

**Ejes temáticos**  
**La crisis de agua: problemas y soluciones**

**1.- Conceptos básicos del agua**

H<sub>2</sub>O una molécula especial  
Propiedades, características y comportamiento del agua  
¿Cómo y en dónde encontramos el agua?  
El ciclo del agua  
Usos del agua

**2.- El clima y el agua**

Historia del agua  
Agua y riesgos naturales  
Influencia del cambio climático en el comportamiento del agua

**3.- Derecho humano al agua**

Producción y consumo del agua  
El derecho al agua en la normativa internacional de derechos humanos  
Aspectos fundamentales del derecho al agua  
Escasez del agua

**4.- Agua responsabilidad social y ambiental**

Agua, sociedad y educación  
Cultura del cuidado del agua  
Crisis del agua: problemas y soluciones  
Campañas de concientización para el cuidado del agua  
México y la cultura del cuidado del agua  
Coahuila en el panorama nacional sobre el cuidado del agua

**5.- Agua y salud**

Importancia del agua en nuestra salud  
Riesgos en la salud  
Calidad del agua y salud pública

**6.- Tecnologías del agua**

Formas sustentables del aprovechamiento del agua  
Innovación de nuevas tecnologías del agua  
Potabilización y aguas residuales  
Agua limpia y saneamiento

**7.- Agua y economía**

Sistemas de producción y el agua  
Agua y agricultura  
Agua y energía  
Agua y seguridad alimentaria

# Ejes temáticos

## La crisis de agua: problemas y soluciones

### 1.- Conceptos básicos del agua

- H<sub>2</sub>O una molécula especial

La molécula de agua está compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno unidos por un enlace covalente. Es decir, los dos átomos de hidrógeno y el de oxígeno se unen compartiendo electrones. Su fórmula es H<sub>2</sub>O.

Los átomos de hidrógeno y oxígeno en la molécula de agua tienen cargas opuestas, y las moléculas de agua vecinas son atraídas entre ellas como pequeños imanes. La atracción electrostática entre el hidrógeno y el oxígeno en las moléculas adyacentes es llamada enlace de hidrógeno.

Así, esta estructura permite a la molécula que muchas otras moléculas iguales sean atraídas y se unan con gran facilidad, formando enormes cadenas que van constituyendo el líquido que da la vida a nuestro planeta: el agua.

Dependiendo de la temperatura y la presión, el agua cambia muy fácilmente de un estado líquido a uno gaseoso o sólido. Así, a los 0 °C se produce la congelación y el agua se solidifica en hielo, nieve o granizo. En contraste, a una temperatura de 100 °C, el líquido se transforma en vapor. Por estos factores es posible que el agua pueda surgir como un líquido, como un gas en la atmósfera, o como un sólido quieto en las altas montañas o en los polos.

- **Propiedades, características y comportamiento del agua**

El agua es la biomolécula más abundante, y también la más importante. La vida, tal como se conoce en el planeta Tierra, se desarrolla siempre en medio acuoso. Incluso en los seres no acuáticos el medio interno es esencialmente hídrico. De hecho, la búsqueda de vida en otros planetas está supeditada a la presencia de agua.

El agua reúne una serie de características y propiedades que la convierten en un **disolvente único e insustituible** en la biosfera. Las podemos clasificar en:

-FÍSICAS: El agua es un líquido inodoro e insípido. Tiene un cierto color azul cuando se concentra en grandes masas. A la presión atmosférica (760 mm de mercurio), el punto de fusión del agua pura es de 0°C y el punto de ebullición es de 100°C, cristaliza en el sistema hexagonal, llamándose nieve o hielo según se presente de forma esponjosa o compacta, se expande al congelarse, es decir aumenta de volumen, de ahí que la densidad del hielo sea menor que la del agua y por ello el hielo flota en el agua líquida. El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4°C, que es de 1g/cc.

Su capacidad calorífica es superior a la de cualquier otro líquido o sólido, siendo su calor específico de 1 cal/g, esto significa que una masa de agua puede absorber o desprender grandes cantidades de calor, sin experimentar apenas cambios de temperatura, lo que tiene gran influencia en el clima (las grandes masas de agua de los océanos tardan más tiempo en calentarse y enfriarse que el suelo terrestre). Sus calores latentes de vaporización y de fusión (540 y 80 cal/g, respectivamente) son también excepcionalmente elevados.

En resumen

- a) El margen de temperaturas en que permanece en fase líquida (0-100° C)
- b) La anómala variación de la densidad con la temperatura.
- c) Su elevada constante dieléctrica.
- d) Su carácter dipolar.
- e) Su calor específico y calor de vaporización elevados.
- f) Conductividad eléctrica

-QUÍMICAS: El agua es el compuesto químico más familiar para nosotros, el más abundante y el de mayor significación para nuestra vida. Su excepcional importancia, desde el punto de vista químico, reside en que casi la totalidad de los procesos químicos que ocurren en la naturaleza, no solo en organismos vivos, sino también en la superficie no organizada de la tierra, así como los que se llevan a cabo en el laboratorio y en la industria, tienen lugar entre sustancias disueltas en agua, esto es en disolución. Normalmente se dice que el agua es el disolvente universal, puesto que todas las sustancias son de alguna manera solubles en ella.

No posee propiedades ácidas ni básicas, combina con ciertas sales para formar hidratos, reacciona con los óxidos de metales formando ácidos y actúa como catalizador en muchas reacciones químicas.

En resumen:

- Su gran capacidad de formación de enlaces de hidrógeno
- Su capacidad de disociación

Debe recordarse que las cualidades de inodora, insípida e incolora corresponden al agua químicamente pura (que en la naturaleza no se encuentra como tal, pues siempre tiene sales minerales y otros compuestos en distintas proporciones).

- **¿Cómo y en dónde encontramos el agua?**

El agua es indispensable; no tiene sustituto y no se conoce forma de vida que prescindiera de ella. Bosques, ciudades, polos, zonas industriales, pastizales, plantíos, bebés, bacterias, ballenas, aviones y cohetes, todos, de una manera u otra, necesitan el agua. El cuerpo de un bebé tiene 83% de agua; un hombre adulto, 60%; una mujer, 45%, y una medusa, 95%. Somos agua en gran medida. El agua dio origen a la vida y la mantiene, es un factor que regula el clima del planeta, esculpe y permite la existencia de los ecosistemas y de la humanidad. No debemos olvidar que somos naturaleza y que el agua viene de la naturaleza. En términos prácticos, no hay proceso de producción que directa o indirectamente no tenga relación con el agua.

Nótese cómo la mayor parte del total del agua de la Tierra suministra cerca de 326 millones de millas cúbicas de agua, el agua superficial (como la de los ríos) sólo llega a cerca de 300 millas cúbicas (cerca de 1/10,000ava. de un por ciento), sin embargo, los ríos son la fuente de la mayor parte del agua que nosotros usamos.

<b>Origen del agua</b>	<b>Volumen del agua en kilómetros cúbicos</b>	<b>Porcentaje de agua total</b>
Océanos	1,321,000,000	97.24%
Capas de hielo, Glaciares	29,200,000	2.14%
Agua subterránea	8,340,000	0.61%
Lagos de agua dulce	125,000	0.009%
Mares tierra adentro	104,000	0.008%
Humedad de la tierra	66,700	0.005%
Atmósfera	12,900	0.001%
Ríos	1,250	0.0001%
<b>Volumen total de agua</b>	<b>1,360,000,000</b>	<b>100%</b>

