

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
UNAN – FAREM – CHONTALES
“CORNELIO SILVA ARGUELLO”

INVESTIGACION DOCUMENTAL

Tema: El Medio Ambiente y los Recursos Naturales

**Subtema: Fases, Efectos, Abastecimiento y Conservación del
Agua.**

Carrera: Ciencias Naturales

Autores:

- ***Wendy Lucia Valle Mendoza***
- ***Henry Antonio Méndez Suazo***

Tutora: Esp. Rosa María Lazo Lazo.

JUIGALPA, CHONTALES ENERO 2015

¡A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD!

Valoración del docente

Este trabajo de investigación documental acerca de fases, efectos, abastecimiento y conservación del agua, fue realizado en el periodo establecido, lo que implicó esfuerzo científico, técnicos y metodológicos, dada la importancia que amerita dicho estudio, el que permitió profundizar, ampliar y/o enriquecer los conocimientos, los cuales ayudarán a un mejor desempeño docente profesional que coadyuven al alcance de las competencias e indicadores de logros propuestos de manera conceptual, procedimental y actitudinal, fomentando principios y valores éticos, estéticos y morales que coadyuven al fortalecimiento y mejoramiento del currículo en hábitos, habilidades y destrezas, con proyección a una educación con calidad y calidez, beneficiando de esta manera a las futuras generaciones para el bien común, el país y la sociedad propiamente dicha, ya que esta investigación servirá como documento de estudio y apoyo para investigaciones posteriores.

Agradecimientos

Agradecemos a Dios primeramente por proporcionarlos sabiduría, entendimiento, salud para la aplicación correcta de nuestros saberes.

A nuestra tutora por habernos orientado las herramientas necesarias para la elaboración, ejecución y así poder finalizar nuestro trabajo en donde manifestó amabilidad y disposición en todo momento.

A nuestros padres- madres por el apoyo incondicional, amor y comprensión, por brindarnos la ayuda material, social y económica que necesitamos para concluir nuestro trabajo exitosamente.

Rosa María Lazo Lazo. Profesora del Departamento de Ciencias de la Educación y Humanidades de la Facultad Regional Multidisciplinaria de Chontales de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.

CERTIFICA que el informe final de Seminario de graduación:

Fases, efectos, abastecimiento y conservación del agua.

Ha sido realizado bajo su dirección por la Br. **Wendy Lucia Valle Mendoza**, Br. **Henry Antonio Méndez Suazo** y constituye su trabajo final para optar al título de Licenciado en Ciencias de la Educación con mención en Ciencias Naturales.

Y para que así conste, en cumplimiento de la normativa vigente, certifico que la Br. **Wendy Lucia Valle Mendoza**, Br. **Henry Antonio Méndez Suazo** han incorporado las recomendaciones que hiciera el tribunal examinador después de su presentación y defensa pública.

Juigalpa, Nicaragua, 20 de febrero 2015

Esp. Rosa María Lazo Lazo

Índice

I Tema

II Subtema

III Objetivo general

IV Objetivos específicos

V Introducción.....1

VI Justificación.....2

VII Bosquejo.....3-5

VIII Desarrollo.....6-40

IX Conclusiones.....41

X Recomendaciones.....42

XI Bibliografía.....43

XII Anexos.....44

I Tema general:

El medio ambiente y los recursos naturales

II Tema delimitado:

Fases, efectos, abastecimiento y conservación del agua

III Objetivo general:

- Analizar las fases, efectos, abastecimiento y conservación del agua.

IV Objetivos específicos:

- Determinar las fases y efectos del agua.
- Describir el abastecimiento del agua.
- Promover la conservación del agua

V Introducción

Se conoce como ciclo natural del agua el proceso que se inicia con el aporte de las precipitaciones desde la atmósfera a la tierra y a partir del cual el agua se evapora, transcurre sobre la superficie o se infiltra en mantos subterráneos.

El ciclo natural del agua depende fundamentalmente de la interrelación entre una serie de factores: el volumen de las precipitaciones, así como su distribución en el tiempo y en el espacio; el sustrato geológico y el tipo de materiales, su permeabilidad y su resistencia; las características de los suelos, que influyen en la capacidad de retención de agua y de desarrollo de la vegetación.

