

Las Cuencas y Los Lagos

La mente es como un lago. Cuando las aguas están tempestuosas, el oleaje y la turbiedad impiden ver el fondo. En cambio, cuando las aguas del lago están serenas, es posible ver las rocas y troncos del fondo, junto a los peces, fundirse en una sola imagen con las nubes y aves que vuelan en el cielo.

Atributos y Cualidades Ecológicas de los Lagos

El lago con su límite bien marcado es uno de los ecosistemas mejor definidos de la tierra. Es así como puede compararse a una isla en que el sistema natural dentro de su costa es relativamente independiente de los sistemas exteriores circundantes.

El Lago y la Isla



La isla es un sistema natural comprendido dentro de los límites de la costa, enteramente distinto del ambiente marino que lo rodea, pero altamente dependiente del mismo



El lago, semejante a una isla, constituye un sistema natural enteramente distinto del ambiente terrestre que lo rodea, y de igual modo, altamente dependiente del mismo.

→ Sentido de la influencia

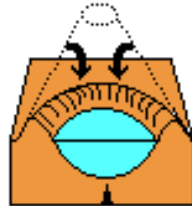
Si son suficientemente antiguos geológicamente, tienden a hospedar una biota altamente calificada.

En términos de flujo bio/geo/hidrológico de materia orgánica e inorgánica en cambio, los lagos son enteramente dependientes de su entorno y sistemas circundantes.

El agua entra al lago desde sus áreas de atrapamiento, drenada por sus cauces que conforman la cuenca lacustre. Sin el flujo de agua y su asociado abastecimiento de materia orgánica y energía, los ecosistemas lacustres no podrían sobrevivir. Mantener esa delicada armonía que los hace cuerpos hídricos sanos y vivos.

Entonces los atributos o cualidades ecológicas y fisiológicas de un lago dependen en gran medida del medioambiente natural, la población humana y su actividad en el área de atrapamiento.

Origen de los Lagos



Lago de Caldera: Son lagos formados como resultado del derrumbe de un cráter después de una erupción volcánica. Ej: Crater Lake en USA

Lago Tectónico: Son lagos generados como consecuencia de movimientos tectónicos. Nuestros lagos son una combinación de este tipo y de los de origen glaciario



Lago Glaciar: Son lagos creados por la erosión resultante del movimiento de los glaciares. Son formados por un dique de sedimentos acumulados como consecuencia del derretimiento de los glaciares denominado "morena glaciar". Es el caso de los lagos chilenos



Nuestros lagos combinan ambos tipos

Lago Aluvial: Son lagos creados por sedimentos acumulados por el río.



Lago Regresivo: Son lagos formados por la reducción del nivel del mar



Lago Artificial: Son lagos creados por una presa que embalsa el río.



Lago Embalsado: Son lagos creados por estancamiento natural con materiales arrastrados por glaciares, lava volcánica o deslizamiento en masa de tierra



Laguna: Lagos formados por acción de arena a la deriva en áreas planas cerca de la playa.



Hidraulicidad de los Lagos

Significación de la dinámica de las Aguas en los Cuerpos Lacustres

En términos hidrológicos, el balance hídrico de un lago está dado por la diferencia entre los afluentes de todo tipo al mismo tiempo y las diversas pérdidas producidas.

El ingreso del agua a un lago proviene de varias fuentes:

1. Precipitaciones directas sobre la superficie del mismo. Este factor reviste particular importancia en el caso de los grandes lagos.
2. Aguas superficiales provenientes de la cuenca de drenaje. La cantidad de agua de escurrimiento que llega a un lago es sumamente variable y depende de la morfometría, de la naturaleza de los suelos y de la cubierta vegetal de la cuenca de drenaje. De gran relevancia resultan asimismo los patrones de precipitación: un alto escurrimiento superficial puede tener su origen en el desarrollo de fuertes lluvias durante un período de tiempo relativamente corto con, una elevada carga de nutrientes debido a la erosión de los suelos.
3. Infiltración de aguas subterráneas por debajo de la superficie de lago. Esta es una de las principales fuentes en el caso de lagos formados por actividad glaciaria sin drenaje superficial o de aquellos localizados en cuencas rocosas. El agua subterránea puede entrar al lago también en estos casos, a través de manantiales perfectamente definidos.

La Estratificación Térmica y su Influencia en la Dinámica de los Lagos

Debido a las condiciones meteorológicas atmosféricas y estacionales, sea por el ingreso directo de aguas de precipitación o de escurrido, sea por derretimiento de nieves, sea consecuencia de heladas o de calurosos días soleados, las temperaturas del agua de los lagos varían continuamente, produciendo diferencias de densidad que influyen sobre la circulación vertical y la mezcla. La circulación general depende de la temperatura, y, por consiguiente, va ligada al clima de la región.

La comprensión y clasificación de los lagos en función de sus características de estratificación y mezcla, resultan decisivas desde el punto de vista biológico.

El conocimiento de la hidrodinámica lacustre favorece la comprensión de la ubicuidad del desarrollo de las distintas colonias biológicas que pueblan sus costas o que viven en sus aguas. Para tal fin resulta esencial alcanzar un acabado modelo de la forma de su cubeta y de los accidentes internos que ésta pueda presentar, como asimismo, la orientación, el modo y caudales con que ingresan sus tributarios y egresan sus emisarios.

Para conocer la forma de la cubeta de un lago, actualmente pueden realizarse precisas "topobatimetrías" con instrumentos geodésicos y ecosondas registradoras con los que uno puede determinar profundidades con precisa ubicación espacial sobre la masa móvil acuática. De la digitalización de dichos perfiles planimétricos pueden generarse vía ordenador modelos tridimensionales que después permiten modelar simulando el discurrir del fluido dentro de la cubeta.

Numerosos autores se han interesado por la clasificación de los lagos a partir de sus características de estratificación y mezcla y los tipos fundamentales son los siguientes:

Lagos Fríos Monomícticos

En estos cuerpos acuáticos, la temperatura del agua superficial como profunda nunca supera los 4° C. Durante los veranos cuando el agua sobrepasa los 4° C, puede producirse una circulación vertical que genera la mezcla de las aguas. Este tipo de lagos se encuentran en las regiones polares o a gran altitud en los cordones montañosos.

Lagos Templados Dimícticos

En las zonas templadas, aquellos lagos suficientemente profundos tienen **ciclos estacionales** que alteran en la estratificación de sus aguas.

Durante los veranos, las aguas de las capas superiores se calientan más que las del fondo, consecuencia de la exposición superficial a la intensa y continua radiación solar resultante de la sucesión días despejados. Este factor origina una circulación de las aguas superficiales, las cuales no se mezclan con las del fondo. La diferencia de temperatura entre las aguas superiores y las profundas da origen a una zona intermedia denominada **termoclina**, que separa dos capas de agua bien diferenciadas:

- la que está por encima de la termoclina que se denomina **epilimnio**, con aguas tibias y circulantes y
- la capa profunda, por debajo de la termoclina que recibe el nombre de **hipolimnio**, abarcando las aguas frías, profundas y no circulantes.

En otoño, la temperatura desciende en el epilimnio hasta igualar a la del hipolimnio provocando la circulación total de las aguas del lago. Así se produce la mezcla de las aguas superficiales con las profundas. Durante el invierno se genera una estratificación consecuencia del congelamiento superficial, mientras que las del fondo permanecen a 4° C. Esta temperatura corresponde al punto de máxima densidad del agua (3.98° C). Cabe considerarse que basta que una delgada monocapa superficial del lago descienda por debajo de esta temperatura para que los eventos de estratificación y mezcla se produzcan, no resultando imprescindible la presencia de hielo para que ello ocurra.

Durante la primavera la temperatura del epilimnio asciende, el hielo se funde o la temperatura superficial supera los 4° C y, al hacerse agua más pesada dado a que ha aumentado su densidad, desciende hacia el fondo provocando la subida de las aguas profundas. Así se establece una circulación total de las aguas con la consiguiente fertilización de las capas superiores por el arrastre de nutrientes en suspensión desde el fondo.

Este es el tipo de lagos que tenemos en nuestra región.

Lagos Templados y Subtropicales Monoícicos

En estos lagos la temperatura del agua superficial nunca baja a 4° C y en invierno no se hielan. La mezcla vertical de las aguas solo se puede producir durante la estación fría.

Lagos Tropicales Oligomícticos

La temperatura del agua superficial en este tipo de lagos oscila entre los 20° y 30° C, manteniéndose casi constante durante todo el año. El gradiente térmico es débil y el rango limitado por lo que se producen cambios poco notorios. La circulación vertical es irregular y rara vez es total.

Utilización de los Lagos y sus Cuencas

Los humanos utilizamos los lagos, reservorios y sus cuencas de drenaje de agua para:

1. Producción de agua potable
2. Generación de Energía
3. Recreación

4. Pesca
5. Transporte
6. Acuicultura
7. Descarga de efluentes

Entonces de lo expresado deducimos el valor de los lagos como importante reserva de agua fresca, potable. Son recurso de lavado, agricultura y producción de energía. Proveen vía de transporte, oportunidad para la recreación y tristemente, un lugar para arrojar nuestros desperdicios.

Estado Ecológico de los Lagos - Concepto de Trofía

Los ciclos biogeoquímicos que ocurren en los lagos están determinados en parte por la carga externa del ecosistema lacustre desde la cuenca de drenaje dado a que los lagos son sistemas abiertos con entradas y salidas, con tributarios y emisarios.

"Un lago sólo puede ser ecológicamente estable mientras su área de atrapamiento de aguas se mantenga en buenas condiciones ecológicas".

Según Abhe y Rhode, la trofía de un lago se refiere a la velocidad con que la materia orgánica es provista al o por el lago en la unidad de tiempo. Se trata de una expresión que describe los efectos combinados de la materia orgánica provista al lago a partir de la producción autóctona y de fuentes alóctonas.

El concepto de "trofía de un lago" está relacionado con el metabolismo integral del ecosistema hídrico, determinado por el suministro orgánico otorgado por dos fuentes: la carga nutriente de la escorrentía de las cuencas tributarias sumada a la productividad propia del reservorio receptor.

La carga externa de nutrientes y materia orgánica es decisiva para la productividad de un lago, dentro de los límites que le imponen las condiciones climáticas, el tiempo de residencia, la tasa de renovación, etc., para distintas áreas en diferentes latitudes. Un incremento de producción vegetal implica una disminución de oxígeno en su masa de agua más profunda (el hipolimnio) lo que a su vez genera una liberación de nutrientes a partir de los sedimentos.

Esta provisión de nutrientes al ecosistema lacustre constituye lo que se denomina: la carga interna. Wollenweider(1968) fue el primero en formular criterios cuantitativos de carga para el fósforo y nitrógeno y las condiciones tróficas esperadas en los cuerpos de agua(concepto de la carga de nutrientes). Como el fósforo resulta ser habitualmente el factor limitante inicial para el crecimiento de las plantas, las aproximaciones y los modelos de carga cuantitativos se refieren en su mayoría, a éste elemento.

El equilibrio ecológico de un lago depende enteramente de estas fuentes de problemas y puede determinarse por el análisis de variables internas como el fitoplancton, los nutrientes y las concentraciones de peces.

Como veremos más adelante, el gran desafío de una gestión integral de cuencas consiste en lograr esos análisis, obtener, ordenar y lograr conclusiones a partir del estudio de esos datos, lo que permite determinar el estado de los lagos y sus cuencas, y así incidir con fundamento técnico en el campo de las decisiones, tendiendo a que se realicen acciones oportunas con el fin mantener y sostener dicho equilibrio (ej.: El lago Lacar de S.M. de los Andes, Neuquén.).

Ecosistemas de Agua Dulce

"Estructura"

A continuación se describen los componentes mas importantes que conforman **la estructura** de un ecosistema de agua dulce:

Componentes Abióticos

Los componentes abióticos son sustancias inorgánicas involucradas en los ciclos materiales.

Salinidad iónica total de las aguas superficiales.

La composición iónica de las aguas superficiales está dominada por cuatro cationes mayores (carga electropositiva): Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio y cuatro aniones mayores (carga electronegativa) Bicarbonato, Carbonato., Sulfato y Cloruro. Estos son los que usualmente constituyen la salinidad total de las aguas dulces.

En lagos abiertos de zonas templadas, los iones calcio y bicarbonato son los que prevalecen, generalmente en la siguiente gradiente:

Cationes: $Ca > Mg > Na > K$

Aniones: $HCO_3 > SO_4 > Cl$

Hay sin embargo frecuentes desviaciones en estas proporciones en cuencas de drenaje con aguas suaves y materiales plútonicos basales. La conductividad específica es cercanamente proporcional a las concentraciones de los iones mayores y los cambios en la conductividad reflejan cambios proporcionales en la concentración iónica.