- **El ciclo del agua**

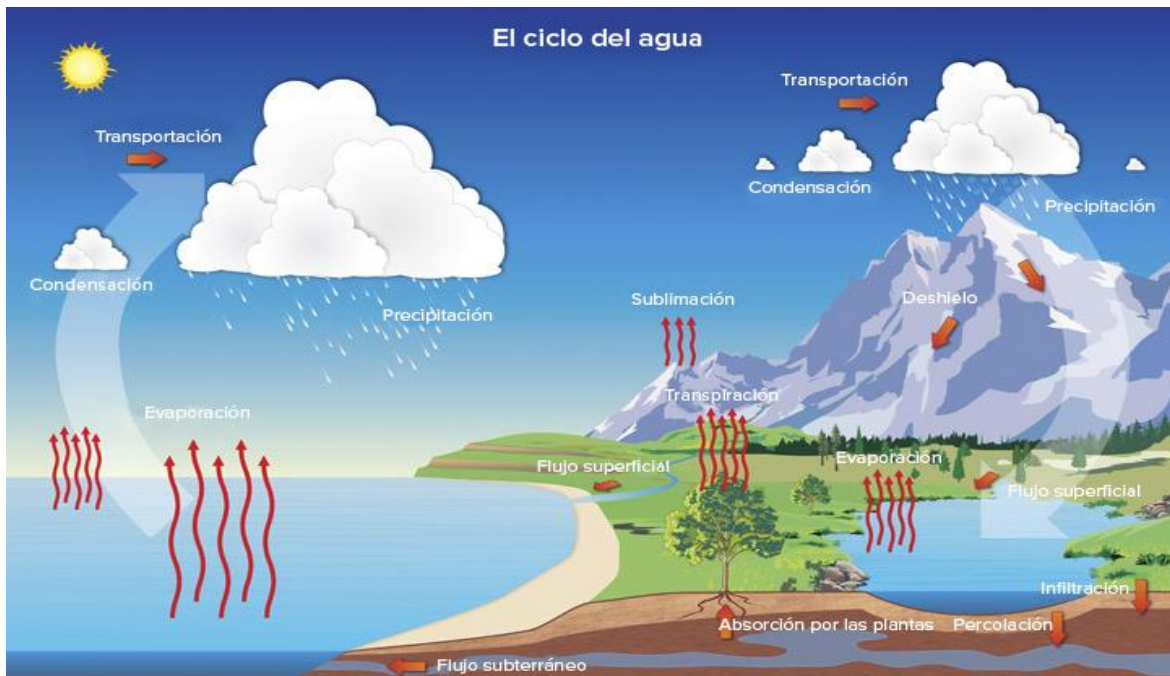
El agua siempre se está moviendo alrededor, a través y sobre la Tierra en forma de vapor, agua líquida y hielo. Aún más, el agua está continuamente cambiando de forma. Hay sustancias de la tierra que no pueden escapar al espacio exterior. Esto es muy cierto con respecto al agua. Esto significa que la misma agua que existía hace millones de años en la Tierra, aún es la misma. Gracias al ciclo del agua, la misma agua está siendo reciclada continuamente alrededor del mundo.

El ciclo del agua es impulsado por la energía solar. El sol calienta la superficie del océano y otras aguas superficiales, lo que evapora el agua líquida y sublima el hielo, convirtiéndolo directamente de sólido a gas. Estos procesos impulsados por el sol mueven el agua hacia la atmósfera en forma de vapor de agua.

Con el tiempo, el vapor de agua en la atmósfera se condensa en nubes y finalmente cae como precipitación, en forma de lluvia o nieve. Cuando la precipitación llega a la superficie de la tierra, tiene pocas opciones: puede evaporarse de nuevo, fluir sobre la superficie o percolarse, filtrarse, en el suelo.

En los ecosistemas terrestres —que se encuentran sobre la tierra— en su estado natural, la lluvia generalmente golpea las hojas y otras superficies de las plantas antes de caer al suelo. Parte de esa agua se evapora rápidamente de la superficie de las plantas. El agua restante cae al suelo y, en la mayoría de los casos, es absorbida por este.

En general, el agua se mueve sobre la superficie de la tierra como escurrimiento solo cuando el suelo está saturado con agua, cuando la lluvia es muy fuerte o cuando la superficie no puede absorber mucha agua. Una superficie que no absorbe el agua podría ser la roca en un ecosistema natural o el asfalto y el cemento en un ecosistema urbano o suburbano.



- **Usos del agua**

- ✓ **Consumo doméstico.** Comprende el consumo de agua en nuestra alimentación, en la limpieza de nuestras viviendas, en el lavado de ropa, la higiene y el aseo personal...
- ✓ **Consumo público.** En la limpieza de las calles de ciudades y pueblos, en las fuentes públicas, ornamentación, riego de parques y jardines, otros usos de interés comunitario, etc..
- ✓ **Uso en agricultura y ganadería.** En agricultura, para el riego de los campos. En ganadería, como parte de la alimentación de los animales y en la limpieza de los establos y otras instalaciones dedicadas a la cría de ganado.
- ✓ **El agua en la industria.** En las fábricas, en el proceso de fabricación de productos, en los talleres, en la construcción...
- ✓ **El agua, fuente de energía.** Aprovechamos el agua para producir energía eléctrica (en centrales hidroeléctricas situadas en los embalses de agua).

En algunos lugares se aprovecha la fuerza de la corriente de agua de los ríos para mover máquinas (molinos de agua, aserraderos...)

- ✓ El agua, vía de comunicación. Desde muy antiguo, el hombre aprendió a construir embarcaciones que le permitieron navegar por las aguas de mares, ríos y lagos. En nuestro tiempo, utilizamos enormes barcos para transportar las cargas más pesadas que no pueden ser transportadas por otros medios.
- ✓ Deporte, ocio y agua. En los ríos, en el mar, en las piscinas y lagos, en la montaña... practicamos un gran número de deportes: vela, submarinismo, windsurf, natación, esquí acuático, waterpolo, piragüismo, rafting, esquí, patinaje sobre hielo, jockey... Además pasamos parte de nuestro tiempo libre disfrutando del agua en las piscinas, en la playa, en los parques acuáticos ... o, simplemente, contemplando y sintiendo la belleza del agua en los ríos, las cascadas, los arroyos, las olas del mar, las montañas nevadas...

## **2.- El clima y el agua**

- Historia del agua

La historia de la humanidad ha estado siempre muy ligada a la disponibilidad de agua. Ha sido y es delimitadora natural de fronteras, origen de sistemas legales y motivo de conflictos.

Antes de ser sedentario, el Homo sapiens se desplazaba principalmente por dos motivos: la caza y la presencia de agua. Con el desarrollo de la ganadería y la agricultura, los asentamientos se situaron en zonas con acceso a agua. El crecimiento de las poblaciones se realizó cerca de los lechos de los ríos, aprovechando su proximidad para favorecer el uso del regadío (hacia el año 5.500 a.C.).

Las culturas griega, romana e islámica desarrollaron sistemas de almacenamiento y distribución, a través de excavaciones subterráneas, acueductos y otras obras



de ingeniería hidráulica. Surgen también las primeras termas y los hammams o baños termales.

La Edad Media fue una época oscura para el saneamiento y la cultura del agua en Europa, excepto en la Península Ibérica, gracias a las aportaciones tecnológicas que trajeron e implantaron los árabes. Con el Renacimiento el agua retoma protagonismo. Entre los siglos XVII y XVIII surgen los primeros balnearios.

A partir del siglo XIX la gestión del agua se convierte en una prioridad para el desarrollo de ciudades y países. En España se instaura en los años 20 del siglo pasado la gestión del agua por cuencas hidrográficas, que creaba una autoridad única para cada cuenca. Este sistema de organización fue asumido por la Unión Europea como el criterio más racional. De hecho, así figura en la Directiva Marco del Agua, aprobada en el año 2000 por la Comisión Europea y que sigue vigente en todos los países de la Unión.

- **Agua y riesgos naturales**

La sequía es una situación transitoria de baja disponibilidad de agua en relación con las condiciones habituales. Suele comenzar como una sequía meteorológica, de escasez de lluvias, que afecta a los ecosistemas terrestres, pastos y cultivos de secano. Si perdura, puede dar lugar a una sequía hidrológica, que afectaría a las aguas superficiales y subterráneas.

No debe confundirse la sequía con las condiciones secas estacionales si no tienen una severidad inusual. Tampoco con la escasez de agua que depende no sólo de su disponibilidad, sino también de las necesidades para la población y actividades humanas.

Los caudales de los cursos de agua varían en el tiempo dependiendo de las condiciones climáticas. La mayoría de los torrentes y ríos suelen tener caudales muy bajos o nulos en periodos de estiaje (verano). Por el contrario, suelen tener periodos de crecida o avenida, durante los cuales el caudal desborda los cauces ordinarios.

Estiajes y crecidas, aunque pueden causar daños a bienes y personas, son fenómenos necesarios para el desarrollo natural de los sistemas fluviales. La modificación del régimen de caudales de un río podría, por ejemplo, favorecer la proliferación de especies invasoras (alóctonas) desplazando a las autóctonas.

- **Influencia del cambio climático en el comportamiento del agua**

El agua es un elemento esencial del clima en la Tierra. El clima se define a partir de las condiciones ambientales que afectan a la temperatura y la precipitación a largo plazo. Si se trata de periodos cortos, hablamos de meteorología.

