

Bolivia Ecológica

REVISTA TRIMESTRAL N° 7

AÑO 1997



EL AGUA

- El agua
- Características del agua
- Tipos de agua
- Ciclo del agua
- Ciencias que estudian el agua
- El agua fuente de vida
- Consumo de agua
- Total de agua en la tierra
- Economía del agua en las plantas
- Efectos causados por la deforestación
- Resistencia de las plantas a la sequía
- Descripción hidrográfica de Bolivia
- Mapa hidrográfico de Bolivia
- Bolivia: Superficie aproximada de los ríos más importantes y sus afluentes
- Bolivia: Red fluvial fundamental
- Importancia del recurso agua para el desarrollo
- Erosión hídrica
- Tipos de erosión hídrica
- Cantidad de suelo que se pierde por la erosión hídrica
- Conservación de suelo y agua
- Principios básicos de la lucha antierosiva
- Calidad del agua
- Uso racional del agua
- Fuentes de suministro de agua
- Bibliografía



FUNDACION SIMON I. PATIÑO

EDITOR

FUNDACION SIMON I. PATIÑO

DIRECTORA DE LA PUBLICACION

Carmiña Montoya Köster

COLABORACION

Beatriz Ovando

FOTOGRAFIA PORTADA

Caída de agua Incachaca
Dante Montagliani

DISEÑADOR GRAFICO

María Gracia Sarabia A.

CO-AUSPICIO

EMBAJADA REAL DE LOS PAISES BAJOS

INDICE***EL AGUA***

• El agua	pág. 1
• Características del agua	pág. 1
• Tipos de agua	pág. 2
• Ciclo del agua	pág. 3
• Ciencias que estudian el agua	pág. 3
• El agua fuente de vida	pág. 4
• Consumo de agua	pág. 4
• Total de agua en la tierra	pág. 4
• Economía del agua en las plantas	pág. 5
• Efectos causados por la deforestación	pág. 5
• Resistencia de las plantas a la sequía	pág. 5
• Descripción hidrográfica de Bolivia	pág. 6
• Mapa hidrográfico de Bolivia	pág. 7
• Bolivia: Superficie aproximada de los ríos más importantes y sus afluentes	pág. 7
• Bolivia: Red fluvial fundamental	pág. 7
• Importancia del recurso agua para el desarrollo	pág. 8
• Erosión hídrica	pág. 10
• Tipos de erosión hídrica	pág. 11
• Cantidad de suelo que se pierde por la erosión hídrica	pág. 12
• Conservación de suelo y agua	pág. 13
• Principios básicos de la lucha antierosiva	pág. 13
• Calidad del agua	pág. 15
• Uso racional del agua	pág. 16
• Fuentes de suministro de agua	pág. 16
• Bibliografía	pág. 16

EL AGUA

El agua, desde el punto de vista químico, está formada por la combinación de dos átomos de hidrógeno con uno de oxígeno: el óxido de hidrógeno H_2O ; desde el punto de vista físico, se entiende por agua la fase líquida de dicho compuesto (la fase sólida recibe el nombre de hielo y la gaseosa, de vapor).

En su forma gaseosa, el agua está presente en todas las capas inferiores de la atmósfera y en su estado líquido cubre más de la mitad de la superficie del globo terrestre.

El agua es el principal constituyente no sólo de los organismos vegetales, sino también de los organismos animales.



Catarata menor - río Paucerna - PNKM

Hermes Justiniano

CARACTERISTICAS DEL AGUA

Cómo es el agua?

El agua es un líquido muy importante que tiene ciertas características únicas como ser:

- Es incolora, no tiene color
- Es inodora , no tiene ningún olor
- Es insípida, es decir, no tiene gusto o sabor
- No tiene forma propia, sino que adopta la forma del recipiente donde se encuentra
- Su superficie es siempre horizontal, aunque el recipiente cambie de posición

Peso y volumen

Un centímetro cúbico de agua pesa un gramo, mil centímetros cúbicos de agua pesan mil gramos que equivalen a un kilo o un litro. El litro es la medida de volumen.

Temperatura

El agua se congela y se convierte en hielo, a una temperatura de $0^{\circ}C$, si bien el agua se puede evaporar a cualquier temperatura, a los $100^{\circ}C$ cuando entra en ebullición o hierve, se transforma en vapor de agua.

Se llama **evaporación** cuando después de una lluvia el calor del sol convierte el agua en diminutas gotitas, y a las gotitas en **vapor de agua**.

DE DONDE VIENE EL AGUA ?

Antiguamente se creía que los ríos provenían de grandes cavernas comunicadas con el mar, Platón suponía la existencia de un inmenso embalse subterráneo que alimentaba a los ríos, estas y otras teorías han sido superadas y hoy sabemos que las lluvias son las que alimentan a los ríos, los cuales a su vez terminan en los mares, para posteriormente retornar en forma de nubes a los continentes.

TIPOS DE AGUA

En la naturaleza existen tres tipos de agua:

- **Aguas meteóricas**, son las que caen en forma de lluvia, sus características son relativamente puras, las principales impurezas que contienen son el polvo y algunos gases disueltos.
- **Aguas superficiales**, son aquellas que se desplazan por la superficie terrestre como el agua de los ríos, los lagos, los mares y los océanos.
- **Aguas subterráneas**, o telúricas son las que se encuentran bajo la tierra formando ríos subterráneos, o una capa de agua llamada napa freática o manto acuífero.
- **Aguas minerales**, se llaman aguas minerales y/o aguas termales, a las aguas subterráneas que a veces disuelven y absorben distintos minerales o gases. Estas aguas pueden tener distintas temperaturas: frías, menos de 15°C, templadas, entre 15 y 20°C y termales, más de 22°C.