Tres mecanismos mayores controlan globalmente la salinidad de las aguas superficiales:

- El Lavado erosivo de rocas,
- la precipitación atmosférica y
- la relación entre la precipitación y la evaporación.

Las aguas dominadas por el lavado erosivo de las rocas son usualmente ricas en calcio y bicarbonato. El clima, drenaje de cuenca y la composición del material rocoso tienen una influencia dominante en la composición del agua. Las áreas húmedas tropicales del Africa y de Sud América tienen agua de lluvia con composición iónica alta. La precipitación atmosférica domina la salinidad también tanto como poca lluvia y alta evaporación en regiones áridas y calientes.

Nutrientes y Elementos de Traza:

Entre las sustancias inorgánicas se encuentran nutrientes que resultan esenciales en la producción biológica. Las cantidades de nitrógeno y fósforo son ampliamente significativas para la productividad de corrientes superficiales y lagos. El Fósforo es por lo general el factor limitante para la productividad debido a su limitado y escaso abastecimiento natural.

Estos nutrientes mayores y numerosos elementos de traza o menores: hierro, manganeso, molibdeno y zinc, son de importancia biológica esencial pero no contribuyen sustancialmente a la salinidad total.

Compuestos Orgánicos:

Los Hidratos de Carbono, proteínas, sustancias húmicas, pigmentos, y vitaminas constituyen los principales componentes orgánicos del agua. Estos son generados por los procesos metabólicos dentro de las células de los tejidos biológicos y pueden jugar un rol importante en los ecosistemas acuáticos como materia orgánica extracelular disuelta, liberada por autólisis y excreción. La excreción de aminoácidos por el zooplankton puede ser temporalmente una fuente mayor de materia orgánica disuelta. Resultan relevantes las Enzimas libres (exoenzimas), como por ejemplo en el ciclo del fósforo que no puede ser comprendido sin la debida consideración acerca de las fosfatasa libres.

Régimen Climático

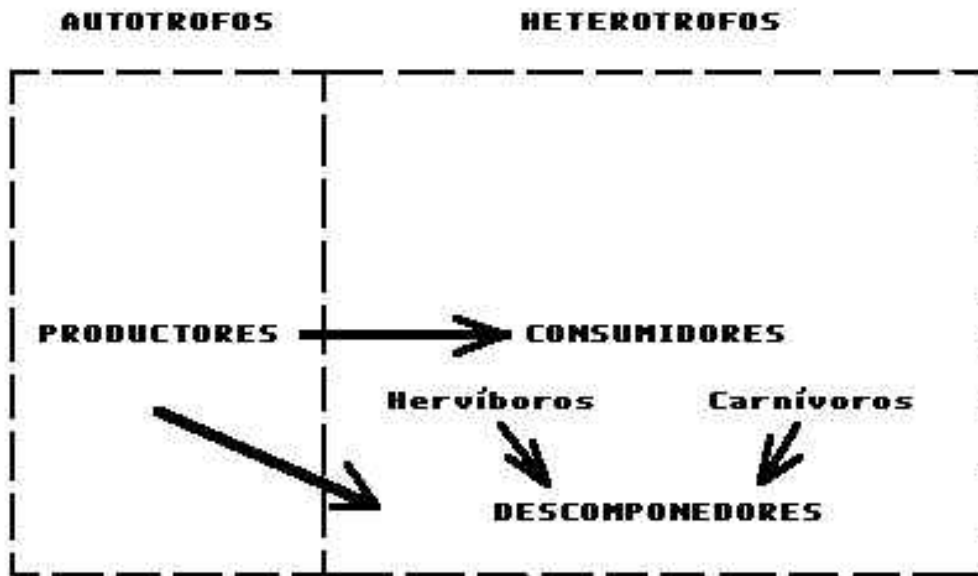
El patrón térmico determina el tipo de estratificación, mientras la luz permanece controlando la fotosíntesis. Por lo tanto, el clima es de gran importancia para los ecosistemas lacustres.

Componentes Bióticos

Los componentes bióticos constituyen lo que denominamos la "biomasa". Biomasa es la unidad de medida creada para expresar el peso de todos los organismos pertenecientes a una especie en particular o de todos los grupos presentes en una cierta unidad espacial de un ecosistema.

Los componentes bióticos de un ecosistema comprenden principalmente dos grupos de organismos: los **AUTOTROFOS** y los **HETEROTROFOS**.

Los Autotrofos son aquellos que se alimentan por sí mismos no a expensas de otros organismos, manteniendo una productiva existencia en base a la disponibilidad de material inorgánico del ambiente. Estos organismos se llaman Productores por su capacidad de producir compuestos orgánicos complejos como proteínas, azúcares y grasas a partir de sustancias inorgánicas simples y fácilmente tomables del ambiente circundante.



Esquema funcional de los organismos de un ecosistema.
de "Conoscere un Lago" de Giussani y De Bernardi - Instituto Italiano de Idrobiología, Pallanza, 1984.

Gestión Integral, Cuenca Nacional Lago Puelo, 1995.-

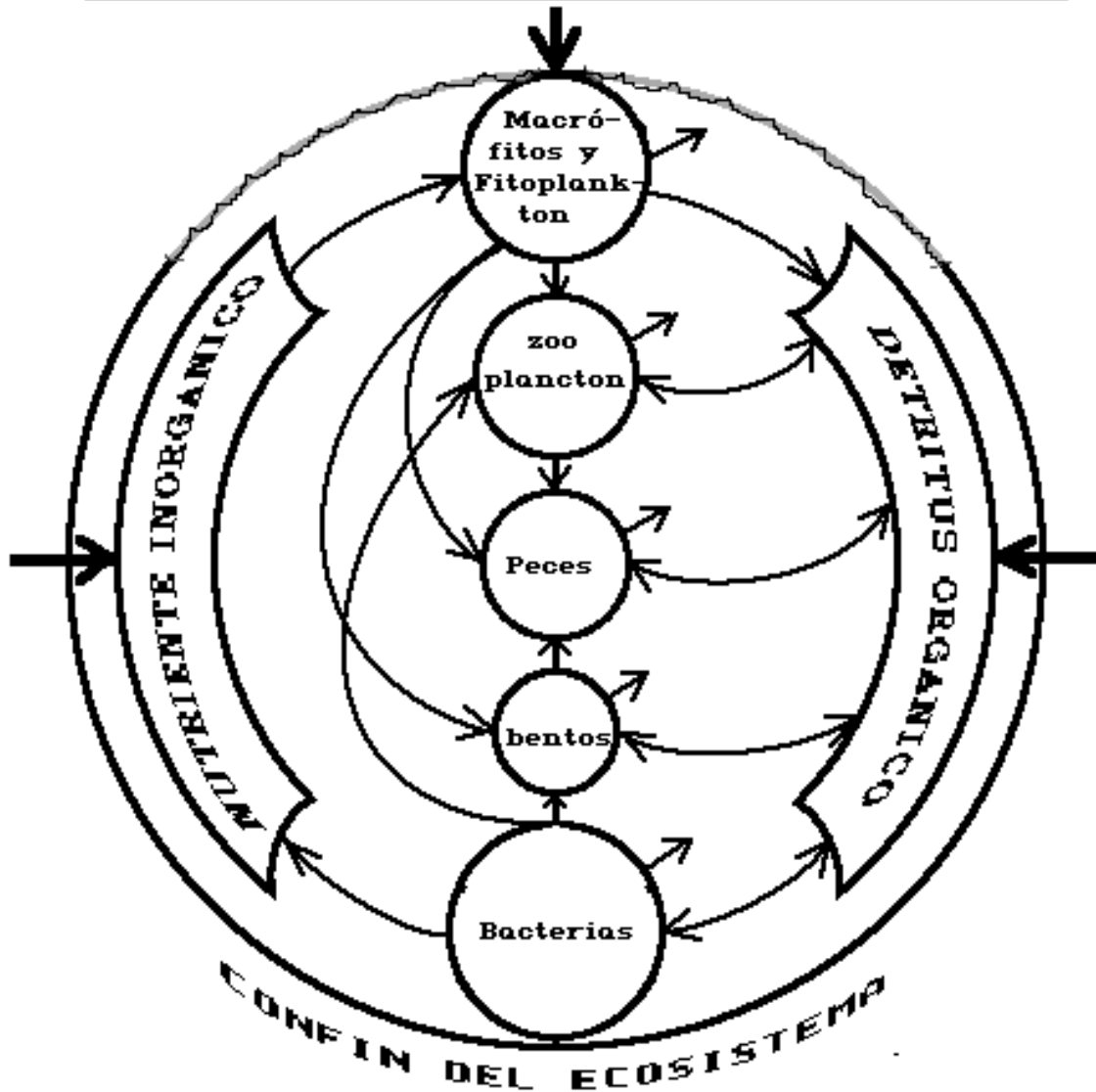
En todo ecosistema, los organismos autotrofos más comunes son las "plantas verdes" en ambientes terrestres y algas verdes en los ambientes acuáticos. El proceso de los cloroplastos o pigmentos clorofílicos en contacto con una determinada longitud de onda de la luz solar, hace que estos organismos cumplan con la reacción química de la fotosíntesis, capaz de transformar el agua y el anhídrido carbónico en glucosa. De dicho compuesto orgánico, y a través de complicadas reacciones químicas, se producen la células, sintetizando todos los compuestos que caracterizan a los seres vivos.

En los ambientes terrestres, estos organismos que cubren la tierra con un manto verde viviente, alcanzan gran tamaño en forma de árboles, mientras que en los ambientes acuáticos, conforman en mayor cantidad, masas de organismos principalmente unicelulares y microscópicos llamados algas.

El monopolio de la vida está fundado en estos organismos que por su capacidad de producir materia orgánica son llamados Productores o Autótrofos.

Entonces, en los cuerpos de agua, los Productores de materia orgánica son las algas verdes (fitoplancton) y plantas superiores (macrófitas) que a través del proceso de la fotosíntesis, producen la biomasa a partir de sustancias inorgánicas simples que toman del agua y del suelo respectivamente.

Ciclo de la materia en un ecosistema acuático



de "Conoscere un Lago", Instituto Italiano de Idrobiologia, Pallanza, 1984.

Todos los demás organismos que se nutren a expensas de otros organismos, cuya supervivencia depende de la presencia de organismos autotrofos productores, de los cuales se nutren, son denominados heterotrofos o Consumidores.

Consumidores

Macroconsumidores

Los Macroconsumidores son el zooplancton y los peces que se alimentan de otros organismos o materia orgánica particulada (detritus).

Microconsumidores

Son organismos heterotróficos, principalmente bacterias y hongos, responsables de la degradación de los substratos particulados o disueltos, producidos por los procesos autotróficos o arribando de fuentes alóctonas. Entonces, desde un punto de vista trófico la biomasa puede ser separada en dos componentes: autotróficos y heterotróficos. Estos están ligados metabólicamente dentro de una cadena alimentaria.

"Función"

La estructura está concernida con el patrón y distribución de los componentes abióticos y bióticos.

La **función** está concernida con las tasas. Por ejemplo, no interesa solo la cantidad de fosfato inorgánico presente en un momento determinado, sino también sus tasas de renovación.

Se pueden determinar tasas en forma bastante sencilla por los mismos métodos que utilizamos para la determinación de concentraciones y biomásas. Los Rangos son esenciales para comprender la dinámica de los ecosistemas.

Un ecosistema puede ser analizado desde el punto de vista funcional en términos de lo siguiente:

1. Circuitos de Energía (todo proceso viviente está acompañado por transferencias de Energía)
2. Ciclos de Nutrientes: Ciclos biogeoquímicos de los nutrientes mayores.
3. Patrones de distribución y productividad de los organismos en el espacio y el tiempo.
4. Cadenas Alimentarias (Cadenas de pastoreo y de detritus)
5. Control. Cibernética, regulación del metabolismo.

El ecosistema es la unidad básica funcional en ecología, e incluye tanto organismos vivos como el ambiente abiótico. Ambos influyen las propiedades del otro.

La transferencia de Energía y la Madurez de los Ecosistemas

En cuanto a transferencia de energía, el total de la energía luminosa fijada en una planta en determinado intervalo de tiempo se denomina producción primaria bruta, y el resto que puede ser utilizada por los consumidores se llama producción primaria neta. El crecimiento de las plantas se puede medir como producción neta y se puede interpretar tanto como energía aprovechada o como biomasa. Si entendemos este balance energético como un flujo dentro de la comunidad íntegra del ecosistema, incluyendo a los consumidores y a los descomponedores, descubriremos una nueva unidad de respiración sin la que sería imposible introducir otra fuente de producción.

