del índice de sustentabilidad

Fuente: http://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/9788461256419.pdf

8.3. PLAN DE MANEJO SOSTENIBLE Y SUSTENTABLE

Se ha estimado ciertos recursos que se necesitarán para poder establecer un manejo sostenible y sustentable.

8.3.1. SEGURIDAD.

Se requiere seguridad las 24h. En el parque para:

1. Impedir el daño de la infraestructura
2. Detener el vandalismo
3. Reducir los índices de delincuencia en el sector
4. Mejorar la percepción de seguridad de la zona
5. Concienciar a la comunidad sobre el cuidado de las instalaciones

8.3.2. JARDINERÍA

Se requerirá personal capacitado para realizar labores de jardinería, pero con los debidos cuidados que se debe tener para impedir el ingreso de hojarasca y materia orgánica a la laguna por esta actividad.

8.3.3. MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES

En este punto se necesitará personal capacitado para realizar el mantenimiento de los servicios higiénicos del parque, así como también, el mantenimiento de la pileta, juegos, barcazas entre otros.

8.3.4. TRATAMIENTO DEL LAGO

El personal técnico es indispensable en este punto para controlar cada uno de los procesos, además del monitoreo de los avances que se tienen en el tratamiento.

Los equipos y los químicos requeridos para los tratamientos también deben ser considerados.

CAPÍTULO IX

9.1. CONCLUSIONES

- La eutrofización se ha convertido en uno de los mayores problemas presentes en todos nuestros lagos, a pesar de ser un proceso natural la actividad humana hace que este proceso se acelere.

- Este tipo de contaminación en los lagos acelera la total o parcial desaparición de las especies de los sistemas acuáticos.

- La extracción de algas realizada actualmente produce efectos visuales desagradables en el lugar y al dejar secar las algas en el sitio se producen olores nauseabundos, lo que deja mucho que desear de esta operación.

- La falta de mecanismos que protejan al lago del ingreso de materia orgánica durante los procesos de jardinería y limpieza del parque hace que el enriquecimiento sea continúo ayudando así a la eutrofización.

- La falta de educación ambiental de la población que utiliza el parque es evidente debido a la actitud frente a la basura.

- Los análisis arrojaron resultados interesantes en especial el análisis bacteriológico en el cual dio positivo para Coliformes totales y Eschericha coli este resultado nos dice que en algún punto existe una contaminación de aguas residuales, por lo tanto, se debe pensar en una revisión del afluente y de las redes sanitarias aledañas a este.

9.2. RECOMENDACIONES

- Los organismos competentes deberían implementar programas educativos para la población, difundiendo por los diferentes medios de comunicación la importancia de proteger la integridad de los ecosistemas acuáticos en todas sus áreas.

- El monitoreo de forma permanente de las posibles causas que pueden contaminar los lagos es indispensable, para establecer mecanismos preventivos frente a contaminantes ambientales.

- Debe existir el compromiso formal de los organismos para crear y aplicar políticas protectoras de las fuentes naturales de agua, mediante la formulación de ordenanzas que comprometan la participación de la sociedad en general.

- Los gobiernos locales y nacionales a través de gestiones oportunas deben facilitar y asignar los recursos económicos necesarios para la protección de los recursos hídricos.

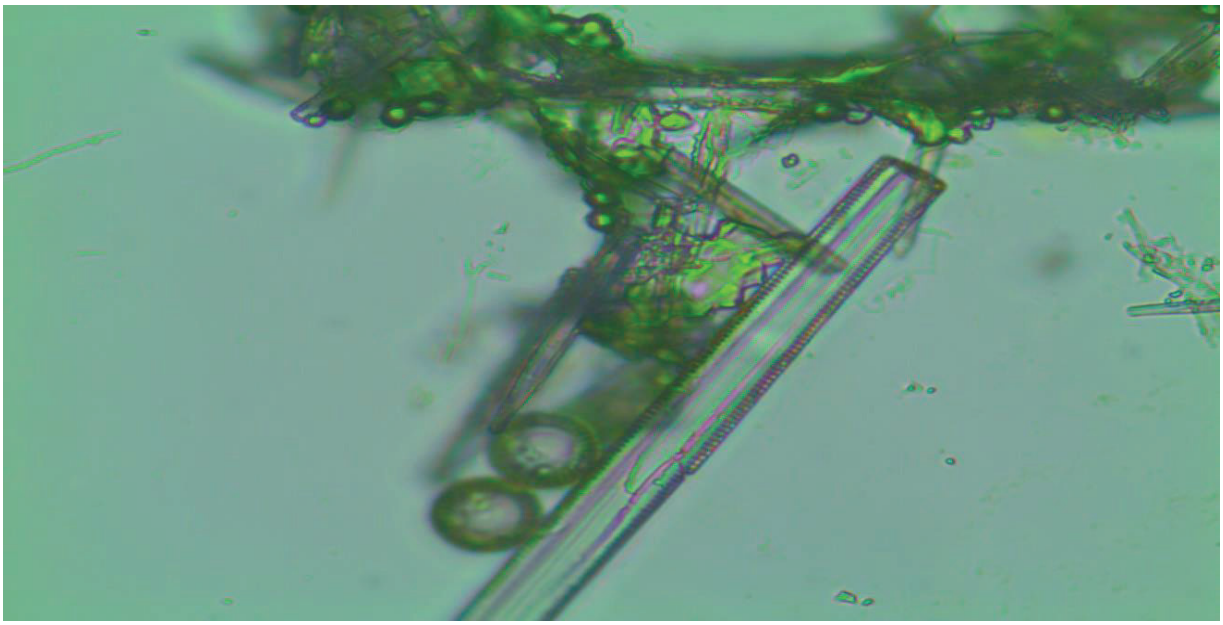
- El gobierno local se debe preocupar por los tratamientos que se deben dar a las aguas residuales antes de realizar las descargas al rio, así como también se deben preocupar por la integridad de las tuberías del sistema de alcantarillado.

9.3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

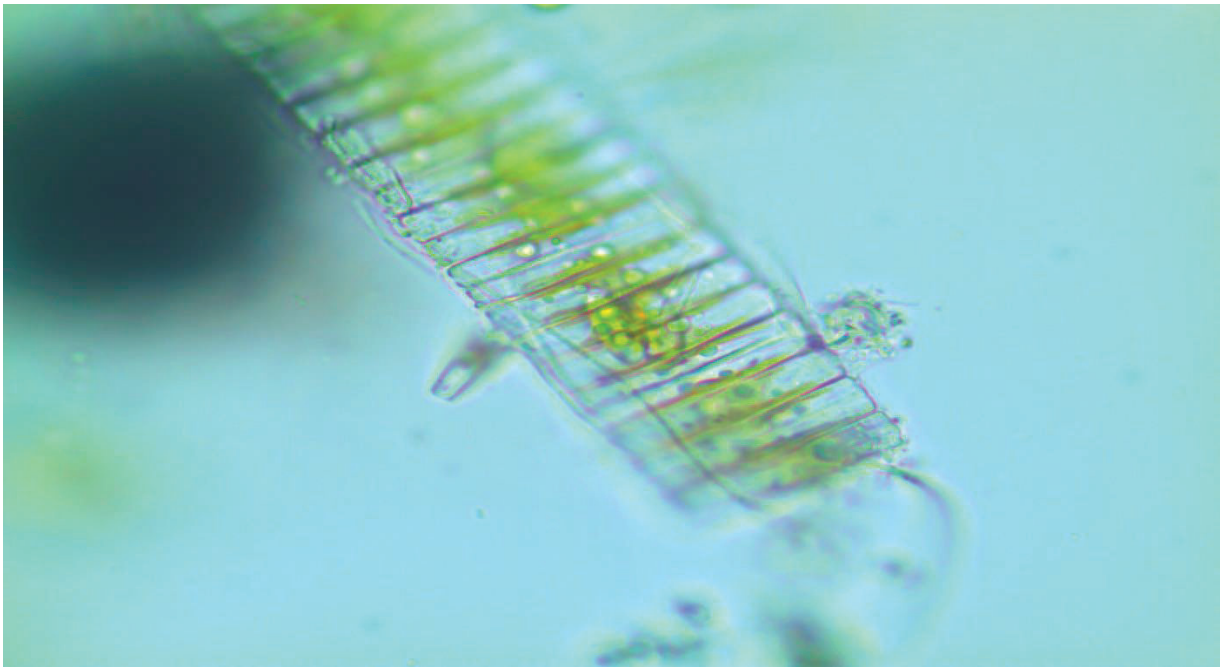
- Abolina&Zilans, 2002; Zilans&Abolina, 2007
- Alberti, 1996; Fehr et al., 2004
- Análisis de agua en vertidos industriales. Medio ambiente. Tomo 2. Recopilación de normas UNE. AENOR, N.A., Madrid, 1998.
- APHA-AWWA-WPCF. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Díaz de Santos, S.A., Madrid, 1992.
- Calidad del agua. Medio ambiente. Tomo 1. Recopilación de Normas UNE. AENOR N.A., Madrid, 1997.
- Central Intelligence Agency https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/xx.html#Geo
- De Ciencias http://www.deciencias.net/proyectos/4particulares/quimica/compuestos/agua.htm
- Decenio internacional para la "El Agua Fuente de vida" 2005 - 2015 http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml
- Halvorsen, 2000
- Informe del proyecto: Survey of theState of theWorld'sLakes promovido por el International Lake EnvironmentCommittee, resultado publicado por: "Le Scienze, Edición Italiana"
- Lindsey, 2003; Scipioni et al., 2008
- Mervin Palmer, Algas en abastecimiento de agua, manual ilustrado acerca de la identificación, importancia y control de las algas en los abastecimientos de agua
- NEBEL; Bernard y otro. 1999, CIENCIAS AMBIENTALES Ecología y desarrollo sostenible, 6° edición, Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, México, México.

ANEXOS

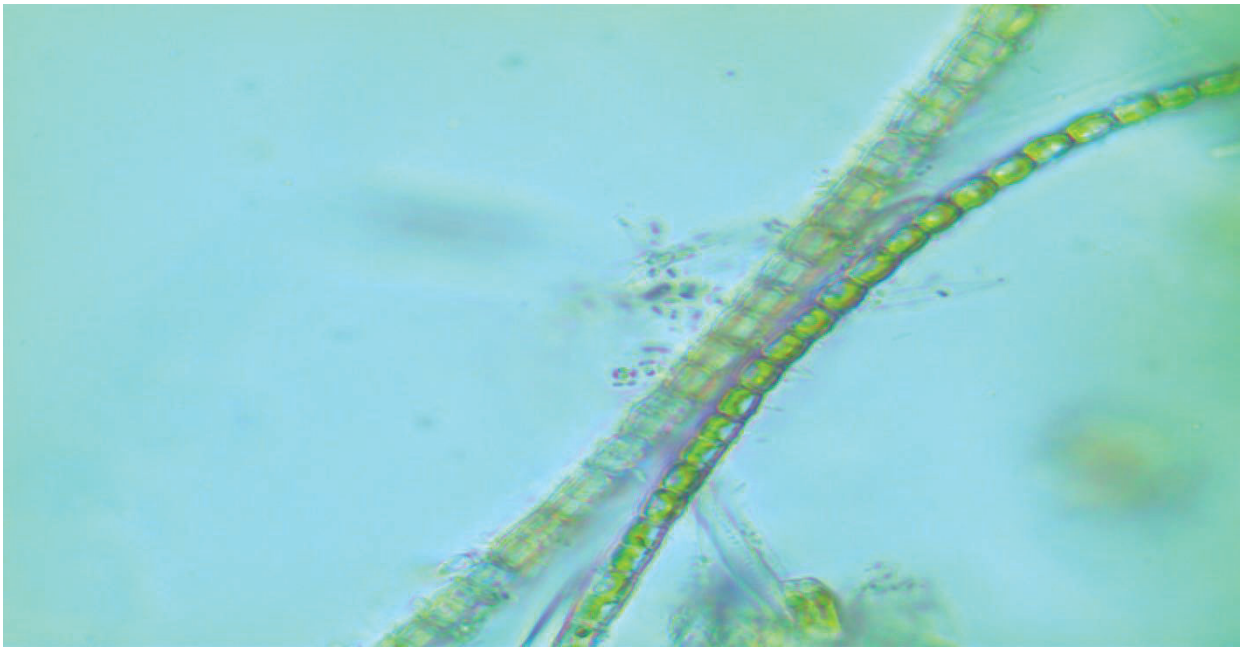
Fotografías microscópicas de algas de la laguna 1



