

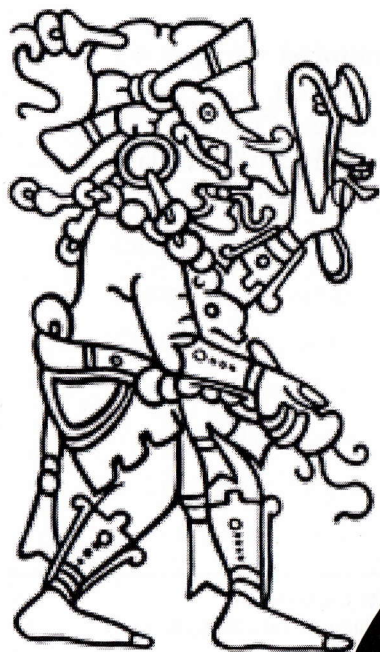
EL
AGUA
Y LA
VIDA

CUADERNOS

Chac



FACULTAD DE AGRONOMÍA / Universidad de San Carlos de Guatemala



EL
AGUA
Y LA
VIDA

Con base en un texto realizado
por Marvin Salguero Barahona

CUADERNOS

Chac

FACULTAD DE AGRONOMÍA

FACULTAD DE AGRONOMÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Junta Directiva

Ing. Agr. Francisco Vásquez	Decano
Ing. Agr. Edwin Cano	Secretario
Ing. Agr. Waldemar Nufio	Vocal I
Ing. Agr. Walter A. Reyes S.	Vocal II
Ing. Agr. Danilo Dardón Avila	Vocal III
Br. Rigoberto Morales	Vocal IV
Br. Miguel Armando Salazar D.	Vocal V

Comité Editorial

Dr. Hugo Cardona
Dr. Eddi Vanegas Chacón
Pdsta. Dennis Escobar Galicia

Cuadernos *Chac*

Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Guatemala
Teléfono: (502) 2476-9770 Fax: (502) 2476-0790
Correo electrónico: comited.agro@usac.edu.gt

Artes finales e impresión:

Editora Arizandieta Tel.: 2336-0518
martiguerragt@yahoo.com

Edición: Dennis Escobar

Guatemala, 2008

ÍNDICE

Las propiedades del agua	8
El ciclo del agua	11
Distribución del agua en la Tierra	15
Las cuencas hidrográficas	16
Cuencas de Guatemala	17
Impacto del uso del agua	20
Contaminación del agua	21
Fuentes de contaminación	22
Vulnerabilidad del agua	25
Los problemas ambientales y el agua	25
El agua y la cultura	27
Usos del agua	28
Los usuarios del agua	29
Agua y conflictos	32
Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH)	33
Cómo cambiar las actitudes y comportamientos degradatorios	38
Algunas sugerencias para el uso eficiente y el control de la calidad del agua	38

PREFACIO

El título de este Cuaderno Chac, “El agua y la vida”, se debe a que esta preciada sustancia ha permitido el desarrollo de los procesos vitales de nuestro planeta Tierra. La vida, pues, está estrechamente relacionada con el agua. Podemos afirmar, sin ninguna vacilación, que en la Tierra, el agua y la vida constituyen un complejo estrechamente interrelacionado.

Por lo tanto, debido a la primordial importancia que tiene el agua, hemos decidido reiniciar la edición de los Cuadernos Chac incluyendo dicha temática. Es oportuno reiterar lo señalado por el autor del estudio: “Los humanos somos dependientes del agua. Nuestros sistemas fisiológicos necesitan agua, tanto para las actividades metabólicas como para la reproducción celular y de la especie.”

Para la consecución de este folleto, recurrimos a un versado en la materia, el doctorando en Gestión del agua, Marvin Salguero Barahona, a quien solicitamos un documento de su autoría para editarlo e incluirlo en la serie Cuadernos Chac.

En este Cuaderno, “El agua y la vida”, el experto trata los asuntos desde las propiedades, el ciclo y la distribución del agua en la Tierra, hasta los problemas ambientales del agua y de su relación con la cultura. Además incluye la Gestión Integrada de Recursos Hídricos, recomendaciones para cambiar las actitudes y los comportamientos degradatorios, y algunas sugerencias para el uso eficiente y el control de la calidad del agua.

Este Chac, al igual que los anteriores, está redactado y confeccionado en forma accesible para un público de lectores con nivel medio de educación. El propósito es llevar el conocimiento científico a la juventud estudiosa que se preocupa por entender temas relacionados con la Agronomía, los Recursos Naturales Renovables y otras materias que se investigan e imparten en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Esperamos que los lectores satisfagan sus inquietudes relacionadas con la importancia del agua, y mucho agradeceremos nos hagan llegar sus sugerencias para mejorar la edición de los siguientes cuadernos Chac.

Finalmente, consideramos oportuno agradecer a las autoridades de la Facultad de Agronomía por incrementar el presupuesto para publicaciones, gracias a ello será posible continuar editando los Cuadernos Chac y así contribuir a que la ciencia se extienda fuera de la academia.

EL AGUA Y LA VIDA

Marvin Salguero Barahona

El agua no es una sustancia común en el universo. La Tierra es el único planeta conocido con una hidrosfera bien desarrollada en contacto con la envoltura gaseosa de su atmósfera. La presencia de agua en nuestro planeta ha permitido el desarrollo de los procesos vitales, cosa que no ha sido, hasta ahora, descubierto en ningún otro planeta.

La vida está intrínsecamente relacionada con el agua. Por ejemplo: el ADN, gigantesca molécula que constituye la base de todos los organismos, requiere, para su metabolismo y reproducción, estar en contacto con una solución acuosa de características apropiadas.

En la Tierra, la vida está presente en todos los ambientes acuáticos. Hay organismos vivos en las hirvientes emanaciones hidrotermales del fondo de los océanos, en las gotas de agua condensadas de las nubes de la troposfera y en las aguas congeladas de los polos. Aún en las regiones más secas, donde la humedad atmosférica no excede nunca 20 ó 30%, como ciertas zonas desérticas, existen numerosas formas de vida adaptadas a esa situación. Esta colonización generalizada del medio acuoso hace difícil diferenciar el agua de la vida. De allí que podamos afirmar que en la Tierra, el agua y la vida constituyen un complejo inseparable.

Una gran parte de las células que forman los tejidos de los seres vivos están constituidas en su mayoría por agua. Algunos viven en agua y se reproducen en ella, como los peces, camarones, gusanos, cangrejos, insectos, bacterias, algas y plantas acuáticas. Todos los animales y las plantas dependen del agua para vivir.

Los humanos somos dependientes del agua. Nuestros sistemas fisiológicos necesitan agua, tanto para las actividades metabólicas, como para la reproducción celular y de la especie. El agua es necesaria para la ingestión, digestión y absorción de los alimentos, para la circulación del oxígeno de la respiración dirigido a las células, y para la evacuación de los residuos de la actividad celular.

El agua es lo más importante para todas las cosas vivas; en algunos organismos, casi el 90 por ciento del peso de su cuerpo está compuesto de agua. El cuerpo humano está compuesto en un 60 por ciento de agua, el cerebro se compone en un 70 por ciento, la sangre en un 80 por ciento y los pulmones se componen en un 90 por ciento de agua. Las células del cuerpo humano están llenas de agua. Debido a que el agua puede disolver muchas sustancias, esta propiedad permite a nuestras

células usar los nutrientes, minerales y elementos químicos necesarios para nuestros procesos biológicos.

El agua absorbe el calor del ambiente; por ello al exponernos al calor no nos calentamos rápidamente, sino lentamente y el exceso de calor lo eliminamos al sudar, produciéndose también vapor de agua. En otras palabras: el agua ayuda a mantener constante la temperatura del cuerpo. Ej. Si al jugar un partido de fútbol no sudáramos, evaporando con ello agua, el calor acumulado nos haría llegar a tener una calentura de 48°C. Por ello los animales, plantas y seres humanos necesitamos siempre agua para no disecarnos o morir de sed. Por la orina, las heces y el sudor se eliminan sustancias que ya no le sirven al organismo.

Para la agricultura la necesidad de usar agua es muy grande. El agua contribuye a que las plantas se alimenten, pues al absorberla del suelo ésta lleva los nutrientes que necesitan.

Se usa agua como fuente energética en plantas hidroeléctricas. La fuerza que trae el agua de los ríos mueve las turbinas de las centrales hidroeléctricas. En El Salvador se han construido represas que retienen el agua en el Río Lempa. Esta agua es vaciada y pasada por turbinas produciendo energía eléctrica, que luego es aprovechada por la industria y los hogares



La industria usa grandes cantidades de agua para elaborar productos, lavar utensilios y enfriar máquinas. Utilizamos agua como vía de transporte, desde las lanchas más sencillas hasta los grandes barcos

Las propiedades del agua

El agua está constituida por moléculas simples formadas por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno. Debido al enorme tamaño relativo del oxígeno y a la pequeñísima dimensión del núcleo de hidrógeno, la molécula de agua es, aproximadamente, del mismo tamaño que el átomo de oxígeno.

Los dos iones de hidrógeno quedan sumergidos en la nube electrónica, dando lugar a una configuración tetraédrica. En dicha estructura, el núcleo del oxígeno ocupa el centro del tetraedro, los dos núcleos (protones) de hidrógeno ocupan dos vértices y las nubes de carga negativa, los vértices restantes. El ángulo entre los dos enlaces O-H es de 105° , ligeramente menores que los 109.5° de un tetraedro perfecto. Debido a la ubicación del átomo de oxígeno y la nube electrónica que lo rodea (con carga débil negativa) en una dirección, y los dos átomos de hidrógeno (con carga débil positiva), en dirección opuesta, la molécula de agua asume características polares.

Dos moléculas de agua contiguas tienden a atraerse enlazando el extremo positivo de una molécula con el negativo de la otra. Este enlace es habitualmente denominado “enlace hidrógeno”. Las moléculas de agua forman “enlaces-hidrógeno” entre sí, pero también pueden formarlos con otras moléculas polares, como ácidos, sales, azúcares y varias regiones moleculares de las proteínas y en el propio ADN. Estas sustancias que se combinan polarmente con el agua y/o disuelven en ella son denominadas hidrófilas. En cambio, las moléculas no-polares (como las grasas), que no forman enlaces hidrógeno con el agua, ni se disuelven en ella, son denominadas hidrófobas.

Al agua se le considera el “solvente universal” porque disuelve más sustancias que cualquier otro líquido. Esto significa que a donde vaya el agua, ya sea a través de la tierra o a través de nuestros cuerpos, lleva consigo valiosos químicos, minerales y nutrientes.