En este balance energético total referido al ecosistema íntegro se observa que la producción neta es igual a producción bruta, realizada acerca de los organismos productores, restando la sumatoria de la respiración de todos los organismos sea autótrofos o heterótrofos.

La información que contamos a partir de esa ecuación, aplicada al balance energético de un ecosistema, es muy importante al fin de la evaluación del nivel de madurez del ecosistema evaluado. En efecto, cuando la respiración total es inferior a la producción bruta (realizándose de ese modo una efectiva producción neta) se denominará ecosistema en evolución. Esto significa que en un sistema ecológico de este tipo, existe la posibilidad de que los organismos heterótrofos puedan disfrutar, los que tenderán a balancear la situación mediante un aumento numérico de la población animal presente.

En un ecosistema tal se verifica una " **sucesión ecológica**".

Cuando ocurre que la respiración iguala a la producción bruta estamos frente a un ecosistema maduro o CLIMAX. En un sistema climax, toda la energía fijada es utilizada, la producción neta desciende a cero, no queda ningún remanente de acumulación anual neta de material orgánico. El climax es teóricamente un sistema en equilibrio energético, que depende de su estructura para su continuidad en el tiempo.

De lo anterior resulta que el Ecosistema es una entidad, una estructura en continua evolución y tiende a la actualización de un equilibrio que todavía no puede ser considerado definitivamente estable.

La evolución de un ecosistema está determinada sustancialmente por una sucesión biótica, salvo algunos casos que determinan pocas modificaciones, sea del ambiente físico, sea del flujo energético, favoreciendo la instalación de nuevas comunidades siempre más especializadas en la utilización completa del recurso ambiental.

Esto significa que la comunidad de productores tenderá a optimizar su aprovechamiento de luz, agua, anhídrico carbónico, sales nutritivas; mientras la comunidad de consumidores y descomponedores tenderán a adquirir una complejidad tal, de ser capaces de aprovechar completamente los recursos energéticos ofrecidos por los productores.

A esta altura se puede comprender como una variación particular del clima puede desembocar en una carencia o sobrepoblación fuera de lo común, incidiendo drásticamente sobre la comunidad y consecuentemente en la estabilidad de un ecosistema maduro.

El Edificio Trófico

A partir de los conceptos expresados, en resumen, desde el punto de vista funcional, los ecosistemas acuáticos están organizados en una red trófica que asegura la transformación de la materia mineral y orgánica, a través del régimen alimentario de los organismos que lo habitan.

Esta transformación pasa por dos etapas esenciales:

- la asimilación por los organismos y
- la descomposición de esos organismos luego de su muerte

Los vegetales acuáticos clorofilianos tienen la propiedad de generar la materia orgánica de base carbónica de sus propios cuerpos, a partir de la síntesis del Anhídrido Carbónico gaseoso disuelto en el agua, con el aporte energético externo de la radiación solar.

La reacción global que necesita de la luz y de los pigmentos en las células vegetales se escribe así:

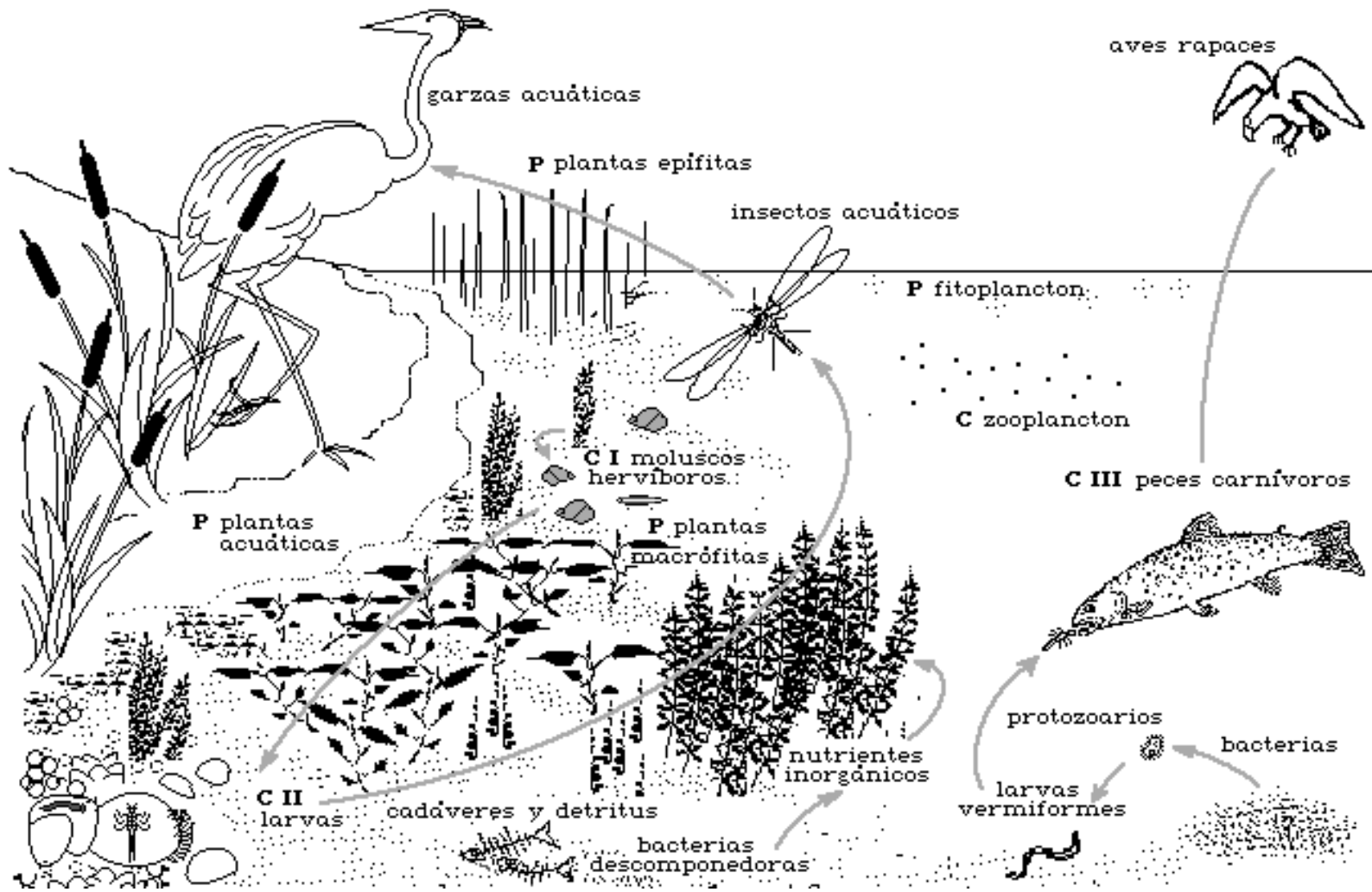


Esos vegetales, autotróficos por el carbono, crecen gracias al sol, el agua y otros elementos nutritivos (nitrógeno y fósforo, etc.) indispensables para su desarrollo, que toman del ambiente circundante.

Ensamble de interrelaciones complejas en la cadena alimentaria de un lago

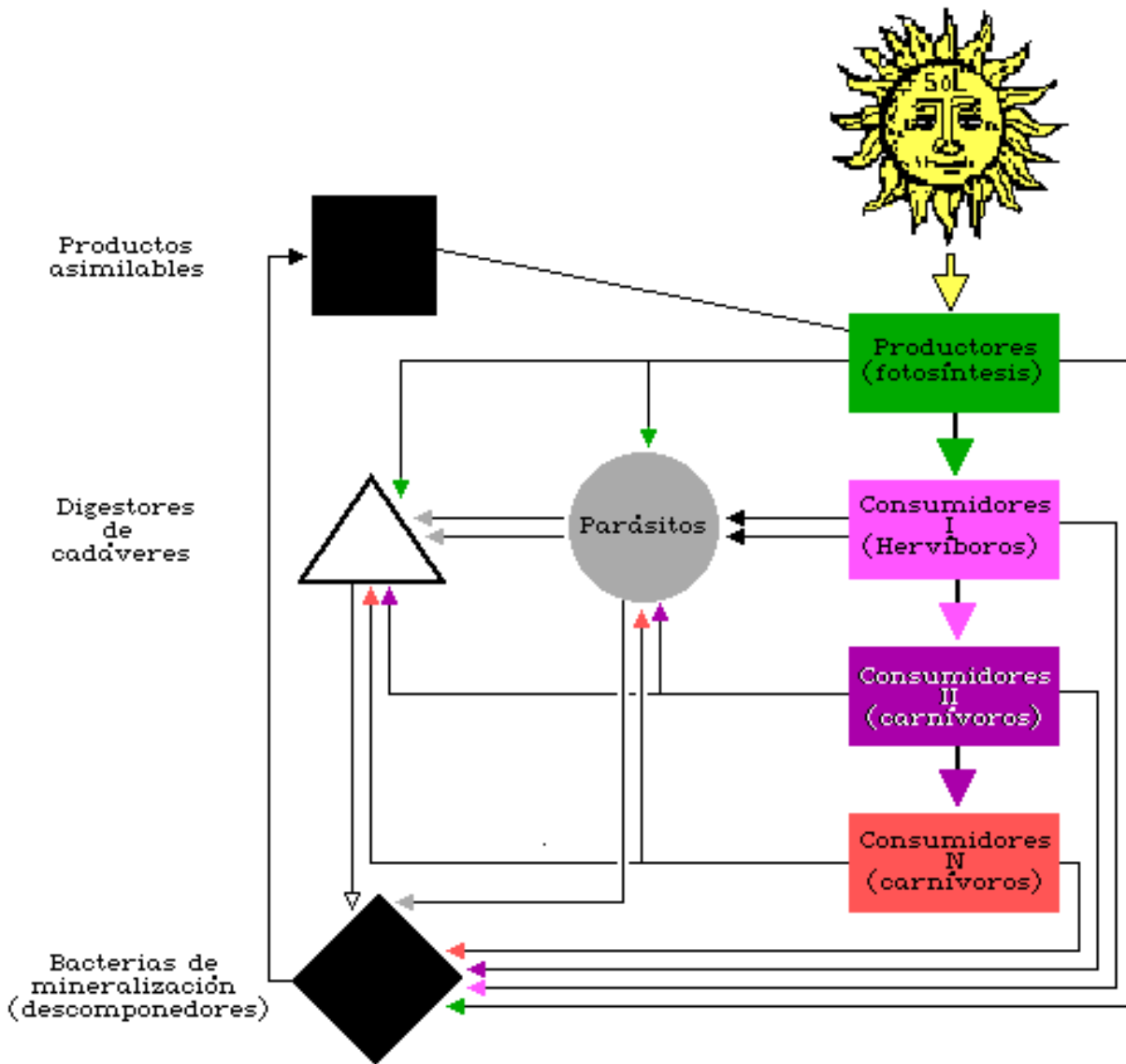
Las plantas clorofilianas utilizan la energía solar y son el punto de partida de las cadenas alimentarias y acuáticas, las que cierran su ciclo gracias a la capacidad de las bacterias para mineralizar los excrementos

REFERENCIAS
P = Productores
C = Consumidores



Ellos constituyen el primer nivel de la red trófica, llamados Productores; éstos son consumidos por organismos fitofagos o herbívoros, a los que se denomina consumidores primarios. Estos a su vez son objeto de una pedación por organismos llamados consumidores secundarios, y así...

En general, para un ecosistema dado, el número de niveles tróficos es limitado, de 4 a 5.



Un mismo organismo en el curso de su desarrollo puede cambiar de régimen alimentario y pasar de un estado de consumidor primario a uno de consumidor secundario, y a otro de terciario (CI, CII, CIII).

Las excretas producidas por estos organismos, al igual que sus cadáveres son transformados por los organismos que degradan la materia orgánica: las bacterias y hongos. Estos consumen oxígeno, y terminan descomponiendo esa materia orgánica para generar nuevos compuestos inorgánicos asimilables por los vegetales (nutrientes).