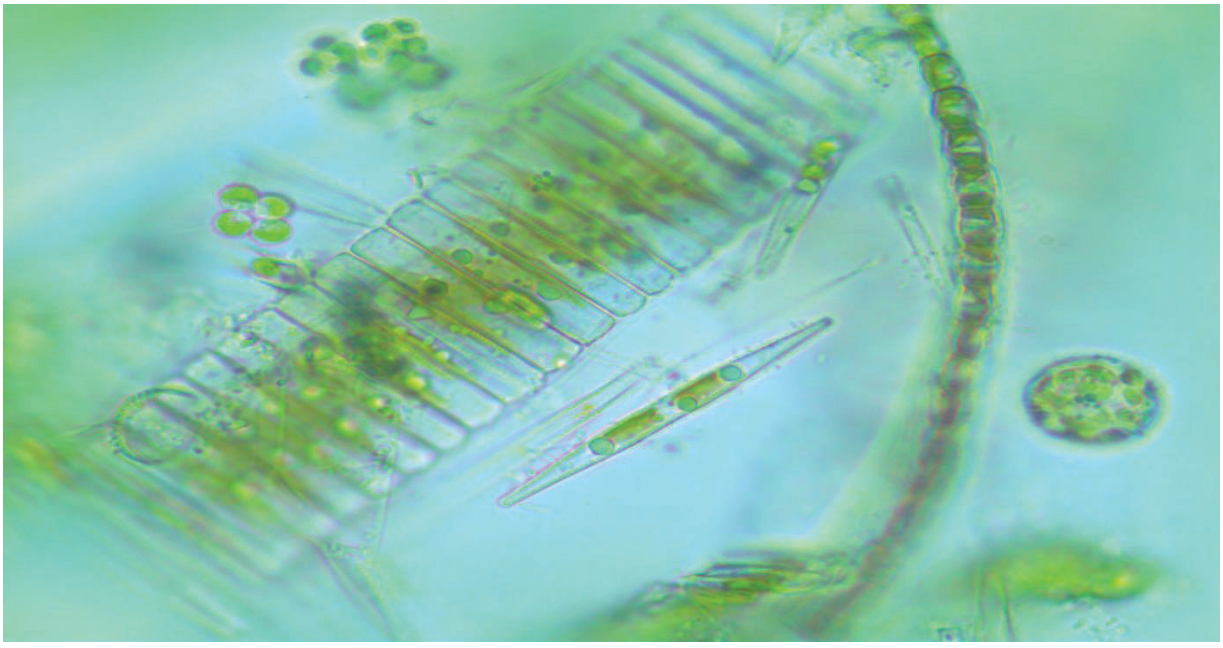
Fotografías microscópicas de algas de la laguna 2



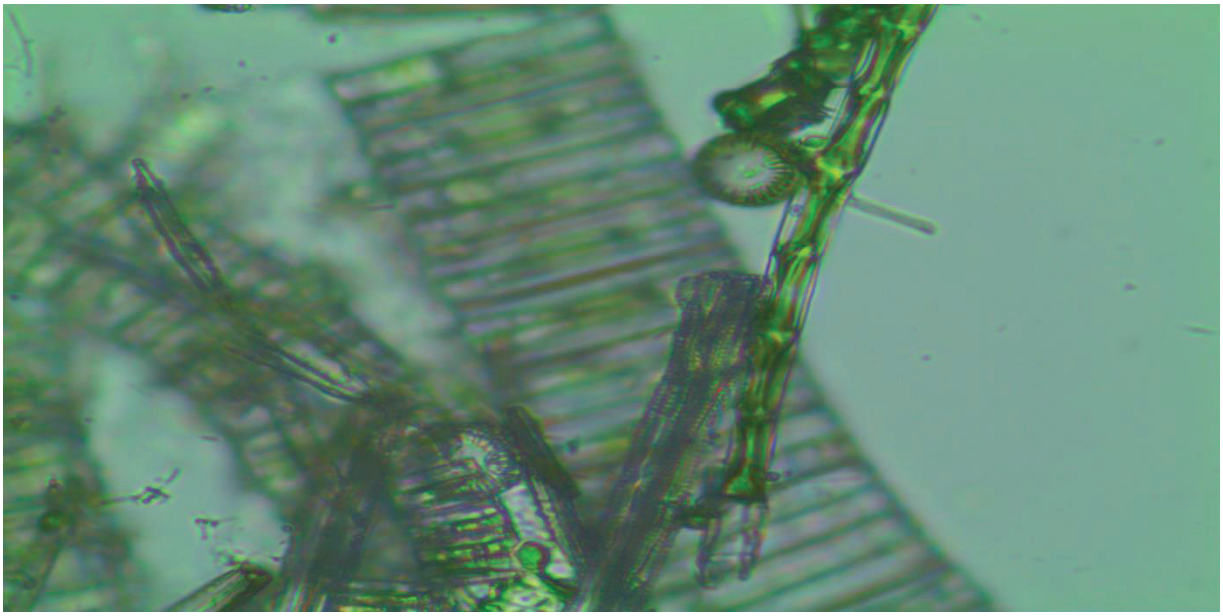
Fotografías microscópicas de algas de la laguna 3