Aguas subterráneas

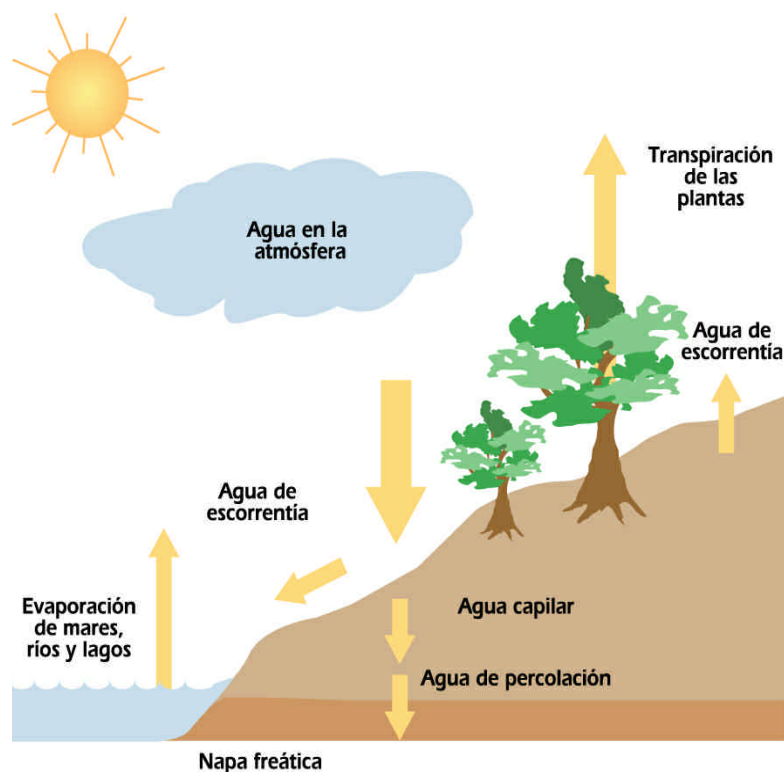
D. Montagliani



Aguas minerales

D. Montagliani

CICLO DEL AGUA



Según Morales (1988), el agua llega a la atmósfera por evaporación desde la superficie terrestre y vuelve a la superficie por medio de las precipitaciones (ciclo del agua). En la figura podemos ver que el agua llega a la atmósfera por evaporación a partir de superficies líquidas (ríos, lagos y océanos), por transpiración de la vegetación y en menor grado por evaporación directa a partir del suelo húmedo. El agua regresa a la tierra por medio de las precipitaciones (lluvia, nieve, rocío, neblina).

Una parte de la precipitación corre por la superficie a lo largo de las pendientes, mientras que otra parte penetra en el suelo. El agua capilar permanece entre las partículas sólidas del suelo; el agua de percolación pasa a través del suelo para llegar a la napa freática o capa de agua subterránea. El agua del suelo puede ser utilizada por las plantas y regresa a la atmósfera por la transpiración de las hojas. A través de los manantiales, el agua de la napa freática puede formar ríos y retornar al mar, de donde se evapora por acción del sol. El ciclo del agua es un ciclo cerrado, en el cual la cantidad total de agua en circulación permanece relativamente constante.

La cantidad de precipitación varía enormemente en las diferentes regiones de la tierra y determina diferencias claras en el tipo de vegetación, por ejemplo: los desiertos reciben menos de 250 mm anuales, las praderas entre 250 y 750, las sabanas y bosques entre 750 y 2000 y las selvas lluviosas más de 2000 mm/año.

En Bolivia, la zona de mayor lluvia se encuentra en la región del Chapare, con precipitaciones anuales alrededor de 5000 mm, la zona de menor precipitación es el altiplano con una precipitación menor a 100 mm al año.

CIENCIAS QUE ESTUDIAN EL AGUA

Las ciencias que estudian el agua en relación a su entorno son:

La **Hidrología**, que estudia la distribución del agua sobre la tierra, especialmente la interrelación entre la fase atmosférica y terrestre.

La **Limnología**, estudia la relación entre los fenómenos físicos, químicos y biológicos relativos a los lagos y ríos.

La **Meteorología**, estudia el agua en su fase atmosférica, los procesos de precipitación, formación y movimiento de las nubes.

La **Hidrogeología**, estudia el movimiento del agua al interior del suelo.

La **Criología**, estudia los glaciares y nieves.

EL AGUA FUENTE DE VIDA

Algunos tipos de materia, como el agua y el oxígeno realizan ciclos de los que depende en gran medida la vida de nuestro planeta.

Las plantas elaboran el alimento de todos los seres vivos de la tierra, para lo cual necesitan agua, dióxido de carbono y energía del sol.

El ciclo de la materia consiste en que sustancias como el agua, el oxígeno y el dióxido de carbono circulan por la tierra desde el ambiente hacia los seres vivos y luego de éstos otra vez al ambiente físico; estos procesos se denominan bio-geoquímicos.