Consecuencias Ecológicas ligadas a la contaminación de agua

La agresión de los ambientes acuáticos depende de diversos factores: efluentes residuales de naturaleza (domésticos, agrícolas, industriales), bombeo de agua, corrección de los cursos de agua, embalse, estancamiento, sedimentación, descargas térmicas)

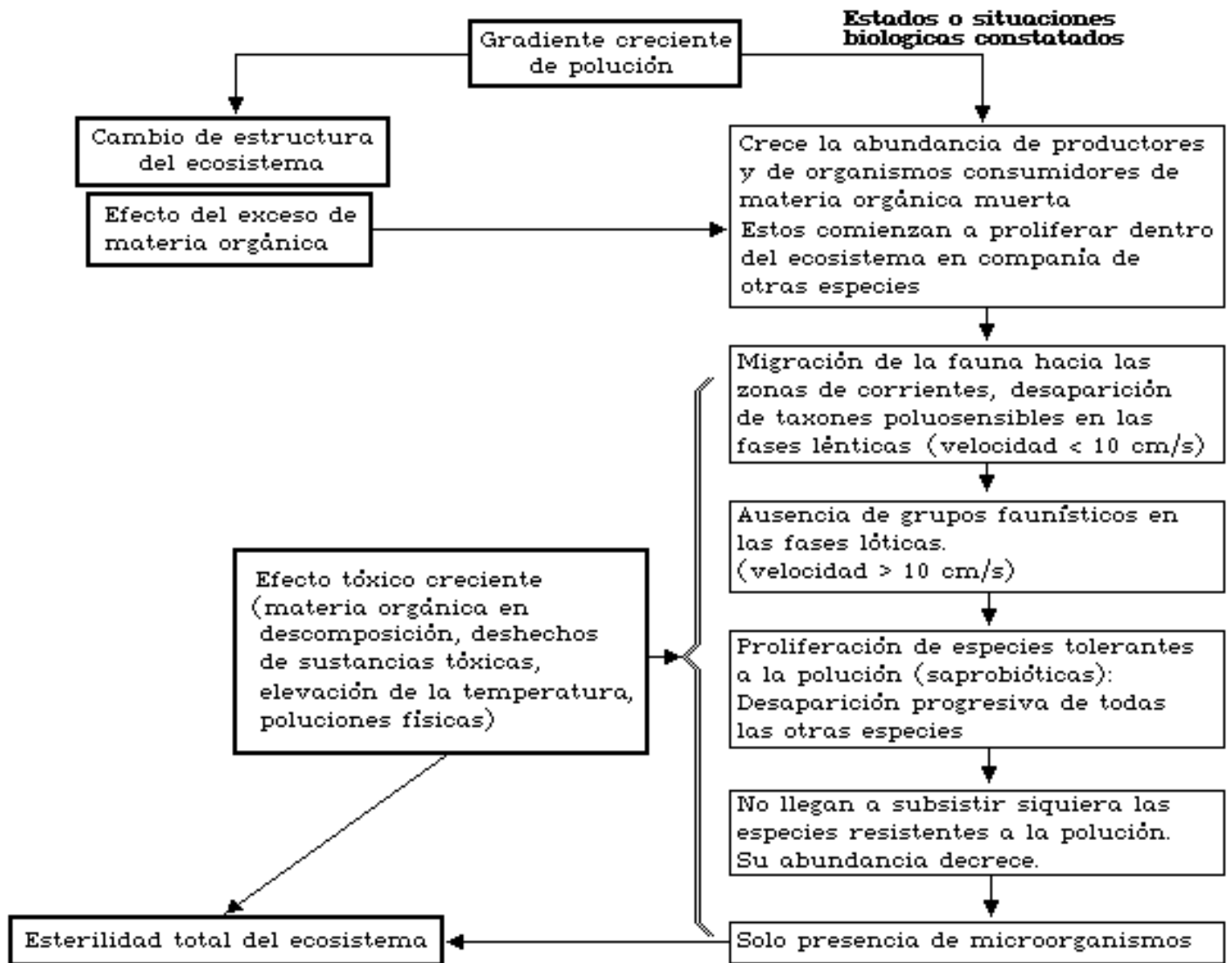
Con la acción de los efluentes residuales, la evolución de las condiciones ocasiona cambios muy rápidos en el ambiente, cualitativos y cuantitativos de la estructura del edificio biológico, requeridos para adaptarse a las nuevas condiciones del ambiente.

El ambiente es modificado y se vuelve inhóspito para un gran número de especies que desaparecen en un orden muy

preciso, en función de su tolerancia a las variaciones de ciertos componentes del ambiente (mesológicos).

Consecuentemente un número limitado de especies con capacidad adaptativa a las nuevas condiciones del ambiente, proliferan. Globalmente, el edificio trófico se vuelve progresivamente más simple limitando su capacidad de autodepurar el ecosistema. Este proceso evoluciona en forma acelerada.

Impacto de las actividades humanas sobre un ecosistema de agua corriente



Modificado de la Guide Pratique de l' Agent Preleveur - Minist. de l' Environ. - Francia

Cantidad de aportes producen efectos tóxicos o inhiben el crecimiento de las poblaciones biológicas, contribuyendo al enrarecimiento de los organismos, pudiendo conducir en caso extremo hacia un resultante sistema abiótico.

Así, sea cual sea la naturaleza de los desechos considerados, los efectos de la polución sobre la estructura de la biocenosis acuática se traducen en todos los casos en una simplificación del edificio trófico.

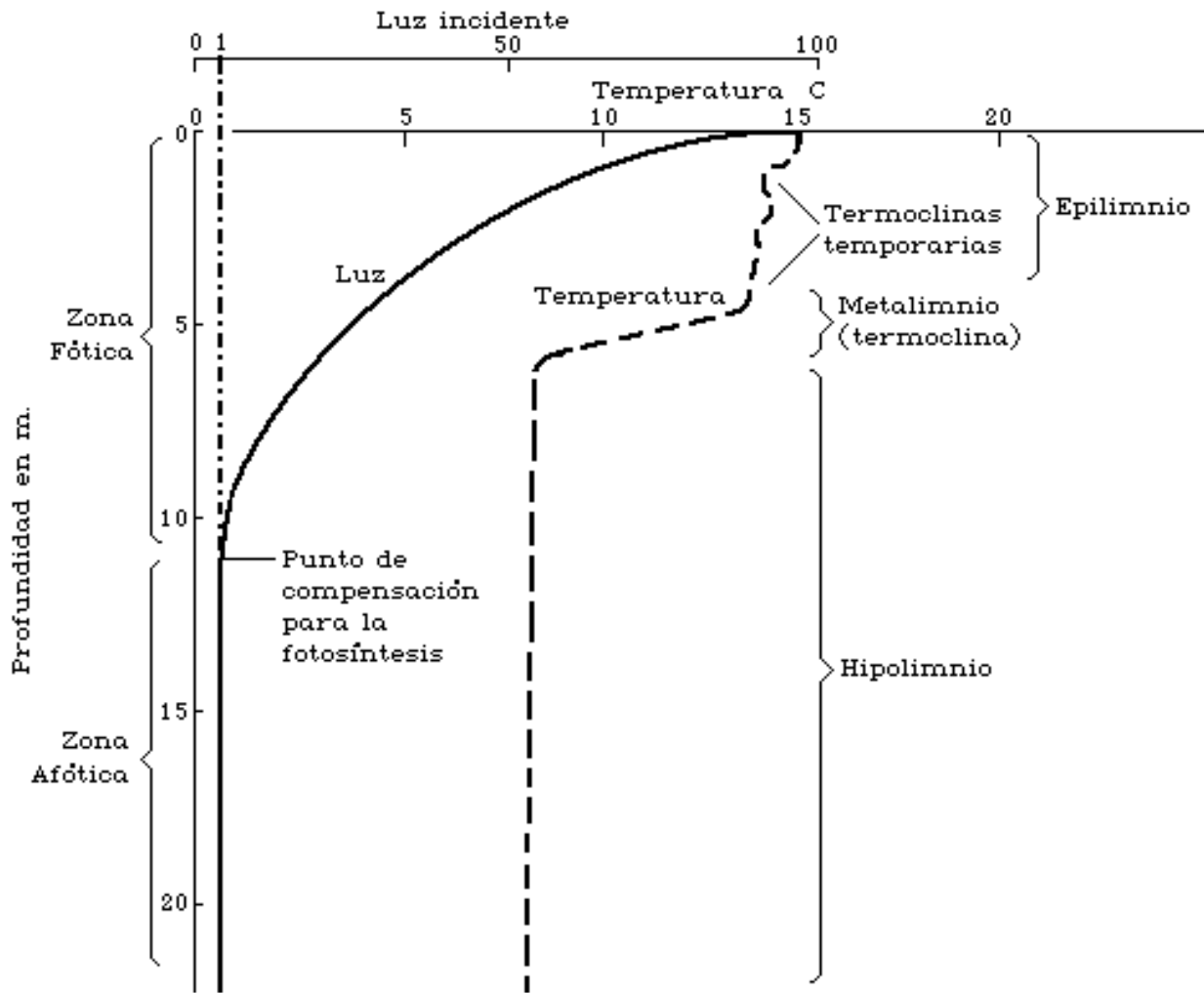


Laguna de los Buenos Pastos, El Hoyo, Chubut.

Lagos de Regiones Templadas

Zonas de Agua Abierta

La zona **limnética o pelagica** de un lago está dividida en tres regiones: La zona **trofogénica**, que es el estrato o capa bien iluminado y más cálido donde prevalece la fotosíntesis de las algas o fitoplancton.

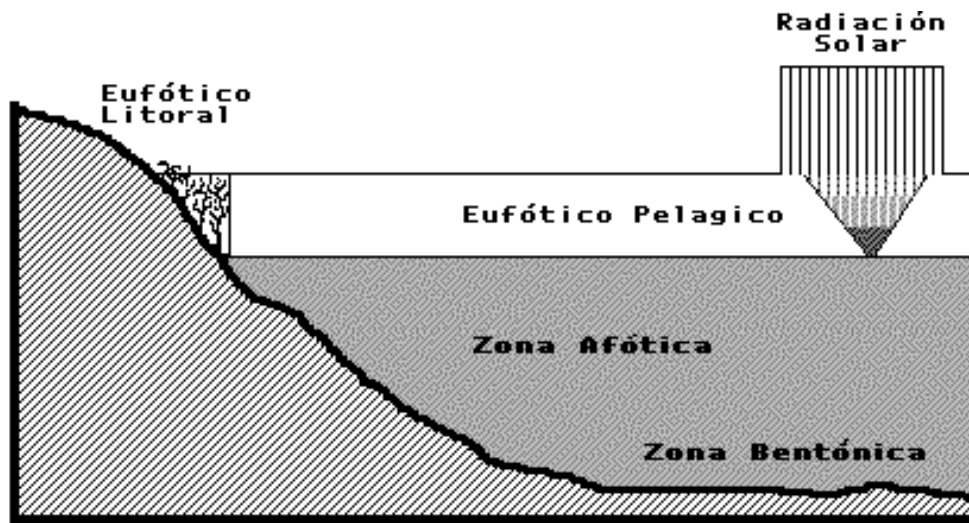


Estructura estratificada de un lago templado. Las termoclinas temporarias son causadas por el calentamiento durante días calmos, y son destruidas cada noche por el refrescante viento convectivo. La transparencia relativamente baja indica que el lago es eutrófico, es decir que tiene alta biomasa. (de Goldman y Horne, 1983)

La zona trofógena es definida como epilimnio, pero no es idéntica a éste. En lagos de aguas turbias, la alta absorción de la luz resultará de una alta concentración de fitoplancton, y la radiación disponible para la fotosíntesis no alcanzará los bordes más profundos del epilimnio, mientras que en lagos de aguas claras, esa radiación puede penetrar el epilimnio y partes superiores del hipolimnio. Entonces la frontera entre las zonas trofógenas y trofólíticas está en función de la penetración de la luz. Es la profundidad de compensación donde la fotosíntesis es reemplazada por la respiración.

Para comprender más acabadamente al ecosistema lacustre, conviene describir cuáles son las zonas funcionales del componente biótico. En un lago se puede distinguir un estrato superior de agua llamado eufótico, que comprende todo el espacio de agua superficial a cuya profundidad, distinta de ambiente en ambiente, arriba la radiación solar en cantidad suficiente y con característica tal que permita el proceso de la fotosíntesis.