Fotografías microscópicas de algas de la laguna 4

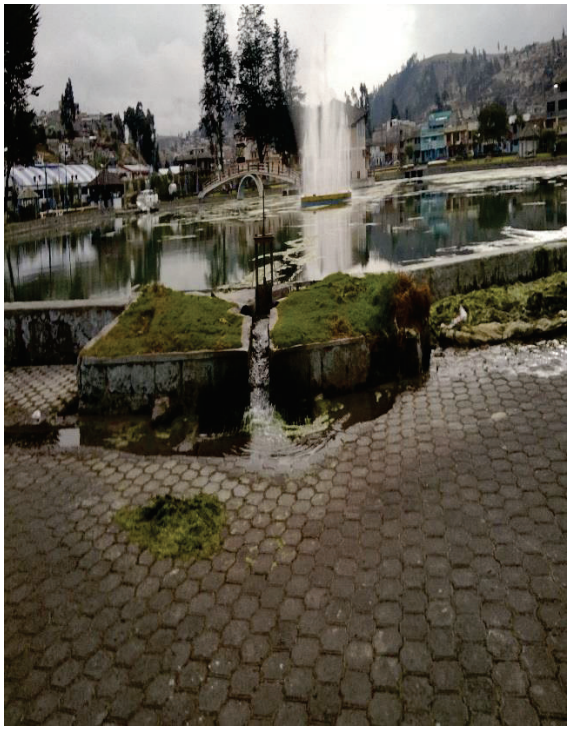


Fotografías microscópicas de algas de la laguna 5

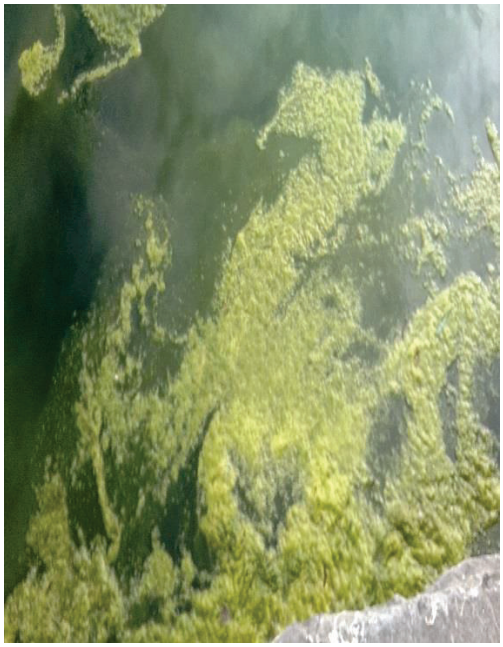


Fotografías de la laguna 1

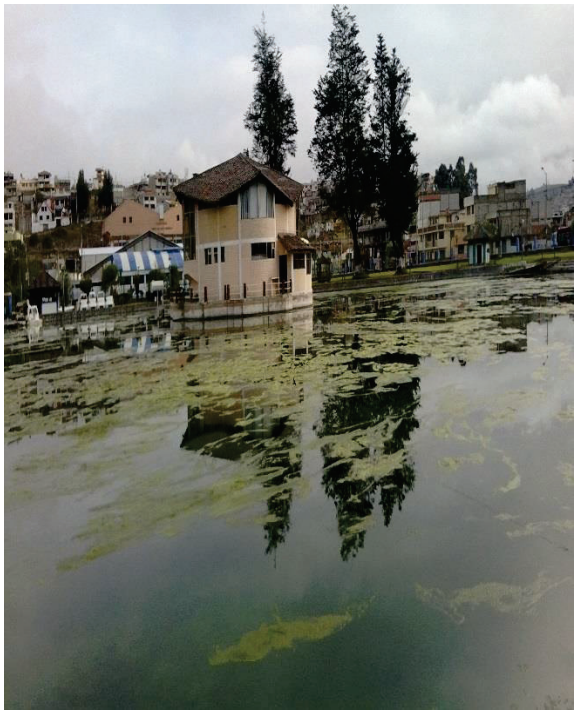
Fotografías de la laguna 2



Fotografías de la laguna 3



Fotografías de la laguna 4



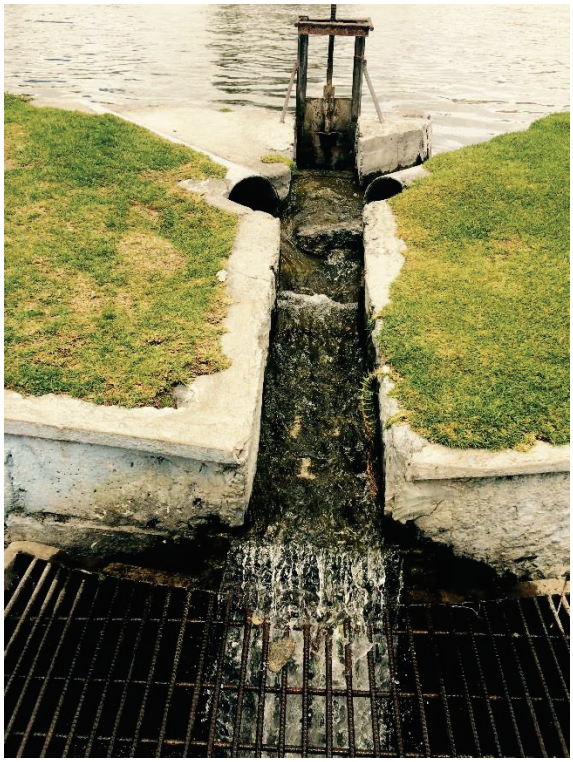
Fotografías de la laguna 5

Fotografías de la Laguna 6

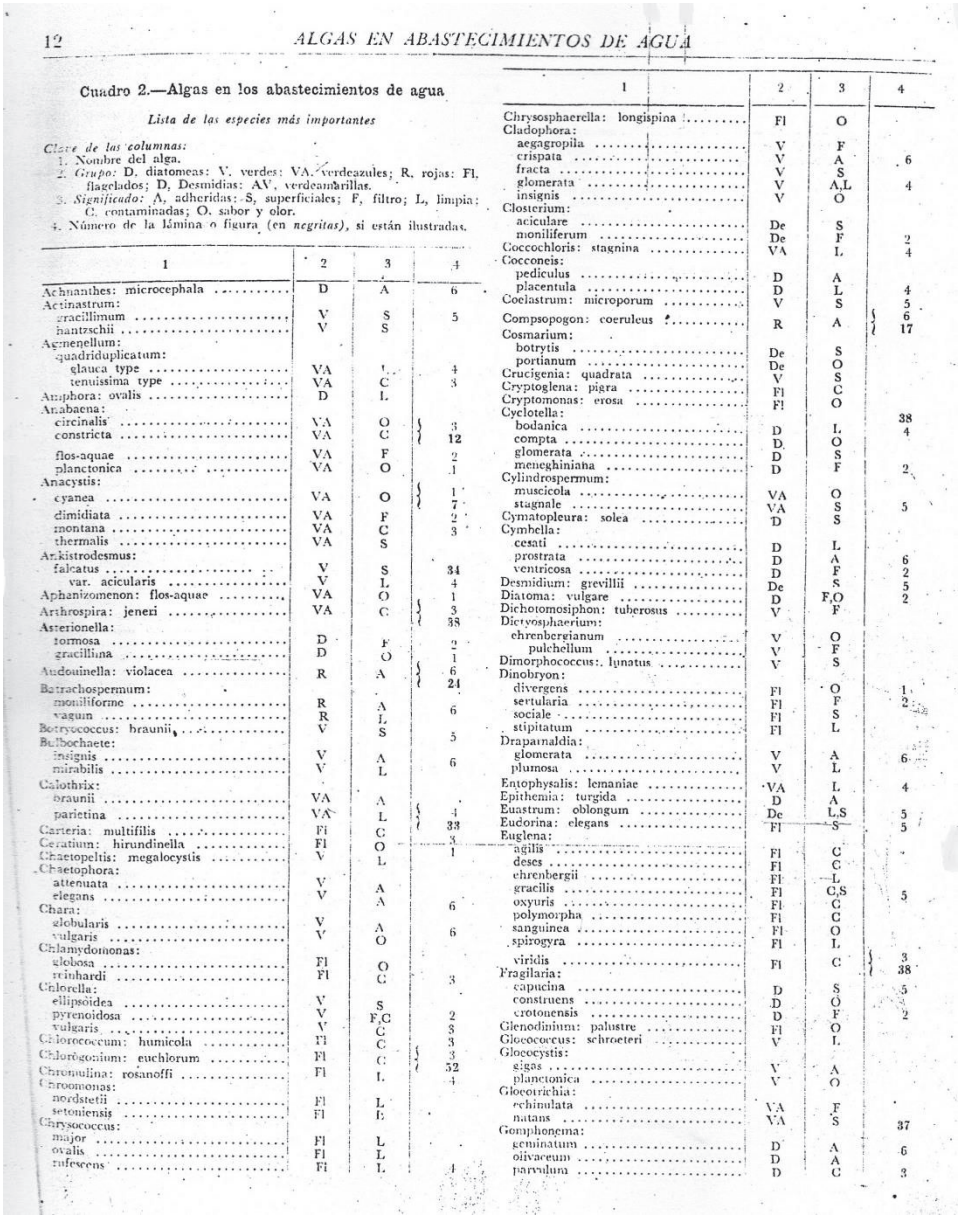
Fotografías de la Laguna 7

Fotografías de las instalaciones del Parque 1

10.14. Fotografías de las instalaciones del Parque 2



Cuadro de Identificación de Algas



12 ALGAS EN ABASTECIMIENTOS DE AGUA

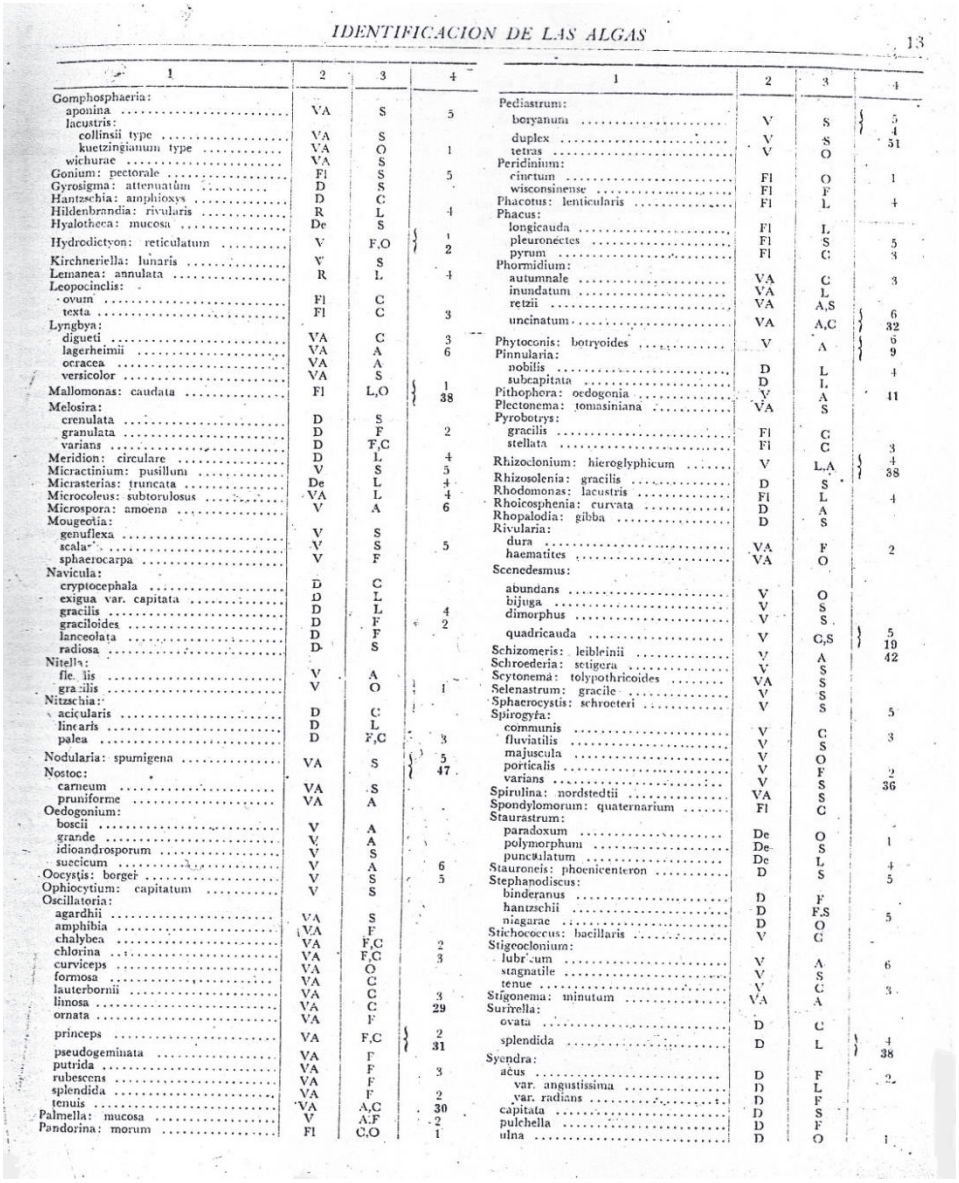
Cuadro 2.—Algas en los abastecimientos de agua

Lista de las especies más importantes

Clave de las columnas:
1. Nombre del alga.
2. *Grupo:* D, diatomeas; V, verdes; VA, verdeazules; R, rojas; Fl, flagelados; D, Desmidias; AV, verdeamarillas.
3. *Significado:* A, adheridas; S, superficiales; F, filtro; L, limpia; C, contaminadas; O, sabor y olor.
4. Número de la lámina o figura (en *negritas*), si están ilustradas.

1	2	3	4
Achnanthes: microcephala	D	A	6
Actinastrum:			
gracillimum	V	S	5
hantzschii	V	S	
Agmenellum:			
quadriduplicatum:			
glauca type	VA	L	4
tenuissima type	VA	C	3
Amphora: ovalis	D	L	
Anabaena:			
circinalis	VA	O	3
constricta	VA	C	12
flos-aquae	VA	F	2
planctonica	VA	O	1
Anacystis:			
cyanea	VA	O	1, 7
dimidiata	VA	F	2
montana	VA	C	3
thermalis	VA	S	
Ankistrodesmus:			
falcatus	V	S	34
var. acicularis	V	L	4
Aphanizomenon: flos-aquae	VA	O	1
Arthrospira: jeneri	VA	C	3, 38
Asterionella:			
formosa	D	F	2
gracillima	D	O	1
Audouinella: violacea	R	A	6, 24
Batrachospermum:			
moniliforme	R	A	6
vagum	R	L	
Botryococcus: braunii	V	S	5
Bulbochaete:			
insignis	V	A	6
mirabilis	V	L	
Calothrix:			
braunii	VA	A	
parietina	VA	L	4, 33
Carteria: multifilis	Fl	C	3
Ceratium: hirundinella	Fl	O	1
Chaetopeltis: megalocystis	V	L	
Chaetophora:			
attenuata	V	A	
elegans	V	A	6
Chara:			
globularis	V	A	6
vulgaris	V	O	
Chlamydomonas:			
globosa	Fl	O	
reinhardi	Fl	C	3
Chlorella:			
ellipsoidea	V	S	
pyrenoidosa	V	F,C	2
vulgaris	V	C	3
Chlorococcum: humicola	Fl	C	3
Chlorogonium: euchlorum	Fl	C	3, 32
Chromulina: rosanoffi	Fl	L	4
Chroomonas:			
nordstetii	Fl	L	
setoniensis	Fl	L	
Chrysococcus:			
major	Fl	L	
ovalis	Fl	L	
rufescens	Fl	L	1
Chrysosphaerella: longispina	Fl	O	
Cladophora:			
aegagropila	V	F	
crispata	V	A	6
fracta	V	S	
glomerata	V	A,L	4
insignis	V	O	
Closterium:			
aciculare	De	S	
moniliferum	De	F	2
Coccochloris: stagnina	VA	L	4
Cocconeis:			
pediculus	D	A	
placentula	D	L	4
Coelastrum: microporum	V	S	5
Compsopogon: coeruleus	R	A	6, 17
Cosmarium:			
botrytis	De	S	
portianum	De	O	
Crucigenia: quadrata	V	S	
Cryptoglena: pigra	Fl	C	
Cryptomonas: erosa	Fl	O	
Cyclotella:			
bodanica	D	L	38
compta	D	O	4
glomerata	D	S	
meneghiniana	D	F	2
Cylindrospermum:			
muscicola	VA	O	
stagnale	VA	S	5
Cymatopleura: solea	D	S	
Cymbella:			
cesati	D	L	
prostrata	D	A	6
ventricosa	D	F	2
Desmidium: grevillii	De	S	5
Diatoma: vulgare	D	F,O	2
Dichotomosiphon: tuberosus	V	F	
Dictyosphaerium:			
ehrenbergianum	V	O	
pulchellum	V	F	
Dimorphococcus: lunatus	V	S	
Dinobryon:			
divergens	Fl	O	1
sertularia	Fl	F	2
sociale	Fl	S	
stipitatum	Fl	L	
Drapaïnaldia:			
glomerata	V	A	6
plumosa	V	L	
Entophysalis: lemaniae	VA	L	4
Epithemia: turgida	D	A	
Euastrum: oblongum	De	L,S	5
Eudorina: elegans	Fl	S	5
Euglena:			
agilis	Fl	C	
deses	Fl	C	
ehrenbergii	Fl	L	
gracilis	Fl	C,S	5
oxyuris	Fl	C	
polymorpha	Fl	C	
sanguinea	Fl	O	
spirogyra	Fl	L	
viridis	Fl	C	3, 38
Fragilaria:			
capucina	D	S	5
construens	D	O	
crotonensis	D	F	2
Glenodinium: palustre	Fl	O	
Gloeococcus: schroeteri	V	L	
Gloeocystis:			
gigas	V	A	
planctonica	V	O	
Gloeotrichia:			
echinulata	VA	F	
natans	VA	S	37
Gomphonema:			
geminatum	D	A	6
olivaceum	D	A	
parvulum	D	C	3

Cuadro de Identificación de Algas 2



IDENTIFICACION DE LAS ALGAS 13

1	2	3	4
Gomphosphaeria:			
aponina	VA	S	5
lacustris:			
collinsii type	VA	S	
kuetzingianum type	VA	O	1
wichurae	VA	S	
Gonium: pectorale	Fl	S	5
Gyrosigma: attenuatum	D	S	
Hantzschia: amphioxys	D	C	
Hildenbrandia: rivularis	R	L	4
Hyalotheca: mucosa	De	S	
Hydrodictyon: reticulatum	V	F,O	1, 2
Kirchneriella: lunaris	V	S	
Lemanea: annulata	R	L	4
Leopocinclis:			
ovum	Fl	C	
texta	Fl	C	3
Lyngbya:			
digueti	VA	C	3
lagerheimii	VA	A	6
ocracea	VA	A	
versicolor	VA	S	
Mallomonas: caudata	Fl	L,O	1, 38
Melosira:			
crenulata	D	S	
granulata	D	F	2
varians	D	F,C	
Meridion: circulare	D	L	4
Micractinium: pusillum	V	S	5
Micrasterias: truncata	De	L	4
Microcoleus: subtorulosus	VA	L	4
Microspora: amoena	V	A	6
Mougeotia:			
genuflexa	V	S	
scalaris	V	S	5
sphaerocarpa	V	F	
Navicula:			
cryptocephala	D	C	
exigua var. capitata	D	L	
gracilis	D	L	4
graciloides	D	F	2
lanceolata	D	F	
radiosa	D	S	
Nitella:			
flexilis	V	A	
gracilis	V	O	1
Nitzschia:			
acicularis	D	C	
linearis	D	L	
palea	D	F,C	3
Nodularia: spumigena	VA	S	5, 47
Nostoc:			
carneum	VA	S	
pruniforme	VA	A	
Oedogonium:			
boscii	V	A	
grande	V	A	
idioandrosporum	V	S	
suecicum	V	A	6
Oocystis: borgei	V	S	5
Ophiocytium: capitatum	V	S	
Oscillatoria:			
agardhii	VA	S	
amphibia	VA	F	
chalybea	VA	F,C	2
chlorina	VA	F,C	3
curviceps	VA	O	
formosa	VA	C	
lauterbornii	VA	C	3
limosa	VA	C	29
ornata	VA	F	
princeps	VA	F,C	2, 31
pseudogeminata	VA	F	
putrida	VA	F	
rubescens	VA	F	3
splendida	VA	F	
tenuis	VA	A,C	2
Palmella: mucosa	V	A,F	30
Pandorina: morum	Fl	C,O	2
			1