Lógicamente la variedad de situaciones que esto conlleva hace que los ciclos del agua presenten diferencias notables no solo a escala continental sino también entre las principales unidades físicas que componen la región. De hecho el agua es uno de los agentes más decisivos en esta configuración física en tanto que, por un lado, actúa como modelador del relieve mediante un largo proceso de erosión motivada por la escorrentía superficial y, por otro, determina, en íntima relación con los materiales que forman el suelo, la productividad biológica de cada espacio, su fertilidad y el tipo de vegetación que es capaz de soportar.

Existen otros mecanismos indirectos a través de los cuales la acción humana modifica los procesos naturales: la deforestación y la erosión son aspectos que influyen en una menor capacidad de retención del agua y alteran los procesos de circulación; la contaminación modifica la composición físico-química del agua, lo que no sólo afecta a los procesos biológicos sino que llega a comprometer la propia reutilización del recurso, etc.

El agua es un recurso esencial para la vida con un valor estratégico desde el punto de vista económico. Su ciclo natural aporta a la región potencialidades y limitaciones de partida, y su disponibilidad es un requisito indispensable para el desarrollo de las actividades sociales y económicas.

VI Justificación

Existe una diversidad de razones que justifica el estudio, incluyendo magnitud del problema de contaminación del agua, consideraciones socioeconómicas que intervienen y la conservación del vital líquido el agua. Para el desarrollo de todas las actividades de las comunidades que utilizan el agua producida en cada una de sus vertientes.

En la actualidad el recurso hídrico está bajo presiones crecientes como consecuencia del crecimiento de la población, el incremento de las actividades pecuarias y el establecimiento de asentamientos humanos en zonas no adecuadas, lo cual ha llevado a una competencia por los recursos limitados de agua dulce.

Una combinación de problemas económicos y socioculturales sumados a una carencia de programas de superación de la pobreza, ha contribuido a personas que viven en condiciones precarias a sobreexplotar los recursos naturales, lo cual afecta negativamente la calidad del recurso agua; las carencias de medidas de control de la contaminación dificultan el uso sostenible del vital líquido.

La causa de los problemas es la destrucción del bosque por incendios forestales, uso no adecuado del suelo, la falta de conciencia de conservación de los recursos naturales, y baja escolaridad de los pobladores. Sobre las consecuencias del problema, casi todos coinciden en la contaminación e insalubridad existente como efecto inmediato de la degradación de los recursos.

Cada vez, la calidad del agua es más baja, lo que puede contribuir a transmitir gran cantidad de enfermedades diarreicas agudas. Estas constituyen uno de los principales problemas de salud en la población infantil por que representan la primera causa de muerte en niños de 1 a 5 años de edad, en quienes ocasionan 3,2 millones de defunciones anuales en el mundo.

Aproximadamente 75% de los sistemas de aguas locales y municipales estaban mal desinfectados o carecían de sistemas de desinfección. Cabe destacar que el monitoreo de la calidad del agua potable, pone al alcance de las autoridades sanitarias información sistemática y rápida sobre la causa de cualquier brote o epidemia, permitiendo saber qué medidas tomar en cada caso.

VII Bosquejo

1- Ciclo hidrológico

1.1-Fases del ciclo hidrológico

1.2-Evaporación

1.2.1-Determinación de la evaporación

1.2.2- Usos industriales y en el laboratorio de química.

1.3- Condensación

1.3.1-Proceso

1.3.2- Condensación en la naturaleza

1.4- Precipitación

1.5- Infiltración

1.6- Escorrentía

1.7- Fusión

1.8- Solidificación

2- Compartimientos e intercambios de agua.

2.1- Energía del agua

2.2- Efectos humanos en el ciclo

2.2.1- Modificación de la superficie terrestre

2.2.2- Contaminación del ciclo del agua

2.2.3- Extracción de agua

2.3- Purificación del agua

2.4- Procesos de purificación

- 2.4.1- Cloración
- 2.4.2- Rayos de luz ultravioleta
- 2.4.3- Ozonificación de agua
- 2.4.4- Desinfección solar
 - 2.4.4.1- Método
- 2.5- Efectos químicos del agua
- 2.6- Salinización de los suelos por evaporación
- 3- Alteraciones del ciclo del agua
 - 3.1- Fuentes y usos del agua dulce
 - 3.2- Consecuencias de la contaminación del ciclo del agua
- 4- Contaminación del ciclo del agua
 - 4.1- Origen y tipos de la contaminación del agua
 - 4.2- Factores y nivel de contaminación
 - 4.3- Contaminantes del agua y su efecto
 - 4.4- Efectos generales de la contaminación del agua
 - 4.4.1- La contaminación de ríos y lagos
 - 4.4.2- La contaminación de las aguas subterráneas
 - 4.4.3- La contaminación del agua del mar
- 5- Hundimiento del suelo
- 6- Sistema de provisión de agua potable
 - 6.1- Fuente