El estrato eufótico incumbe tanto a la zona litoral como a la zona pelágica



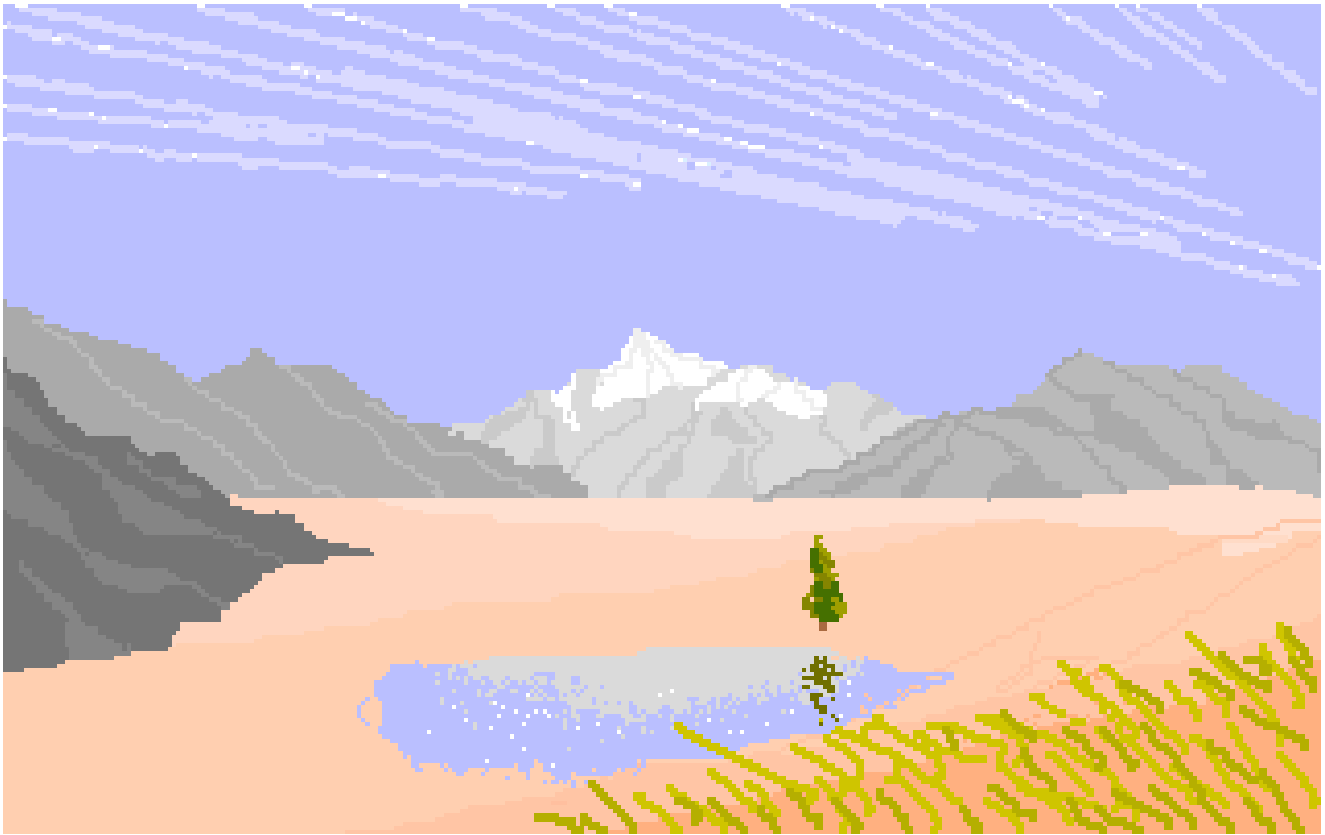
**Zonas de un lago y su clasificación conforme a la penetración de la luz solar.
de "Conoscere un Lago" de Giussani y De Bernardi
Istituto Italiano de Idrobiologia, Pallanza, 1984.**

La zona litoral se desarrolla a lo largo de toda la línea costera delimitada al ancho de la profundidad a que alcanza el estrato eufótico.

Circundada por la zona litoral se encuentra la zona pelágica que se extiende por la restante superficie del lago con un espesor igual que el del estrato eufótico.

En lagos suficientemente profundos, donde la radiación solar no penetra hasta la máxima profundidad, hay una zona afótica donde la vida vegetal queda excluída.

Al fondo del lago yace un cuerpo más frío y quieto de agua, que es levemente afectado por la acción del viento - el hipolimnio.



Laguna esteparia

Pintura digital - Alejandro Barzi

Termoclinas

Entre epilimnio e hipolimnio, donde la temperatura cae velozmente con profundidad creciente, encontramos la termoclina (Birge 1897). Correspondiendo a la definición de Birge, la termoclina está limitada a una zona donde la temperatura cae al menos 1 Grado Centígrado por metro.

Ciclo Lacustre - Zonas y Red Alimentaria

Metalimnio e hipolimnio constituyen la zona trofólitica donde la respiración y la descomposición predominan. Especialmente el metalimnio es una zona con alta actividad bacteriana heterotrófica. Material orgánico producido en forma autotrofa en el epilimnio es descompuesto en el metalimnio por poblaciones bacterianas de alta biomasa y características metabólicas especiales.

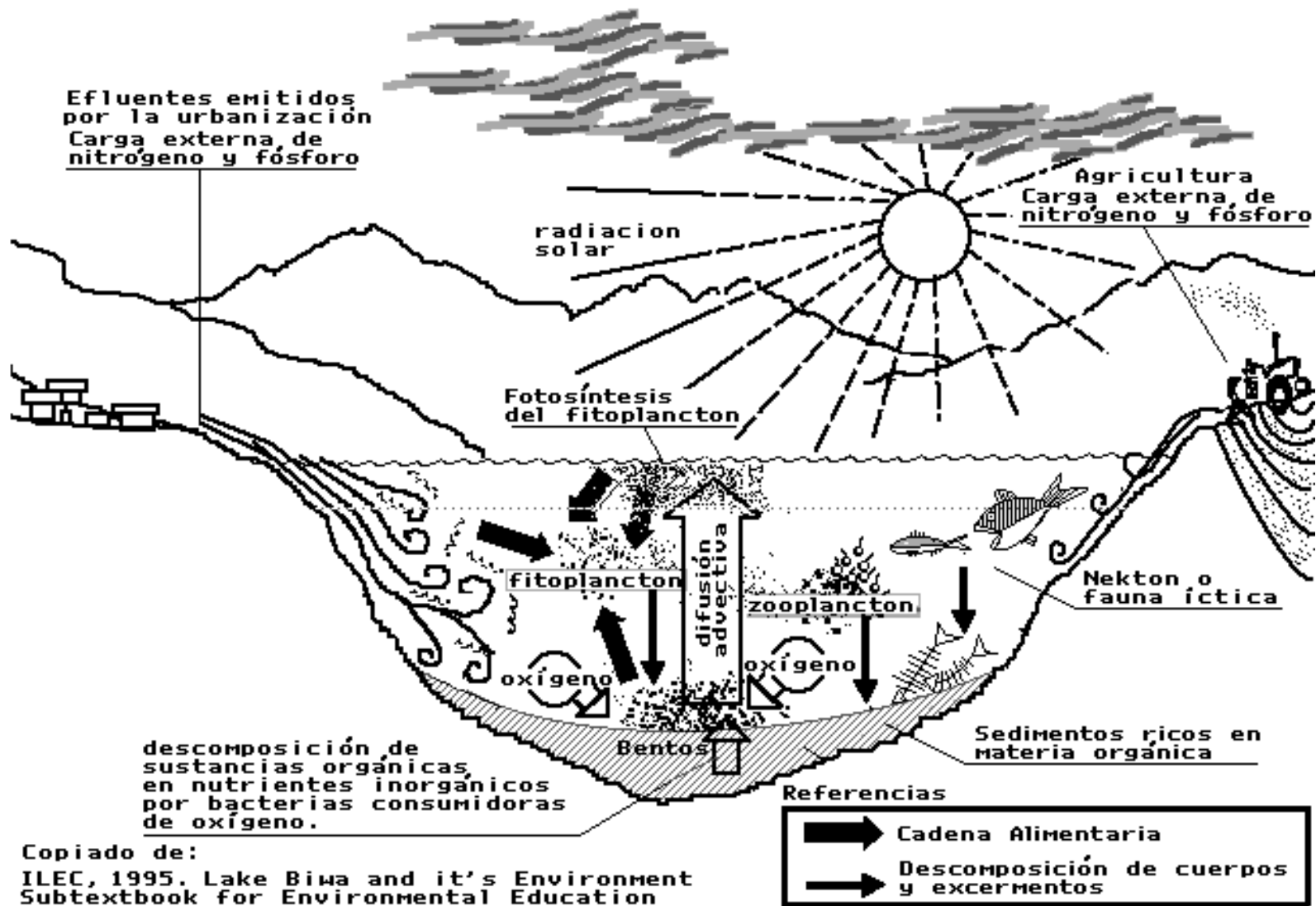
En lagos estratificados de zonas templadas, entre el 80% y el 90% de la producción primaria es metabolizada en el metalimnio (estrato semifótico interfase entre estrato epilimnético e hipolimnético). Esta alta concentración de actividad microbial heterotrófica en el metalimnio es causada por el enriquecimiento con materia orgánica particulada (MOP) en la gradiente de densidad entre las cálidas aguas del epilimnio y las frías aguas del hipolimnio.

La alimentación del zooplancton y la depredación por peces son partes de la cadena alimentaria, generando la transferencia de energía alimenticia a través de los distintos niveles tróficos.

Estos animales mayores en la ecología lacustre a su vez mueren y sus cuerpos caen al fondo componiendo un detritus de compuestos orgánicos que las bacterias del fondo, pertenecientes a otro nivel trófico, se encargan de descomponer para convertirlos en simples compuestos o elementos inorgánicos, que constituyendo la carga autóctona del lago, que tiende a retroalimentar -con nutrición mineral resultante de la descomposición de la materia orgánica sedimentaria- la

producción autotrófica de fitoplancton, cerrando el ciclo.

Diagrama mostrando el ciclo de la materia en un lago.



A cada transferencia de un nivel al siguiente, entre un 80 y un 90% de energía potencial se pierde. Las cadenas alimentarias están interconectadas una a la otra en una forma muy compleja formando lo que denominamos Red Alimentaria, dónde la eficiencia de transferencia energética es baja, pero suficiente para mantener el metabolismo total del ecosistema.

Existen dos cadenas esenciales:

1. La cadena alimentaria pastoril que comienza desde el fitoplancton, alimentando al zooplancton y luego a los peces como carnívoros superiores y,
2. La cadena alimentaria del detritus que comienza desde la materia orgánica muerta (particulada o disuelta), la que es degradada de una forma muy compleja por microorganismos. Estos son excelente alimento para los organismos comedores de detritus, que a su vez son devorados por sus predadores. La complejidad global de las cadenas alimentarias todavía no es conocida al detalle. Aparentemente, pequeños nanoflagelados y ciliados juegan un rol importante en las interfases de las tramas alimentarias.

El impacto alimentario del pequeño zooplancton sobre las bacterias es inesperadamente alto. La consumición de bacterias puede tener el mismo orden de magnitud que la producción bacteriana, la que por el otro lado puede ser tan alta

como la producción autotrófica.

Zona Béntica y Bentos

La comunidad de organismos que convive en el fondo de los ríos y lagos se denomina bentos.

La zona béntica litoral se extiende desde la orilla hasta una profundidad donde plantas acuáticas enraizadas desaparecen. El bentos litoral está compuesto de una gran diversidad de muchos grupos taxonómicos y especies con una producción anual considerable en contraste con zonas sublitorales más profundas.

Además la actividad microbiana heterótrofa en los sedimentos litorales es alta, por ejemplo: mediciones de potenciales heterotróficos indican una veloz renovación de la materia orgánica particulada o disuelta, lo que demuestra que la región litoral como la línea costera entre el área terrestre de atrapamiento y el ecosistema lacustre es de gran importancia para el metabolismo del lago.

Cadena Alimentaria

En la zona profundal de lagos templados profundos con estratificación estival nos encontramos con las siguientes condiciones: Temperatura casi uniforme a lo largo del año, cerca de 4 Grados Centígrados. El oxígeno es escaso o totalmente deprimido. El Sulfuro de Hidrógeno y Metano pueden estar presentes si los lagos son productivos (eutrófico). La fauna profundal es empobrecida bajo estas condiciones. Por el contrario, la zona profundal es una región de alta actividad microbiana, conectada con el metabolismo íntegro del lago. En lagos oligotróficos el oxígeno está presente en todo el cuerpo de agua - incluso durante la estratificación del verano.

Se puede agregar que si se logra mantener el estado de su cuenca imbrífera, pueden mantenerse las condiciones para que las tasas de productividad lacustre se mantengan estables.

En resumen, a la subdivisión por hábitat se adapta, más o menos estrictamente, una subdivisión de los organismos acuáticos basada sobre las características fundamentales de adaptación, de comportamiento y modo de vida. Podemos reconocer tres grupos fundamentales:

El plancton, compuesto de organismos animales (zooplankton) y vegetales (fitoplancton) que viven principalmente en la zona eufótica. Se trata de una comunidad compuesta de organismos pertenecientes a diversos grupos sistemáticamente caracterizados, en general de dimensiones microscópicas y provistos de estructuras que facilitan su adaptación. En general no poseen medios de locomoción eficientes y siguen pasivamente el movimiento de la masa de agua que la hospeda.