La propiedad “pegajosa” del agua (de la tensión superficial) permite a estos elementos ser transportados a través de nuestros cuerpos. Los carbohidratos y proteínas que nuestros cuerpos consumen como alimento, son transportados por el agua dentro del torrente sanguíneo. También es importante la propiedad que tiene el agua para transportar desechos fuera de nuestros cuerpos.

El agua es incolora, inodora e insabora. Agua químicamente pura casi no existe en la naturaleza, normalmente es H_2O más otras cosas (como sales o minerales, bacterias y otros compuestos químicos). El agua puede combinarse fácilmente con otras sustancias. Ej: La aprovechamos cuando preparamos refrescos: el agua disuelve el azúcar y el jugo de fruta. Si el agua tiene un sabor u olor raro, es por la habilidad de combinarse con otras cosas, las cuales cuando se disuelven en el agua le dan sabor u olor.

El agua es la única sustancia natural que se encuentra en sus tres estados: líquida, sólida (hielo) y gaseosa (vapor), a las temperaturas encontradas normalmente en la Tierra. El agua de la Tierra está cambiando constantemente y siempre está en

movimiento. Se congela a 0 grados Celsius (C) y hierve a 100 C (al nivel del mar). Los puntos de congelamiento y ebullición son la base para medir la temperatura: 0, en la escala Celsius está el punto de congelamiento del agua, y 100 es el punto de ebullición del agua.

El agua en estado líquido es fluida y es la forma como se encuentra comúnmente en la naturaleza; en estado líquido es usada por los seres vivos para beber, cultivar, vivir, generar energía eléctrica, cocinar, bañarse, etc. Las moléculas de agua en estado líquido están en constante movimiento, formando grupos desorganizados, empujándose y chocando unas con otras, por esta razón el agua es difícil atraparla. En este estado no tiene una forma definida por lo tanto adopta la forma del recipiente que la contiene.

Cuando el agua es sometida a bajas temperaturas se convierte en hielo o nieve, es decir el agua se vuelve sólida. Cuando se congela (hielo o nieve) es más ligera. Por ejemplo: cuando al refresco se le agrega hielo, éste flota en la superficie del recipiente.

El punto de congelación del agua es a cero grados centígrados (0 °C). Las moléculas de agua congelada están quietas y por eso mantienen su propia forma. Las aguas naturales en este estado se encuentran comúnmente en los polos.

El agua en estado de gas o vapor siempre está presente en el aire alrededor de nosotros. Normalmente se le puede ver. ¿Cuándo se puede verle? cuando se hierve el agua y se cambia de un estado líquido a un gas. El vapor se forma cuando el agua es sometida a temperaturas de 100° C.

El agua tiene un alto índice específico de calor. Esto significa que el agua puede absorber mucho calor antes de empezar a calentarse. Es por esta razón que el agua es muy valiosa como enfriador para las industrias y para el radiador del automóvil. El alto índice específico de calor del agua también ayuda a regular el rango de cambio de la temperatura del aire, y ésta es la razón por la cual la temperatura cambia gradualmente durante las estaciones del año, especialmente cerca de los océanos.

El agua tiene una tensión superficial muy alta. Esto significa que el agua es pegajosa y elástica y tiende a unirse en gotas en lugar de separarse en una capa delgada y fina. La tensión de la superficie es la responsable de la acción capilar, de que el agua pueda moverse (y disolver sustancias) a través de las raíces de plantas y a través de los pequeños vasos sanguíneos en nuestros cuerpos.

El ciclo del agua

Es el incesante movimiento de circulación del agua entre la atmósfera y la Tierra. El ciclo no tiene principio ni fin; siempre se repite de manera que nunca la Tierra se queda sin agua.

Este es un proceso complejo que incluye, por un lado, las precipitaciones (tanto bajo la forma de agua líquida como de nieve o hielo), que son las que periódicamente aportan agua a la superficie de la tierra; y por otro, la evaporación directa, la transpiración de las plantas (o bien el proceso combinado, llamado evapotranspiración), la infiltración con o sin recarga de los reservorios subterráneos, el afloramiento de manantiales, y finalmente, el escurrimiento (superficial, torrencial, fluvial).

El agua siempre se está moviendo alrededor. a través y sobre la Tierra en forma de vapor, agua líquida y hielo. La Tierra es un “sistema cerrado,” como un invernadero. Esto significa que la Tierra ni gana ni pierde mucha materia, incluyendo agua, por lo que la misma agua que existía hace millones de años en la Tierra, aún es la misma.

Cuando cae lluvia o nieve a la Tierra, no se deposita ahí únicamente, empieza a moverse hacia abajo siguiendo las leyes de la gravedad. Algo de esta precipitación se filtra a la Tierra reponiendo los mantos acuíferos. La mayor parte de esta agua corre hacia niveles más bajos. Estos escurrimientos son extremadamente importantes no sólo porque mantienen los ríos y lagos llenos de agua, sino también porque en largos periodos de tiempo, estos escurrimientos cambian los contornos y formas de los cañones. Pero en exceso, también pueden dañar el paisaje al causar erosión en lugares no deseados (como en su propio patio).

Al caer la lluvia sobre la tierra, ésta se filtra dentro de la misma o se convierte en escurrimientos de la lluvia, los cuales fluyen a los ríos y lagos. Lo que ocurre con la lluvia al caer a la tierra depende de muchos factores, tales como:

El índice pluvial o escorrentía: Cuando cae mucha lluvia durante un período corto de tiempo, el agua tiende a desplazarse hacia los arroyos en lugar de saturar la tierra.

La topografía de la tierra: La topografía es el “trazo de la tierra”, los cerros, valles, montañas y cañones. El agua que cae a la tierra de cerros y valles corre hacia niveles bajos hasta llegar a ser parte de un arroyo o un lago, o satura y cubre la tierra.

Condiciones del suelo: En suelos arcillosos densos la lluvia no penetra fácilmente. En contraste con lo que ocurre en suelos arenosos, que permiten que el agua se absorba rápidamente.

Densidad de la vegetación: El crecimiento de las plantas ayuda a disminuir la erosión causada por el agua que fluye sobre el suelo. Si usted se fija en los cerros que no tienen vegetación, observará zanjas y canales creados por el agua que corre sobre la tierra.

Cantidad de urbanización: Mientras una ciudad se construye, mucho dinero se gasta en obras de construcción encaminadas a desviar el agua fuera de las áreas urbanizadas. Los caminos, el pavimento y los estacionamientos crean áreas impermeables en donde el agua no puede filtrarse dentro de la tierra. En su lugar, estos escurrimientos fluyen hacia riachuelos y arroyos que no tienen la capacidad natural para sostener tanta carga de agua en tan corto tiempo. Esto puede causar problemas de inundaciones en áreas urbanas.

El agua de un río no viene toda de escurrimientos superficiales. la lluvia que cae a la tierra se filtra y forma el agua subterránea. A cierta profundidad debajo de la capa superficial, se encuentra la capa freática. Si un banco de río pasa por esta capa saturada, como ocurre a la mayoría de los ríos, entonces el agua se filtra fuera de la tierra y se vacía al río. Los

escurrimientos son afectados por factores meteorológicos como: tipo de precipitación (lluvia, nieve, agua nieve, etc.), intensidad, cantidad y duración de la precipitación, distribución del agua de lluvia sobre la cuenca, temperatura del aire, viento, humedad relativa. Y además, por características físicas como: uso de la tierra, vegetación, tipo de suelo, área de drenaje, forma de la cuenca, elevación, topografía, estanques, lagos, represas en cuencas, que previenen o alteran el escurrimiento corriente abajo. Escurrimientos provenientes de tierras agrícolas pueden acarrear elementos químicos en exceso (como nitrógeno y fósforo) a los ríos, lagos y suministros de mantos acuíferos. Estos elementos químicos en exceso pueden dañar la calidad del agua en la superficie y también subterránea.



Los procesos del ciclo hidrológico

Las aguas que caen o emanan del interior del suelo pueden escurrirse, evaporarse, infiltrarse o “estacionarse”, dependiendo de la pendiente y la permeabilidad de los materiales superficiales. Cuando los suelos son impermeables y las pendientes altas, el agua puede comenzar a escurrir una vez que se satura la película superficial del suelo. Si las pendientes son muy bajas, el agua corre más lentamente. En superficies horizontales el drenaje es difícil y el escurrimiento superficial puede ser nulo o prácticamente inexistente. Del mismo modo, cuando el material del suelo es permeable, gran parte del agua se infiltra, disminuyendo la magnitud de los procesos de escurrimiento. Una cierta porción de agua se evapora apenas toca la superficie de la tierra, o durante las primeras etapas de su flujo superficial. La evaporación es mayor en climas cálidos y áridos, donde la temperatura del aire es más elevada y la humedad relativa más baja.

En las zonas cubiertas de vegetación, un porcentaje considerable del agua es interceptado por la vegetación, permaneciendo sobre las hojas, ramas y tallos bajo la forma de una película delgada, evaporándose antes de llegar al suelo. En las selvas tropicales húmedas, la intercepción puede alcanzar hasta un 20% del total de la lluvia caída. Esa cantidad es mucho menor en las praderas y sabanas, donde en general no excede de 10%. En las estepas y desiertos esta cifra tiende a cero.

Gran parte del agua que se infiltra en los horizontes superiores del suelo, es absorbida por las raíces de las plantas, disminuyendo la cantidad que queda disponible para el escurrimiento posterior. Por esas razones, no toda el agua que cae (bajo forma líquida o sólida) o emana del subsuelo, contribuye a los procesos de escurrimiento hídrico. Los porcentajes de agua escurridas varían considerablemente, dependiendo de la intensidad y cantidad de la lluvia, de la temperatura, de la cobertura vegetal, de las pendientes y de los materiales de superficie.

Hay lugares y momentos en que, en forma predominante, el agua caída se escurre, por ejemplo, en suelos impermeables o saturados, sin vegetación, con pendientes fuertes. En otros casos, la mayor parte del agua precipitada se infiltra o evapora, sin que haya ningún flujo superficial apreciable. De forma general, presentan los siguientes procesos o componentes:

Evaporación: Proceso por medio del cual el agua es sometida a temperaturas altas y cambia al estado de vapor mezclándose con el aire u otros gases. El proceso es igual a lo que pasa cuando dejamos una olla de agua hirviendo sobre el fuego.

¿Qué pasa cuando dejamos agua en la olla por mucho tiempo?: El agua parece que está desapareciendo, pero ¿Adónde se va? Pasa al aire en una forma diferente, ya no es líquida sino que es en forma de vapor.