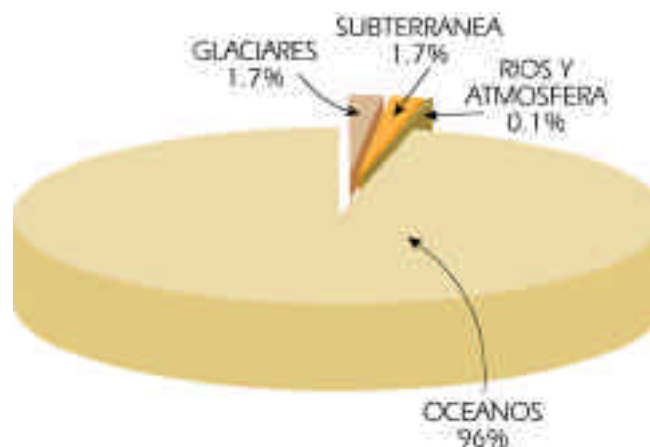
CONSUMO DE AGUA

El uso más importante del agua es aquel que sirve para consumo humano, la cantidad de agua que una persona ingiere, es en realidad pequeña frente a la cantidad total que hace uso y luego la devuelve como aguas servidas, por ejemplo el uso diario de agua que hace una persona de la ciudad puede distribuirse de la siguiente manera: 41% corresponde

al uso en el baño, 37% en el aseo, 6% en la cocina, 5% para beber, 4% para lavado de ropa, 3% para aseo de la casa y 4% para el riego de jardines y otros.

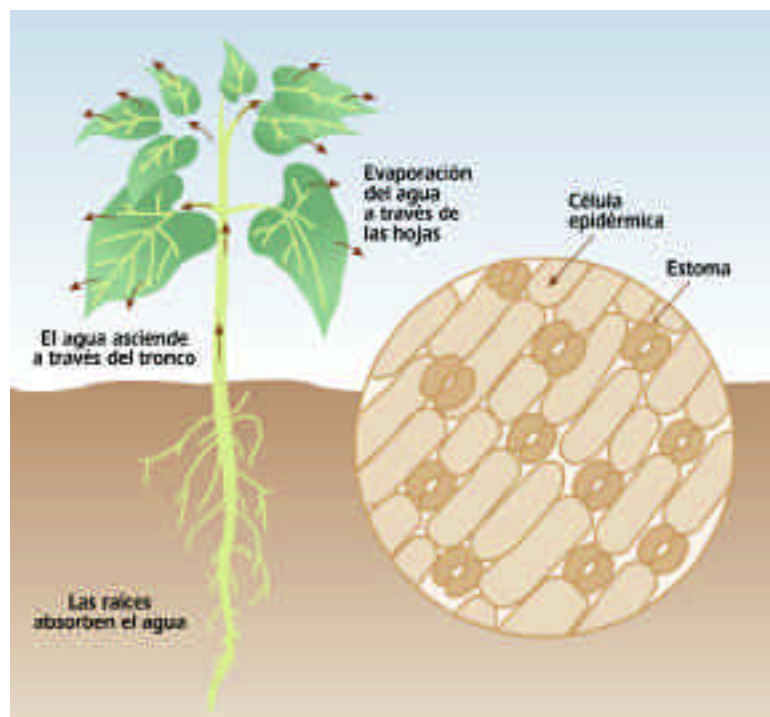
Una persona consume un promedio de 50 a 250 litros de agua cada día, estas cantidades dependen de la disponibilidad de agua en la zona (urbana y rural).

TOTAL DE AGUA EN LA TIERRA



A primera vista la reserva de agua en el planeta parece inagotable, sin embargo, el 97.5% del agua es salada, por tanto no utilizable en forma económica, tampoco es utilizable el agua que se presenta como vapor o como hielo, ni la que está retenida químicamente como parte de los organismos terrestres, quedando aproximadamente 8 millones de km³ para consumo de la población y la industria, de los cuales sólo 100 mil km³ se encuentran en los ríos y lagos, y el resto es agua subterránea, la mayor parte de estas aguas subterráneas son salinas, por tanto no son aptas para consumo, generalmente se encuentran por debajo de los 200 a 600 m de profundidad.

ECONOMIA DEL AGUA EN LAS PLANTAS



Normalmente, la atmósfera no se encuentra saturada de vapor de agua, por esta razón, cualquier cuerpo que contiene agua y no es completamente impermeable pierde parte de ésta por evaporación, las plantas no constituyen una excepción, perdiendo también grandes cantidades de agua por transpiración, debido a que los estomas abiertos de las hojas permiten la entrada del CO_2 , dejando escapar al mismo tiempo el vapor de agua. (Morales, 1988).

Un bosque grande transpira en el curso de un año casi la misma cantidad de agua que recibió en forma de precipitación, es por esta razón que al cortar un bosque, aumenta el escurrimiento del agua en la superficie provocando la erosión del suelo.

EFFECTOS CAUSADOS POR LA DESFORESTACION

La deforestación practicada en zonas naturales tiene doble efecto negativo:

1. El escurrimiento del agua, al no encontrar resistencia de las plantas, adquiere mayor velocidad llegando a concentrarse más rápidamente el agua abajo, produciendo de este modo inundaciones.
2. Al escurrir rápidamente el agua no tiene opción de infiltrarse, afectando, de esta manera la recarga del agua en el subsuelo.

RESISTENCIA DE LAS PLANTAS A LA SEQUIA

Algunas plantas no pueden protegerse de la pérdida de agua como las algas, los hongos y los musgos, cuando esto ocurre, mueren o perduran en un estado inactivo de resistencia (esporas, plantas secas).

Las plantas superiores regulan su economía de agua de acuerdo a las condiciones de su medio, las hojas presentan aberturas (estomas), que se pueden abrir o cerrar de acuerdo a las necesidades, manteniendo así un balance entre la pérdida y la ganancia de agua.

De acuerdo a la provisión de agua existente en su medio, las plantas pueden poseer diferentes tipos de adaptación, de manera que las plantas de lugares secos y calientes puedan resistir pérdidas importantes de agua sin sufrir daños permanentes. Estas plantas se clasifican en:

- Plantas hidrófitas (que viven en el agua)
- Plantas higrófitas (aquellas que viven en lugares húmedos)
- Plantas xerófitas (las que viven en lugares secos)

- Entre las higrófitas y las xerófitas se puede considerar un tipo intermedio de plantas mesófitas, que viven en medios con humedad moderada.