El clima viene determinado por un buen número de causas que cambian y seguirán cambiando a lo largo del tiempo. Entre éstas destaca el efecto invernadero, sin el cual la temperatura media de la Tierra sería de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . El principal responsable del efecto invernadero es el vapor de agua (aproximadamente en un 80%), por su gran capacidad de absorción de radiación infrarroja.

Las interacciones entre clima e hidrología son tan estrechas que pequeños cambios en el volumen o composición del agua pueden producir impactos importantes en los sistemas biológicos y antrópicos. A su vez, el calentamiento global y la presión que ejerce el ser humano sobre los recursos hídricos están contribuyendo a una alteración del ciclo hidrológico de consecuencias difíciles de prever con precisión.

Los cambios incidirán en una doble vertiente: en los recursos hídricos disponibles (distribución y volumen, disponibilidad y recarga de aguas subterráneas) y en la magnitud y frecuencia de los extremos hidrológicos (sequías y riadas).

La mayoría de modelos de cambio climático predicen una disminución de lluvia en las zonas mediterráneas. Se prevé además un aumento de la evaporación por incremento de las temperaturas. Si no se pone remedio, provocará un aumento de la desertificación

### **3.- Derecho humano al agua**

- **Producción y consumo del agua**

La principal fuente de agua para el consumo humano se encuentra en ríos, lagos y acuíferos. Estas fuentes de agua representan menos del 1% del conjunto de agua dulce terrestre. A esto se añade que su distribución geográfica es muy desigual. En la actualidad el 54% del agua dulce terrestre accesible está siendo utilizada por la humanidad. De estos recursos hídricos, el 70% se destinan a la agricultura, el 22% a la industria y el 8% a usos domésticos y de servicios.

- **El derecho al agua en la normativa internacional de derechos humanos**

El 28 de julio de 2010 la Asamblea General de Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento, reafirmando que ambos son esenciales para el ser humano.

Previamente, el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de Naciones Unidas reconoció que el agua es un bien público fundamental para la vida y la salud, indispensable para vivir dignamente.

- **Aspectos fundamentales del derecho al agua**

El derecho al agua entraña libertades dichas libertades están dadas por la protección contra cortes arbitrarios e ilegales; la prohibición de la contaminación ilegal de los recursos hídricos; la no discriminación en el acceso al agua potable y el saneamiento, en particular por razón de la clasificación de la vivienda o de la tierra; la no injerencia en el acceso a los suministros de agua existentes, especialmente las fuentes de agua tradicionales; y la protección contra las amenazas a la seguridad personal al acceder a agua o servicios de saneamiento fuera del hogar.

El derecho al agua entraña prestaciones. Estas *prestaciones* comprenden el acceso a una cantidad mínima de agua potable para mantener la vida y la salud; el acceso a agua potable y servicios de saneamiento durante la detención; y la participación en la adopción de decisiones relacionadas con el agua y el saneamiento a nivel nacional y comunitario.

En su Observación general N° 15, el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales aclaró el alcance y el contenido del derecho al agua explicando qué significa disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico.

El suministro de agua para cada persona debe ser continuado y suficiente para cubrir los usos personales y domésticos, que comprenden el consumo, el lavado de ropa, la preparación de alimentos y la higiene personal y doméstica. Otros usos domésticos del agua, como el agua para las piscinas o la jardinería, no están incluidos en el derecho al agua.

- **Escasez del agua**

La escasez de agua es un fenómeno tanto natural como inducido por la intervención humana. A pesar de que hay suficiente reserva de agua dulce para satisfacer las necesidades de la población mundial, su distribución no es equitativa y en algunos casos es desperdiciada, contaminada o afectada por una gestión inapropiada produciendo efectos perjudiciales para las comunidades. Como resultado, un gran número de regiones sufren escasez de agua en el mundo actual.

Cerca de una quinta parte de la población mundial (1.200 millones) habita en áreas que enfrentan escasez de agua, y otro cuarto de la población mundial (1.600 millones) enfrenta recortes en el suministro de agua por insuficiencia de infraestructura para abastecerse de agua de los ríos y acuíferos (NU, 2005).

Además, la escasez de agua puede empeorar a causa del cambio climático y fenómenos como la acelerada urbanización, el incremento en la intensidad de las actividades agrícolas, afectando así la disponibilidad de los recursos de agua dulce. El deterioro de la calidad del agua la vuelve no apta para el consumo humano disminuyendo su abundancia y provocando efectos nocivos en la salud de quienes la consuman en esas condiciones.

#### **4.-Agua responsabilidad social y ambiental**

- **Agua, sociedad y educación**
- ✓ El sector agua en México se fortalece también a través de la sensibilización a la sociedad sobre la importancia de recursos y los problemas de escasez que enfrenta hoy en día.
- ✓ Ante esta situación, la Comisión Nacional del Agua, que forma parte del Comité Nacional Mexicano del PHI de la UNESCO (Conamexphi), es la autoridad máxima del sector agua en México y se apoya en un eje de educación formal y no formal sobre la importancia del agua para la población a través de la revisión de libros de texto, programas curriculares y materiales didácticos con la Secretaría de Educación Pública, donde la institución ha participado junto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para diseñar contenidos en función de los objetivos nacionales sobre cultura del agua para la educación básica.
- ✓ Además, desde el 2008, la CONAGUA es la institución anfitriona del Programa Conjunto Agua y Educación del Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO y la Fundación Wet Internacional, como representante en México.

- ✓ El Programa UNESCO/PHI-Proyecto WET Agua y Educación (AyE) surge en 2006 a partir del acuerdo entre UNESCO-PHI y WET a fin de contribuir con los países de América Latina y el Caribe en la formulación e implementación de programas educativos referidos al manejo y gestión responsable del agua, y está dirigido a educadores formales (maestros) y no formales (capacitadores y promotores ambientales entre otros).
  
- ✓ En México, la Conagua coordina su implementación, en colaboración con el Fondo para la Comunicación y Educación Ambiental. El Programa se implementa a través de talleres de capacitación para educadores, basándose en el uso de la guía educativa “Encaucemos el Agua-Agua y Educación”. Los talleres se realizan sin fines de lucro en todo el país, a través los facilitadores acreditados en el Programa, quienes se encuentran en la mayor parte de la República.

- **Cultura del cuidado del agua**

Se entiende por cultura del agua el generar una conciencia ciudadana sobre el manejo del agua en el hogar. Aunque ha habido múltiples esfuerzos educativos valiosos, la “nueva cultura del agua” pretende ir mucho más lejos. Los problemas del agua que se han discutido a lo largo de este trabajo exigen que de manera urgente se realicen cambios en todos los niveles, para acercarnos a un manejo sustentable del recurso. La nueva cultura del agua busca garantizar el acceso al agua como derecho humano de todos los mexicanos e incluye también la necesidad de una gestión de la demanda con un enfoque integral, prevenir la contaminación y mantener la salud de los ecosistemas, impulsar la participación ciudadana proactiva en el manejo del recurso y mantener una racionalidad económica en los usos de negocios privados, que permita la sustentabilidad y la equidad social. La nueva cultura del agua se basa en principios éticos en los que el uso que se le da al recurso debe seguir un orden de prioridades: en primer lugar

debe estar el uso para la vida, después el uso de interés general y en tercer lugar el uso del agua para el crecimiento económico.

La promoción de la Cultura del Agua es básica para la generación de valores, actitudes y conductas que favorezcan el uso sustentable del agua, ese recurso natural tan limitado.

- **Crisis del agua: problemas y soluciones**

### **Escasez de agua en el mundo por contaminación**

La contaminación de los ríos y los acuíferos subterráneos es producida mayoritariamente a través del vertido de residuos industriales.

Aunque en gran medida también por los desechos que arrojamamos desde los desagües de nuestras casas, lo que en una gran ciudad supone toneladas de estos a diario.

También los residuos de la agricultura, como los pesticidas. Todo lo cual reduce las cantidades de agua potable o apta para el consumo humano en sus diferentes posibilidades. Por no hablar de los accidentes industriales o nucleares, escasos pero desastrosos.

### **Disminución del agua potable por crecimiento de la población**

La población mundial sigue creciendo y el estilo de vida cada vez más occidentalizado invita poco al consumo racional del agua. Por otro lado, la agricultura consume el 70 % del agua potable utilizada por el hombre. A medida que crezca la demanda alimenticia también subirá el consumo de este elemento fundamental para la vida.