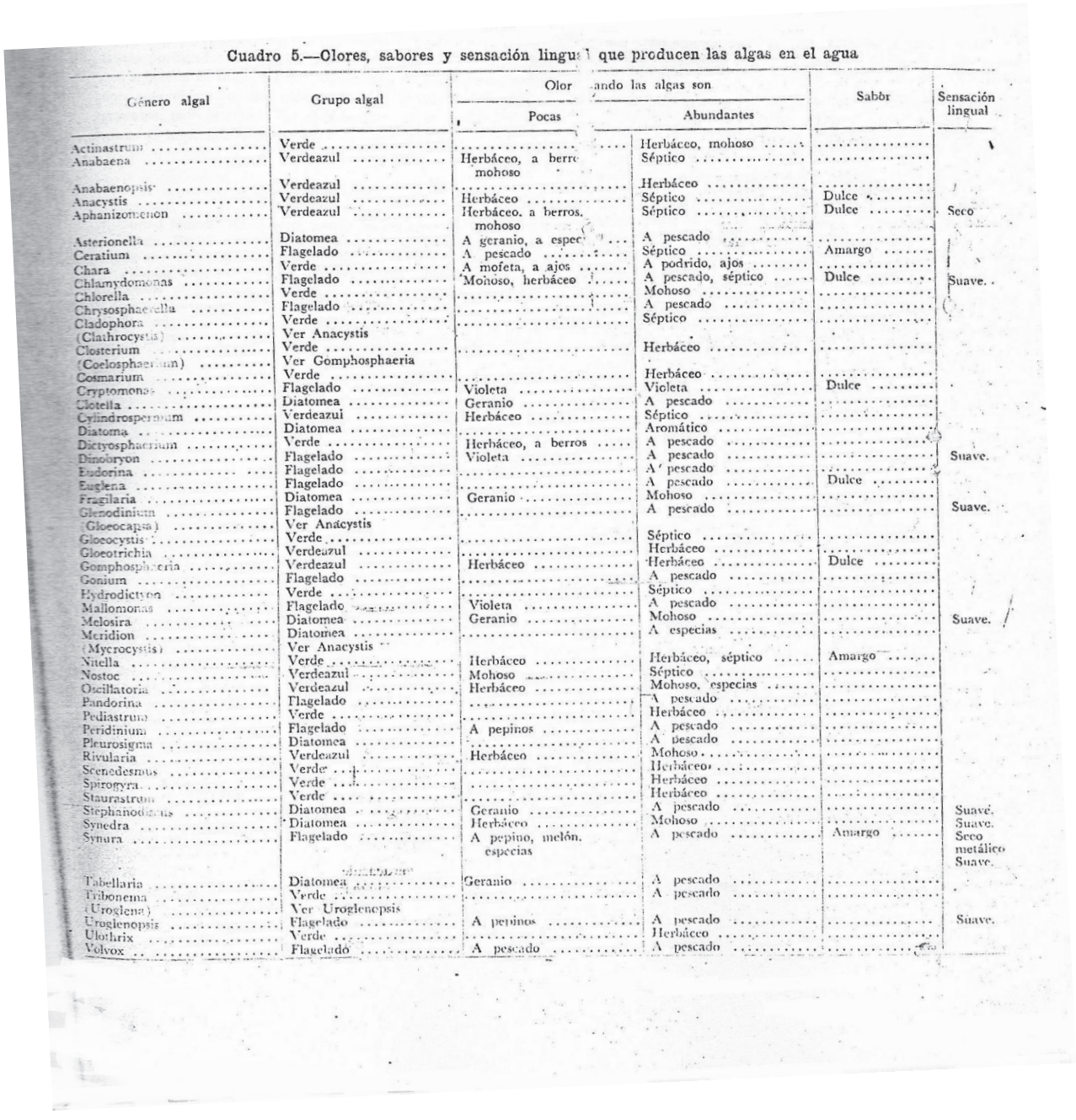
1	2	3	4
Pediastrum:			
boryanum	V	S	5, 4
duplex	V	S	
tetras	V	O	51
Peridinium:			
cinctum	Fl	O	1
wisconsinense	Fl	F	
Phacotus: lenticularis	Fl	L	4
Phacus:			
longicauda	Fl	L	
pleuronectes	Fl	S	5
pyrum	Fl	C	3
Phormidium:			
autumnale	VA	C	3
inundatum	VA	L	
retzii	VA	A,S	
uncinatum	VA	A,C	6, 32
Phytoconis: botryoides	V	A	6, 9
Pinnularia:			
nobilis	D	L	4
subcapitata	D	L	
Pithophera: oedogonia	V	A	11
Plectonema: tomasiniana	VA	S	
Pyrobotrys:			
gracilis	Fl	C	
stellata	Fl	C	3
Rhizoclonium: hieroglyphicum	V	L,A	4, 38
Rhizosolenia: gracilis			
Rhodomonas: lacustris	D	S	
Rhoicosphenia: curvata	Fl	L	4
Rhopalodia: gibba	D	A	
Rivularia:	D	S	
dura	VA	F	2
haematites	VA	O	
Scenedesmus:			
abundans	V	O	
bijuga	V	S	
dimorphus	V	S	
quadricauda	V	C,S	5, 19
Schizomeris: leibleinii	V	A	42
Schroederia: setigera	V	S	
Scytonema: tolypothricoides	VA	S	
Selenastrum: gracile	V	S	
Sphaerocystis: schroeteri	V	S	5
Spirogyra:			
communis	V	C	
fluviatilis	V	S	3
majuscula	V	O	
porticalis	V	F	2
varians	V	S	36
Spirulina: nordstedtii	VA	S	
Spondylomorum: quaternarium	Fl	C	
Staurastrum:			
paradoxum	De	O	
polymorphum	De	S	1
punctulatum	De	L	4
Stauroneis: phoenicenteron	D	S	5
Stephanodiscus:			
binderanus	D	F	
hantzschii	D	F,S	5
niagarae	D	O	
Stichococcus: bacillaris	V	C	
Stigeoclonium:			
lubricum	V	A	6
stagnatile	V	S	
tenue	V	C	3
Stigonema: minutum	VA	A	
Surirella:			
ovata	D	C	
splendida	D	L	4, 38
Syendra:			
acus	D	F	2
var. angustissima	D	L	
var. radians	D	F	
capitata	D	S	
pulchella	D	F	
ulna	D	O	1

Cuadro de cambios recientes de algunos nombres de algas

Cuadro 3.— Cambios recientes de algunos nombres de algas

Nombre antiguo	Nombre nuevo
Aphanocapsa	Anacystis.
Aphanothece	Coccochloris.
Chamaesiphon	Entophysalis.
Chamaesiphon incrustans	Entophysalis lemaniae.
Chantransia	Audouinella.
Chara fragilis	Chara globularis.
Chlamydobotrys	Pyrobotrys.
Chroococcus	Anacystis.
Chroococcus limneticus	Anacystis thermalis.
Chroococcus turgidus	Anacystis dimidiata.
Clathrocystis	Anacystis.
Coelosphaerium	Gomphosphaeria.
Coelosphaerium kuetzingianum	Gomphosphaeria lacustris.
Coelosphaerium naegelianum	Gomphosphaeria wichurae.
Encyonema	Cymbella.
Encyonema paradoxum	Cymbella prostrata.
Euglena pisciformis	Euglena agilis.
Gloeocapsa	Anacystis.
Gloeocapsa conglomerata	Anacystis montana.
Gloeothece	Coccochloris.
Gloeothece linearis	Coccochloris peniocystis.
Gomphosphaeria naegeliana	Gomphosphaeria wichurae.
Holopedium	Microcrosis.
Merismopedia	Agmenellum.
Merismopedia glauca	Agmenellum qoadriduplicatum.
Merismopedia tenuissima	Agmenellum qoadriduplicatum.
Microcystis	Anacystis.
Microcystis aeruginosa	Anacystis cyanea.
Odontidium	Diatoma.
Oedogonium crassiusculum var. idioandrosporum	Oedogonium idioandrosporum.
Polycystis	Anacystis.
Polycystis aeruginosa	Anacystis cyanea.
Protococcus	Phytoconis.
Protococcus viridis	Phytoconis botryoides.
Sphaerella	Haematococcus.
Spirulina jenneri	Arthrospira jenneri.
Synechococcus	Coccochloris.
Synedra delicatissima	Synedra acus var. radians.

Cuadro de olores, sabores y sensación lingual que producen las algas en el agua



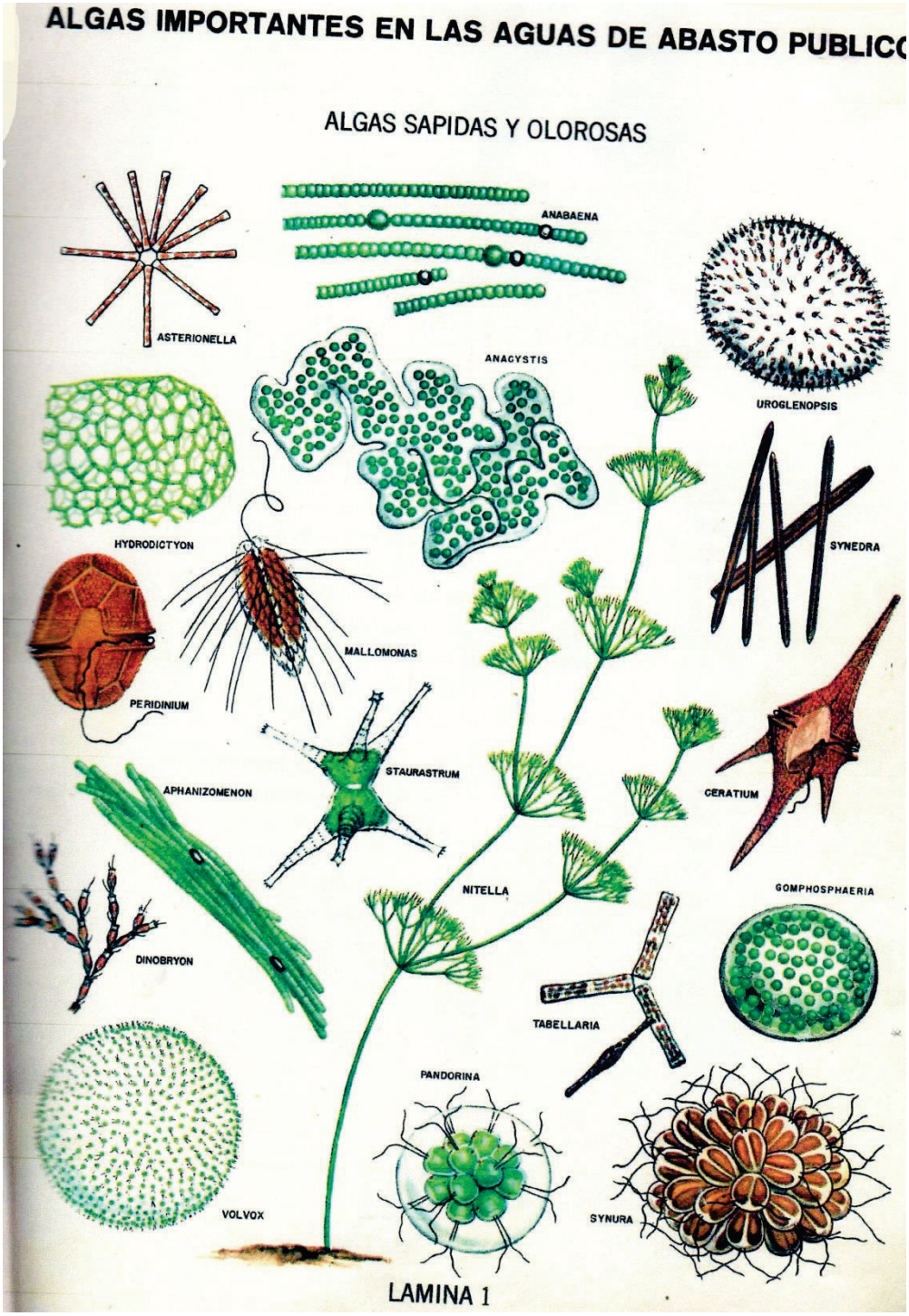
Cuadro 5.—Olores, sabores y sensación lingual que producen las algas en el agua