¿Cómo puede el agua del mar pasar al aire?: Es el mismo proceso solamente que es más lento. La temperatura o el calor del sol actúa como el fuego sobre el agua y así el vapor de agua vuelve a la atmósfera o aire.

Condensación: Es el proceso por el cual el vapor de agua se puede convertir en líquido o sólido, si es sometido a bajas temperaturas

¿Qué pasa con el vapor de agua después?: El vapor se mueve hacia arriba. ¿Cómo es la temperatura de la atmósfera? La temperatura de la atmósfera es más fría entre más alto se sube. ¿Y qué pasa con el vapor de agua cuando está más frío? Se forma un líquido y por lo tanto las nubes se encuentran en pequeñas gotas de agua.

Esta agua atmosférica se condensa en las nubes, cuando las nubes llevan muchas gotas de agua se vuelven muy pesadas y caen en forma de lluvia, nieve, granizo o rocío. Esto se llama precipitación.

Escurrimiento Superficial: ¿Qué pasa con la lluvia cuando cae?: Parte del agua precipitada llega al suelo y circula en la superficie hacia los ríos, lagos, mares y océanos. Eso se llama escurrimiento superficial. La cantidad de agua escurrida superficialmente resulta de la cantidad de agua precipitada menos el agua evaporada y el agua infiltrada.

Infiltración: Una parte del agua precipitada pasa a través del suelo. Este proceso se llama infiltración. Es el movimiento descendente del agua desde la superficie de la tierra hasta alcanzar el nivel de agua subterránea o nivel freático. Cuando el agua de la superficie llega al nivel freático, se mueve lateralmente. Parte del agua infiltrada es aprovechada por las plantas para sus procesos fisiológicos y devuelta a la atmósfera en estado gaseoso por el proceso de evapotranspiración.

Agua subterránea: El agua subterránea es parte de la precipitación que se filtra a través del suelo hasta llegar al material rocoso que está saturado de agua. El agua subterránea se mueve lentamente hacia los niveles bajos, generalmente en ángulos inclinados (debido a la gravedad) y eventualmente llegan a los arroyos, ríos, lagos y océanos.

Los factores más importantes responsables de la existencia del agua subterránea son:

Gravedad: La gravedad “jala” el agua hacia el centro de la Tierra. Esto significa que el agua de la superficie tratará de filtrarse hacia dentro de la tierra.

Las Rocas: La roca que se encuentra debajo de la superficie de la Tierra es el cimiento. Si todos los cimientos consistieran de un material denso como el granito sólido, entonces aún la gravedad no podría atraer el agua hacia las partes bajas. Pero los cimientos de la Tierra consisten de muchos tipos diferentes de roca, tales como roca que contiene granos de cuarzo, granito y piedra caliza. Y algunos cimientos que contienen piedra caliza, se disuelven con el agua, lo cual resulta en grandes cavidades que se llenan de agua.

Acuíferos o reservorios subterráneos: Uno de los recursos más valiosos es el agua que tenemos bajo nuestros pies, algo que no se ve y posiblemente ¡tampoco se sabe que se encuentra ahí! La mayor parte de los espacios abiertos en las rocas, bajo el manto freático, están llenos de agua. Pero las rocas tienen una porosidad diferente y características permeables lo que significa que el agua no se mueve de igual manera en todo tipo de rocas.

Cuando la roca portadora de agua permite que la misma se deposite en los pozos y en los arroyos, recibe el nombre de acuífero. La precipitación pluvial agrega agua y (recarga) a la roca porosa del acuífero. El bombear demasiada agua, con demasiada rapidez, hace que baje el nivel del agua del acuífero y eventualmente causa que el pozo empiece a rendir menos agua cada vez y en algunos casos, se llegue a secar. Aún más, el bombear un pozo demasiado rápido puede también causar que el pozo de un vecino cercano se seque, si ambos pozos pertenecen al mismo acuífero.

Distribución del agua en la Tierra

La Tierra es un lugar con mucha agua, cerca del 70 % de su superficie está cubierta de agua. El agua también existe en el aire en forma de vapor, en el suelo y en los acuíferos. Debido al ciclo del agua, el suministro en nuestro planeta está constantemente en movimiento, de un lugar a otro y de una forma a otra.

La mayor parte del agua del planeta está almacenada en los océanos. En ellos, que constituyen el elemento central y más abundante de la hidrosfera, reside más del 97% del componente hídrico global. Otra parte considerable (2.01%) se encuentra en los polos. Más de 0.5 % del agua global está contenida en las formaciones geológicas como aguas subterráneas. Una porción importante de este volumen está relativamente inmovilizada. Se trata de agua “fossilizada”, y que, por lo tanto, no circula. Otra parte, se recarga y descarga en los sistemas superficiales. Poco más de 0.06% ocurre como agua superficial. Como más de la mitad de ésta es salobre o salada, solamente 0.02% (o sea 100,000 km³), puede ser catalogada como “agua dulce”.

De todas las aguas superficiales, 95% están almacenadas en lagos, por lo que los cursos de agua, ríos y arroyos, sólo contienen 0.001% del total, o sea “apenas” 10,000 km³. A pesar de esta proporción que parece pequeña al medirla en m³, el volumen resulta aún considerable. El agua dulce superficial total, sin contar el hielo, alcanza un total de cien billones de metros cúbicos, o cien mil billones de litros. Si distribuyéramos esta cantidad entre todos los habitantes del planeta le correspondería a cada uno 18,000 metros cúbicos por persona. A ello hay que agregar los acuíferos de agua dulce, que son 30 veces más abundantes que las anteriores. Si incluyéramos las aguas subterráneas en la distribución antedicha, el total por persona ascendería a 600,000 m³. En términos abstractos, este volumen parece ser más que suficiente para satisfacer todas las necesidades humanas actuales.

Cuando usted ve el agua a su alrededor, la ve en los arroyos, ríos, y en los lagos; se le conoce como “agua superficial.” Cuando la lluvia cae, llena estos ríos y lagos. Pero, ¿cómo explicaría usted que el agua siga en los ríos después de semanas sin lluvia? La respuesta esta en el agua subterránea.

A pesar del enorme volumen de agua dulce que circula a través de los continentes anualmente, suficiente para satisfacer las necesidades de la humanidad por siglos, mucha gente en diversas partes del mundo no tiene acceso a este líquido vital. Hay varias razones para que ello ocurra. En primer lugar, porque el agua dulce utilizable sólo existe en grandes cantidades en pequeñas áreas del planeta (los ríos, los grandes lagos y los acuíferos de elevado caudal). En segundo lugar, porque las aguas disponibles no son siempre adecuadas para el consumo humano, a veces por causas naturales, pero más frecuentemente como resultado de la degradación antrópica. En tercer lugar, no todos los recursos hídricos se renuevan a una tasa suficientemente apropiada como para su utilización a largo plazo. Finalmente, la demanda de agua está concentrada en unas pocas áreas densamente pobladas que no coinciden necesariamente con los lugares de mayor disponibilidad.

En resumen, las aguas de buena calidad y en suficiente cantidad como para ser utilizadas para satisfacer las necesidades de la humanidad, no se encuentran fácilmente.

Las cuencas hidrográficas

El agua que escurre sobre las diversas áreas continentales se dirige hacia las partes deprimidas del relieve. El escurrimiento superficial tiende a organizarse a partir de las zonas elevadas dando lugar a valles, planicies fluviales y lacustres, humedales, salinas, deltas, estuarios y otros elementos morfológicos. El conjunto de estos elementos se estructuran alrededor de ejes y desembocaduras comunes en las llamadas cuencas hidrográficas.

Cuenca hidrográfica es un área drenada por una corriente o un sistema de corrientes que concurren hacia un mismo punto y su parte alta está delimitada generalmente por las montañas. Es la unidad básica natural para el estudio y planificación del recurso hídrico en la cual se pueden evaluar cuantitativamente las entradas y salidas del sistema, compuesto de elementos físicos, socioeconómicos y biológicos que conforman una unidad inseparable y cambiante durante el tiempo.

Las cuencas hidrográficas son configuraciones complejas que incluyen tanto agua superficial como subterránea, estrechamente relacionadas que deben ser consideradas como un conjunto continuo.

Los principales componentes de una cuenca hidrográfica típica son: la cuenca de recepción propiamente dicha, la red hidrográfica y los sistemas de aguas subterráneas asociados. Estos tres elementos están interconectados. Las cuencas de recepción reciben las precipitaciones, éstas a su vez se infiltran en los sistemas subterráneos o fluyen hacia los valles formando ríos y arroyos. Parte de las aguas subterráneas pueden regresar a los cursos de agua y los caudales de éstos contribuyen a recargar los acuíferos subyacentes.

Una porción del agua es reevaporada pudiendo precipitarse nuevamente en las cuencas de recepción, completando el ciclo. En general, el sistema es abierto, pues la mayoría de las cuencas desembocan hacia el mar o a otro cuerpo de agua mayor. La desembocadura de la cuenca es también la vía de salida para los sedimentos, las sales disueltas y los contaminantes.

Cuencas de Guatemala

Guatemala puede dividirse en tres regiones o grupos de cuencas denominadas vertientes, las cuales se nombran en función del lugar en el cual desembocan sus ríos, de esta forma el sistema hídrico de Guatemala, se divide en: Vertiente del Pacífico. Vertiente del Atlántico. Vertiente del Golfo de México.



Vertiente del Pacífico: los ríos tienen longitudes cortas (110 kms promedio) y se originan a una altura promedio de 3000 metros sobre el nivel del mar. Las pendientes son fuertes en las partes altas de las cuencas, entre el 10% y el 20%, cambiando bruscamente a pendientes mínimas en la planicie costera, creando grandes zonas susceptibles a inundaciones en esta área. Estas condiciones fisiográficas producen crecidas instantáneas de gran magnitud y corta duración, así como tiempos cortos de propagación de las mismas.

Además los ríos de la vertiente del Pacífico acarrear grandes volúmenes de material, especialmente escorias y cenizas volcánicas, debido a que la cadena volcánica se encuentra entre los límites de la vertiente. Debido a este arrastre de material, los ríos tienen cursos inestables, causando daños e inundaciones en la planicie costera. La precipitación en esta vertiente tiene periodos de gran intensidad, típica de zonas costeras con una precipitación media anual de 2200 mm/año.

Esta vertiente comprende las siguientes 18 cuencas: Coatán, Suchiate, Naranjo, Ocosito, Samalá, Sis-Icán, Nahualate, Atitlán, Madre Vieja, Coyolate, Acomé, Achiguate, María Linda, Paso Hondo, Los Esclavos, Paz, Ostua-Güija, Olopa.