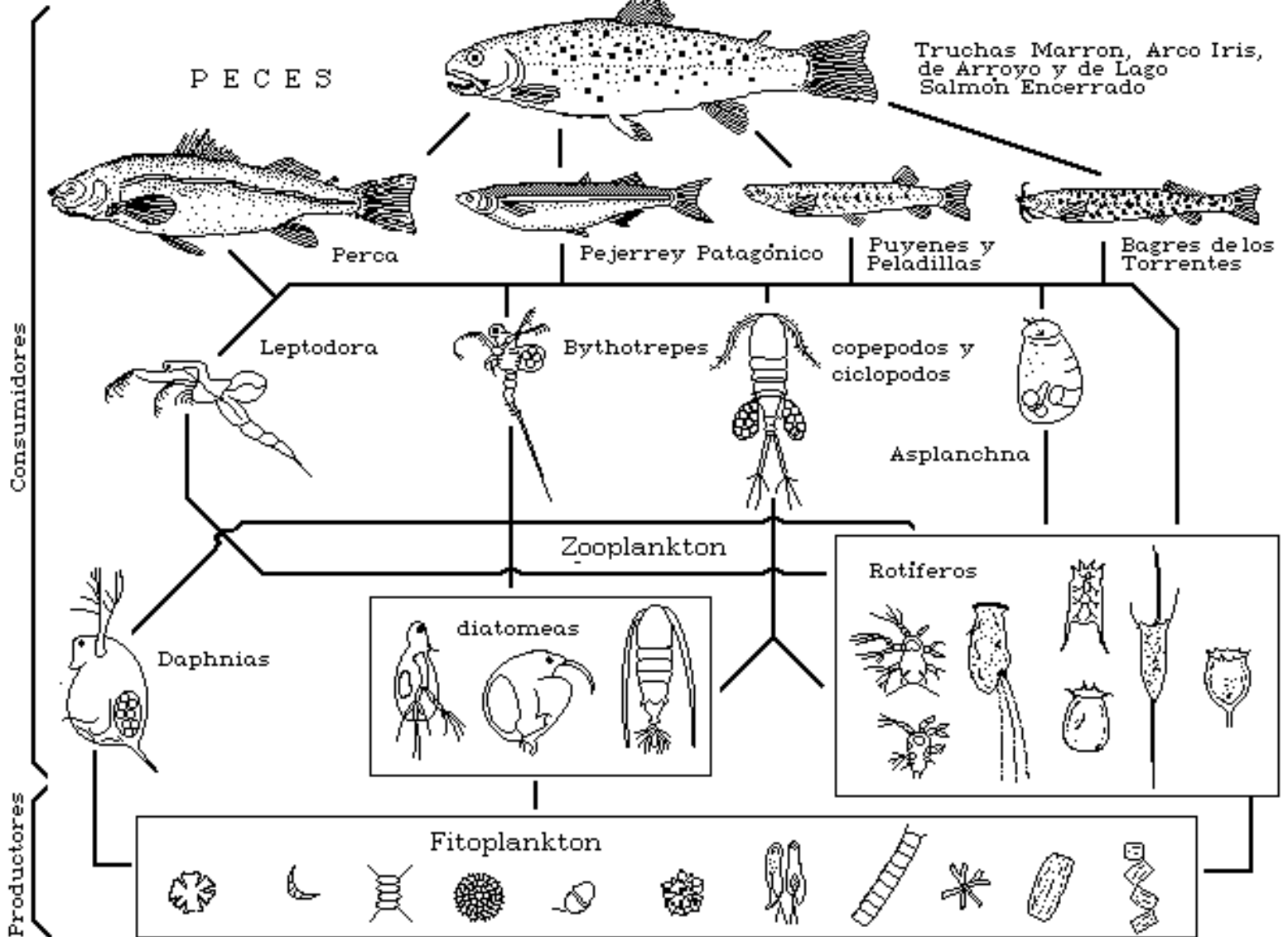
El segundo grupo es **el Bentos**, que constituye una comunidad compleja sea desde el punto de vista sistemático o sea por su aditamentos funcionales, en estrecha convivencia con los sedimentos del fondo. En relación a las variadas características ambientales determinantes por el diverso tipo de sedimentos y de la calidad del agua vecina, esta comunidad presenta apreciables diferencias en respuesta a la profundidad. Podemos casi distinguir un **bentos litoral, sublitoral, profundo y abisal**.

Por último, el grupo constituido por la **fauna íctica**, que puede ser indicada con el nombre de **nekton**, en el cual van incluidos todos los otros organismos animales que como los peces, están en posición de cumplir transferencias autónomas.

Sintetizando los conceptos vertidos, en términos generales podemos describir dos caminos en una red alimentaria desde el fitoplancton productor, a su alimento básico que son los nutrientes inorgánicos:

1. el alóctono que depende de la carga presente y ezcurrente de su cuenca de alimentación y,
2. del ciclo de descomposición bacteriana bentónica del detritus de materia orgánica finamente particulada ingresante desde sus tributarios , de los cadáveres de zooplankton y peces, en resumen todo aquello que, como compuestos orgánicos son degradados en nutrientes inorgánicos, retroalimentando así la producción algal.

Aproximación a la Cadena Alimentaria de un lago Patagónico



Ecotonos

Las costas de los lagos son tan importantes para los lagos como lo son las membranas para las células, la corteza para las plantas o la piel para los animales.

La costa es un filtro para deshechos y descargas indeseables hacia el lago y una zona amortiguadora, que reduce los

impactos que inciden desde el entorno del lago.

La costa entonces puede considerarse como zona de protección. "La conservación de las condiciones naturales de la costa juega un papel determinante en la gestión de Lagos".

La costa es un "ecotono" - es decir zona de transición entre dos ecosistemas diferenciados -, en este caso:

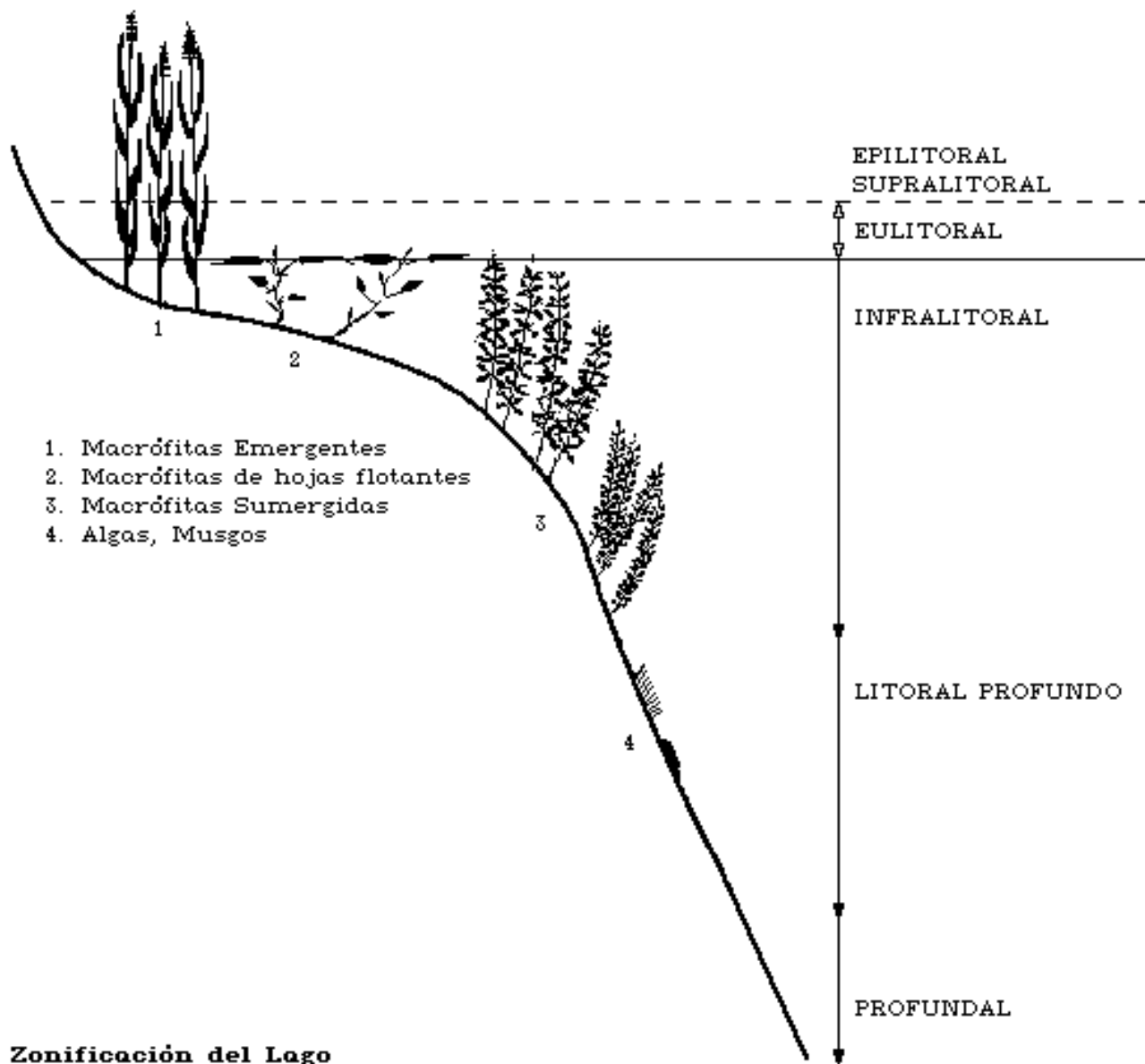
- a. el lago, la **hidrósfera** lacustre y,
- b. los ecosistemas terrestres o **litósfera** que lo rodea.

Podemos por ejemplo, pararnos con un pié en el agua y el otro en la costa y comprobar que pisamos dos ecosistemas radicalmente diferentes conteniendo muy distintas condiciones y comunidades.

Las especies se reemplazan en forma relativamente abrupta debido a esta gradiente en factores ambientales. La naturaleza ha desarrollado zonas de transición o "ecotonos" entre ecosistemas para resolver la transición en forma relativamente suave. Los "ecotonos" pueden considerarse zonas de amortiguación entre ecosistemas. Lagos con costas sobreexplotadas y con zonas de amortiguación/transición reducidas son más vulnerables a alteraciones en el medio ambiente lacustre

Las zonas de la costa

Los lagos pueden ser zonificados de acuerdo a la profundidad y al tipo de vegetación que se desarrolla en el curso del tiempo en zonas de agua dulce.



Zonificación del Lago

El ecotono entre el agua y la tierra - la costa - consiste en cuatro zonas, la **supralitoral**, la **eulitoral**, la **infralitoral** y la **litoral profunda**.

La zona inmediatamente por sobre el límite del agua contenida se denomina zona supralitoral.

Esta zona aunque no se encuentra sumergida, está expuesta a la acción de las olas a lo largo de las márgenes de los lagos en días ventosos. Los lagos pueden estar expuestos además de la acción de las olas, a variaciones de nivel de agua que determinan el eulitoral, lo que implica que la zona supralitoral es variable a lo largo del tiempo.

El resultado de la acción de las olas y del subsecuente efecto abrasivo en las costas de arena y de guijarros indica que la vida puede ser escasa en esa zona. Ciertas plantas macrófitas emergentes, algas y animales pueden tolerar tales condiciones.

Sin embargo los ecotonos tienen generalmente una alta diversidad debida al llamado "efecto de borde". La razón principal para esto es simple, Donde un ecosistema terrestre, por ejemplo un bosque, se confunde con un lago, algunas especies características de ambos ecosistemas se pueden encontrar una al lado de la otra.

Desde el límite del agua hasta una profundidad de unos pocos metros está la zona infralitoral. Está dominada por

macrófitas emergentes o sumergidas.. La vida en esta zona depende mucho de la vegetación que esté presente y es la zona más productiva del lago rica en plancton. Frecuentemente se constituye en un ejemplo típico de "efecto de borde" con una alta diversidad de formas de vida, diversidad más alta que la zona supralitoral o que la zona pelágica o de agua abierta. Los lagos poco profundos pueden ser monozonales

La vegetación resulta muy beneficiosa para la fauna que prospera en esa zona. Sirve como sustrato a muchos organismos acuáticos y como lugares de cría para caracoles, insectos y pájaros. Aún las áreas con escasa población vegetal pueden reducir la acción de las olas en la zona, lo que a su vez minimiza la turbiedad. Otra característica importante es la producción de oxígeno por la actividad fotosintética de las hidrófitas sumergidas.