DESCRIPCION HIDROGRAFICA DE BOLIVIA

Bolivia pertenece a tres grandes cuencas hidrográficas: la cuenca del Amazonas que cubre 724.000 km², la cuenca del Río de la Plata con 229.500 km² y la cuenca endorreica o cuenca del Altiplano con 145.081 km² (Brockmann, 1986).

La **cuenca Amazónica** está localizada desde el centro hacia el norte y noreste del país; ocupa aproximadamente el 66% del territorio boliviano, comprendiendo los departamentos de Pando, Beni, Cochabamba y parte de La Paz, Santa Cruz y Chuquisaca (Brockmann, 1986). Los principales ríos tributarios de esta cuenca en Bolivia son el Madre de Dios, el río Beni, el Mamoré y el Iténez o Guaporé, estos ríos se juntan en el noreste del país y forman el río Madera, que a su vez es afluente del Amazonas.

La cuenca Amazónica contiene los ríos más importantes del país, ya sea por su caudal, longitud, navegabilidad o aprovechamiento potencial, estos ríos arrastran grandes cantidades de material fino que depositan en los lechos, causando obstrucciones y desbordes, forman amplios meandros y cambian continuamente su curso. La cuenca del Amazonas es internacional y comprende parte de Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela, Guayana y Bolivia. El caudal de agua en la desembocadura del Amazonas es de 180.000 m³ por segundo (Montes de Oca, 1982). Esta cantidad representa alrededor del 15% de los aportes de agua dulce a todos los océanos del mundo.

La **cuenca del río de La Plata** comprende el centro y el sudeste de Bolivia y ocupa el 21% del territorio nacional,

comprende el departamento de Tarija y parte de los departamentos de Santa Cruz, Chuquisaca, Potosí y Oruro.

En territorio boliviano comprende los ríos Bermejo, Pilcomayo y Paraguay (Brockmann, 1986), esta cuenca es compartida con Brasil, Argentina y Paraguay. El caudal en la desembocadura del río de La Plata es de 22.000 m³ por segundo (Montes de Oca, 1982).

La **cuenca del Altiplano** está situada en el sector occidental del país. El nombre de “cuenca endorreica” se refiere al hecho de que es una cuenca cerrada, sin desagüe hacia el mar, ocupa un 13.2% de la superficie del país y cubre parte de los departamentos de La Paz, Oruro y Potosí. Se puede dividir en grandes subcuencas: las cuencas del Lago Titicaca, del lago Poopó, del Salar de Coipasa y del Salar de Uyuni (Fernández, 1986) y un cierto número de cuencas más pequeñas. Los lagos Titicaca y Poopó se comunican a través del río Desaguadero.

La manera más fácil, aunque arbitraria de poder diferenciar lagos y lagunas es por su tamaño. Si aceptamos que la superficie mínima de un lago es de 200 km², tenemos en Bolivia solamente seis lagos: Titicaca, Poopó, Uru Uru, Coipasa en el altiplano y los lagos Rogagua y Rogaguado en la planicie oriental. En cambio, el número de lagunas es muy grande, los limnólogos definen un lago como un cuerpo de agua lo suficientemente profundo para que la luz no llegue hasta el fondo; si aceptamos esta definición, el número de lagos será mayor.

Además de lagos y lagunas, encontramos tanto en la cuenca del Amazonas como en la cuenca del Río de la Plata, grandes extensiones de zonas pantanosas y bañados. En la primera cuenca tenemos por ejemplo, los bañados San Diego y San Ignacio; en la cuenca del Plata, los bañados de Otuquis, Las Petas y San Matías.

MAPA HIDROGRAFICO DE BOLIVIA

BOLIVIA: RED FLUVIAL FUNDAMENTAL

Vía Fluvial	Puerto Cabecera	Puerto Final	Extensión Aprox. (km)
1. Beni-Orthon-Tahuamanu-Acre	Puerto Salinas	Porvenir	1.234
2. Beni-Madre de Dios	Puerto Salinas	Maldonado (Perú)	1.412
3. Beni-Mamoré	Puerto Salinas	Villa Bella	874
4. Chipiriri-Isiboro-Securé-Mamoré	Puerto Brañez	Guayaramerín	1.191
5. Chapare-Mamoré	Todosantos	Guayaramerín	1.304
6. Ichilo-Mamoré	Puerto Villarroel	Guayaramerín	1.459
7. Ichilo-Mamoré	Puerto Grether	Guayaramerín	1.579
8. Chipiriri-Mamoré-Iténez	Puerto Brañez	Puerto Vásquez	1.886
9. Itonamas-Iténez-Mamoré	San Pablo	Guayaramerín	940
10. Blanco-Iténez-Mamoré	Urubichá	Guayaramerín	965
11. Paraguay-Iténez-Mamoré	Puerto Jesús	Guayaramerín	855
12. Paraguay-Río de la Plata	Puerto Suárez	Puerto Busch	371

Escala: 1:5.000.000

REFERENCIAS

HIDROGRAFIA:

División de Cuencas
Cuenca del Amazonas
Cuenca del Plata
Cuenca Interna
Salares
Lago; Lagunas
Ríos; Cachuelas
Bañados; Sujeto a Inundación



DETALLES CULTURALES:

Capitales de Departamento
Poblaciones Importantes
Puertos

BOLIVIA: SUPERFICIE APROXIMADA DE LAS CUENCAS DE LOS RIOS MAS IMPORTANTES Y DE SUS AFLUENTES

Vertiente y Cuenca	Superficie	Porcentaje del Total	Afluentes	Sub-afluentes	Vertiente y Cuenca	Superficie	Porcentaje del Total	Afluentes	Sub-afluentes
Amazonas Beni (Incluye al Madeira hasta su unión con el Abuná)	744.000	67.7	Orthon	Tahuamanu Manuripi	Guaporé e Iténez	278.000	25.3	Itonamas Baures	Blanco San Martín Negro
Acre y Abuná	27.000	2.5	Madre de Dios Madidi Coroico Boopi Cotacajes Chipamanu Rapirán Karamanu Manu Negro		Plata Paraguay	204.000	18.6	Paraguay	Santo Corazón de la Cal Otusquis Negro Pilaya Grande de Tarija
Mamoré (se considera hasta su unión con el Beni)	264.000	24.0	Grande	Mizque Yapacani	Pilcomayo Bermejo Interna Lagos Titicaca, Poopó y Coipasa	98.000	8.9	Desaguadero Lacajahuira Mauri Lauca	
			Chapare Ichilo Securé Yacuma		Salar de Uyuni y otros	61.000	5.6	Grande de Lipez	

Fuente: Instituto Geográfico Militar

IMPORTANCIA DEL RECURSO AGUA PARA EL DESARROLLO

Según el mapa de cobertura y uso actual de la tierra, una superficie de 14.197 km² de cuerpos de agua se encuentra distribuida entre lagos, lagunas y ríos. En la mayor parte de la región noreste del país, los ríos representan con el transporte aéreo los únicos medios de transporte de pasajeros y mercancías, tales como carburantes y materiales de construcción.

En ciertos lugares navegables existen importantes obstáculos para la navegación, debido a los rápidos o cachuelas, que impiden el acceso al Amazonas y a la conexión entre los sistemas de los ríos Ichilo - Mamoré - Iténez con el sistema Beni - Madre de Dios - Orthon.

Las cachuelas son afloramientos rocosos del escudo brasileño, que resisten a la erosión del río, entre las más conocidas podemos citar: la cachuela Esperanza en el río Beni, y las cachuelas de Guayaramerín, Guajara Agu, Bananeira y Palo Grande.

Las lagunas de altura, campos de nieve y glaciares son importantes debido a que dan nacimiento a muchos ríos, formando grandes reservas de agua dulce. En Bolivia existen lagunas a grandes alturas, muchas de las cuales se formaron en el último receso de glaciación hace unos 12.000 años (Gómez-Molina y Little, 1981), estas lagunas glaciares proveen de agua potable a los centros urbanos y su uso se incrementará de acuerdo con el crecimiento de las ciudades andinas, así como la demanda de energía hidroeléctrica también aumentará en un futuro, lo que exigirá la construcción de nuevas obras civiles para aprovechar los cursos de agua.

La potencia hidroeléctrica instalada en el país es de 300,1 MW, pero la población servida por energía eléctrica alcanza sólo al 54% del total, tomando en cuenta que la población urbanizada es de cerca de 52% (INE-Censo Nacional de Población y Vivienda - 1992).

Las centrales hidroeléctricas más importantes en el país son las de Zongo, Corani-Santa Isabel, Kami, Miguilla, Rea Rea, Tullma, Yura, Totorá y Epizana.

Otro uso muy importante para el agua es el riego agrícola, según estudios realizados por la UNESCO, el área cultivada en el país alcanza a 600.000 ha, de las cuales sólo 64.000 ha (10.5%) son regadas.

Según el Proyecto Nacional de Riegos (PRONAR), el sistema de riego más importante es el de la Angostura en el departamento de Cochabamba, que riega 5.788 ha, seguido por el sistema de Tacagua, en el departamento de Oruro (3.500 ha), estos dos sistemas cuentan con embalses de regulación y canales estables, mientras que el resto de los trabajos de irrigación se lo realiza por simples acequias de tierra, que ocasionan grandes pérdidas de agua por infiltración y evaporación (Morales, 1986).



Represa Angostura

D. Montagliani

El microriego en Bolivia abarca en total 54.000 has y generalmente se organiza bajo el control de las comunidades campesinas. Las áreas de irrigación no cuentan con sistemas de drenaje, dando lugar en muchas regiones a la pérdida de terrenos por salinización.

La salinización tiene lugar cuando la napa freática se encuentra muy alta o cuando el agua sube por capilaridad, debido a una evaporación excesiva de la superficie del suelo y la aridez de las condiciones climáticas.

Cuando el agua es abundante y las condiciones de drenaje son favorables, el exceso de sales es eliminado por lavado, si la cantidad de agua y el drenaje son insuficientes, la sal se acumula en la superficie del suelo e impide el crecimiento de las plantas.

El agua proveniente de los riegos agrícolas puede contener además de sales, fertilizantes y pesticidas usados en el cultivo, por lo cual se hace impropia para otros usos, causando generalmente problemas de contaminación en lagos y ríos, así como también la acumulación de productos tóxicos en las cadenas de alimentos de los animales acuáticos.

Muy poco se conoce todavía sobre los recursos piscícolas de las aguas de los lagos y ríos, con excepción de los lagos de altura como ser: los lagos Titicaca, Poopó, Uru Uru, se estima que la riqueza de especies para Bolivia es de 340 especies ictícolas, de las cuales 320 se encuentran en los lagos y ríos del oriente boliviano, estos recursos son actualmente poco explotados y mal manejados, que ponen en peligro la pesca debido principalmente al inadecuado uso de artes de pesca (dinamita, venenos, redes de malla demasiado pequeñas, etc.). Montes de Oca (1982), estima que la producción pesquera potencial de Bolivia es de 141.970 t/año y el consumo de 5.000 t/año.