Género algal	Grupo algal	Olor cuando las algas son		Sabor	Sensación lingual
		Pocas	Abundantes		
Actinastrum	Verde		Herbáceo, mohoso		
Anabaena	Verdeazul	Herbáceo, a berro mohoso	Séptico		
Anabaenopsis	Verdeazul		Herbáceo		
Anacystis	Verdeazul	Herbáceo	Séptico	Dulce	
Aphanizomenon	Verdeazul	Herbáceo, a berros, mohoso	Séptico	Dulce	Seco
Asterionella	Diatomea	A geranio, a especias	A pescado		
Ceratium	Flagelado	A pescado	Séptico	Amargo	
Chara	Verde	A mofeta, a ajos	A podrido, ajos		
Chlamydomonas	Flagelado	Mohoso, herbáceo	A pescado, séptico	Dulce	Suave.
Chlorella	Verde		Mohoso		
Chrysosphaerella	Flagelado		A pescado		
Cladophora	Verde		Séptico		
(Clathrocystis)	Ver Anacystis				
Closterium	Verde		Herbáceo		
(Coelosphaerium)	Ver Gomphosphaeria				
Cosmarium	Verde		Herbáceo		
Cryptomonas	Flagelado	Violeta	Violeta	Dulce	
Clotella	Diatomea	Geranio	A pescado		
Cylindrospermum	Verdeazul	Herbáceo	Séptico		
Diatoma	Diatomea		Aromático		
Dictyosphaerium	Verde	Herbáceo, a berros	A pescado		
Dinobryon	Flagelado	Violeta	A pescado		Suave.
Eudorina	Flagelado		A pescado		
Euglena	Flagelado		A pescado	Dulce	
Fragilaria	Diatomea	Geranio	Mohoso		
Glenodinium	Flagelado		A pescado		Suave.
(Gloeocapsa)	Ver Anacystis				
Gloeocystis	Verde		Séptico		
Gloeotrichia	Verdeazul		Herbáceo		
Gomphosphaeria	Verdeazul	Herbáceo	Herbáceo	Dulce	
Gonium	Flagelado		A pescado		
Hydrodictyon	Verde		Séptico		
Mallomonas	Flagelado	Violeta	A pescado		
Melosira	Diatomea	Geranio	Mohoso		Suave.
Meridion	Diatomea		A especias		
(Mycrocystis)	Ver Anacystis				
Nitella	Verde	Herbáceo	Herbáceo, séptico	Amargo	
Nostoc	Verdeazul	Mohoso	Séptico		
Oscillatoria	Verdeazul	Herbáceo	Mohoso, especias		
Pandorina	Flagelado		A pescado		
Pediastrum	Verde		Herbáceo		
Peridinium	Flagelado	A pepinos	A pescado		
Pleurosigma	Diatomea		A pescado		
Rivularia	Verdeazul	Herbáceo	Mohoso		
Scenedesmus	Verde		Herbáceo		
Spirogyra	Verde		Herbáceo		
Staurastrum	Verde		Herbáceo		
Stephanodiscus	Diatomea	Geranio	A pescado		Suave.
Synedra	Diatomea	Herbáceo	Mohoso		Suave.
Synura	Flagelado	A pepino, melón, especias	A pescado	Amargo	Seco metálico Suave.
Tabellaria	Diatomea	Geranio	A pescado		
Tribonema	Verde		A pescado		
(Uroglena)	Ver Uroglenopsis				
Uroglenopsis	Flagelado	A pepinos	A pescado		Suave.
Ulothrix	Verde		Herbáceo		
Volvox	Flagelado	A pescado	A pescado		

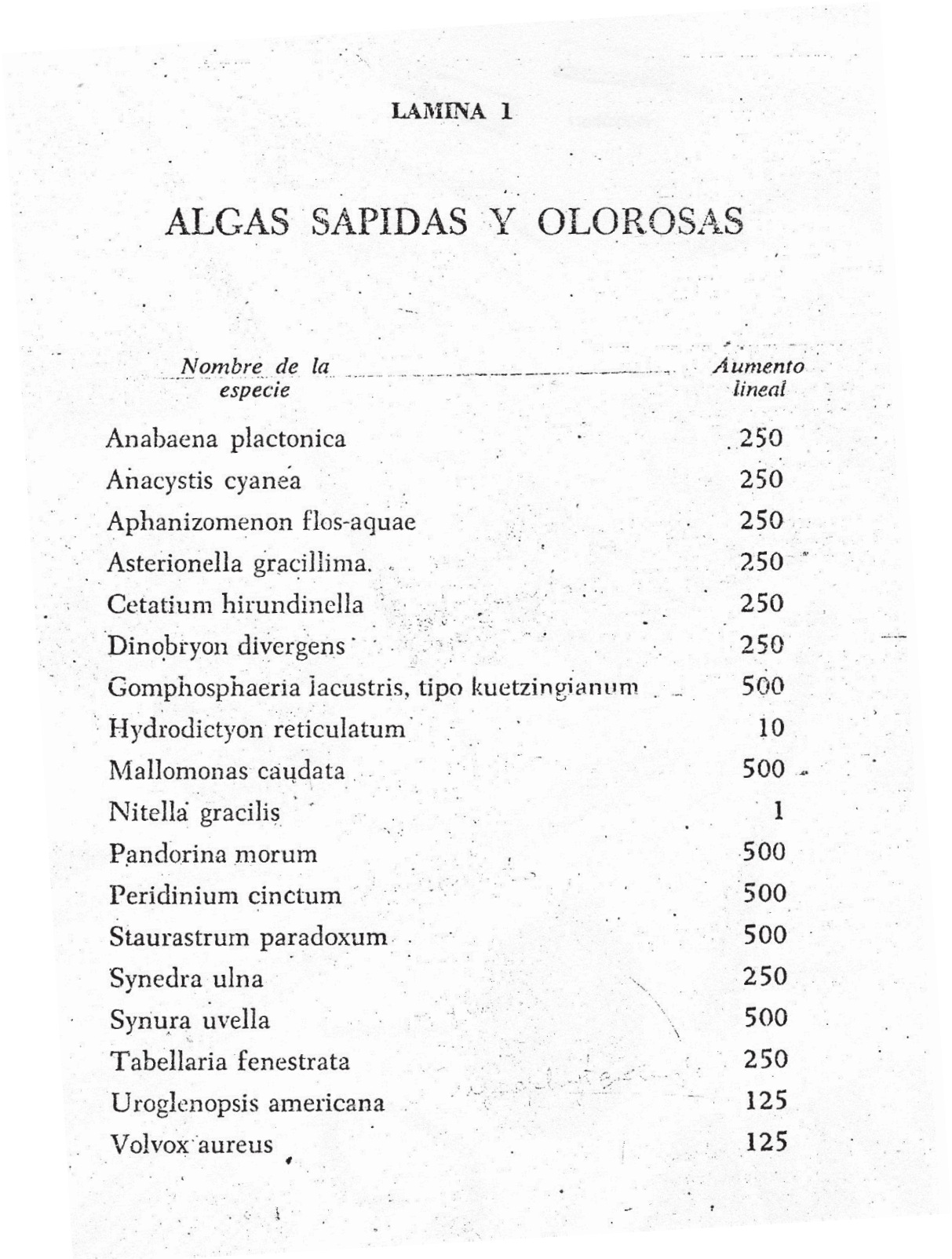
Cuadro de Algas que obturan los filtros

Grupo y algas	*Lámina*
Algas verdeazules (Myxophyceae):	
Anabaena flos-aquae	2
Anacystis dimidiata (Chroococcus turgidus)	2
Gloeotrichia echinulata	
Oscillatoria amphibia	
Oscillatoria chalybea	2
Oscillatoria ornata	
Oscillatoria princeps	2
Oscillatoria pseudogeminata	
Oscillatoria rubescens	
Oscillatoria splendida	2
Rivularia dura	2
Algas verdes y verdeamarillas (Chlorophyceae inmóviles, etc.):	
Chlorella pyrenoidosa	2
Cladophora aegagropila	
Closterium moniliferum	2
Dichotomosiphon tuberosus	
Dictyosphaerium pulchellum	
Hydrodictyon reticulatum	1
Mougeotia sphaerocarpa	
Palmella mucosa	2
Spirogyra porticalis	2
Tribonema bombycinum	2
Ulothrix variabilis	
Zygnema insigne	
Diatomeas (Bacillariophyceae):	
Asterioneila formosa	2
Cyclotella meneghiniana	2
Cymbella ventricosa	2
Diatoma vulgare	2
Fragilaria crotonensis	2
Melosira granulata	2
Melosira varians	
Navicula graciloides	2
Navicula lanceolata	
Nitzschia palea	3
Stephanodiscus binderanus	
Stephanodiscus hantzschii	5
Synedra acus	2
Synedra acus var. radians (S. delicatissima)	
Synedra pulchella	
Tabellaria fenestrata	1
Tabellaria flocculosa	2
Flagelados pigmentados (Chrysophyceae, etc.):	
Dinobryon sertularia	2
Peridinium wisconsinense	
Trachelomonas crebea	2

Ilustraciones identificación de algas lámina 1



Ilustraciones identificación de algas lámina 1



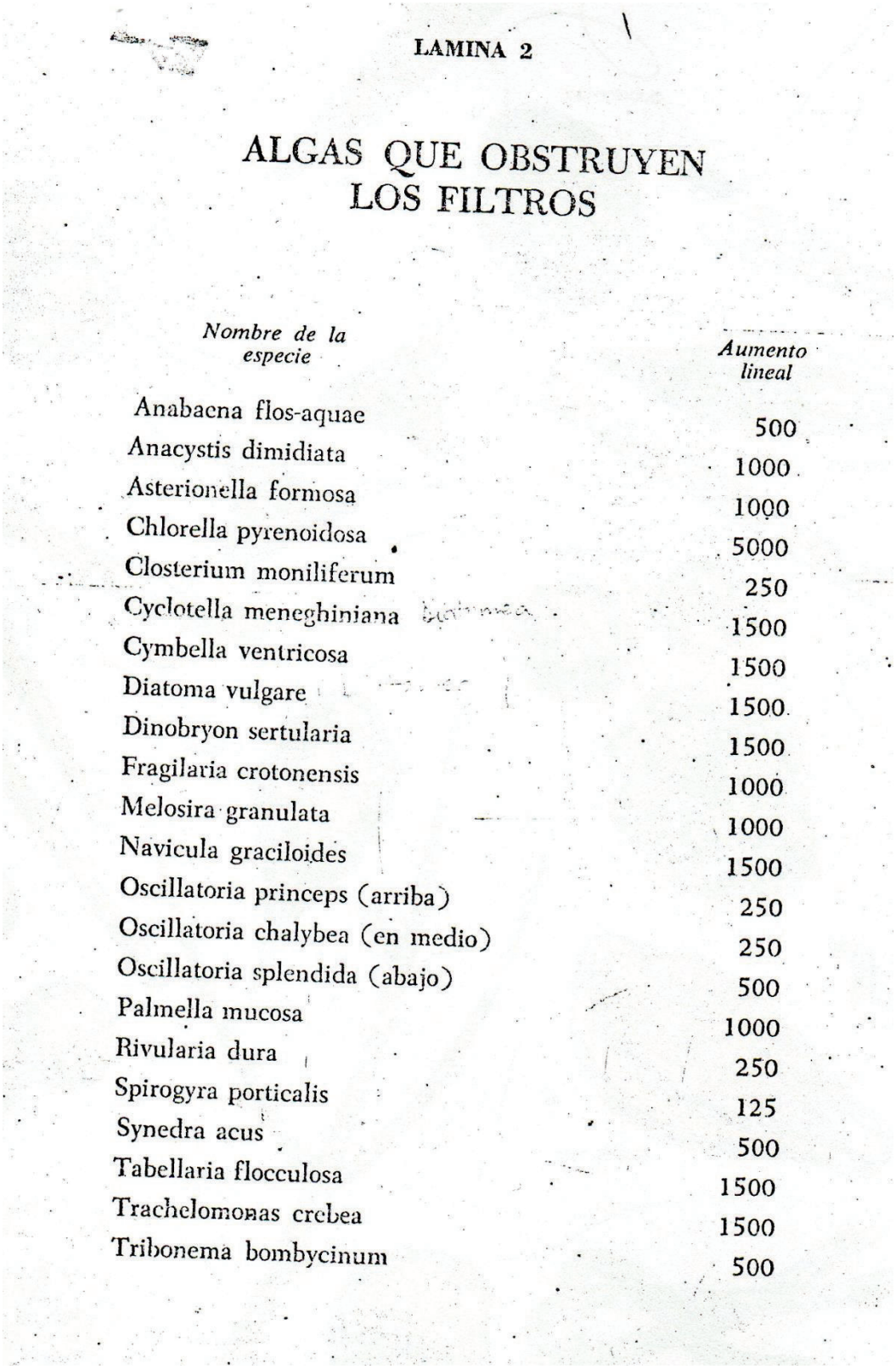
LAMINA 1

ALGAS SAPIDAS Y OLOROSAS

Nombre de la especie	*Aumento lineal*
Anabaena plactonica	250
Anacystis cyanea	250
Aphanizomenon flos-aquae	250
Asterionella gracillima.	250
Cetatium hirundinella	250
Dinobryon divergens	250
Gomphosphaeria lacustris, tipo kuetzingianum	500
Hydrodictyon reticulatum	10
Mallomonas caudata	500
Nitella gracilis	1
Pandorina morum	500
Peridinium cinctum	500
Staurastrum paradoxum	500
Synedra ulna	250
Synura uvella	500
Tabellaria fenestrata	250
Uroglenopsis americana	125
Volvox aureus	125