Vertiente del Atlántico: las longitudes de los ríos en esta vertiente son mucho mayores a las de la vertiente del Pacífico, e incluye el río más largo del país, el Motagua, con 486.55 kms. Las pendientes son más suaves y su desarrollo menos brusco, ya que en las partes montañosas los ríos hacen sus recorridos en grandes barrancas o cañones.

Las crecidas son de gran duración y los tiempos de propagación son también mayores. Los caudales son más constantes durante todo el año. Parte del área dentro de esta cuenca tiene muy baja pluviosidad, cerca de los 500 mm/año en la Zona Nororiental (Llanos de la Fragua, Zacapa), mientras que en la zona de Izabal la pluviosidad alcanza hasta los 3500 mm/año.

Esta vertiente comprende 7 cuencas, las cuales son: Grande de Zacapa, Motagua, Río Dulce, Polochic, Cahabón, Sarstún, Mopán-Hondo.

Vertiente del Golfo de México: al igual que los ríos que desembocan en el Atlántico las longitudes son grandes. Aquí se encuentran los ríos más caudalosos del país: Usumacinta, Chixoy y La Pasión. La característica principal de esta vertiente es que sus cuencas son compartidas con México.

Las crecidas son de larga duración, los cauces son relativamente estables y los recorridos más sinuosos. Las pendientes son relativamente suaves. La precipitación media en esta área es de 2500 mm/año.

Esta vertiente comprende 10 cuencas: Cuilco, Selegua, Nentón, Pojón, Ixcán, Xalcbal, Chixoy, La Pasión, Usumacinta y San Pedro.

Guatemala cuenta con gran diversidad de lagos y lagunas, que tienen un potencial recreativo alto, tal es el caso de Atitlán, Amatitlán, Izabal y Petén Itzá. Existen otros lagos y lagunas de menor tamaño como El Pino, Calderas, Güija y en total hay 23 lagos y 119 lagunas menores que cubren un área de 950 km².

La acción humana como factor hidrológico de las cuencas. Antes de que el hombre introdujera perturbaciones que modificaran radicalmente el paisaje, el caudal de los cursos de agua dependía exclusivamente de los factores naturales. Entre ellos: el tamaño de la cuenca, el clima en general, y más especialmente, las precipitaciones, la evaporación, tanto directa como de transpiración, la cobertura de vegetación, la descarga de los manantiales y las características geológicas del terreno.

El avance de las sociedades agro-urbanas e industriales ha agregado un nuevo factor en la dinámica hidrológica, que se ha hecho más relevante a medida que se extiende su influencia. La acción humana se ejerce directamente sobre los sistemas hídricos, a través del bombeo o desvío de las aguas a canales o receptáculos artificiales, construcción de embalses, vertidos de aguas residuales, o indirectamente, a través de la modificación de la cobertura vegetal (deforestación, plantíos), influencias sobre el clima y micro-clima, las excavaciones y construcciones en laderas y cimas.

Por esa razón, las cuencas hidrográficas deben ser estudiadas teniendo en cuenta, no sólo los componentes naturales del sistema, sino también los diferentes modos de ocupación territorial, esta se hace sentir por medio de la deforestación, y posterior habilitación de campos para la agricultura y urbanización. Como resultado de estas modificaciones se producen impactos intensos que luego se han de manifestar a nivel de los caudales instantáneos y anuales de los ríos. Cambian las características térmicas de la superficie que se calienta más rápido durante los días y se enfría mucho más en las noches. Al desecharse la cobertura vegetal, o al disminuir su densidad, se reduce la permeabilidad de la superficie, se incrementa el escurrimiento instantáneo, las partículas del suelo son erosionadas, generándose inundaciones y sedimentación en los valles y llanuras aluviales. Del mismo modo, la acumulación de sedimentos en las cañadas de alta montaña suele favorecer la formación de flujos de lodos. Las construcciones pueden modificar la configuración del drenaje, destruyen o sustituyen la vegetación nativa e introducen elementos orográficos artificiales con impacto generalmente negativo.

Uno de las causas más importantes del agotamiento y degradación de los recursos hídricos en el mundo actual son las aglomeraciones urbanas. Para su funcionamiento las ciudades requieren grandes volúmenes de agua. El suministro doméstico, municipal e industrial, el riego de jardines, espacios verdes y huertas, la higiene de los establecimientos comerciales, ferias, plazas y otros sitios análogos, consumen considerables cantidades del líquido vital, frecuentemente, más de lo que se puede extraer de pozos y cursos de agua cercanos.

Impacto del uso del agua

El agua es la sustancia de consumo humano más común y de uso generalizado. Se le utiliza para regar los cultivos, para beber, para la limpieza y la cocina, como materia prima industrial, para enfriamiento y muchos otros propósitos. La mayor parte es consumida por la agricultura (80%). Un porcentaje considerable se utiliza a nivel doméstico (10%) y la mayor parte del resto (8-9%) en los procesos industriales.

Estas cifras reflejan tan sólo el agua que es efectivamente utilizada. Hay grandes volúmenes que no son utilizados directamente, pero que son afectados por la acción humana.

El agua de buena calidad fluvial o lacustre se degrada como resultado de las descargas de aguas residuales con o sin tratamiento. El volumen de aguas naturales que son afectadas por las actividades humanas es enorme y difícil de cuantificar. Es probable, que sea, por lo menos, equivalente a toda el agua consumida en el mundo, y tal vez, considerablemente mayor.

Otra causa antrópica de degradación hídrica o una causal de disponibilidad restringida, es el manejo inadecuado de suelos y laderas.

Las prácticas agrícolas o de pastoreo inapropiadas causan erosión de suelos y el agua de escurrimiento proveniente de los cultivos comerciales suele transportar fertilizantes agrícolas y pesticidas. En estos



terrenos inadecuadamente utilizados, el escurrimiento se concentra en un período corto, causando inundaciones e impidiendo la utilización óptima de los recursos acuáticos. Durante las crecientes los ríos transportan partículas en suspensión que no solamente disminuyen la calidad del agua, sino que también obstruyen los mecanismos en las plantas de filtrado, haciendo el tratamiento más costoso y difícil.

Por esa razón, los problemas del agua no son simplemente temas de disponibilidad. Para obtener el recurso hídrico en forma apropiada y duradera, las sociedades deben planificar su urbanización. Las estrategias sociales no pueden ignorar el factor agua.

Contaminación del agua

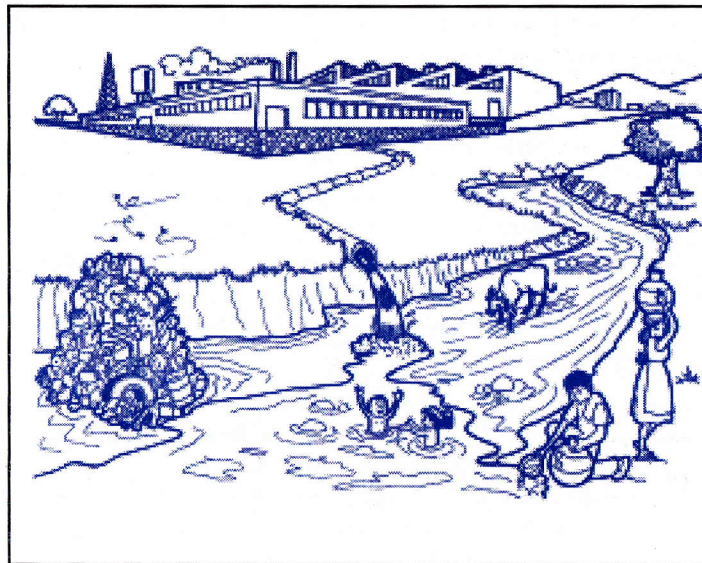
En la naturaleza, el agua se presenta siempre mezclada con otros elementos, que pueden ser gases, sales o minerales, bacterias, etc. La mezcla de estos elementos se facilita debido al estado líquido del agua.

En otras palabras, el agua que tomamos no es agua químicamente pura, viene generalmente mezclada con algunos elementos; pero cuando éstos no perjudican la salud la llamamos agua potable. Su ingestión no ocasiona efectos negativos a la salud porque se encuentra libre de gérmenes y sustancias tóxicas causantes de enfermedades.

Cuando el agua contiene sustancias que de alguna manera perjudican nuestra salud y la de otros seres vivientes, la llamamos agua contaminada.

Para fines prácticos llamamos agua contaminada en razón a las sustancias que contiene. Por lo tanto, la contaminación del agua puede dividirse en: contaminación natural y contaminación humana.

a) La contaminación natural no es generada por los humanos. El agua está contaminada por procesos naturales como la disolución de elementos quími-



cos de piedras, cuando el agua fluye por una formación geológica así como la contaminación con diferentes sales y elementos químicos por erupciones volcánicas, con materiales orgánicos y componentes del suelo (arena, arcilla, etc.), producidas por lluvias torrenciales, o depositados directamente por los vientos.

b) La contaminación humana es generada por los humanos. Surgió con la presencia del hombre y la mujer sobre la Tierra. A medida que aumentó el número de asentamientos, que por conveniencia eran en las cercanías de manantiales, ríos y lagos que les proveyeran de agua para beber y para otros usos como higiene personal, irrigación de cultivos, etc. Al principio, los contaminantes generados por los humanos y sus actividades, que terminaban en los cuerpos acuáticos, eran sólo desechos de sus alimentos y sus animales, y los excrementos de ambos. Más tarde llegó la revolución industrial, alcanzando niveles jamás imaginados de variedad y volúmenes de contaminantes.

Fuentes de contaminación

Entre las fuentes de contaminación del agua, se encuentran:

- **Desechos humanos sólidos (basura) y líquidos (aguas servidas)**

Los principales contaminantes de las aguas superficiales son las aguas de alcantarillado de los asentamientos urbanos, ya que en muchos países no se les da ningún tratamiento y son vertidos directamente a las fuentes de agua más cercanas.

La mayor parte de la población del área rural no está conectada a sistemas de alcantarillado, por lo tanto para evacuar las excretas, los habitantes lo hacen construyendo letrinas de fosa, o conectando tuberías de desagüe directamente al río, contaminando fuentes de agua superficiales y subterráneas. Las aguas de desperdicio doméstico o aguas servidas contienen: alimentos, grasas, espuma de jabones (detergentes), químicos como lejías, colorantes, sales, minerales, materia orgánica, etc. Los detergentes, en polvo o líquidos, contienen fosfatos y otras sustancias que estimulan el crecimiento de plantas acuáticas, dando así lugar al fenómeno llamado eutroficación.