D. Montagiani

Lago Titicaca



Programa Nacional de Riego

Canalización de aguas para microriego

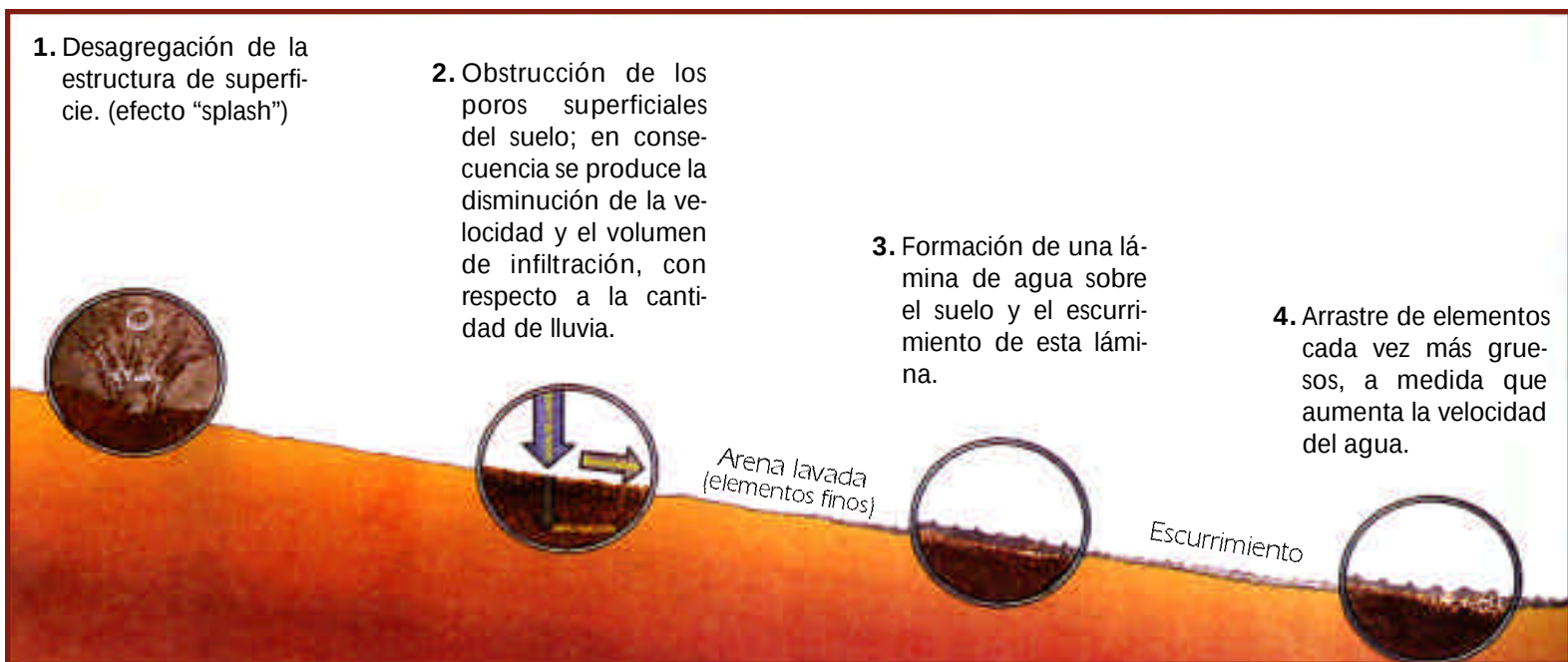
EROSION HIDRICA

Así como el agua proporciona vida y desarrollo, también es la causa de desastres ecológicos, cuando el hombre no utiliza racionalmente el recurso tierra-agua, provocando la erosión de los suelos.

La erosión puede ser considerada como fenómeno geológico natural cuando la pérdida anual de suelo se sitúa entre 0.2 y 0.5 t/ha, si esta tasa aumenta toma el nombre de erosión acelerada la misma que generalmente es provocada por el hombre (erosión antrópica).

La erosión hídrica causada por la lluvia y/o el escurrimiento del agua es aquella que se produce con la destrucción de la estructura de la superficie del suelo a través de la energía de las gotas de lluvia, las cuales llegan al suelo con una velocidad aproximada de 9 m/seg.

Cuando las gotas golpean un suelo desnudo provocan la desintegración de los agregados del suelo y puede botar las partículas desagregadas a una altura de 60 cm y lateralmente a una distancia de 150 cm.



TIPOS DE EROSION HIDRICA

Existen varios tipos de erosión hídrica, entre los cuales podemos citar las siguientes:

Erosión Laminar

Es el tipo de erosión más dañina debido a que afecta a toda la superficie del suelo, su efecto es poco visible, pero el daño provocado es importante si se considera que un pequeño espesor de 1-2mm corresponde a una pérdida anual de suelo de 15-30 t/ha, la erosión laminar es también de carácter selectiva, o sea, que la energía del escurrimiento del agua arrastra solamente elementos livianos como arcilla, limo, materia orgánica, residuos de cultivos y elementos nutritivos minerales. Es así que a mediano o a largo plazo el continuo arrastre de los elementos mencionados, provoca finalmente el fenómeno llamado “esqueletización del suelo”, lo que equivale a decir que la capa arable contiene sólo elementos inertes.

Erosión en Surco

Ocurre principalmente cuando la intensidad de la lluvia supera la capacidad de infiltración de la superficie del suelo.