Ilustraciones identificación de algas lámina 2

Ilustraciones identificación de algas lámina 2



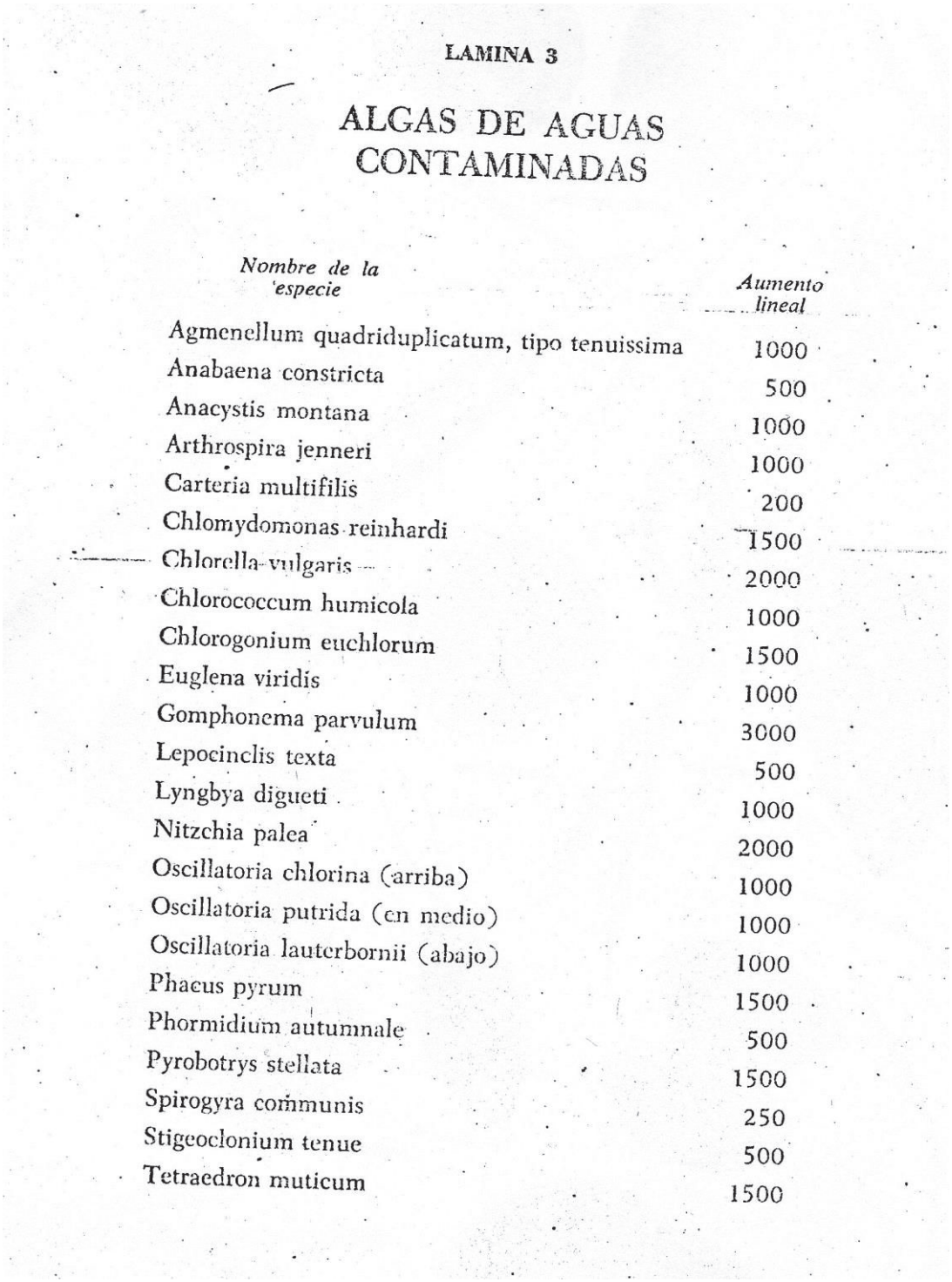
LAMINA 2

ALGAS QUE OBSTRUYEN LOS FILTROS

Nombre de la especie	*Aumento lineal*
Anabaena flos-aquae	500
Anacystis dimidiata	1000
Asterionella formosa	1000
Chlorella pyrenoidosa	5000
Closterium moniliferum	250
Cyclotella meneghiniana	1500
Cymbella ventricosa	1500
Diatoma vulgare	1500
Dinobryon sertularia	1500
Fragilaria crotonensis	1000
Melosira granulata	1000
Navicula graciloides	1500
Oscillatoria princeps (arriba)	250
Oscillatoria chalybea (en medio)	250
Oscillatoria splendida (abajo)	500
Palmella mucosa	1000
Rivularia dura	250
Spirogyra porticalis	125
Synedra acus	500
Tabellaria flocculosa	1500
Trachelomonas crebea	1500
Tribonema bombycinum	500

Ilustraciones identificación de algas lámina 3

Ilustraciones identificación de algas lámina 3



LAMINA 3

ALGAS DE AGUAS CONTAMINADAS

Nombre de la especie	*Aumento lineal*
Agmenellum quadriduplicatum, tipo tenuissima	1000
Anabaena constricta	500
Anacystis montana	1000
Arthrospira jenneri	1000
Carteria multifilis	200
Chlomydomonas reinhardi	1500
Chlorella vulgaris	2000
Chlorococcum humicola	1000
Chlorogonium euchlorum	1500
Euglena viridis	1000
Gomphonema parvulum	3000
Lepocinclis texta	500
Lyngbya digueti	1000
Nitzchia palea	2000
Oscillatoria chlorina (arriba)	1000
Oscillatoria putrida (en medio)	1000
Oscillatoria lauterbornii (abajo)	1000
Phaeus pyrum	1500
Phormidium autumnale	500
Pyrobotrys stellata	1500
Spirogyra communis	250
Stigeoclonium tenue	500
Tetraedron muticum	1500

Ilustraciones identificación de algas lámina 4

Ilustraciones identificación de algas lámina 4

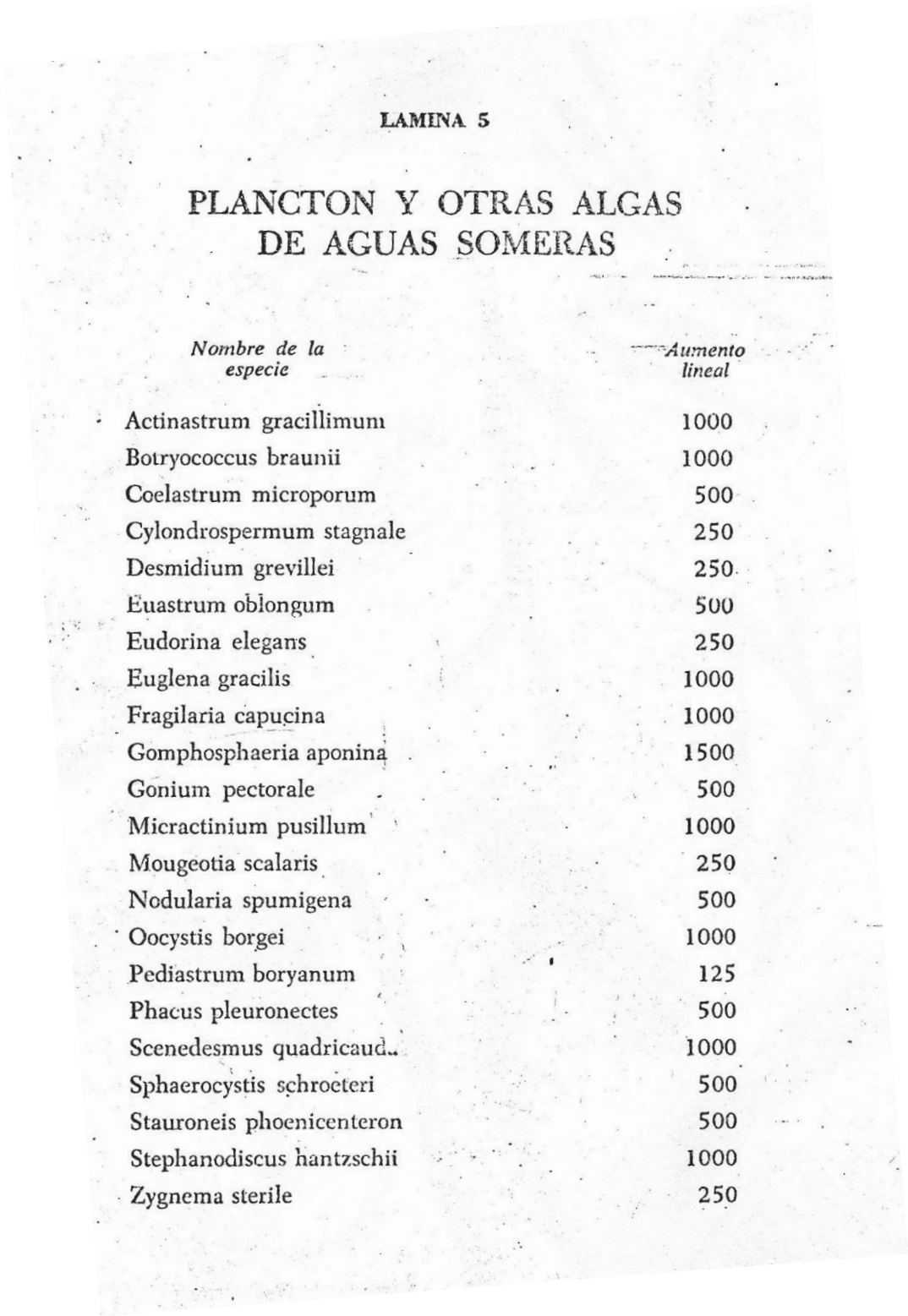
LAMINA 4

ALGAS DE AGUAS LIMPIAS

Nombre de la especie	*Aumento lineal*
Amgenellum quadriduplicatum, tipo glauca	250
Ankistrodesmus falcatus, var. acicularis	1000
Calothrix parietina	500
Chromulina rosanoffi	4000
Chrystococcus rufescens	4000
Cladophora glomerata	100
Coccochloris stagnina	1000
Cocconeis placentula	1000
Cyclotella bodanica	500
Entophysalis lemaniae	1500
Hildenbrandia rivularis	500
Lamanea annulata	1
Meridion circulare	1000
Micrasterias truncata	250
Microcoleus subtorulosus	500
Navicula gracilis	1000
Phacotus lenticularis	2000
Pinnularia nobilis	250
Rhizoclonium hieroglyphicum	250
Rhodomonas lacustris	3000
Staurastrum punctulatum	1000
Surirella splendida	500
Ulothrix aequalis	250