- **Eutroficación** - Esta palabra significa sobrealimentación. Es un proceso que se da en etapas. El proceso tiene como causa la presencia de grandes cantidades de desechos orgánicos y de productos que contienen elementos nutrientes, como son los fosfatos y los nitrógenos. La presencia de estas sustancias favorecen el crecimiento de algunas plantas marinas, especialmente las algas. Las algas, debido a su desarrollo y multiplicación, cubren la superficie del agua impidiendo que la luz del sol llegue a las capas de abajo del espejo del agua; esto ocasiona la muerte de las plantas de esta área, que es la zona béntica. Cuando las algas de la superficie entran en su proceso de descomposición, las bacterias se multiplican en tal

forma que reducen notablemente el oxígeno del agua. Conforme disminuye el oxígeno, los peces comienzan a asfixiarse y a morir. Las plantas, sin embargo, continúan multiplicándose y pudriéndose. Así, con el tiempo, el agua estancada comienza a oler mal y a quedarse sin peces y otras especies. Todo esto provoca que el ecosistema acuático sufra enormes modificaciones. Así, la eutroficación es un proceso que altera el ecosistema acuático y que tiene como causa la presencia en exceso de nutrientes dentro de dicho sistema.

• **Agricultura - (agroquímicos)**

Debido al crecimiento demográfico, hay necesidad de producir cada día una mayor cantidad de alimentos. Para impedir que las plagas y enfermedades de las plantas y animales, disminuyan o acaben con la producción agropecuaria, los agricultores han recurrido al uso de pesticidas, fertilizantes, herbicidas, etc. las cuales contienen nitratos, fosfatos, cobre, y muchos químicos más, para aumentar la producción. La presencia de nitratos y fosfatos promueve el fenómeno de eutroficación. Los pesticidas son sustancias químicas, utilizadas para combatir las diferentes pestes que atacan a los animales y a las plantas. Los fertilizantes inorgánicos son utilizados para enriquecer los suelos empobrecidos, los herbicidas son quemantes o aceleradores del desarrollo de la planta. Son productos venenosos. El agua que se utiliza en la agricultura se mezcla con estas sustancias y sus excesos son transportados por las escorrentías hacia los cuerpos de agua o desciende al subsuelo y contamina el agua subterránea. Por eso, en muchas zonas agrícolas el agua de los pozos ya no es potable.

• **Industrias - producción de sustancias tóxicas**

Contaminación industrial: son las descargas de basuras sólidas, líquidas y gaseosas, que no han tenido un tratamiento adecuado para disminuir las sustancias dañinas, que las fábricas tiran al ambiente. Las fábricas y las industrias son importantes para el desarrollo del país, sin embargo, muchas de ellas están instaladas en lugares no adecuados o funcionan sin las medidas apropiadas para eliminar sus desechos.

La industria usa menos agua que la agricultura, pero la contamina mucho más. La que se emplea en las fábricas arrastra consigo, en algunos casos, cianuros, fenoles, plomo, cobre, mercurio y zinc, todas ellas sustancias venenosas. Se estima que en los ríos del mundo se vierten más de tres millones de toneladas de mercurio al año. Es común que las aguas que salen de las fábricas se conecten al drenaje general, dando por resultado la muerte de las bacterias, que son organismos muy importantes en los procesos de tratamientos de los residuos.

El agua contaminada por la industria se vierte, tarde o temprano, en los ríos, lagos o mares. Las sustancias tóxicas del agua, al ser tomadas por los organismos vivos, se van concentrando en éstos, conforme dichas sustancias suben a

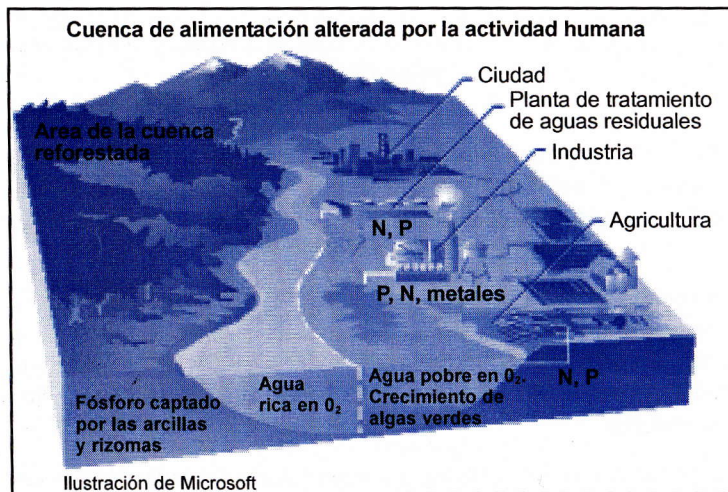
etapas superiores de la pirámide alimenticia, hasta llegar a un grado de concentración que provoca la muerte de muchas especies de animales. Por eso, cada vez es más frecuente que se retiren del consumo humano grandes cantidades de mariscos, por la concentración de sustancias tóxicas que contienen.

• Erosión de los suelos

Erosión es el desgaste de suelos por fenómenos naturales. La pérdida de los suelos generalmente es inducida por los seres humanos al destruir la vegetación, por medio de la tala, el sobrepastoreo, los incendios forestales y la escasa o nula conservación de suelos. Un suelo descubierto de vegetación es como una casa sin paredes, entra el viento y se lleva todo. Cuando el suelo está desprotegido las gotas de lluvia lo golpean, desmenuzándolo en partículas pequeñas que son arrastradas por el agua.

• Contaminación del agua subterránea

Los efluentes urbanos y el agua que se percola a través de la basura pueden encontrar vías de acceso a los acuíferos. Las fuentes de contaminación y los principales contaminantes son los mismos del agua superficial. Dado que el oxígeno en los ambientes subterráneos es bajo, los líquidos contaminados no sufren procesos de oxidación análogos a los de la superficie.



Por otra parte, la mayor parte de las formaciones geológicas tienen la propiedad de actuar como filtros de muchos de los contaminantes que contiene el agua que fluye en su interior. Los agentes patógenos, por ejemplo, son rápidamente eliminados. Sin embargo, la capacidad de filtración de las formaciones geológicas varía considerablemente: algunas, como las areniscas limosas, son sumamente efectivas, otras como los acuíferos kársticos, suelen permitir el pasaje rápido de las sustancias contaminantes sin retenerlas en su camino.

Vulnerabilidad del agua

La vulnerabilidad del agua a la contaminación antrópica, varía de acuerdo al lugar y al tipo de cuerpo hídrico. Los lagos son más vulnerables que los ríos debido a su menor tasa de renovación. Los ríos y lagos mayores son menos vulnerables que los más pequeños.

Las fuentes de aguas superficiales se contaminan rápido, pero al mismo tiempo, son relativamente simples de limpiar cuando existe la voluntad política y social de hacerlo.

El agua subterránea, por el contrario, es menos vulnerable a corto plazo. En general (y existen excepciones, como los acuíferos kársticos), los contaminantes tardan más tiempo en infiltrarse en las reservas subterráneas. En algunos casos, las capas de agua están protegidas por niveles impermeables. Sin embargo, muchos acuíferos pueden ser fácilmente contaminados a partir de sus áreas de recarga o debido a perforaciones inapropiadas. Cuando esto ocurre, el daño puede ser difícil y caro de corregir. En ciertos casos, la situación es irreversible.

Los problemas ambientales y el agua

La agricultura inapropiada puede producir desertización. Los cultivos son ecosistemas artificiales que requieren la eliminación de la vegetación natural, produciendo una ruptura en la estabilidad de los sistemas naturales. Todas las actividades agrícolas, tarde o temprano, tienden a provocar algún grado de degradación del ambiente: por la modificación de las condiciones pedológicas, la eliminación de la flora y fauna locales, el empobrecimiento de la biodiversidad local, los cambios en el ciclo hídrico, o el agotamiento de nutrientes.

Sin embargo, no necesariamente todo cultivo conduce a la desertización. La agricultura puede ser llevada a cabo en forma sostenible y hay muchos ejemplos en que las prácticas agrícolas no han conducido a degradación ambiental, incluso luego de muchos siglos de producción. Una situación de ésta índole puede ser observada en muchas áreas del sur de China, donde los suelos han sido dedicados a la producción de arroz por varios milenios sin efectos de desertización visibles.

La eliminación de los bosques. Los desiertos tropicales artificiales son a menudo el resultado de procesos agresivos de deforestación. En estos casos, cualquier cultivo que se plante tiene una sostenibilidad limitada debido a la baja fertilidad residual de los suelos una vez que el bosque es eliminado.

Cuando los suelos boscosos húmedos son expuestos a los elementos del clima, se desarrollan procesos de degradación que frecuentemente resultan irreversibles: los suelos se erosionan formando cárcavas, los horizontes superiores pueden

endurecerse, la erosión en las laderas se generaliza, aumentando las inundaciones y sedimentación aluvial en las llanuras de los ríos, los cursos de agua sufren estiajes más frecuentes y más intensos, los ecosistemas locales desaparecen y la biodiversidad local es reducida.

Estos desiertos antrópicos no se relacionan con la escasez de lluvias o temperaturas bajas y pueden tener lugar también en áreas lluviosas y cálidas. Debido a que son la consecuencia de la agresión humana sobre los ecosistemas naturales locales, pueden desarrollarse en cualquier parte.

Descenso excesivo de los niveles piezométricos de los acuíferos. Cuando la tasa de extracción de aguas de un acuífero más su descarga superficial y flujo subterráneo a otros acuíferos contiguos, exceden la tasa de recarga desde la superficie y el influjo subterráneo desde otros acuíferos, los niveles dinámicos y el nivel de agua del mismo descienden.

Inundaciones. Las inundaciones son provocadas por un escurrimiento superficial intenso o por una elevación de la capa freática a niveles cercanos o superiores al de la superficie del suelo. El ascenso del nivel de agua subterránea puede estar relacionada con una obstrucción artificial de la vía de descarga, subterránea o superficial, o a un aumento en la recarga.

En América Latina se observan todos los problemas ambientales citados anteriormente. En muchas ciudades del continente el abastecimiento de agua ha disminuido debido a menores caudales o a cambios de los regímenes hídricos. En la región peri-amazónica, desde hace dos o tres décadas, como consecuencia de la deforestación de las cuencas, los niveles fluviales descienden considerablemente durante la estación seca. Al mismo tiempo, durante el período húmedo se producen inundaciones inéditas.