La cantidad de agua no infiltrada (en condiciones de pendiente) escurre, y cuando alcanza una velocidad de 25 cm/seg. adquiere una energía capaz de provocar una erosión limitada en el espacio por las líneas de escurrimiento (surcos). La energía no se reparte sobre toda la superficie del suelo, sino que se concentra en las líneas con pendiente, esta energía cinética es capaz de arrastrar primero superficialmente y de manera creciente en profundidad, elementos cada vez más gruesos no solamente arcilla, limo, materia orgánica y elementos nutritivos como la erosión laminar selectiva, sino arena gruesa, piedrecillas y otros elementos gruesos.



Proyecto Fertisuelos

Erosión laminar



Proyecto Fertisuelos

Erosión en surco

Erosión en Cárcava

No es otra cosa que la evolución de la erosión en surco. Se habla de erosión en surco, cuando los surcos creados por la energía del escurrimiento del agua alcanzan una profundidad de 10 a 20 cm y pueden ser obliterados por las prácticas culturales. Una falta de acción correctiva para eliminar la causa de la erosión en surco a largo plazo, tiene casi siempre como consecuencia, el desarrollo de cárcavas que son una pérdida definitiva de la superficie, lo que generalmente aumenta cada año en un proceso que podría compararse con la lepra.

Erosión en masa

La erosión en masa o movimiento del suelo en masa, no es causada por el agua externa al suelo, sino por el agua al interior de una cobertura pedológica con pendiente. Este movimiento puede producirse rápida o lentamente, cuando: a) en una pendiente, la cobertura pedológica yace sobre un estrato encharcado de agua; b) se rompe el equilibrio estático por la construcción de un camino; c) el escurrimiento del agua erosiona y desequilibra constantemente la base de las orillas de un río con lecho profundo, que causa la erosión en masa de la cobertura pedológica de arriba.

CANTIDAD DE SUELO QUE SE PIERDE POR LA EROSION HIDRICA

La pérdida de tierra a causa de la erosión hídrica es alarmante a nivel mundial, estudios efectuados en la cuenca de las torrenteras del valle de Cochabamba muestran que la tasa de erosión es de 6 a 11 t/ha por año, esto significa que cada año se pierde entre medio a un milímetro de espesor de suelo. Otras experiencias efectuadas en Ayopaya, Toralapa y Tiraque indican valores similares.



Erosión en cárcava

Proyecto Fertilizantes



Erosión en masa

Proyecto Fertilizantes

CONSERVACION DE SUELO Y AGUA

Principios básicos de la lucha antierosiva



La erosión ocurre cuando las condiciones son favorables a la desagregación y el transporte de los constituyentes del suelo.

La magnitud de la erosión determina el clima, grado de erosionabilidad y de pendiente del suelo, superficie y cobertura vegetal.

No todas las técnicas desarrolladas para reducir la erosión del suelo, se pueden aplicar en todas las regiones; sin embargo,

los conceptos de la lucha antierosiva universales son los siguientes:

- Aumentar la resistencia del suelo a la erosión; mejorando la estabilidad estructural del suelo.
- Reducir el impacto de las gotas de lluvia sobre la superficie del suelo.
- Reducir el volumen y la velocidad del escurrimiento.

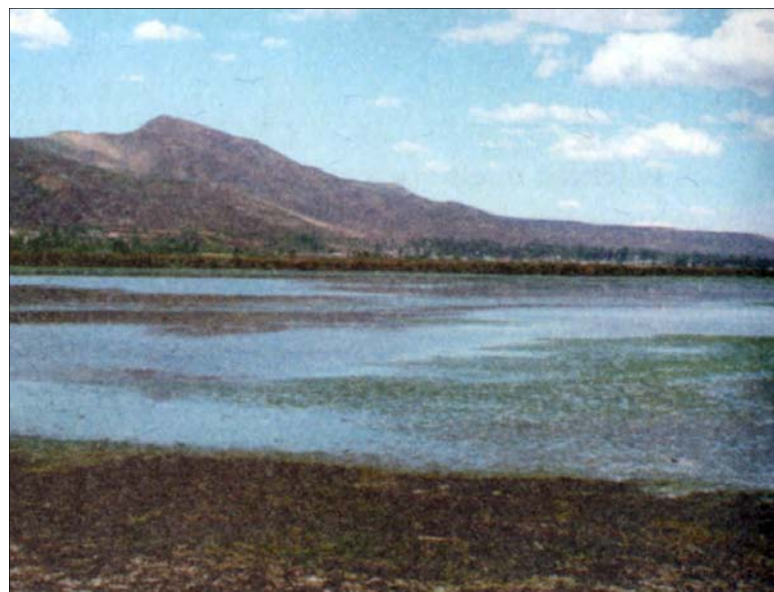
CALIDAD DE AGUA

Los diversos usos del agua exigen generalmente una determinada calidad del agua para cada uno de ellos, por ejemplo, la calidad requerida de agua para riego será distinta a la calidad requerida para consumo humano. De forma natural, la calidad del agua varía de acuerdo a las condiciones del clima, suelo y vegetación, aunque durante el presente siglo, la influencia humana ha condicionado la alteración de esta calidad debido a que las aguas se utilizan como transporte y eliminación de toda clase de residuos provenientes de sus actividades tales como las mineras, agrícolas, urbanas e industriales, provocando de esta manera, la contaminación de los recursos hídricos.

En Bolivia, la minería es responsable de la contaminación con metales pesados de un gran número de ambientes acuáticos como el lago Poopó y el río Pilcomayo. Las actividades agrícolas son un serio riesgo en Santa Cruz, así como también los residuos urbanos que han degradado de forma alarmante casi la totalidad de los ríos que atraviesan centros poblados.