Si la población sigue aumentando a este ritmo actual, de los 6.000 millones actuales pasarán a ser 8.900 millones en el 2050. La exigencia de agua potable o agua dulce será muy delicada para esas fechas si no se ejercen cambios para

solucionar el problema desde ya porque según el último informe de Naciones Unidas 7.000 millones de personas sufrirán escasez de agua en ese 2050.

### **Disminución del agua potable por medios naturales**

El calentamiento global está produciendo una menor incidencia de lluvias en algunas partes del mundo, la cual es una de las mayores fuentes de agua potable. Las erupciones volcánicas y los terremotos contaminan las aguas subterráneas y ríos con gases tóxicos.

### **Soluciones gubernamentales**

Los gobiernos deben encaminar sus políticas ambientales y económicas a una mejor gestión del agua. Por ejemplo, uno de los sectores donde más agua se gasta, como es la agricultura, cuenta con un alto porcentaje de deficiencia en la administración de la misma.

### **Veamos algunos ejemplos de acciones gubernamentales para paliar esta crisis:**

- Una mayor educación de la ciudadanía en el ahorro del agua.
- Control del crecimiento de la población.
- La implantación del riego por goteo da una eficiencia excelente en el ahorro de agua potable.
- Tratar agua residual para convertirla en apta para el riego, bien agrícola o por lo menos para parques y jardines.
- Más desalinizadoras, pero buscando nuevas tecnologías ya que las actuales suponen mucho gasto energético y desechos de salmuera (aunque ésta puede ser reutilizada)

### **Soluciones desde casa a la crisis del agua potable**

Veamos qué hacer desde casa para luchar contra la crisis del agua:

- Exigir a nuestros políticos soluciones gubernamentales a la escasez de agua potable.



- Cerrar los grifos mientras nos enjabonamos, nos afeitamos o nos cepillamos los dientes.
- Lavar el coche con cubos y no con manguera.
- Informar de cualquier fuga que veamos en la calle, arreglar las pérdidas de agua de casa, grifos o cisternas que gotean, etc.
- Poner la lavadora al máximo de ropa permitido.
- Regar el jardín durante las horas de menor calor o el agua se evaporará.
- Educa a tus hijos en el uso eficiente del agua potable y el tesoro que supone ésta.
- Utiliza cisternas de WC con dispositivo de ahorro. Un sistema para reducir el consumo de la cisterna convencional es poner dentro una botella de uno o dos litros llena de agua.
- Evitar el uso excesivo de detergentes y otros artículos de limpieza que contaminan al agua.
- Recolecta el agua de lluvia que se deposite en techos y utilízala en riego de jardines, lavado de automóvil, y limpieza de pisos y patios.

- **Campañas de concientización para el cuidado del agua**

Basados en el Plan Nacional de Desarrollo (PND), hay una serie de programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales, que se ocupan de los temas de prioridad nacional. Dentro del plan actual, la cuestión ambiental es uno de los temas principales. Así, en el plan se menciona la necesidad de disponer de agua en cantidad y calidad adecuadas para el bienestar y desarrollo de la sociedad, aunque en la mayoría de los ríos y lagos esté contaminada. Lo anterior supone un manejo suficiente y racional que garantice a su vez que los cuerpos de agua superficiales y subterráneos sean aprovechados de manera sustentable, por lo que es necesario revisar las normas en materia de descargas de aguas residuales. Entre los objetivos del plan se señala la necesidad de ampliar la cobertura y calidad de los servicios de agua de riego y potable, alcantarillado y

saneamiento, así como de promover el uso más eficaz del recurso en el sector agropecuario, para liberar volúmenes para otros usos. Entre los programas sectoriales a que hace referencia en el PND se encuentra el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006. De manera general, en éste se describe la problemática de la contaminación y la distribución del agua, y se señalan como metas específicas la recuperación de espacios hidrológicos como la Cuenca del Lerma-Chapala; el establecimiento de 13 cuencas hidrológicas; lograr que 78% de la población cuente con servicio de alcantarillado; el tratamiento de 65% de las aguas residuales generadas en centros urbanos e industriales y lograr que 100% de estas aguas tratadas cumplan con las normas establecidas; asumir la cultura de la infiltración y la retención de las aguas de lluvia; y recuperar y reutilizar crecientemente las aguas residuales de uso agrícola. Por su parte, la Conagua cuenta con el Programa Nacional Hidráulico 2001-2006 (PNH), en el cual se explican a profundidad las estrategias y políticas a seguir para la consecución de objetivos establecidos en el PND. Derivados del PNH, están los Programas Hidráulicos Regionales, que se ocupan de la aplicación de la política hidráulica en el ámbito específico de una región; asimismo, en ellos se establece la visión a la que debe aspirar una región en materia hidráulica y la misión que tienen los participantes en materia de agua para lograrlo. En la actualidad hay 12 Programas Hidráulicos Regionales: Noroeste, Pacífico Norte, Balsas, Pacífico Sur, Río Bravo, Cuencas Centrales del Norte, Lerma Santiago Pacífico, Golfo Norte, Golfo Centro, Frontera Sur, Península de Yucatán, Aguas del Valle de México y Cutzamala. Además de los programas regionales mencionados, dentro de la Conagua hay otros como el Programa de Ampliación de Distritos de Riego, el Programa de Devolución de Derechos (Prodder) y el Programa de Modernización de Organismos Operadores del Agua (Promagua), los cuales, de manera general, buscan auxiliar a los estados y municipios para el mejoramiento cuantitativo y cualitativo en los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en zonas urbanas. Promagua El objetivo de este programa es funcionar como fuente adicional de recursos, condicionado a un esquema de cambio estructural, para fomentar la consolidación de los organismos operadores de agua; impulsar su

eficiencia física y comercial; facilitar el acceso a tecnología de punta; fomentar que se alcance la autosuficiencia; y promover el cuidado del medio ambiente con proyectos de saneamiento, preferentemente ligados al re-uso de las aguas residuales. El programa se dedica a apoyar preponderantemente a los organismos operadores de agua que atiendan a localidades de más de 50 mil habitantes, lo que representa un poco más de 50% de la población del país. Prodder Tiene como objetivo cooperar en acciones de mejoramiento de la eficiencia y la infraestructura relacionadas con agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales en municipios, mediante la devolución a los prestadores de los servicios de agua potable y saneamiento de los ingresos federales que se obtengan por la recaudación de los derechos por la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales. Son candidatos al programa todos los prestadores del servicio que después de cubrir los derechos federales por el uso o aprovechamiento de aguas nacionales por servicio público urbano, en poblaciones mayores a 2 500 habitantes, soliciten su adhesión y presenten un Programa de Acciones, en el que se comprometan a invertir, junto con los recursos federales devueltos, al menos otra cantidad igual. Programa de Modernización del Manejo del Agua (Promma)<sup>9</sup> Este programa es resultado de un acuerdo entre el gobierno federal mexicano, por medio de la Conagua, y el Banco Mundial mediante el cual se otorgó un crédito externo. El acuerdo se aprobó el 20 de junio de 1996 y concluyó el 30 de junio de 2005. La finalidad de este programa es lograr la correcta y equitativa asignación del agua en sus diferentes usos, para apoyar el desarrollo sustentable, fortalecer las diferentes áreas de la Conagua, mejorar la administración del recurso agua y reducir los riesgos relacionados con la infraestructura hidráulica existente ante fenómenos hidrometeorológicos.

<http://www.fonadin.gob.mx/productos-fonadin/programas-sectoriales/programa-de-modernizacion-de-organismos-operadores-de-agua-promagua/>

<https://www.gob.mx/conagua#acciones>

<http://www.sema.gob.mx/?#>

<https://www.gob.mx/semarnat#367>

- **México y la cultura del cuidado del agua**

Mucho se habla de la escasez de agua en el planeta, que se agrava con la contaminación y el cambio climático, y de la problemática que conlleva el poner agua limpia a disposición de todos los seres humanos. También se habla mucho de las medidas que promueven los gobiernos para una mejor utilización, conservación y aprovechamiento de los recursos hídricos. A esa tendencia a favor de un uso sustentable de un recurso tan escaso se le llama cultura del agua.

Valores y actitud: Más en detalle, la cultura del agua es un proceso en el que, a través de un mayor conocimiento e información, se busca forjar valores y creencias que coadyuven a crear en la comunidad actitudes y conductas que favorezcan una buena gestión del agua.