Debajo de la zona infralitoral, se encuentra una zona de transición, la litoral profunda con algas y a veces musgos. Finalmente es seguida por la zona profunda que carece de organismos fotosintéticos.

La filtración y la erosión en la zona de transición

Se ha encontrado que las zonas de transición (principalmente las zonas supralitoral y litoral) remueven los materiales orgánicos e inorgánicos del agua que fluye a través de ellas.

Tienen muchos atributos que influyen en las sustancias químicas (naturales o artificiales) que circulan por esas zonas(Sather y Smith, 1984). Este efecto es más pronunciado sobre la materia particulada, la cual es removida casi completamente en la zona de transición, suponiendo que esta sea lo suficientemente extensa y se mantenga bajo las condiciones naturales. Es obvia la importancia de la zona de transición al reducir la cantidad de materia en suspensión que llega al agua abierta (aguas limnéticas) transportando sustancias tóxicas o nutrientes.

La Erosión es el transporte y la disgregación de suelo. Un área de erosión intensa implicará una carga elevada de materia particulada a los ecosistemas acuáticos adyacentes.

La cantidad de materia particulada que ingresa en la zona de transición a causa de la erosión depende de la siguiente variedad de factores:

- la pendiente de los terrenos aledaños (morfología del terreno);
- las características del suelo, particularmente su composición litológica y química, la distribución por tamaño de las partículas.
- la cantidad y distribución de las precipitaciones(condiciones climáticas) la vegetación del terreno
- el uso de la tierra incluyendo las actividades industriales y agrícolas. La construcción de caminos que tiende a tener un gran efecto en los lagos, especialmente si no se toma el cuidado de reducir la erosión;
- la gestión y el uso del agua.

Por otro lado, la composición química de la materia particulada que ingresa en la zona de transición por la erosión también depende de cantidad de factores y los más importantes son:

- las condiciones climáticas,
- las características del suelo,
- la vegetación del terreno,
- la densidad de población del área,
- el uso de la tierra, la interacción del tráfico y

- la legislación ambiental local.

La filtración de la materia en suspensión implica que los nutrientes, la materia biodegradable y la materia tóxica es absorbida sobre su superficie y por lo tanto permanece en la zona de transición.

La conservación y protección del estado lacustre depende del conocimiento aportado por la cuantificación del ingreso de materia particulada en la zona costera, la determinación de la calidad del agua y el destino de esa materia.

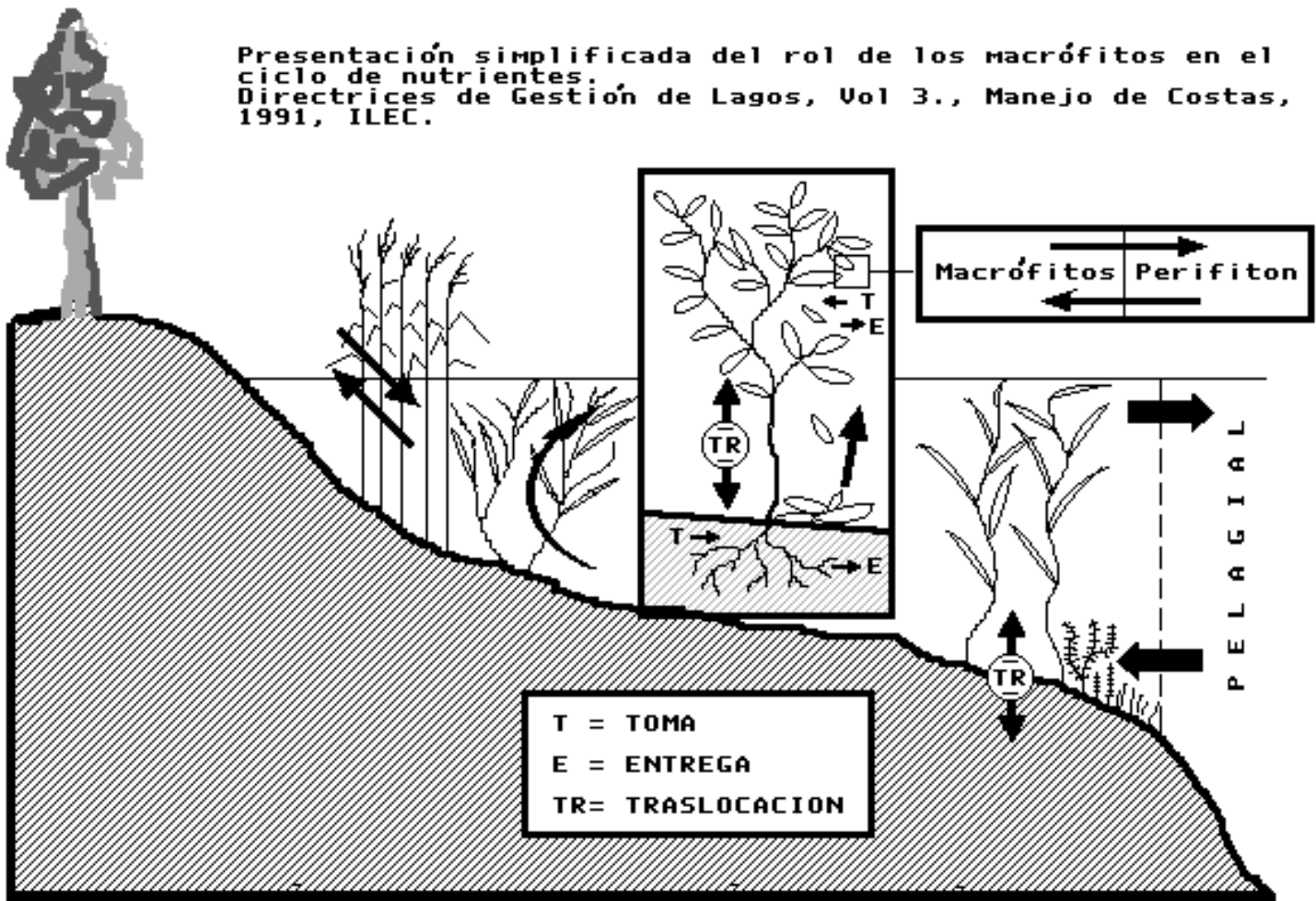
Las características del área costera del lago están en estrecha relación con la calidad del agua.

Los humanos generamos severos impactos sobre las costas y estas a su vez generan impactos sobre el hombre, por lo que se desemboca en la reflexión de la importancia de formular y encausar el planeamiento de las costas en estricta relación al estado del lago, su labilidad, las características geográficas y naturales de su cuenca de drenaje.

Los humanos debemos entender, conocer y utilizar los conceptos de "ecotono" al diseñar interfases entre el asentamiento poblacional y la naturaleza. Desafortunadamente, es práctica común, en países subdesarrollados, construir casas, hoteles e industrias cerca a la línea costera. Bajo tales circunstancias, las emisiones que provienen de esos asentamientos humanos son transferidas directamente al ecosistema lacustre. Si la zona de amortiguación/transición o ecotono fuera debidamente conservada y mantenida, las emisiones serían, al menos, en parte absorbidas en el ecotono antes de llegar a la hidrósfera.

Lograr conservar y mantener las costas sanas, armoniosas y limpias, considerándolas como verdaderos amortiguadores de la transición entre la tierra y el agua, es el principal camino para velar por la salud de nuestra cuenca y un enorme desafío para toda la comunidad de la comarca.

Presentación simplificada del rol de los macrófitos en el ciclo de nutrientes:
 Directrices de Gestión de Lagos, Vol 3., Manejo de Costas, 1991, ILEC.



Diferencia Básica entre los Ecosistemas Terrestres y Acuáticos

Como lo señalamos antes, los ecosistemas acuáticos y terrestres tienen básicamente la misma estructura y función, pero hay una sorprendente diferencia: Los productores de la hidrosfera pertenecen en su mayor parte al fitoplancton y son casi exclusivamente algas unicelulares. Su ciclo de vida y tiempo de renovación (relación entre biomasa y producción) es medido en términos de horas o días. Los productores en la litósfera son principalmente plantas mayores con una alta biomasa y largo tiempo de renovación: En los bosques la renovación es medida en años. La diferencia entre estructura y función de la hidrosfera y la litósfera es apreciable en la siguiente tabla:

Fitobiomasa estimada en litósfera e hidrosfera (ecosistemas terrestres y acuáticos) (Walter, 1976)

	area	biomasa	produccion anual
	mill de Km ²		diez mil mill. de Toneladas.
Litosfera	149	2.000	150

La relación de biomasa entre litósfera e hidrosfera es de 700:1, mientras que la relación de productividad es sólo de 2.5:1. Esto significa que la productividad específica (productividad por unidad de biomasa) en los ecosistemas acuáticos es mucho mas alta que en los terrestres.

Los Destroctores de las Corrientes de Agua

Los destructores de las corrientes de agua y las fuentes o causas de los problemas que ocurren en las cuencas lacustres por acción del hombre son:

1. Descarga de residuos orgánicos biodegradables
2. Descarga de efluentes cloacales que utilizan oxígeno.
3. Polución no puntual por nutrientes agrícolas
4. Agentes infecciosos.
5. Agentes tóxicos y pesticidas.
6. Descargas Minerales consecuentes de la extracción minera o de la erosión por desertificación.
7. Acumulación de Sedimentos y cieno.
8. Descargas térmicas.
9. Derrame de Hidrocarburos.
10. Acidificación de suelos por forestación con foráneas y lluvias ácidas producidas por contaminantes atmosféricos: SO₂ y NO_x.
11. Canalización y Represas

Para poder combatir contra estos enemigos de la salud de la naturaleza -que reside en la pureza de sus aguas- existen sinnúmero de estrategias, sin embargo debemos admitir de antemano que la corriente de los acontecimientos para ciertos lugares de este planeta, indican que la batalla global parece crecientemente perdida.

Sin embargo, donde todavía queda la oportunidad de saciar la sed con aguas prístinas de torrente o vertiente, la batalla no ha terminado y, posiblemente con la creciente conciencia de las generaciones venideras, sea quizá posible minimizar, mitigar y reorientar el modelo de progreso/consumo actual que genera demasiados residuos y efluentes, como demasiadas incursiones desordenadas depredando los ambientes naturales.

Por último y para resumir el universo de conceptos que hemos vertido en relación a las cuencas lacustres, a continuación cerramos este capítulo con los ciclos esenciales que determinan el flujo de las aguas.

Los Ciclos dentro de una Cuenca

El Ciclo Biogeoquímico

Comparemos el universo químico dentro de una cuenca con las cuentas y finanzas de la economía.