Ilustraciones identificación de algas lámina 5

Ilustraciones identificación de algas lámina 5



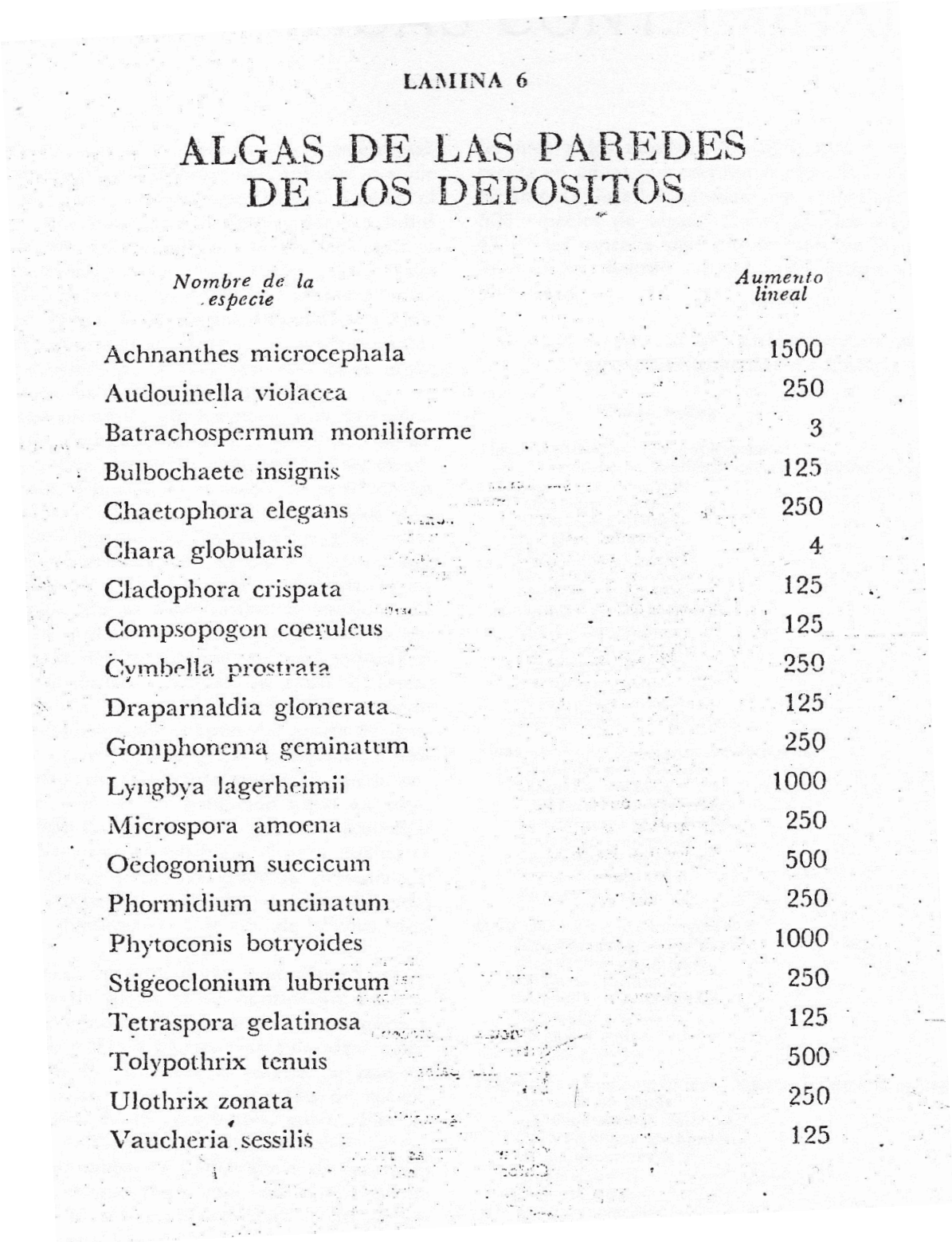
LAMINA 5

PLANCTON Y OTRAS ALGAS DE AGUAS SOMERAS

Nombre de la especie	*Aumento lineal*
Actinastrum gracillimum	1000
Botryococcus braunii	1000
Coelastrum microporum	500
Cylondrospermum stagnale	250
Desmidium grevillei	250
Euastrum oblongum	500
Eudorina elegans	250
Euglena gracilis	1000
Fragilaria capucina	1000
Gomphosphaeria aponina	1500
Gonium pectorale	500
Micractinium pusillum	1000
Mougeotia scalaris	250
Nodularia spumigena	500
Oocystis borgei	1000
Pediastrum boryanum	125
Phacus pleuronectes	500
Scenedesmus quadricaud..	1000
Sphaerocystis schroeteri	500
Stauroneis phoenicenteron	500
Stephanodiscus hantzschii	1000
Zygnema sterile	250

Ilustraciones identificación de algas lámina 6

Ilustraciones identificación de algas lámina 6



LAMINA 6

ALGAS DE LAS PAREDES DE LOS DEPOSITOS

Nombre de la especie	*Aumento lineal*
Achnanthes microcephala	1500
Audouinella violacea	250
Batrachospermum moniliforme	3
Bulbochaete insignis	125
Chaetophora elegans	250
Chara globularis	4
Cladophora crispata	125
Compsopogon coeruleus	125
Cymbella prostrata	250
Draparnaldia glomerata	125
Gomphonema geminatum	250
Lyngbya lagerheimii	1000
Microspora amoena	250
Oedogonium succicum	500
Phormidium uncinatum	250
Phytoconis botryoides	1000
Stigeoclonium lubricum	250
Tetraspora gelatinosa	125
Tolypothrix tenuis	500
Ulothrix zonata	250
Vaucheria sessilis	125

Cuadro de otros problemas que causan las algas en los abastecimientos de agua.

Cuadro 11.—Otros problemas que causan las algas en los abastecimientos de agua

Problemas y algas	*Color del agua*	*Grupo de algas*
Algas productoras de lama:		
Anacystis (Aphanocapsa, Gloeocapsa)		Verdeazul
Batrachospermum		Rojo
Chaetophora		Verde
Cymbella		Diatomea
Euglena sanguinea var. furcata		Flagelado
Euglena velata		Flagelado
Gloeotrichia		Verdeazul
Gomphonema		Diatomea
Oscillatoria		Verdeazul
Palmella		Verde
Phormidium		Verdeazul
Spirogyra		Verde
Tetraspora		Verde
Algas que imparten color al agua:		
Anacystis	Verdeazul	Verdeazul
Ceratium	Pardo óxido	Flagelado
Chlamydomonas	Verde	Flagelado
Chlorella	Verde	Verde
Cosmarium	Verde	Verde
Euglena orientalis	Rojo	Flagelado
Euglena rubra	Rojo	Flagelado
Euglena sanguinea	Rojo	Flagelado
Oscillatoria prolifica	Púrpura	Verdeazul
Oscillatoria rubescens	Rojo	Verdeazul
Algas que causan la corrosión del hormigón:		
Anacystis (Chroococcus)		Verdeazul
Chaetophora		Verde
Diatoma		Diatomea
Euglena		Flagelado
Phormidium		Verdeazul
Phytoconis (Protococcus)		Verde
Algas que causan la corrosión del acero:		
Oscillatoria		Verdeazul
Algas que persisten en los sistemas de distribución:		
Anacystis		Verdeazul
Asterionella		Diatomea
Chlorella		Verde
Chlorococcum		Verde
Closterium		Verde
Coelastrum		Verde
Cosmarium		Verde
Cyclotella		Diatomea
Dinobryon		Flagelado
Elaktothrix gelatinosa		Verde
Epithemia		Diatomea
Euglena		Flagelado
Gomphosphaeria aponina		Verdeazul
Scenedesmus		Verde
Synedra		Diatomea

Problemas y algas	*Grupo de algas*
Algas que obstaculizan la coagulación:	
Anabaena	Verdeazul
Asterionella	Diatomea
Euglena	Flagelado
Gomphosphaeria	Verdeazul
Synedra	Diatomea
Algas que ablandan naturalmente el agua:	
Anabaena	Verdeazul
Aphanizomenon	Verdeazul
Cosmarium	Verde
Scenedesmus	Verde
Synedra	Diatomea
Algas marinas tóxicas:	
Caulerpa serrulata	Verde
Egregia laevigata	Parda
Gelidium cartilagineum var. robustum	Roja
Gonyaulax catenella	Dinoflagelado
Gonyaulax polyedra	Dinoflagelado
Gonyaulax tamarensis	Dinoflagelado
Gymnodinium brevis	Dinoflagelado
Gymnodinium veneficum	Dinoflagelado
Hesperophycus harveyanus	Pardo
Hornellia marina	Flagelado
Lyngbya aestuarii	Verdeazul
Lyngbya majuscula	Verdeazul
Macrocystis pyrifera	Pardo
Pelvetia fastigiata	Pardo
Prymnesium parvum	Flagelado
Pyrodinium phoneus	Dinoflagelado
Trichodesmium erythraeum	Verdeazul
Algas tóxicas de agua dulce:	
Anabaena	Verdeazul
Anabaena circinalis	Verdeazul
Anabaena flos-aquae	Verdeazul
Anabaena lemmermanni	Verdeazul
Anacystis (Microcystis)	Verdeazul
Anacystis cyanea (Microcystis aeruginosa)	Verdeazul
Anacystis cyanea (Microcystis flos-aquae)	Verdeazul
Anacystis cyanea (Microcystis toxica)	Verdeazul
Aphanizomenon flos-aquae	Verdeazul
Gloeotrichia echinulata	Verdeazul
Gomphosphaeria lacustris (Coelosphaerium Kuet zingianum)	
Lyngbya contorta	Verdeazul
Nodularia spumigena	Verdeazul
Algas acuáticas parasitarias:	
Oodinium limneticum	Dinoflagelado
Oodinium ocellatum	Dinoflagelado

Cuadro de otros problemas que causan las algas en los abastecimientos de agua.

Cuadro 13.—Toxicidad relativa del sulfato de cobre para las algas

Grupo	Muy sensibles	Sensibles	Resistentes	Muy resistentes
Verdeazules	Anabaena, Anacystis, Aphanizomenon, Gomphosphaeria, Rivularia.	Cylindrospermum, Oscillatoria, Plectonema.	Nostoc, Phormidium	Calothrix, Symploca.
Algas verdes	Closterium. Hydrodictyon, Spirogyra. Ulothrix.	Botryococcus, Cladophora. Coelastrum, Draparnaldia. Enteromorphia, Gloeocystis, Microspora. Tribonema, Zygnema.	Characium, Chlorella, Chlorococcum, Coccomyxa. Crucigenia. Desmidium. Golenkinia, Mesotaenium. Oocystis, Palmella, Pediastrum, Pithophora. Staurastrum. Stigeoclonium. Tetraedron.	Ankistrodesmus, Chara. Elastothrix, Kirchneriella, Nitella. Scenedesmus.
Diatomeas	Asterionella, Fragilaria, Melosira, Navicula.	Gomphonema, Nitzschia, Stephanodiscus, Synedra, Tabellaria.	Achnanthes, Cymbella, Neidium.	
Flagelados	Dinobryon, Synura, Uroglenopsis, Volvox.	Ceratium, Cryptomonas, Euglena, Glenodinium, Mallomonas.	Chlamydomonas, Peridinum. Haematococcus.	Eudorina, Pandorina.