En México, ese objetivo se persigue principalmente por medio de campañas informativas y educativas que creen conciencia en los ciudadanos de la importancia del líquido para la vida y el bienestar comunitario, así como de los grandes esfuerzos técnicos, administrativos y financieros que se requieren para su distribución hasta los hogares. Se busca enfatizar también los efectos negativos para el medio ambiente, la salud y la economía del uso irresponsable del agua.

#### **Objetivos de la Cultura del Agua:**

- ✓ Promover el uso eficiente y ahorro del agua entre la población
- ✓ Crear una Nueva Cultura del Agua en la niñez
- ✓ Difundir entre la población el uso de accesorios hidráulicos de bajo consumo
- ✓ Promover el uso de agua residual tratada en usos que no requieran la calidad potable
- ✓ Crear conciencia del costo del suministro del agua y promover la cultura de pago del servicio
- ✓ Contar con sistemas eficientes de medición, facturación y cobranza en los municipios

- ✓ Desarrollar campañas de detección y reparación de fugas en redes municipales y casas habitación
- ✓ Incentivar y premiar el uso racional del agua
- ✓ Despertar el entusiasmo por participar
- ✓ Llevar a cabo la campaña de la cultura del agua en forma permanente

- **Coahuila en el panorama nacional sobre el cuidado del agua**

Investigadores del Departamento de Biotecnología en la Facultad de Ciencias Químicas (FCQ) de la Uadec desarrollan un sistema fotobioelectroquímico para el tratamiento de aguas residuales y generación de energía eléctrica, mediante el uso de microorganismos.

Este proyecto busca un beneficio dual. Por un lado, solucionar la problemática de biorremediación de efluentes contaminados y, por otro lado, la generación de electricidad y recuperación de biomasa microalgal como materia prima potencial para la producción de biocombustibles.

Respecto al tratamiento de aguas, hasta el momento se ha trabajado en la biodegradación de compuestos xenobióticos como pesticidas y bifenilos policlorados, que son residuales confinados y actualmente prohibidos, pero que no recibieron tratamiento.

Los resultados de la investigación indican que el empleo de microalgas en sistemas bioelectroquímicos en el proceso de tratamiento de agua residual mostró un gran potencial. Las microalgas fueron especialmente eficientes en la eliminación de nitrógeno y fósforo. En el proyecto se obtuvo una remoción de nitrógeno hasta de 98.41 por ciento y de 92.25 por ciento en remoción de fósforo, a una exposición de luz de 14 horas en ambos casos utilizando distintos tipos de celda.

#### **Materiales para absorber arsénico del agua**

Las zonas áridas y semiáridas de México enfrentan un reto importante para garantizar el suministro de agua para la población y la industria. En México, 13 de los estados en la zona centro y norte del país presentan contaminación de algunos

de sus mantos acuíferos por arsénico. En zonas como la Comarca Lagunera — que abarca los estados de Coahuila y Durango— y en Zimapán, Hidalgo, la concentración de este elemento ha alcanzado valores de 865 µg/l (microgramos por litro) y mil 350 µg/l, respectivamente, muy superiores a la Norma Oficial Mexicana (NOM) de 25 µg/l y la recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 10 µg/l.

Con el objetivo de mejorar la calidad de agua potable, Científicos del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), unidad Saltillo, desarrollan prototipos de materiales absorbentes para remover arsénico de forma selectiva en el agua de zonas desérticas y semidesérticas de México. Este proyecto es realizado por el doctor Eddie López Honorato, profesor investigador del grupo de Ingeniería Cerámica del Cinvestav, con la participación de los estudiantes de posgrado Ana Gabriela Navarro Tovar y Hugo Rodríguez Meléndez.

A pesar de que actualmente existen métodos y materiales para eliminar el arsénico del agua, resultan costosos y poco eficientes, especialmente si en el agua a tratar existe presencia de sulfatos o fosfatos. Para desarrollar materiales capaces de absorber eficientemente el arsénico presente en el agua, el doctor López Honorato, en colaboración con el doctor Joaquín Barroso Flores, investigador de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), experimenta con calixarenos, un tipo de moléculas que "atrapan" las formas solubles del arsénico. "La molécula de calixareno puede ajustarse exactamente a la molécula de arsénico, como si fuera una mano, el calixareno es como si fuera la palma de mi mano y los dedos son los grupos funcionales que ponemos en la parte superior de la molécula de calixareno. Es decir, que la molécula de arsénico va a caber exactamente en la mano y los dedos van a hacer que la sujete y que no se vuelva a escapar ese arsénico", detalló el investigador. El arsénico tiende a ser absorbido en lugares con actividad química muy específica, como ocurre en el cuerpo humano con las enzimas y proteínas. En la investigación se busca replicar esa actividad química a través de los grupos funcionales para que el arsénico se mantenga en las moléculas de calixareno. El proyecto ha recibido financiamiento a

través del programa de Atención a Problemas Nacionales del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). “El objetivo ahora es desarrollar una planta tratadora de agua, al menos pequeña, en el Cinvestav Saltillo para probar nuestros materiales con agua real de una zona de Coahuila y de ahí, dependiendo de los resultados que tengamos, tratar de escalarla en una zona que necesite este tipo de tratamiento de agua”, puntualizó. El doctor López Honorato está abierto a trabajar con gobiernos de Coahuila, de la Comarca Lagunera y organismos encargados del manejo del agua en la región para implementar la tecnología en la zona, así como estancias y tesis de investigación con estudiantes en el laboratorio. Biogás a partir de tratamiento de aguas residuales El gobierno municipal de la ciudad de Saltillo, en coordinación con la empresa Ideal Saneamiento, genera energía eléctrica y térmica aprovechando biogás resultante del tratamiento de aguas residuales del municipio.

## **5.-Agua y salud**

- **Importancia del agua en nuestra salud**

Las singulares características químicas y físicas del agua juegan un papel trascendental para la vida, y en concreto para las funciones biológicas del ser humano, razón por la cual tenemos una composición tan alta de agua (en un bebé prematuro constituye hasta el 80% de su peso).

El ser humano necesita un aporte continuo de agua para reponer su pérdida constante, dado que ésta se elimina en la respiración, transpiración y excreción (orina, heces, sudor).

Si no se mantiene un adecuado balance hídrico, se puede producir deshidratación, que constituye un importante problema de salud, pudiendo afectar a órganos y funciones vitales. La sensación de sed no es suficiente signo de alarma para una correcta reposición de agua, pues cuando se manifiesta puede existir ya un grado de deshidratación. Por otra parte, un consumo excesivo de agua puede conllevar consecuencias negativas para la salud (intoxicación hídrica).

La cantidad de agua recomendada diariamente está entre unos 2 y 4 litros, variando según el peso de la persona, su actividad física, la temperatura ambiente o el tipo de alimentación. Hasta un 30% de esta cantidad se obtiene a través de los alimentos sólidos, y el resto, a través de bebidas.

- **Riesgos en la salud**

- El agua contaminada y el saneamiento deficiente están relacionados con la transmisión de enfermedades como el cólera, otras diarreas, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la poliomielitis. Los servicios de agua y saneamiento inexistentes, insuficientes o gestionados de forma inapropiada exponen a la población a riesgos prevenibles para su salud. Esto es especialmente cierto en el caso de los centros sanitarios en los que tanto los pacientes como los profesionales quedan expuestos a mayores riesgos de infección y enfermedad cuando no existen servicios de suministro de agua, saneamiento e higiene. A nivel mundial, el 15% de los pacientes contraen infecciones durante la hospitalización, proporción que es mucho mayor en los países de ingresos bajos.

- La gestión inadecuada de las aguas residuales urbanas, industriales y agrícolas conlleva que el agua que beben cientos de millones de personas se vea peligrosamente contaminada o polucionada químicamente.
- Se calcula que unas 842 000 personas mueren cada año de diarrea como consecuencia de la insalubridad del agua, de un saneamiento insuficiente o de una mala higiene de las manos. Sin embargo, la diarrea es ampliamente prevenible y la muerte de unos 361 000 niños menores de cinco años se podría prevenir cada año si se abordaran estos factores de riesgo. En los lugares donde el agua no es fácilmente accesible, las personas pueden considerar que lavarse las manos no es una prioridad, lo que aumenta la probabilidad de propagación de la diarrea y otras enfermedades.