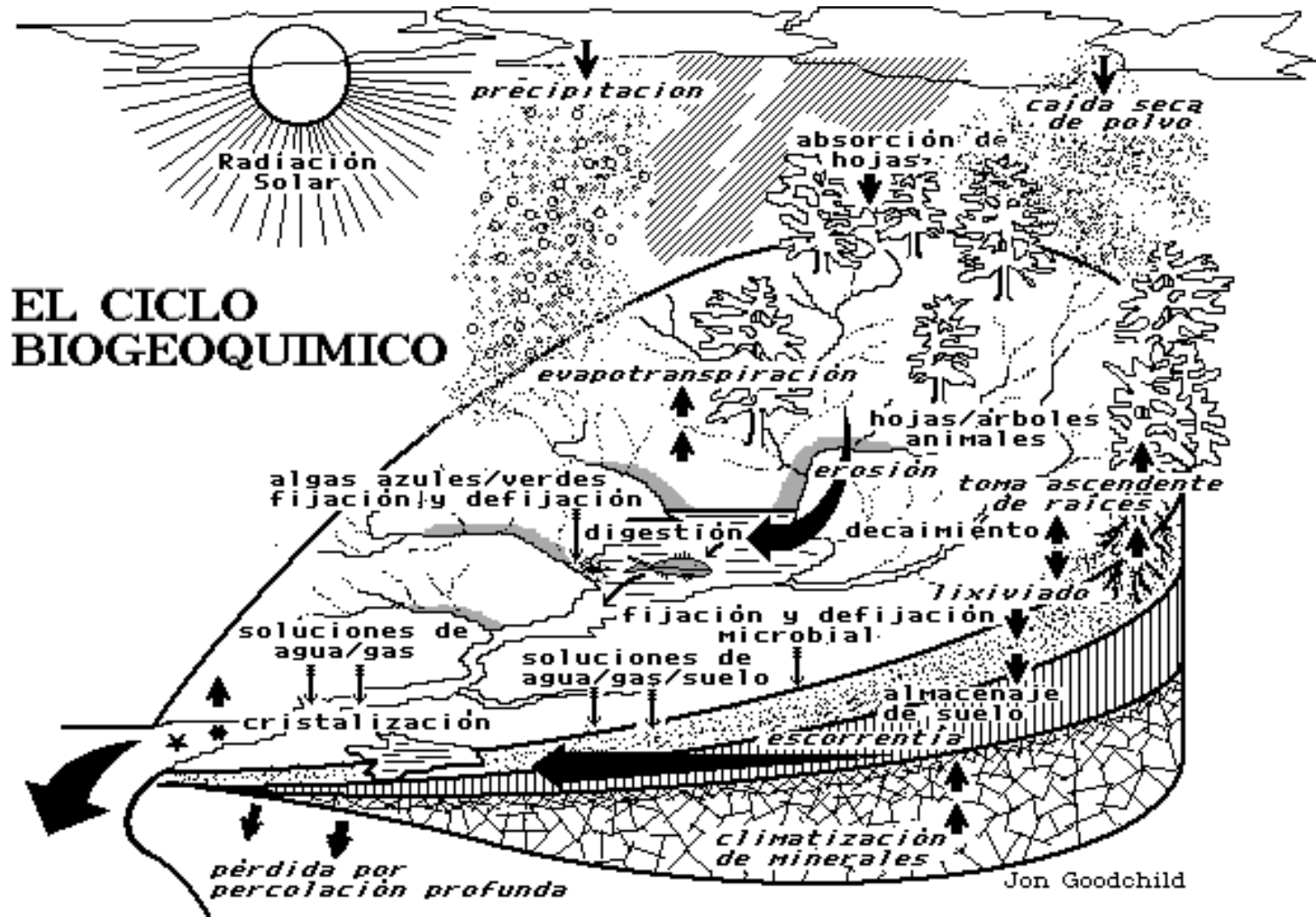
Si pudiéramos ver los átomos y las moléculas, cada cuenca aparecería como un enorme banco biogeoquímico.

Algunos elementos y compuestos van a estar en depósitos de seguridad, otros flotando libres como moneda corriente. El Ciclo Biogeoquímico describe los cambios que ocurren en la cuenta bancaria de una cuenca como el ciclo de oferta y demanda describen los cambios en las cuentas de la economía..

Los escurrimientos químicos mayores ocurren por el flujo de corrientes superficiales, erosión, evaporación, percolación

profunda dentro de la roca basal, migraciones de animales y el viento.

Los "fondos" erogados de depósitos de las cajas de seguridad dentro de la cuenca incluyen compuestos químicos que son lixiviados, soplados por el aire y erosionados por el agua desde el almacén mineral de los suelos; o aquellos que son liberados por la excreción animal y microbios que defijan los compuestos nitrogenados.



Los químicos almacenados y la transformación de compuestos esta presentada en este tipo de letra.
 El flujo de compuestos químicos esta impreso en esta letrilla.

Los compuestos químicos depositados en la Cuenca de la Cuenca vienen de la precipitación (lluvia, nieve, polvo), de la fotosíntesis vegetal fijando el nitrógeno atmosférico y de la inmigración de animales.

La suerte de los químicos liberados dentro de la cuenca dependen de lo que esté aconteciendo. Una molécula nutriente liberada por una bacteria puede ser absorbida por una raíz próxima o, si está lloviendo, lavada hacia un arroyo, o bien puede reaccionar con otro químico en el suelo.

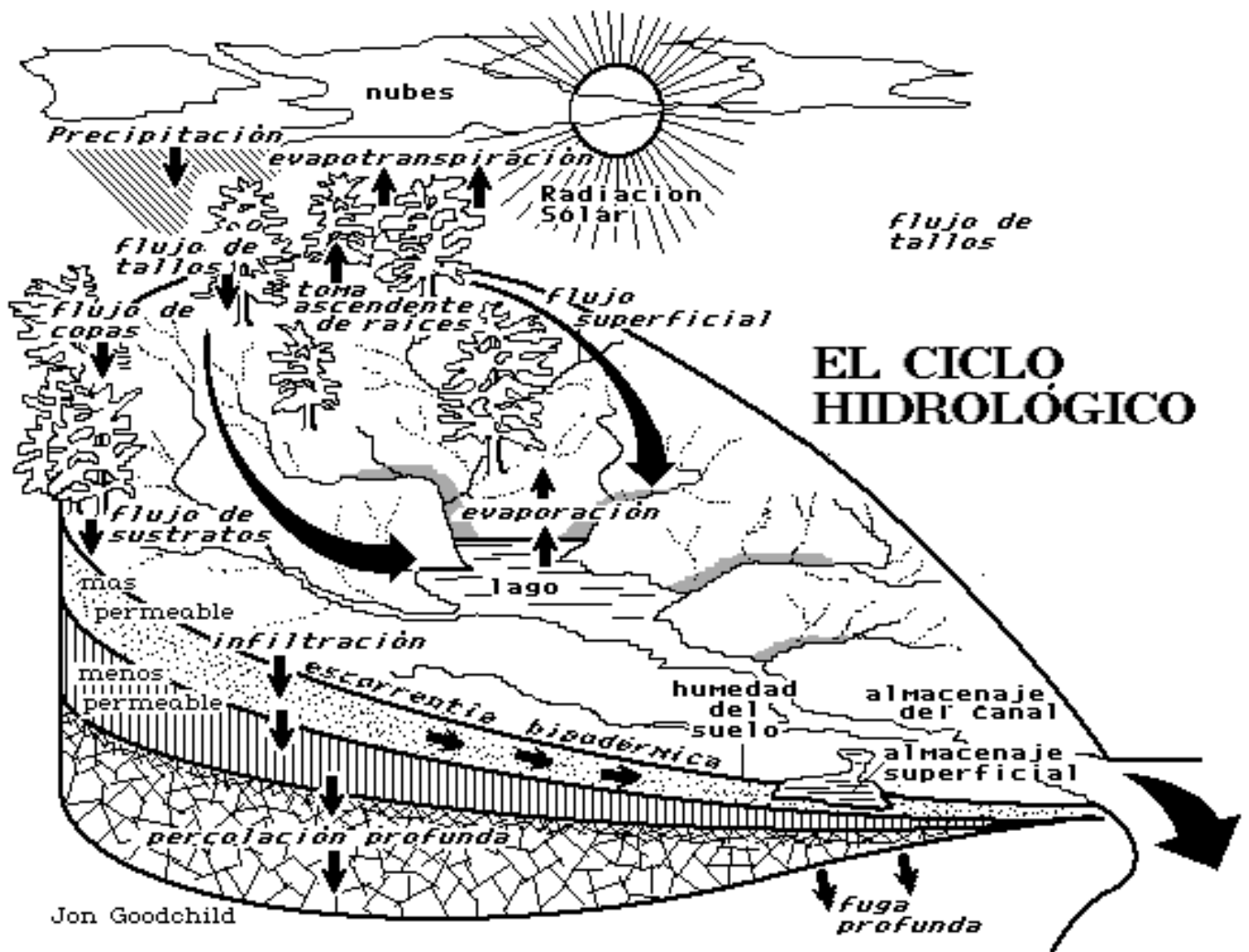
El Ciclo Hidrológico

Durante la continua circulación de las aguas desde el océano volando en la atmósfera, fertilizando suelos, temporariamente fluyen o descansan en algún sitio de la cuenca. Esos sitios de donde ocurre ese almacenaje temporario incluyen la copa de los bosques, el manto de hojas y hojarasca, la superficie del suelo, el tejido vegetal y animal, los acuíferos subterráneos, ríos y lagos.

Sobre la cuenca, en la atmósfera, el aire está almacenado en nubes.

Entre los restantes lugares el agua fluye. El paso del agua depende de la energía del sol y del viento. Una gota de lluvia puede evaporarse y retornar a la atmósfera o puede ser soplada al suelo o fluir hacia abajo por el tallo de una planta por fuerza de la gravedad. Cada tipo de flujo tiene un nombre.

El flujo de copas escurre directo cayendo al suelo. El flujo de tallos canaliza el agua por la forma del árbol a través de las ramas y los troncos. En el flujo de substratos el agua se infiltra. La percolación es el flujo que va desde la superficie del suelo hacia la roca basal.



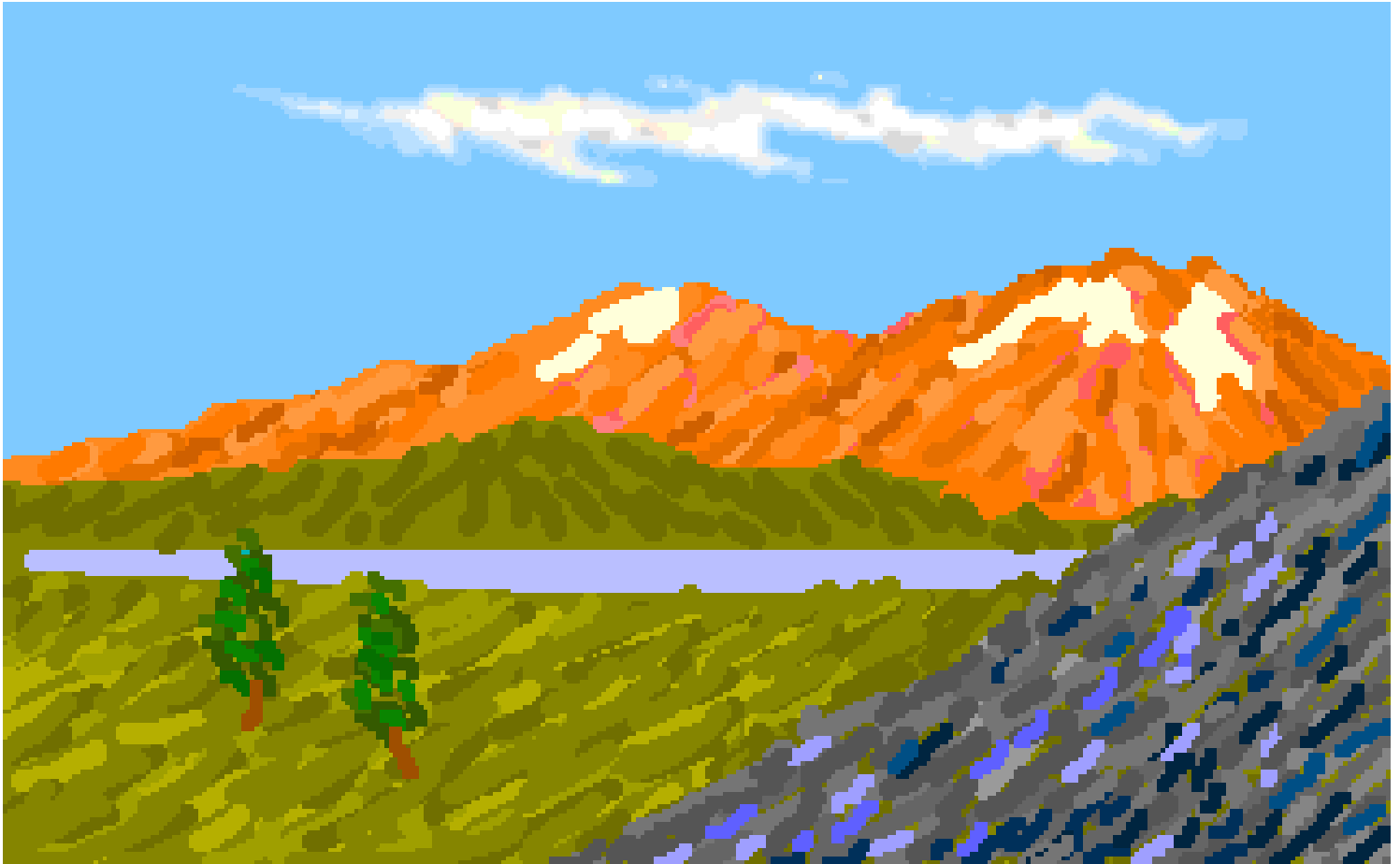
**El agua almacenada se presenta en este tipo de letra.
El agua fluyente esta presentada en esta letrilla.**

El flujo subterráneo sigue aproximadamente los contornos del suelo hacia los arroyos. Ocurre en las capas más permeables del suelo.

Los flujos invisibles del agua son:

- La evaporación donde el líquido se convierte en vapor desde la superficie de lagos, hojas de plantas y suelos y
- la transpiración que es el vapor exhalado por las plantas.

A veces ocurren ambos procesos a la vez, lo que denominamos evapotranspiración.



Pintura Digital - Alejandro Barzi