La carga de sedimentos en suspensión en las aguas fluviales está generando problemas similares en la mayor parte de los países de América Latina. Esta situación se vuelve crítica a nivel de las tomas para el abastecimiento urbano.

La contaminación hídrica está ampliamente extendida en la región. No existe prácticamente ningún curso de agua, lago o acuífero intocado por la contaminación de origen antrópico. Las ciudades más grandes son las que presentan los mayores problemas.

Los costos económicos y sociales de los problemas ambientales son enormes y de difícil evaluación. Si bien estos desastres afectan a la población en su conjunto, no hay ninguna duda que los sectores más vulnerables son las comunidades urbanas pobres. Ellas carecen de recursos para adquirir agua embotellada, perforar sus propios pozos, instalar una bomba

con su generador o establecer sus sistemas de tratamiento o filtros. Tampoco disponen de los medios para mudarse fuera de los barrios superpoblados e insalubres de la ciudad.

Los pobres urbanos raramente cuentan con otras opciones aparte de vivir en llanuras inundables, en laderas inestables o en las cercanías de basureros. Obtienen el agua de aguateros, camiones cisterna y llena cántaros públicos, o de un sistema municipal que resulta poco confiable. En casos que el agua esté contaminada, ellos son los primeros en enfermarse. A su vez, tienen menos acceso a los servicios médicos o al dinero necesario para pagarlos. Paradójicamente, y a pesar de lo inadecuado del servicio, los pobres de las ciudades se ven obligados a pagar por agua de baja calidad. Mientras que los sectores pudientes pagan menos por el agua que consumen.

El agua y la cultura

Los humanos se formaron a orillas de los mares, de los ríos y lagos. En forma instintiva, siempre han buscado las playas y torrentes para bañarse o tenderse al sol. Siempre han utilizado las aguas para beber y alimentarse, para regocijarse y para llevar a cabo sus ofrendas y ceremonias. Desde tiempos inmemoriales, el agua, en todas sus formas, ha sido asociada a las fuerzas espirituales más profundas. En la mayor parte de las culturas tradicionales, es el símbolo de la purificación, del renacimiento, de la vida. Cuando las sociedades, llamadas modernas, convirtieron esta antigua esencia en un recurso, y luego lo transformaron en un producto, se produjo una gran pérdida a nivel de la conciencia. En la nueva ideología mercantilista, los viejos ríos y lagos, y el océano primigenio, pasaron a ser mercancías y recipientes de residuos, en vez de precursores de vida.

El mundo de las aguas que lavan y purifican, se va transformando poco a poco en un mundo de aguas que ensucian y contaminan. A pesar que no queda mucho tiempo para cambiar el rumbo, todavía es posible. El primer paso es recuperar los antiguos sistemas espirituales que nos permitieron, por tanto tiempo, convivir en este mundo-útero de la Madre Agua. Individualmente deberemos repensar nuestras relaciones con todas las aguas que nos rodean. Ellas deben ser algo más que meros basureros de un consumo inapropiado.

Si continuamos en ese camino sin salida, ni el planeta, ni sus aguas, nos podrán mantener por largo tiempo. La avaricia histórica de esta sociedad consumista y capitalista, nos está llevando a todos a un abismo del que no se regresa.

El crecimiento demográfico acelerado a nivel planetario y la mayor “eficacia” tecnológica de las sociedades humanas han aumentado el impacto que éstas tienen sobre la naturaleza en general, y sobre los sistemas hídricos en particular. Este

impacto se relaciona, en primer lugar, con el uso y sobreuso directo del agua con fines productivos, higiénicos o fisiológicos.

En segundo lugar, las actividades humanas generan impactos indirectos de diverso tipo sobre los ecosistemas acuáticos, la dinámica geológica y geomorfológica y otros elementos del ambiente.

La forma como se produce esta influencia depende del tipo de organización social, de los sistemas productivos, de los valores y formas de sentir y de los comportamientos, tanto individuales como sociales. De esa forma se “olvidó” el ser de la complejidad, creándose una racionalidad que tiende a descubrir la complejidad “desde sus límites, desde su negatividad, desde la alienación y la incertidumbre del mundo capitalista, arrastrado por un proceso incontrolable e insustentable de producción.”

La importancia de la cultura en la visión ambiental contemporánea es vertebral. Por esa razón, cualquier cambio que se pretenda en esta última requerirá una revisión de las pautas culturales en las que se sostiene.

Usos del agua

Los tipos de uso del agua son diversos. El abastecimiento urbano y la irrigación necesitan grandes volúmenes hídricos. La navegación requiere la preservación de los sistemas hidrográficos, mientras que el ecoturismo favorece la conservación de los ecosistemas naturales. En ciertas actividades, el agua utilizada es vertida al ambiente en forma de aguas residuales industriales o domésticas, con su calidad muy deteriorada, mientras que otras la devuelven sin modificaciones sensibles (uso hidroeléctrico).

Si bien hay categorías de uso que no se afectan mutuamente, e incluso pueden ser complementarias, hay otras que compiten entre sí y poseen un potencial mayor para el desencadenamiento de conflictos.

La explotación hidroeléctrica de los ríos navegables crea notorios inconvenientes a la navegación. Hay que construir y operar esclusas, y una vez instaladas éstas, se prolongan los tiempos de navegación. El resultado es un aumento general de los costos. Por esa razón, las compañías de navegación fluviales y los operadores privados o locales de embarcaciones, pueden entrar en conflicto con las empresas productoras de electricidad.

La degradación provocada por el vertido de aguas residuales domésticas o industriales tiene un fuerte impacto negativo en la pesca y el turismo, aunque este efecto es menor en la navegación y la generación hidroeléctrica. La presencia de

efluentes de este tipo genera reacciones adversas entre las comunidades de pescadores, los operadores turísticos y la población local. Uno de los casos más frecuentes de litigios por los recursos hídricos se da en la competencia entre los servicios urbanos de agua potable y las asociaciones de agricultores de riego.

La utilización de agua fluvial o subterránea para la irrigación disminuye su disponibilidad para el uso urbano. Ello puede plantear situaciones críticas en los lugares en donde los recursos no son suficientes. Tanto los usuarios urbanos como los agricultores de riego requieren grandes volúmenes de agua. La diferencia estriba en el consumo per cápita. Individualmente, los agricultores consumen mucha más agua que los habitantes de las ciudades porque el costo se comparte entre muchos, y su consumo por persona es mucho menor. Debido a este factor económico, y a la diferencia demográfica entre ambos sectores, en la competencia entre irrigadores y ciudades, son éstas últimas las que tienden a imponerse. En algunos casos, ello puede ocurrir en detrimento de las actividades agrícolas tradicionales de muchos granjeros que dependen de la irrigación. A veces, las zonas urbanas se ven afectadas por las prácticas agrícolas. En algunas zonas las aguas residuales urbanas o industriales, pueden ser utilizadas, con ciertas restricciones, aunque con costos relativamente más bajos, para la irrigación agrícola. Debido a esta reducción de costos, existe potencial para la negociación y para la dilución de la situación conflictiva.

Si se plantea el problema de determinar qué usuarios han de tener prioridad para el uso del agua, la decisión final se toma, normalmente, de acuerdo a diversas consideraciones socioculturales, económicas, técnicas y ambientales cuyo peso relativo varía de acuerdo a la coyuntura política del momento.

Los usuarios del agua

De forma general, los usuarios del agua son: Agricultura. Agua potable y saneamiento. Minería, industria. Medio Ambiente. Pesca. Turismo. Energía. Transporte.

Cada uno de los usos del agua identificados anteriormente, tiene valiosos impactos positivos. La mayoría también tienen impactos negativos que pueden agravarse por malas prácticas de gestión, falta de regulación o de motivación por los sistemas de gobernabilidad en práctica. La gestión del agua al interior de las estructuras gubernamentales está distribuida entre muchas agencias y tiende a ser dominada por intereses sectoriales.

Cada país ha fijado sus objetivos económicos y de desarrollo prioritarios de acuerdo con sus realidades ambientales, económicas y sociales. Problemas y limitaciones existen en todas las áreas de uso del agua, pero la voluntad y la habilidad

para enfrentar estos asuntos de una manera coordinada se ve afectada por la estructura de gobernabilidad del agua. El reconocer la naturaleza interrelacionada de las diferentes fuentes de agua y por ende la interrelación e impactos de los diferentes usos del agua, es un paso importante en la introducción de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH).

Cuadro 1. Impactos de los sectores usuarios de agua en los recursos hídricos

Sector	Impactos Positivos	Impactos Negativos
Medio Ambiente Impacto del medio ambiente en el uso del agua por otros sectores	Purificación Almacenamiento Ciclo hidrológico	
Agricultura Impacto de la agricultura en el uso del agua por otros sectores	Flujos de retorno Aumento de la infiltración Disminución de la erosión Recarga del agua subterránea Reciclaje de nutrientes	Reducción Polución/ contaminación Salinización Encharcamiento Erosión
Agua potable y saneamiento Impacto del sector de agua potable y saneamiento en el uso del agua por otros sectores. Reciclaje de nutrientes	Reciclaje de nutrientes	Requiere alto nivel de seguridad de agua Polución/contaminación del agua superficial y subterránea

Beneficios económicos y sociales de los sectores usuarios de agua

Estos son generalmente obvios en términos de producción de alimentos, producción de energía, agua potable, empleo, recreación, etc., pero el valor relativo de estos beneficios es más difícil de establecer. Cuando hay competencia por los recursos hídricos, se hace pública

la necesidad de justificar la concesión a un usuario en vez de otro. Esta valoración debe tener en cuenta tanto los beneficios como los impactos negativos. El aporte de los usuarios, los políticos y la sociedad en general es necesario, pues la concesión puede no ser eficiente cuando solo se valora en términos económicos o inaceptables, cuando se hace solamente con bases políticas.