- La diarrea es la enfermedad más conocida que guarda relación con el consumo de alimentos o agua contaminados. Sin embargo, hay también otros peligros. Casi 240 millones de personas se ven afectadas por esquistosomiasis, una enfermedad grave y crónica provocada por lombrices parasitarias contraídas por exposición a agua infestada.
- En muchas partes del mundo, los insectos que viven o se crían en el agua son portadores y transmisores de enfermedades como el dengue. Algunos de estos insectos, denominados vectores, crecen en el agua limpia, y los contenedores domésticos de agua de bebida pueden servir como lugares de cría. Tan solo con cubrir los contenedores de agua es posible reducir la cría de vectores, y reducir también la contaminación fecal del agua en el ámbito doméstico.

- **Calidad del agua y salud pública**

Ante problema de salud, pudiendo afectar a órganos y funciones vitales. La sensación de sed no es suficiente signo de alarma para una correcta reposición de agua, pues cuando se manifiesta puede existir ya un grado de deshidratación. Por otra parte, un consumo excesivo de agua puede conllevar consecuencias negativas para la salud (intoxicación hídrica).

La cantidad de agua recomendada diariamente está entre unos 2 y 4 litros, variando según el peso de la persona, su actividad física, la temperatura ambiente o el tipo de alimentación. Hasta un 30% de esta cantidad se obtiene a través de los alimentos sólidos, y el resto, a través de bebidas. Además del agua dulce, otra posible fuente de agua apta para el consumo es la potabilización de agua de mar, lo que requiere hacer uso de diferentes tecnologías de desalación, de las cuales la ósmosis inversa es la más utilizada. Aunque su consumo energético es alto, en zonas áridas, como es el sur del arco Mediterráneo y Oriente Próximo, esta fuente es imprescindible.

## **6.- Tecnologías del agua**

- **Formas sustentables del aprovechamiento del agua**
- **Innovación de nuevas tecnologías del agua**

Además de las condiciones agroecológicas de la finca o de la zona, se estima que existen al menos 6 criterios técnicos fundamentales en la identificación de las tecnologías eficientes para el uso del agua, considerando el tipo de patio, parcela o finca; el valorar y considerar estos criterios favorece la efectividad de las tecnologías y su contribución al manejo sostenible del agua y de las fuentes hídricas.

Estos criterios son los siguientes: 1. Precipitación promedio anual 2. Disponibilidad de agua en la finca o en su cercanía 3. Pendiente del terreno 4. Textura del suelo 5. Profundidad del suelo 6. Capacidad de infiltración del suelo

Otros criterios están relacionados con condiciones socioeconómicas que determinan los objetivos que tiene la familia o el productor o productora. En este aspecto se destacan: tenencia de la tierra, nivel de conocimiento, acceso a asistencia técnica, capacidad económica, cantidad de mano de obra disponible, acceso a insumos o materiales externos, tipo de rubro productivo, nivel tecnológico y experiencia en prácticas sostenibles de conservación y manejo de suelos. Una característica que se puede resaltar es que dentro de la población, son las mujeres las que sufren más los efectos de la inseguridad hídrica, ya que éstas son quienes se encargan de la recolección del agua, el cuidado de las y los niños, aseo de las viviendas, lavado de ropa y utensilios; también en algunos casos tienen responsabilidad en la producción agrícola a nivel de huertos, especies menores y parcelas familiares. Por eso resulta importante que los proyectos e iniciativas orientadas a contribuir a la seguridad alimentaria consideren tecnologías e instrumentos que promuevan la equidad de género a nivel de la agricultura familiar. Esto sin duda contribuirá al nivel de adopción de la tecnología y la práctica que se está promoviendo. Todas las prácticas y

tecnologías que se promuevan para el uso eficiente del agua, deberían estar acompañadas por acciones dirigidas a la conservación y protección de las áreas de recarga o fuentes hídricas. Es decir que se debe trabajar con un enfoque integrado que considera todo el sistema y las variables que influyen en la cantidad y calidad del agua, y del suelo, las cuales son fundamentales para asegurar una buena producción.

- Prácticas de conservación de suelos y manejo integrado de cultivos para riego y humedad:

Existen algunas buenas prácticas agronómicas, agroecológicas o tecnologías para el manejo sostenible de suelos que favorecen la conservación in situ del agua, estas reflejan la importancia de constituir un enfoque integral en la conservación del suelo y agua, así como de los otros elementos del entorno ecosistémico natural. En relación al manejo sostenible del agua, el aporte principal de estas tecnologías es en relación a su apoyo a la zona de recarga hídrica o fuentes de agua en el entorno de las cuencas y microcuencas hidrográficas. Su aplicación permite que los agricultores puedan realizar sus procesos productivos de manera sostenible y bajo un enfoque de protección ambiental.

Dentro de las tecnologías más efectivas y apropiadas en la región de Centroamérica se pueden destacar las siguientes:

- a) Riego mediante construcción de labranza en surco o zanja
- b) Acequias de retención e infiltración de agua
- c) El rastrojo como mulch
- d) Captación de agua con camellones de piedra siguiendo las curvas de nivel
- e) Captación y retención de agua en terrazas amplias e individuales para árboles frutales o forestales
- f) Reforestación o regeneración natural de recargas hídricas
- g) La agroforestería o arboles dentro de la parcela (ejemplo Quesungual) como fuente para brindar cobertura en el suelo
- h) Uso de barreras vivas: vetiver y otras en cercas vivas,
- i) Uso de cultivos de cobertura como las leguminosas

## j) Captación de agua por bacheo.

-Tecnologías para la captación y almacenamiento de agua.

Tradicionalmente las fuentes de agua provienen de quebradas, ríos o lagunas, esto implica que estas fuentes mantengan caudales permanentes y en especial su flujo al final del verano de cada año y así poder definir su uso para fines de consumo humano y productivo. Otros sitios de captación incluyen nacientes, manantiales, ojos de agua o chagüites y pozos superficiales.

Actualmente las técnicas de captación, más utilizadas en zonas secas son la recolección de agua de lluvia, de escorrentía y la extracción de aguas subterráneas; estas técnicas tienen como complemento, el establecimiento de estructuras de almacenamiento.

En América Central se han probado diferentes técnicas de captación, pero para fines de la presente guía sólo se mencionarán las más comunes o con replica local, que pueden construirse a través de la mano de obra familiar o comunal, que requieren pocos insumos externos o bajas inversiones y que ya se utilizan en el área rural o periurbana de la región. Una forma de conceptualizarla captación del agua es considerarla como “cosecha de agua”, que es la práctica orientada a capturar el agua de lluvia, a través de la construcción de obras adecuadas para su almacenamiento.

### Ejemplos

- Cisterna tipo tinaja
- Lagunetas, reservorios o embalses
- Pequeños pozos de captación de agua
- Diques de piedras
- Micro presas desmontables
- Captación o cosecha de agua lluvia a través de techo

- Tecnologías para la distribución de agua para fines agropecuarios :

La característica principal de los sistemas de riego en América Central ha sido el desarrollo de obras de captación de agua en las partes altas de los ríos para conducirla hasta las partes bajas de topografía plana a través de canales sin revestimiento o tuberías.

Cuando se usa agua de alta calidad física, química y biológica, se facilita la aplicación de riegos presurizados y el cumplimiento de la normativa relativa a la inocuidad de los alimentos. Cuando los sistemas de riego son artesanales sufren daños recurrentes por las escorrentías de invierno, provocando azolves y deslaves que interrumpen la conducción del agua y elevan sus costos anuales.