Los efectos de la contaminación dependen tanto del tipo de contaminante como del grado de contaminación, (ejemplo: las aguas que contienen metales pesados como el mercurio, el plomo, el cobre y otros) cuyo efecto principal se debe a la acumulación de estos metales en los sedimentos y en las cadenas tróficas, que al concentrarse producen malformaciones en los organismos que los consumen (el hombre, los peces y los insectos).

En el caso de los residuos urbanos, como son principalmente orgánicos (restos de alimentos, heces, detergentes, etc) producen un efecto de fertilización en el ambiente acuático, conocido como eutrofización, el resultado inmediato de este proceso es el aumento desmedido de la producción biológica, aumento que si no se lo controla, provoca la degradación del medio acuático.



Laguna Alalay

D. Montagliani



Río Rocha

D. Montagliani



D. Montagliani

Dragado de sedimentos en laguna Alalay

Casos de contaminación como los mencionados anteriormente encontramos en el río Rocha y la laguna Alalay, ambientes estrechamente vinculados con la ciudad de Cochabamba y con los centros mineros del norte de Potosí.

El río Rocha en su paso por la ciudad recibe toda clase de basura doméstica, desechos avícolas e industriales, el mismo que kilómetros más abajo atraviesa importantes centros agrícolas hasta unirse con otros ríos provenientes de las zonas mineras, donde también recibe residuos de esta actividad.

La laguna Alalay es un caso de eutrofización muy severa debido a que el aumento de producción biológica se inició en la década del 70, hasta manifestar serios síntomas de degradación durante los años 80 con la emisión de olores desagradables y mortandad masiva de peces; existen tecnologías modernas para el control de la contaminación a través del dragado de sedimentos y el tratamiento de aguas, estos trabajos se hallan en

ejecución actualmente en la laguna Alalay, mientras que para del río Rocha aún no se cuenta con ningún plan de recuperación del medio acuático o de control de la contaminación.

Los ambientes acuáticos están capacitados naturalmente para autodepurarse frente a las perturbaciones ambientales, siempre y cuando los niveles de contaminación no superen su capacidad.

La mejor medida de control de la contaminación y/o eutrofización es la prevención, evitando el ingreso de más contaminantes y esperando que estos ambientes se puedan autodepurar en el transcurso del tiempo.

Cualquier medida de recuperación o control que se adopte, debe estar en función al uso al que se destinarán las aguas, por ejemplo: la calidad de agua que se requiere para la laguna Alalay es de uso recreativo y piscícola, mientras que las aguas del río Rocha son utilizadas sólo para riego.

USO RACIONAL DEL AGUA

Debido a los problemas de abastecimiento de agua cada vez más patentes en nuestro país, se están desarrollando métodos para hacer un uso más eficiente del agua a través de:

Construcción de represas de almacenamiento, cuyos objetivos son:

- Cambiar la distribución temporal del agua para el abastecimiento de agua potable y riego, almacenándola cuando hay demasía y utilizándola cuando hay déficit.
- La protección contra inundaciones.
- La generación de energía eléctrica no produce contaminación.
- Reducir las consecuencias de las sequías.
- Fines recreativos.

Ahorro del agua en el riego, mediante:

- La implementación del riego por goteo y aspersión.
- Mejoramiento de los sistemas de riego para evitar pérdidas de agua.

Forestación, para:

- Posibilitar la infiltración recargando de esta manera los acuíferos.
- Evitar la erosión y degradación de los suelos.
- Mejorar el clima regional.
- Aminorar las inundaciones.
- Proveer más oxigenación.

FUENTES DE SUMINISTRO DE AGUA

A medida que la población crece, se hace necesario planificar el aprovisionamiento de agua y encontrar nuevas fuentes de abastecimiento.

Las fuentes de suministro de agua son las siguientes:

Cuencas hidrográficas: por ejemplo: Escalerani, Corani, etc.

Aguas subterráneas: pozos excavados, pozos surgentes, galerías filtrantes y vertientes.

Almacenamiento directo del agua de lluvia en cisternas (algunas poblaciones del oriente boliviano almacenan el agua de lluvia de los techos).

Tratamiento de aguas servidas, principalmente para la utilización de agua de riego para campos agrícolas.

Una cuenca hidrográfica, es el área de recepción de agua de lluvia, que se escurre a una sección del río a la salida de la cuenca, en la salida se pueden captar estas aguas mediante la construcción de obras hidráulicas como es el caso del Proyecto Múltiple Misicuni.

BIBLIOGRAFIA

TERRAZAS, J.C. 1986. Perfil Ambiental de Bolivia.
La Paz - Bolivia.

LOSADA, ALBERTO. 1988. El Riego. Fundamentos Hidráulicos.
Madrid - España.

MONTES DE OCA, ISMAEL. 1989. Geografía y Recursos Naturales de Bolivia.
La Paz - Bolivia.

MONTES DE OCA, ISMAEL. 1992. Sistemas de riego y agricultura en Bolivia.
La Paz - Bolivia.

MORALES, CECILE. 1988. Manual de Ecología.
La Paz - Bolivia.

MORALES, CECILE. 1990. Bolivia, Medio Ambiente y Ecología.
La Paz - Bolivia.

PROYECTO FERTISUELOS. 1995. Documento de Campo N° 16. Manejo de Suelos y Nutrición Vegetal .
Santa Cruz - Bolivia.



D. Montagliani

Laguna Alalay

CENTRO DE ECOLOGIA SIMON I. PATIÑO - Departamento de Difusión
Tel./Fax: (+591-42) 20674 - E. Mail: cenecol@funpat.rds.org.bo - Casilla: 1023 - Cochabamba - Bolivia

Se autoriza la reproducción parcial o total del contenido de esta publicación, siempre que se indique la fuente.