Cuadro 2. Beneficios de la GIRH a los sectores

Sector	Beneficios
Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> - Una voz para las necesidades ambientales en la asignación del agua - Concienciación de los otros usuarios de las necesidades de los ecosistemas - Más atención al enfoque de ecosistemas para la gestión del agua - Protección de las cuencas altas, control de la polución, la contaminación y los flujos ambientales - Conservación de recursos comunes, tales como bosques, humedales y lugares de pesca, de los que dependen las comunidades.
Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> - Implicaciones para la agricultura por el uso del agua en otros sectores considerados en el proceso de gestión. - Toma racional de decisiones sobre los usos del agua en la que cada costo y beneficio es considerado. - Uso más efectivo del agua en el sector y por esto mayores ganancias - Desarrollo de recursos hídricos multipropósito y reciclaje intersectorial (Ej. Uso de aguas residuales municipales recuperadas para riego)
Agua potable y saneamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor seguridad en el abastecimiento doméstico de agua - Reducción de conflictos entre los usuarios del agua - Mayor reconocimiento del valor económico del agua, lo que conduce a un uso más eficiente - Mayor gestión de la demanda de agua - Mejor gestión de residuos sólidos, considerando los efectos ambientales, de salud humana y de higiene - Menor costo para la provisión de los servicios domésticos de agua

Agua y conflictos

Las sociedades urbanas contemporáneas están sufriendo una situación contradictoria de difícil solución: a medida que disminuye la cantidad y calidad del agua disponible, debido a la extracción excesiva y al vertido creciente de aguas residuales, aumentan los requerimientos sociales. Las ciudades se extienden, las zonas industriales se multiplican y los cultivos irrigados se expanden, aún en las regiones húmedas. Ello hace que se incremente la demanda de agua en todos los niveles y sectores socioeconómicos.

Como las necesidades son cada vez mayores, y la oferta menor, también aumenta el potencial de que ocurran situaciones conflictivas. Puede suceder que cuando varios usuarios utilizan o aspiran a aprovechar el mismo recurso, pueden preferir ceder una parte del mismo, a través de la negociación, antes que verse envueltos en confrontaciones que pueden desplazarlos en beneficio de pretendientes más poderosos.

Sin embargo, en los casos en que las discrepancias no se resuelven por la vía negociada, se puede llegar a situaciones extremas. La mayor parte de los conflictos del agua se dan en las zonas en donde la demanda se aproxima o excede la disponibilidad.

Ello ocurre con particular frecuencia en las cuencas fluviales situadas íntegra o parcialmente en zonas áridas. En éstas, el principal factor de escasez se relaciona con las bajas precipitaciones y la alta evaporación que impiden la agricultura de solano, haciéndose necesaria la irrigación. Como las actividades de riego son grandes consumidoras de agua, la demanda se incrementa considerablemente.

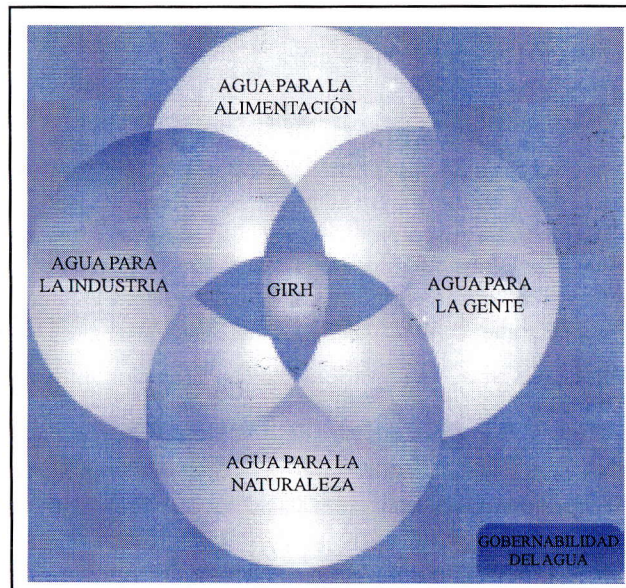
En otros casos, la insuficiencia hídrica no se debe a la aridez climática, ni al tamaño reducido de las cuencas, sino a la elevada densidad de población. Esta situación se da sobre todo en algunas regiones altamente urbanizadas, en donde los recursos hídricos próximos y accesibles ya se encuentran bajo explotación, y resulta imposible o muy oneroso desarrollar otros nuevos.

Si las cuencas conflictivas se encuentran en un solo país, resulta más fácil lograr una coordinación en la utilización del recurso, pues los canales institucionales que permiten resolver los litigios son más accesibles. Cuando se producen conflictos, las autoridades pueden terciar en los mismos. Si éstas son parte en la confrontación, ellas mismas están en condiciones de tomar las decisiones y aplicarlas. En esos casos, la intervención del poder público puede reducir la frecuencia e intensidad de los conflictos.

Sin embargo, las cosas no siempre son tan simples. Cuando hay en juego intereses económicos o políticos de gran cuantía, las propias autoridades pueden ceder frente a las presiones de alguna de las partes en pugna. Ello determina que la solución a muchos de los conflictos termine politizándose.

Al ser indispensable para la vida, el agua es un elemento importantísimo durante los conflictos armados. Desde la antigüedad, los recursos y medios hídricos han sido utilizados como arma contra el enemigo. La historia está llena de ejemplos en todo el mundo que muestran la gran variedad de maneras y medios de utilizar el agua en los conflictos bélicos.

A finales del siglo veinte se incrementaron las amenazas a instalaciones y recursos hídricos, especialmente en África, los Balcanes, y el Medio Oriente. La vulnerabilidad de los sistemas de distribución del agua en tiempos de guerra aumenta con los sistemas modernos de instalaciones hidroeléctricas que son a menudo objetivos prioritarios en las guerras. Es la población civil la primera en sufrir la ruptura del suministro de agua - y en muchos casos la sed ha demostrado ser más mortífera que las armas. La naturaleza de los conflictos también ha cambiado, con el incremento de conflictos internos más que interestatales, y el aumento del terrorismo.



Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH)

La GIRH es un concepto lógico e intuitivamente llamativo. Se basa en que los muchos y diferentes usos del recurso son interdependientes, por ejemplo la gran demanda de agua para riego y los drenajes contaminados por la agricultura significan menos agua dulce para beber o para usos industriales; las aguas negras municipales e industriales contaminan ríos y amenazan ecosistemas; las decisiones acerca de si el agua se ha de dejar en un río para proteger la pesca o los ecosistemas afectan la cantidad a utilizarse para cultivar.

El término *Gestión*, es usado en un sentido amplio. Enfatiza que no solo es necesario el desarrollo de los recursos hídricos, sino que también se debe ser consciente de su gestión, de manera que se garantice el uso sostenible para las generaciones futuras.

Gestión *integrada* significa que todos los usos de los recursos hídricos se consideran en conjunto. Las asignaciones de agua y las decisiones de gestión consideran los efectos de cada uso en los otros. Son capaces de tener en cuenta las metas primordiales sociales y económicas, incluyendo el logro del desarrollo sostenible. Como veremos, el concepto básico de GIRH se ha ampliado para incluir el proceso participativo de toma de decisiones. Diferentes grupos de usuarios pueden influenciar las estrategias para el desarrollo de los recursos hídricos y su manejo. Esto brinda beneficios adicionales, pues usuarios informados aplican auto-control en relación con asuntos tales como conservación del agua y protección de cuencas, mucho más efectivamente de lo que podrían alcanzar las regulaciones centrales y la vigilancia.

GIRH, entonces, es un proceso sistemático para el desarrollo sostenible, asignación y monitoreo del uso del recurso hídrico en el contexto de objetivos sociales, económicos y ambientales. Esto contrasta con la aproximación sectorial que se aplica en muchos países. Cuando la responsabilidad del agua potable es de una sola entidad, la del agua para riego de otra y la del medio ambiente de otra, la falta de vínculos trans-sectoriales conduce al desarrollo y gestión descoordinado del recurso hídrico, resultando en conflictos, desperdicio y sistemas insostenibles.

Crisis de gobernabilidad del agua

Las aproximaciones sectoriales a la gestión de recursos hídricos han dominado en el pasado y aún prevalecen, conduciendo al desarrollo y gestión descoordinada y fragmentada del recurso. Más aún, la gestión del agua está usualmente en manos de instituciones arriba-abajo y su legitimidad y efectividad se ha venido cuestionando cada vez más. Por esto, el aumento de la competencia por este recurso finito, se ve agravada por una gobernabilidad ineficiente. La GIRH ofrece coordinación y colaboración entre los sectores individuales, más un fortalecimiento de la participación de las partes interesadas y una gestión local efectiva.

Principios para la gestión del agua

La Conferencia Internacional en Agua y Medio Ambiente, Dublín, Irlanda, Enero 1992, dio origen a cuatro principios que han sido la base para muchas de las reformas en el sector agua.

1. El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para mantener la vida, el desarrollo y el medio ambiente.

Como el agua mantiene la vida, la gestión efectiva de los recursos hídricos requiere un enfoque holístico, vinculando el desarrollo económico y social con la protección de los ecosistemas naturales. La gestión efectiva relaciona los usos del agua y del suelo en toda el área de una cuenca o de recarga de un acuífero.

2. El desarrollo del recurso hídrico y su manejo debe basarse en un enfoque participativo, involucrando a los planificadores y a quienes hacen las políticas en todos los niveles.

El enfoque participativo incluye la concientización acerca de la importancia del agua entre quienes hacen las políticas y el público en general. Significa que las decisiones son tomadas al nivel más bajo y apropiado posible, con amplia consulta pública y participación de los usuarios en la planificación y la implementación de los proyectos hídricos.

3. Las mujeres juegan un papel central en la provisión, manejo y preservación del agua.

Este papel central de las mujeres como proveedoras y usuarias del agua y guardianas del medio ambiente, raramente se ha visto reflejado en arreglos institucionales para el desarrollo y gestión de los recursos hídricos. La aceptación e implementación de este principio, requiere políticas positivas para tratar las necesidades específicas de la mujer, equipar y fortalecerlas para participar en todos los niveles en los programas relacionados con el recurso agua, incluyendo el proceso de toma de decisiones y su implementación.

4. El agua tiene un valor económico en todos sus usos competitivos y debe ser reconocido como un bien económico.

En este principio, es vital reconocer primero el derecho básico de todos los humanos a tener acceso al agua limpia y al saneamiento básico a un precio que se pueda pagar. El desconocimiento de este valor en el pasado, ha llevado al desperdicio y a usos ambientalmente dañinos de los recursos hídricos. La gestión del agua como un recurso económico, es una manera importante de lograr su uso eficiente y equitativo, y a la vez de promover la conservación y la protección de los recursos hídricos.

Recurso finito

La noción de que el agua es un recurso finito se basa en que el ciclo hidrológico produce una cantidad promedio fija de agua por período de tiempo. Esta cantidad promedio no puede ser alterada significativamente por intervención humana, pero su calidad puede ser, y frecuentemente lo es, disminuida por la contaminación de origen humano, lo que reduce sus opciones de uso. El recurso de agua dulce es un activo natural que necesita ser mantenido para asegurar que los servicios deseados que éste provee sean mantenidos.

Este principio reconoce que el agua es requerida para muchos propósitos, funciones y servicios diferentes; por esto su gestión tiene que ser holística y tener en cuenta el tipo de demanda que amenaza este recurso.