En el caso de las áreas regadas en las márgenes de los ríos, el mayor desafío que enfrentan son los daños a las áreas de cultivo, pues carecen de protección ante las crecidas de los cauces de los ríos. Algunos sistemas han construido muros o diques, lo cual reduce los impactos negativos en las obras y los cultivos. En las últimas décadas se ha dado énfasis a los sistemas de riego o micro-riego que han permitido apoyar los programas de seguridad alimentaria y de diversificación agropecuaria, los cuales han evidenciado el alto grado de apropiación de la mayoría de productores o productoras de sus sistemas y del agua que utilizan. El alto costo de la energía eléctrica y de los combustibles ha incidido en el cambio de los sistemas de riego que funcionan con bombeo. La mayoría de los sistemas adoptados utilizan aguas superficiales y funcionan por gravedad. La tendencia en general en el sector agrícola de América Central va orientado al uso de sistemas de riego por goteo, que es considerado el más eficiente en la aplicación de agua a los cultivos. Un sistema de riego está constituido de manera simplificada por una línea de conducción del agua y una red de distribución. La línea de conducción es la que lleva el agua desde la fuente, pozo o toma de río hasta el inicio de cada parcela. La forma de aplicar el agua en los cultivos influye en forma decisiva en los rendimientos de los cultivos o el efecto en rubros como el huerto familiar, los sistemas agroforestales y la ganadería. El tipo de tecnología de riego o equipo a usar en un sistema de riego debe corresponder a las necesidades del tipo de cultivo y además debe considerar las condiciones agroecológicas del terreno lo que determinará la eficiencia en el uso

de agua. Se estima que algunas de estas tecnologías o equipos no siempre contribuyen a la adaptabilidad al cambio climático. Los métodos de riegos más utilizados se pueden agrupar en cuatro tipos: a. Gravedad o superficie b. Aspersión y micro aspersión c. Localizado o por goteo d. Subirrigación Los métodos de aspersión, micro aspersión y goteo, también se denominan riego presurizado, ya que el agua se conduce a presión hasta las salidas por donde se distribuye a las plantas. La agricultura en América Central cada día adopta más métodos de riego presurizados, porque se adaptan mejor a las condiciones de los productores, hacen un menor uso del agua y permiten regar con más frecuencia, aplicando láminas pequeñas y manteniendo la humedad con un uso más racional del recurso hídrico.

#### Ejemplos:

- Riego por Aspersión
- Riego por aspersión con sistema tipo microjet
- Microriego.

#### -Sistemas de bombeo:

Las bombas son dispositivos que permiten tener acceso al agua, tanto el agua superficial de ríos y quebradas como el agua subterránea sea transportada a través de tuberías o mangueras para ser almacenada temporalmente en estructuras como: pilas, tanques plásticos o barriles. El agua así obtenida se orienta a cubrir las necesidades de consumo humano, uso doméstico, riego a mayor y a pequeña escala y para el abrevadero del ganado.

Existen diferentes tipos de bombas, pero entre las más conocidas con fines de riego sobresalen:

- Bomba Rochfer
- Bomba Flexi Emas
- Bomba con fuente de energía eólica
- Bomba de Mecate
- Bomba de Ariete Hidráulico
- Bomba de Motor de combustible o eléctrico

- Bombeo con energía solar a nivel comunitario

- **Potabilización y aguas residuales**

Se conoce como tratamiento de aguas residuales a los distintos procesos relacionados con la extracción y control sanitario de los productos de desecho arrastrados por el agua y procedentes de viviendas e industrias. Cuando los seres humanos utilizamos el agua, ya sea en nuestra casa, oficina o en la industria, la mayoría de las veces ésta se convierte en agua de desecho y de drenaje, la cual contiene desechos humanos, restos de comida, aceites, productos para la limpieza y químicos. El origen, composición y cantidad de los desechos están relacionados con los hábitos de vida.

Las aguas residuales, Cuando un producto de desecho se incorpora al agua, el líquido resultante recibe el nombre de agua residual. Este tipo de aguas tienen un origen doméstico, industrial, subterráneo y meteorológico, y reciben el nombre, respectivamente, de domésticas, industriales, de infiltración y pluviales. Las aguas residuales domésticas son resultado de las actividades cotidianas de las personas. La cantidad y naturaleza de los vertidos industriales es muy variada, dependiendo del tipo de industria, de la gestión de su consumo de agua y del grado de tratamiento que reciben antes de su descarga. Una acería, por ejemplo, puede descargar entre 5 700 y 151 mil litros por tonelada de acero fabricado; si se practica el re-uso, se necesita menos agua. La infiltración de aguas residuales se produce cuando se sitúan conductos de alcantarillado por debajo del nivel freático o cuando el agua de lluvia se filtra hasta el nivel de la tubería. Esto no es deseable, ya que impone una mayor carga de trabajo al tendido general y a la planta depuradora. La cantidad de agua de lluvia que se drena dependerá de la pluviosidad, así como de las escorrentías o rendimiento de la cuenca de drenaje. Un área metropolitana estándar vierte un volumen de aguas residuales de entre 60 y 80% de sus requerimientos diarios totales, y el resto se usa para lavar coches y regar jardines, así como en procesos de enlatado y embotellado de alimentos.

- **Agua limpia y saneamiento**

En el mundo, cuatro de cada diez personas no tiene acceso siquiera a una letrina y cerca de dos de cada diez no tiene acceso a agua segura para consumo humano,<sup>3</sup> lo que ocasiona la muerte de 3 900 niños cada día. Según una encuesta realizada por la UNICEF en el año 2002, en 44 oficinas del organismo en distintos países, 77% había sufrido situaciones de emergencia y 62% de las oficinas había coordinado las intervenciones de emergencia en materia de agua y saneamiento. No tener acceso al agua potable y al saneamiento tiene muchas otras graves repercusiones. Los niños –y en especial las niñas– no pueden ejercer su derecho a la educación debido a que están ocupados buscando agua o no se animan a asistir a la escuela a causa de la falta de instalaciones separadas y decentes de saneamiento. Las mujeres se ven obligadas a pasar gran parte del día buscando agua. Los agricultores pobres son menos productivos debido a enfermedades relacionadas con la falta de agua y saneamiento, factor que afecta negativamente la economía familiar y nacional. Sin agua potable y saneamiento, el desarrollo sostenible es imposible.<sup>4</sup> Abastecimiento doméstico adecuado de agua potable. Es la disponibilidad en cada hogar y durante todo el año de suficiente agua de calidad como para garantizar la supervivencia, la salud y la productividad de sus miembros sin poner en peligro la integridad de la base de recursos naturales.

¿Qué es el saneamiento?

Saneamiento básico. Consiste en el acceso seguro, sustentable e higiénico al agua, al costo más bajo, con las facilidades necesarias y el tratamiento adecuado para extraer los excrementos y el lodo, además de que se brinde privacidad y dignidad a la población, asegurando al mismo tiempo un ambiente limpio y saludable tanto a nivel doméstico como comunitario.<sup>6</sup> Esto incluye la eliminación de residuos urbanos e industriales, la construcción de la red de alcantarillado, la remodelación de los barrios viejos, la eliminación de asentamientos irregulares, la mejora del trazado de las calles y la mejoría en las condiciones de habitabilidad, entre otros aspectos. Saneamiento ambiental. Es una serie de medidas encaminadas a controlar, reducir o eliminar la contaminación, para lograr una mejor calidad de vida para los seres vivos y el medio ambiente.



Acceso al agua potable y saneamiento en México Para el año 2005, 89% de la población cuenta con agua potable y 79% con alcantarillado; 70% de los habitantes del medio rural cuentan con servicio de agua potable. Cifras de la Conagua indican que a finales del año 2000, de una población de 97.4 millones de habitantes, 12 millones carecía de servicio de agua potable y 26 millones no tenían alcantarillado.<sup>7</sup> De seguir la tendencia actual de consumo y crecimiento poblacional, en 15 años el país enfrentará una situación crítica de desabasto. La Conagua comentó que en México el problema es urgente, pues no se podrá dotar del recurso a la nueva demanda. El desperdicio y la contaminación han causado que en 50 años el país disponga de menos de la mitad del agua y que México sea catalogado como un país con disponibilidad promedio baja.

¿De dónde proviene el agua potable que consumimos? La mayoría de las grandes ciudades se abastece de agua subterránea que se bombea y distribuye a través de redes. Sin embargo, quienes viven en áreas rurales frecuentemente van directamente a las fuentes a recolectar el agua. Otras fuentes del agua potable que consumimos son cuerpos de aguas superficiales, presas y un mínimo del porcentaje de agua que se consume es de agua desalinizada. A manera de ejemplo, 70% del abasto de la ciudad de México se obtiene de fuentes dentro de la misma cuenca del Valle de México (mayormente de pozos), 9% proviene del río Lerma y el 21% restante del Cutzamala.