Definición de Términos Básicos

Palabra	Concepto
Acuíferos	El agua subterránea representa una fracción importante de la masa de agua presente en los continentes. Esta se aloja en los acuíferos bajo la superficie de la Tierra. ...
Aerobios	Se denominan aerobios o aeróbicos a los organismos que pueden vivir o desarrollarse en presencia de oxígeno diatónico, mientras que si lo necesitan se denominan aerobios estrictos. ...
Afluentes	Arroyo o río secundario que lleva sus aguas a otro mayor o principal o a un lago, laguna o embalse.
Alícuota	Es una parte que se toma de un volumen (alícuota líquida) o de una masa (alícuota sólida) iniciales, para ser usada en una prueba de laboratorio, cuyas propiedades físicas y químicas, así como su composición, representan las de la sustancia original.
Anaerobios	Los organismos anaerobios o anaeróbicos son los que no utilizan oxígeno en su metabolismo, más exactamente que el aceptor final de electrones es otra sustancia diferente del oxígeno. ...
Antropogenica	(Antropogénicos) El término antropogénico se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana. ...
Biodiversidad	Diversidad de especies vegetales y animales que viven en un espacio determinado.
Bioindicadores	Organismo vivo que se utiliza para determinar y evaluar el índice de contaminación de un lugar, especialmente de la atmósfera o del agua.
Biomasa	Cantidad total de materia viva presente en una comunidad o ecosistema.
Caudal	Cantidad de agua que lleva una corriente o que fluye de un manantial o fuente.
Contaminación	Es la introducción de sustancias en un medio que provocan que este sea inseguro o no apto para su uso. El medio puede ser un ecosistema, un medio físico o un ser vivo. El contaminante puede ser una sustancia química, energía (como sonido, calor, luz o radiactividad).
Disolvente	Sustancia o líquido capaz de disolver un cuerpo u otra sustancia.
Ecosistema	Sistema biológico constituido por una comunidad de seres vivos y el medio natural en que viven.
Efluentes	Un efluente, en hidrología, corresponde a un curso de agua, también llamado distributario, que desde un lugar

	llamado confluencia se desprende de un lago o río como una derivación menor, ya sea natural o artificial.
Embalse	Gran depósito artificial de agua, construido generalmente cerrando la boca de un valle mediante un dique o presa, que retiene las aguas de un río o de la lluvia para utilizarlas en el riego, abastecer poblaciones o producir energía.
Estadístico	Un estadístico es una medida usada para describir alguna característica de una muestra, tal como una media aritmética, una mediana o una desviación estándar de una muestra.
Eutrofización	Acumulación de residuos orgánicos en el litoral marino o en un lago, laguna, embalse, etc., que causa la proliferación de ciertas algas.
Fitoplancton	Conjunto de organismos exclusivamente vegetales que forman parte del plancton.
Fotosíntesis	Proceso químico que tiene lugar en las plantas con clorofila y que permite, gracias a la energía de la luz, transformar un sustrato inorgánico en materia orgánica rica en energía.
Gestión	Acción o trámite que, junto con otros, se lleva a cabo para conseguir o resolver un problema
Inferir	Extraer un juicio o conclusión a partir de hechos, proposiciones o principios, sean generales o particulares.
Inhibidor	Que inhibe o produce inhibición frente a un organismo o proceso
Inocuas	(Inocua) Que su consumo habitual no implique riesgos para la salud porque está exenta de microorganismos patógenos, toxinas y contaminantes y se consuma con moderación.
Mesotrofos	Dícese de los organismos que cubren sus necesidades fisiológicas de nitrógeno a partir de compuestos inorgánicos, pero que necesitan compuestos orgánicos para cubrir sus necesidades de carbono.
Nutrientes	Un nutrimento o nutriente es un producto químico procedente del exterior de la célula y que ésta necesita para realizar sus funciones vitales. ...
Oligotrofos	Organismo que sobrevive en un medio ambiente pobre en nutrientes
Parámetro	Un parámetro es una medida usada para describir alguna característica de una población, tal como una media aritmética, una mediana o una desviación estándar de una población.
Preservante	Un conservante es una sustancia utilizada como aditivo alimentario, que añadida a los alimentos detiene o minimiza el deterioro causado por la presencia de diferentes tipos de microorganismos. ...

Profuso	Muy abundante o excesivo
Proliferación	Reproducción o multiplicación de algún organismo vivo, especialmente de las células.
Rubro	Conjunto de artículos de consumo de un mismo tipo o relacionados con determinada actividad.
Sostenible	[desarrollo, evolución] Que es compatible con los recursos de que dispone una región, una sociedad, etc.
Sustentable	Sustentable es algo que se puede sustentar o defender con razones. El concepto suele utilizarse como sinónimo de sostenible en el ámbito de la ecología. Un proceso sustentable o sostenible es aquel que se puede mantenerse en el tiempo por sí mismo, sin ayuda exterior y sin que se produzca la escasez de los recursos existentes

Tabla de Contenido

DECLARACIÓN I

CERTIFICACIÓN II

DEDICATORIA III

AGRADECIMIENTO IV

RESUMEN 1

INTRODUCCIÓN 3

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3

OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN 6

OBJETIVO GENERAL 6

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 6

HIPÓTESIS DE TRABAJO 6

ASPECTOS METODOLÓGICOS 7

MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO 8

Eutrofización 8

Procesos 8

Causas de la eutrofización 9

Situación de los lagos 9

CAPÍTULO I 9

EL AGUA 9

1.1. PROPIEDADES DEL AGUA 12

1.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGUA 12

1.1.2. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL AGUA 12

Capítulo II 13

Introducción al muestreo de aguas 13
2.1. ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MUESTREO 15
2.1.1. ESTUDIOS PRELIMINARES 15
2.1.2. NÚMERO DE MUESTRAS A TOMAR Y PARÁMETROS A DETERMINAR. 15
2.1.3. TIPO DE MUESTRAS Y MUESTREOS. 16
2.2. TÉCNICAS DE MUESTREO 16
2.3. EQUIPOS DE MUESTREO 17
2.3.1. BOTELLAS Y CUBOS. 18
2.3.2. BOTELLAS LASTRADAS. 18
2.3.3. BOTELLAS CON APERTURA Y CIERRE AUTOMÁTICO 18
2.3.4. SISTEMAS DE BOMBEO. 19
2.3.5. SISTEMAS INTEGRADORES EN PROFUNDIDAD. 19
2.3.6. MUESTREADORES AUTOMÁTICOS 19
2.4. RECOMENDACIONES PARA EL MUESTREO. 21
2.5. RECIPIENTES 22
2.6. CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS 24
CAPÍTULO III 26
DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL LAGO DEL PARQUE IGNACIO FLORES .. 26
SELECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO 28
3.1. SELECCIÓN 29
3.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO 30
3.2.1. PUNTO DE INGRESO DE LOS AFLUENTES 30
3.2.2. PUNTOS DE MAYOR PROLIFERACIÓN DE ALGAS 30

3.2.3. PUNTOS CON MAYOR PROBABILIDAD DE CONTAMINACIÓN EXTERNA 31
3.2.4. PUNTOS CERCANOS A LAS INFRAESTRUCTURAS AL INTERIOR DEL LAGO 31
3.2.5. LOS PUNTOS CERCANOS A LAS ÁREAS DE BAJA PRODUCCIÓN DE ALGAS 31
3.2.6. PUNTO DE SALIDA 31
3.2.7. PUNTO DE DESCARGA AL RÍO 31
CAPÍTULO IV 32
ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE AGUA 32
4.1. ESTUDIO DE ALGAS 32
4.1.1. ALGAS SÁPIDAS Y OLOROSAS 34
4.1.2. ALGAS OBTURADORAS DE FILTROS 35
4.1.3. ALGAS DE AGUAS CONTAMINADAS 35
4.1.4. ALGAS DE AGUA LIMPIA 36
4.2. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS 37
4.2.1. pH EN LA EUTROFIZACIÓN 38
4.2.2. TEMPERATURA 39
4.2.3. OXÍGENO DISUELTO 39
4.2.4. FÓSFORO 40
4.2.5. NITRÓGENO 41
4.2.6. TURBIEDAD 41
4.2.7. COLOR 42
4.2.8. TRANSPARENCIA 42
4.2.8. SÓLIDOS DISUELTOS O RESIDUO FILTRABLE 43

4.2.9. ALCALINIDAD 43
4.2.10. CONDUCTIVIDAD 43
4.3. ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS 44
4.3.1. COLIFORMES TOTALES 45
CAPÍTULO V 46
EUTROFIZACIÓN 46
5.1. PROCESOS 49
5.2. CAUSAS DE LA EUTROFIZACIÓN 49
5.3. SITUACIÓN DE LOS LAGOS EN EL MUNDO Y EN ECUADOR 50
CAPÍTULO VI 51
CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS AFLUENTES AL LAGO EN ESTUDIO 51
6.1. APORTE DE AGUAS MINERALES 51
6.2. APORTE DE FILTRACIONES DE AGUAS RESIDUALES 51
6.3. APORTE POR ACTIVIDAD ANTROPOGÉNICA 52
CAPITULO VII 53
TRATAMIENTO DE LAS AGUAS EUTROFIZADAS 53
7.1. USO DE CARBONATO DE CALCIO 53
7.2. USO DE ALGICIDAS 54
7.3. TRATAMIENTO PROGRAMADO 54
7.3.1. DOSIFICACIÓN DE CARBONATO DE CALCIO ($CACO_3$) 54
7.3.1.1. Cálculo dosificación de carbonato de calcio ($caco_3$) 55
7.3.1.1.1. Cálculo de volumen y caudal del agua del lago a tratar 55
7.3.1.1.2. Cálculo de la dosis óptima de carbonato de calcio 56
7.3.2. AIREACIÓN 58

7.3.3. DOSIFICACIÓN DE ALGICIDA 59
CAPITULO VIII 60
MANEJO SOSTENIBLE Y SUSTENTABLE 60
8.1. LOS PARQUES Y ÁREAS VERDES EN EL MARCO DE LA SUSTENTABILIDAD URBANA 60
8.2. PRINCIPIOS E INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD DE GRANDES PARQUES URBANOS DEL PARQUE URBANO AL PARQUE SOSTENIBLE 64
8.3. PLAN DE MANEJO SOSTENIBLE Y SUSTENTABLE 66
8.3.1. SEGURIDAD. 66
8.3.2. JARDINERÍA 66
8.3.3. MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES 66
8.3.4. TRATAMIENTO DEL LAGO 66
CAPÍTULO IX 67
9.1. CONCLUSIONES 67
9.2. RECOMENDACIONES 68
9.3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA 69
ANEXOS 70
Fotografías microscópicas de algas de la laguna 1 70
Fotografías microscópicas de algas de la laguna 2 70
Fotografías microscópicas de algas de la laguna 3 71
Fotografías microscópicas de algas de la laguna 4 71
Fotografías microscópicas de algas de la laguna 5 72
Fotografías de la laguna 1 72
Fotografías de la laguna 2 73
Fotografías de la laguna 3 73

Fotografías de la laguna 4 74
Fotografías de la laguna 5 74
Fotografías de la Laguna 6 75
Fotografías de la Laguna 7 75
Fotografías de las instalaciones del Parque 1 76
Fotografías de las instalaciones del Parque 2 76
Cuadro de Identificación de Algas 77
Cuadro de Identificación de Algas 2 78
Cuadro de cambios recientes de algunos nombres de algas 79
Cuadro de olores, sabores y sensación lingual que producen las algas en el agua 80
Cuadro de Algas que obturan los filtros 81
Ilustraciones identificación de algas lámina 1 82
Ilustraciones identificación de algas lámina 1 83
Ilustraciones identificación de algas lámina 2 84
Ilustraciones identificación de algas lámina 2 85
Ilustraciones identificación de algas lámina 3 86
Ilustraciones identificación de algas lámina 3 87
Ilustraciones identificación de algas lámina 4 88
Ilustraciones identificación de algas lámina 4 89
Ilustraciones identificación de algas lámina 5 91
Ilustraciones identificación de algas lámina 5 92
Ilustraciones identificación de algas lámina 6 93
Ilustraciones identificación de algas lámina 6 94
Cuadro de otros problemas que causan las algas en los abastecimientos de agua. 95

Cuadro de otros problemas que causan las algas en los abastecimientos de agua. 96

Definición de Términos Básicos 97

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Mapa Escasez Agua 3
Ilustración 2. Problema de Algas 4
Ilustración 3. Problema de Algas 5
Ilustración 4. Electrones de una molécula de agua y distribución de cargas parciales 10
Ilustración 5. Moléculas de agua y enlaces de hidrogeno 10
Ilustración 6. Como llegar 1 26
Ilustración 7. Como llegar 2 27
Ilustración 8. Puntos y distribución de muestreo 29
Ilustración 9. Ingreso de afluentes al lago 30
Ilustración 10. Foto de algas de la laguna al microscopio 33
Ilustración 11. Lámina 2 manual identificación de algas 33
Ilustración 12. Etapas de la eutrofización 48
Ilustración 13. Etapas de la eutrofización 48
Ilustración 14. Deterioro de la infraestructura 52
Ilustración 15. Falta de cultura y manejo inadecuado 53
Ilustración 16. Puntos de dosificación de carbonato de calcio 55
Ilustración 17. Pesaje de carbonato de calcio 56
Ilustración 18. Solución al 5% 57
Ilustración 19. Filtración de muestra 57
Ilustración 20. Puntos dosificación sulfato de cobre 59
Ilustración 21. Representación esquemática de la construcción del índice de sustentabilidad 65

Índice de tablas

Tabla 1. Tipos de muestreadores. 20
Tabla 2. Conservación y almacenamiento de muestras para análisis. 24
Tabla 3. Identificación de algas 32
Tabla 4. Olores, sabores y sensación lingual que producen las algas en el agua presentes 34
Tabla 5. Algas obtuladoras de filtros presentes 35
Tabla 6. Algas de aguas contaminadas presentes 36
Tabla 7. Algas de aguas limpias presentes 37
Tabla 8. Análisis fisicoquímicos 37
Tabla 9. Análisis Microbiológicos 44
Tabla 10. Dosis optima carbonato de calcio 58