El enfoque de gestión integrada de los recursos hídricos necesita la coordinación de las diferentes actividades humanas que generan la demanda de agua, que determinan el uso del suelo y que generan productos de desecho que son vertidos a las fuentes hídricas. El principio también reconoce que área de recarga o la cuenca es la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos.

Enfoque participativo

El agua es un tema en el cual todo el mundo es un actor interesado. La participación real solo sucede cuando las partes interesadas son involucradas en el proceso de toma de decisiones. El tipo de participación dependerá de la escala territorial relevante a la gestión del agua y a las decisiones de inversión. También será afectada por la naturaleza del ambiente político en el que se toman estas decisiones.

Un enfoque participativo es el mejor medio para lograr el consenso duradero y un acuerdo común. Participar es tomar responsabilidad, reconociendo el efecto de las actividades sectoriales en otros usuarios del agua, en ecosistemas acuáticos y aceptando la necesidad de cambiar para mejorar la eficiencia del uso del agua y permitir el desarrollo sostenible del recurso. La participación no siempre logra el consenso, y es así como procesos de arbitraje o mecanismos de resolución de conflictos también deben ponerse en práctica. Los gobiernos deben ayudar a crear la oportunidad y la capacidad para participar, especialmente entre las mujeres y otros grupos socialmente marginados. Se debe reconocer que la simple creación de oportunidades de participación no es suficiente para los grupos en desventaja, a menos que su capacidad para participar sea fortalecida paralelamente.

El importante papel de la mujer

Es ampliamente reconocido que la mujer juega un papel importante en la recolección y preservación del agua para uso doméstico -y en muchos casos- agrícola; pero tiene un rol mucho menos influyente que el del hombre en su manejo, análisis de problemas y procesos de toma de decisiones. El hecho de que las circunstancias sociales y culturales varíen entre sociedades, sugiere que existe la necesidad de explorar diferentes mecanismos para incrementar el acceso de las mujeres a la toma de decisiones y de ampliar su espectro de participación en la GIRH.

La GIRH requiere conciencia de género. En el desarrollo de la participación completa y efectiva de la mujer en todos los

niveles del proceso de toma de decisiones, se tiene que dar consideración a la manera como las sociedades asignan roles diferentes desde los puntos de vista social, económico y cultural, tanto al hombre como a la mujer. Hay una sinergia importante entre la equidad de género y la gestión sostenible del agua. Involucrando al hombre y a la mujer en roles influyentes en todos los niveles de la gestión del agua, se puede acelerar el logro de la sostenibilidad; manejando el agua de manera integral y sostenible se contribuye sensiblemente a la equidad de género, al mejorar el acceso de la mujer y del hombre al agua y a los servicios relacionados con ella para satisfacer sus necesidades básicas. El enfoque de género fortalece la GIRH.

Bien económico

El agua tiene un valor como bien ambiental, económico y social. Muchas de las fallas en la gestión de los recursos hídricos en el pasado, son atribuibles al hecho de que el valor total del agua no ha sido reconocido. Para obtener los máximos beneficios de los recursos hídricos disponibles, hay que cambiar las percepciones acerca del valor del agua. Valor y cobro, son dos cosas diferentes y debemos distinguir claramente entre la *valoración* y el *cobro* del agua

El *valor* del agua en usos alternativos, es importante para la asignación racional del agua como un recurso finito, por medios regulatorios o económicos.

Cobrar (o no cobrar) por el agua, es aplicar un instrumento económico para ayudar a grupos en desventaja, intervenir el comportamiento a favor de la conservación y el uso eficiente, proveer incentivos para la gestión de la demanda, asegurar la recuperación de costos y señalar a los consumidores que deben pagar para inversiones adicionales en servicios relacionados con el agua.

Tratar el agua como a un bien económico es una medida importante, tanto para la toma de decisiones en la asignación de agua entre los diferentes sectores que la usan como entre los diferentes usos en un sector. Esto es particularmente importante cuando aumentar el abastecimiento deja de ser una opción posible. En la GIRH, la valoración económica de los usos alternativos del agua da a quienes toman las decisiones un lineamiento importante para las prioridades de inversión, pero no debe ser la única consideración. Los objetivos sociales son también importantes. En un ambiente con escasez de agua sería correcto, por ejemplo, que el próximo recurso hídrico desarrollado sea otorgado a una industria productora de acero, porque el productor puede pagar más por el agua que los miles de usuarios pobres que no tienen cómo pagar su acceso al agua segura. Todas las metas sociales, económicas y ambientales, tienen un papel en la toma de decisiones en la GIRH.

Cómo cambiar las actitudes y comportamientos degradatorios

Cambiar las actitudes y comportamientos degradatorios no es fácil. Al estar enraizados en la cultura, su modificación sólo puede hacerse a través de la revisión de las pautas culturales en que se basa la sociedad de la que forman parte.

En primer lugar, es necesario redefinir los valores morales. Si la ética social es irrespetuosa de los elementos y ciclos naturales, será muy difícil modificar las conductas destructivas en forma eficaz y duradera. Cuando los valores son afirmados sobre una base de respeto al ambiente, los demás cambios son posibles.

Es a nivel de los valores que se seleccionan los conocimientos abstractos, tecnológicos y empíricos utilizados para racionalizar comportamientos y estrategias. Es también a este nivel que se logra la articulación sólida de los sistemas jurídicos, sociales y productivos, y que se desarrollan los principios rectores y referencias sensatas que permiten escoger las alternativas de conductas apropiadas.

Sin embargo, no basta con definir los sistemas de valores o los cambios necesarios, también hay que desarrollar estrategias para su modificación. Todo intento de cambiar el comportamiento social que pretenda ser eficaz debe apoyarse en estrategias de acción educativa.

La educación es el instrumento social más eficaz para preservar o modificar valores y pautas de comportamiento. Si bien, normalmente, el proceso educativo tiende a reproducir la cultura, y en ese sentido es una herramienta de conservación y continuidad, es también a través de él que es posible implementar los cambios que se consideren necesarios.

Algunas sugerencias para el uso eficiente y el control de la calidad del agua

- Revisa todas las tuberías para ver si gotean. Si es así mandar a repararlas.
- Al bañarse, procurar que sea breve; o bien, mójate rápidamente, cierra la regadera mientras te enjabonas, y vuélvela a abrir para enjuagarte.
- Si en tu casa aún no han instalado inodoros de 6 litros, cámbialo, o haz la prueba de poner una botella llena de agua dentro del tanque del inodoro para que utilice menos agua para llenarse.
- Lávate los dientes utilizando un vaso con agua.
- Antes de lavar los trastes, quita todo el residuo de comida que quedó en los platos con una espátula, y guardado en un bote o bolsita (te podrá servir para hacer un magnífico abono para tus plantas). Enseguida llena el lavatrastos y mete en ella todos los platos para remojarlos. Luego enjabónalos de uno en uno, saca el agua del fregadero, y enjuaga los trastes bajo el chorro del agua rápidamente.

- Para lavar las verduras, llena un recipiente de agua limpia; límpialos con tus dedos de una en una (o bien hoja por hoja, si se trata de verduras de hoja) dentro del recipiente. Luego guarda esa agua para otros usos. Llena otro recipiente con agua para desinfectarlas.
- Si se usan alimentos congelados en tu casa, sugiere que los descongelen dentro del refrigerador, en las partes bajas del mismo. No se debe utilizar el chorro de agua para hacerlo.
- Si se lava la ropa en lavadora, sugiere que metan cargas completas de ropa; o bien que utilicen el programa adecuado de bajo consumo de agua. Además, pide que utilicen detergentes y productos biodegradables.
- Si la ropa se lava en lavadero, sugiere que no la enjuaguen bajo el chorro de agua, sino que llenen el tanque del lavadero, y echen con un recipiente el agua limpia a la ropa para enjuagarla.
- Riega las plantas en la mañana muy temprano, o en la tarde poco antes de que se meta el Sol, y sólo cuando sea necesario.
- De preferencia usa una manguera directa con un aditamento especial que actúe como regadera para áreas muy grandes. Para las macetas, usa una regadera.
- Sugiere que se deje el pasto como de 10 cm de alto cuando lo cortan. Esto ayudará a mantener mejor la humedad, que en los casos en que se corta al ras.
- Lava el automóvil con cubeta, no con manguera.
- Barre las terrazas, patios y la calle con una escoba, no con la manguera. Si es necesario humedecer el piso para no levantar polvo, usa una cubeta, y con la mano ve dispersando el agua en toda el área antes de barrer.

Para conocer más:

- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). En línea: http://www.unesco.org/water/index_es.shtml
- United States Geological Survey (USGS). En línea: <http://water.usgs.gov/>
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). En línea: <http://www.cepis.ops-oms.org/sde/ops-sde/bv-agua.shtml>
- Oficina Internacional del Agua. En línea: <http://www.oieau.fr/espagnol/index.htm>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). En línea: http://www.who.int/water_sanitation_health/es/
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). En línea: www.marn.gob.gt
- Global Water Partnership (GWP). En línea: <http://www.gwpforum.org/servlet/PSP>
- International Union for Conservation of Nature (UICN). En línea: <http://cms.iucn.org/about/work/programmes/water/index.cfm>
- Glosario Hidrológico Internacional. En línea: <http://www.cig.ensmp.fr/~hubert/glu/HINDEST.HTM>

Cuadernos *Chac*

Números publicados

- 1.—El uso del paraquat en Guatemala.
Un enfoque agroquímico y ecológico
 - 2.—La deforestación en Guatemala
 - 3.—Vida en la zona semiárida de Guatemala
 - 4.—Bosques comunales en Guatemala
 - 5.—Comunicación y sociedad
 - 6.—El agua y la vida
- Próximo número
- 7.—Plantas medicinales

Distribución gratuita



El título de este Cuaderno, “El agua y la vida”, se debe a que esta preciada sustancia ha permitido el desarrollo de los procesos vitales de nuestro planeta Tierra. La vida, pues, está estrechamente relacionada con el agua. Podemos afirmar, sin ninguna vacilación, que en la Tierra, el agua y la vida constituyen un complejo estrechamente interrelacionado.

En este Cuaderno, el experto en la materia, Marvin Salguero Barahona, trata los asuntos desde las propiedades del agua, el ciclo y su distribución en la Tierra, hasta los problemas ambientales del preciado líquido y su relación con la cultura. Además, incluye la Gestión Integrada de Recursos Hídricos, recomendaciones para cambiar las actitudes y los comportamientos degradantes, y algunas sugerencias para el uso eficiente y el control de la calidad del agua.



6 / Chac 2008 / Distribución gratuita