## **7.- Agua y economía**

- **Sistemas de producción y el agua**
  - Utilizar energía solar térmica, si las características de las instalaciones lo permiten por superficie y orientación, tanto para ACS (agua caliente sanitaria) como para calentamiento de fluidos necesarios en diferentes procesos.
  - Laboratorios Bellcos, esta empresa adquirió un nuevo sistema de producción de agua que utilizará en la fabricación de cosméticos. El objetivo del trabajo, requerido por la empresa, es realizar el proceso de puesta en

marcha del sistema de producción de agua para asegurar que su instalación de parte del proveedor sea correcta y desarrollar los procedimientos que lograrán que la producción se realice según las indicaciones del fabricante. También se solicitó realizar una evaluación de validación para observar cómo se podría adecuar la producción de agua en base a la GMP farmacéutica que es la norma más estricta para sistemas de producción de agua industrial. Para lograr los objetivos de la puesta en marcha, se desarrolló una evaluación de cada equipo que componía el sistema. Esto se hizo midiendo parámetros de entrada y salida del agua. Esta debía cumplir lo declarado por el fabricante en aspectos como la dureza, conductividad, recuento microbiológico, cloro libre y turbiedad. Durante el proceso se detectaron algunas desviaciones con respecto al diseño original, que podrían afectar la calidad del agua a futuro y se desarrollaron las acciones correctivas necesarias. También se realizaron los procedimientos necesarios para mantener la producción bajo control. Para lograr el segundo objetivo, la evaluación de capacidad de validación farmacéutica, se observaron diferentes recomendaciones de la GMP farmacéutica y la ISPE en el documento Baseline Guides Vol. 4; Water and Steam Systems, la cual dio como resultado que el diseño tenía desviaciones con respecto a estas normas y se propusieron modificaciones que permitieran cumplir con los requerimientos exigidos. En conclusión, se logró que el sistema de producción de agua funcionara correctamente según las especificaciones del fabricante y se elaboraron los procedimientos necesarios para que los operarios puedan manejar el equipo de manera correcta. Con respecto a la evaluación de validación se logró determinar las desviaciones que el sistema posee con respecto a la norma y se proponen los cambios necesarios para lograr cumplir con el estándar farmacéutico.

- El proceso de producción de agua potable en las empresas consiste en la realización de una serie de actividades que permiten la potabilización del agua captada de tres fuentes superficiales, con el

fin de entregar a los habitantes, agua 100% apta para el consumo humano.

- **Agua y agricultura**

Diferenciamos dos grandes tipos de agricultura: de secano y de regadío. La mayor parte de los pastos para el ganado y una buena parte de los cultivos son de secano y sólo reciben agua de lluvia, con lo que tienen un menor impacto ambiental. No obstante, estos cultivos se ven amenazados por la erosión acelerada, debida a la modificación de la cubierta vegetal, especialmente en zonas montañosas o con lluvias intensas. En climas secos o de lluvias estacionales, la cosecha está muy condicionada por la meteorología.

La productividad en los cultivos de regadío es mayor y más segura que en los de secano. En España, la superficie de regadío se sitúa alrededor del 13% pero produce casi el 50% de la Producción Final Agraria (que mide el valor de toda la producción agraria). Sin embargo, el regadío exige el consumo de grandes volúmenes de agua y gran cantidad de fertilizantes y pesticidas, que contribuyen a la contaminación de suelos y aguas. En climas secos, el regadío puede llevar a la salinización de los suelos, por acumulación de sales solubles en agua, hasta hacerlos inservibles.

- **Agua y energía**

En cuanto a energía, se deben usar métodos de producción de energía renovables, limpios y seguros. Entre las alternativas más promisorias están: la energía del viento (energía eólica, aerogeneradores), la energía lumínica del sol (energía solar, celdas fotovoltaicas), celdas de hidrógeno (hidrógeno como combustible), plantas de energía hidroeléctrica mediante micropresas o microrrepresas, las cuales no tienen el A causa de la construcción de la represa

Miguel Alemán, en México, se incendiaron las viviendas de 21 mil indígenas mazatecos.

LA GOBERNANZA DEL AGUA / 65 impacto ambiental y social de las enormes y destructivas presas tradicionales. En cuanto a captación de agua es fundamental conservar los ecosistemas, los bosques, las selvas, dejar que la naturaleza sea la primera usuaria del agua, que recargue sus acuíferos. Hay que conservar las cuencas de una manera integral. Por otro lado, el problema a veces no consiste en captar más agua, sino en evitar el derroche. Eliminar un desperdicio tan alarmante como el de la agricultura es esencial. Muchas presas no tendrían razón de ser si no hubiera ese desperdicio. Las presas no son la solución a todos los problemas del agua, pues ¿de qué sirven éstas si el clima del planeta cambia? Hay que detener el cambio climático, bajar las emisiones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Debe recordarse que el cambio climático provoca sequías, inundaciones, huracanes, deshielos y que, en consecuencia, cambie el ciclo natural del agua en el mundo.

Finalmente, si el objetivo es captar más agua, entonces debe conservarse más la naturaleza, utilizar micropresas en lugar de megapresas, pavimentos permeables, captación y aprovechamiento urbano de aguas de lluvia, etc. Sin embargo, captar más agua no soluciona el problema. El sistema imperante de desarrollo destructivo y el crecimiento poblacional insostenible son los reales problemas que hay que atacar. La respuesta no está en crear más presas, sino en resolver los problemas que derivan en la demanda de más presas. Para evitar los desastres por inundaciones de los ríos –y al mismo tiempo aprovechar los beneficios que los nutrientes naturales arrastrados por los ríos pueden traer, al aumentar la fertilidad de los suelos–, se debe dejar que los ciclos periódicos de inundación sigan su curso natural. Esto necesariamente implica hacer lo que las sociedades han hecho por millones de años: reservar las llanuras de inundación para la agricultura, no para la construcción de vivienda.

- **Agua y seguridad alimentaria**

El hecho que el agua sea indispensable para la vida, para la calidad de vida y para el desarrollo de las personas y comunidades, la convierte en un recurso estratégico que repercute directamente en la vida social. El saneamiento adecuado es indispensable para la salud y la dignidad humanas. Por su importancia, tener acceso adecuado a ambos y poder determinar conjuntamente sus manejos se vuelve necesariamente un tema de justicia social.

Acceso y manejo del agua y al saneamiento socialmente justos Para determinar si el acceso y el manejo del agua y al saneamiento son justos socialmente deben tomarse en cuenta los siguientes elementos: cantidad de agua disponible, frecuencia de disponibilidad, calidad del agua y del servicio, acceso físico y económico, justicia en la relación precio-servicio, no discriminación en el acceso, participación significativa de todas y todos, y acceso a la información en la materia. Los que sufren más los problemas relacionados con el agua Algunos de los sectores poblacionales que por lo general se encuentran en mayor desventaja ante los problemas de agua y saneamiento son las mujeres, las niñas y los niños, las comunidades indígenas y rurales, y las comunidades urbanas marginadas.

Obtener agua cuesta y, dependiendo de su disponibilidad en una región y de la temporada del año, el valor del agua puede aumentar de manera tal que no se cuente con los ingresos para obtenerla ni para poder suministrarla. La escasez de agua ocasiona diferentes problemas –de salud, de producción de alimentos y de desarrollo económico– relacionados entre sí. El gran impacto que tiene la escasez de agua obliga a solucionar este problema como condición previa para superar la pobreza. Durante el último siglo la población mundial se ha triplicado, mientras que el consumo de agua se ha sextuplicado. Estos cambios han traído consigo un alto costo para el medio ambiente: para el siglo XX la mitad de los humedales ha desaparecido, algunos ríos ya no llegan al mar y 20% del agua dulce del mundo está en peligro.

Paginas para visitar:

- <http://www.fao.org/3/a-i3442s.pdf>
- [http://www.enredate.org/retrocd/escuela/historia/agua\\_historia.pdf](http://www.enredate.org/retrocd/escuela/historia/agua_historia.pdf)
- [http://www.ambientum.com/enciclopedia\\_medioambiental/aguas/La\\_molecula\\_del\\_agua.asp](http://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/La_molecula_del_agua.asp)
- <http://www.um.es/docencia/barzana/FIS/Agua-propiedades-unicas.html>
- <https://es.khanacademy.org/science/biology/ecology/biogeochemical-cycles/a/the-water-cycle>
- <https://www.gob.mx/mexico-con-agua/articulos/el-agua-y-su-historia-milenaria>
- <http://www.um.es/docencia/barzana/FIS/Agua-propiedades-unicas.html>
- <https://agua.org.mx/propiedades-derl-agua/>
- <http://www.ehu.eus/biomoleculas/agua/agua.htm#pf1>
- <https://water.usgs.gov/edu/watercyclespanish.html>