7- Disponibilidad de agua para consumo humano

7.1- Disponibilidad de agua superficial

7.2- Reducción del consumo de agua

7.3- Riego

7.4- Sistemas municipales

8- Agua dulce como recurso

8.1- Recurso limitado

9- Desalinización del agua del mar

9.1- Procedimiento de desalinización

9.1.1- Desalinización por Osmosis inversa

9.1.1.1- Proceso de producción

9.1.1.2- Regulación de alta presión y recuperación de energía

9.1.1.3- Calidad de agua producida

9.1.1.4- Energía eléctrica

9.1.1.5- Almacenamiento y distribución del agua producida

9.1.2- Desalinización evaporación relámpago

9.1.3- Electrodialisis

10- Buen y mal manejo de agua de lluvia.

10.1- El mal manejo y sus consecuencias

10.2- Aumento de la contaminación

VIII Desarrollo

1-El ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico o ciclo del agua es el proceso de circulación del agua entre los distintos compartimentos de la hidrosfera. Se trata de un ciclo biogeoquímico en el que hay una intervención de reacciones químicas, y el agua se traslada de unos lugares a otros o cambia de estado físico.

El agua de la hidrósfera procede de la desgasificación del manto, donde tiene una presencia significativa, por los procesos del vulcanismo. Una parte del agua puede reincorporarse al manto con los sedimentos oceánicos de los que forma parte cuando éstos acompañan a la litosfera en subducción. (Juan Carlos Sanchez Reyes, 1996)

La mayor parte de la masa del agua se encuentra en forma líquida, sobre todo en los océanos y mares y en menor medida en forma de agua subterránea o de agua superficial por ejemplo en los ríos y arroyos.

El agua existe en la Tierra en tres estados: sólido (hielo, nieve), líquido y gaseoso (vapor de agua). Océanos, ríos, nubes y lluvia están en constante cambio: el agua de la superficie se evapora, el agua de las nubes precipita, la lluvia se filtra por la tierra, etc. Sin embargo, la cantidad total de agua en el planeta no cambia. La circulación y conservación de agua en la Tierra se llama ciclo hidrológico, o ciclo del agua.

Cuando se formó, hace aproximadamente cuatro mil quinientos millones de años, la Tierra ya tenía en su interior vapor de agua. En un principio, era una enorme bola en constante fusión con cientos de volcanes activos en su superficie. El magma, cargado de gases con vapor de agua, emergió a la superficie gracias a las constantes erupciones. Luego la Tierra se enfrió, el vapor de agua se condensó y cayó nuevamente al suelo en forma de lluvia. (Villalta, Ciencias Naturales , 2001)

El ciclo hidrológico comienza con la evaporación del agua desde la superficie del océano. A medida que se eleva, el aire humedecido se enfría y el vapor se transforma en agua: es la condensación. Las gotas se juntan y forman una nube. Luego, caen por su propio peso: es la

precipitación. Si en la atmósfera hace mucho frío, el agua cae como nieve o granizo. Si es más cálida, caerán gotas de lluvia.

Una parte del agua que llega a la superficie terrestre será aprovechada por los seres vivos; otra escurrirá por el terreno hasta llegar a un río, un lago o el océano. A este fenómeno se le conoce como escorrentía. Otro porcentaje del agua se filtrará a través del suelo, formando acuíferos o capas de agua subterránea, conocidas como capas freáticas. Este proceso es la infiltración. Tarde o temprano, toda esta agua volverá nuevamente a la atmósfera, debido principalmente a la evaporación.

1.1-Fases del ciclo hidrológico

El ciclo del agua tiene una interacción constante con el ecosistema ya que los seres vivos dependen de esta para sobrevivir, y a su vez ayudan al funcionamiento del mismo. Por su parte, el ciclo hidrológico presenta cierta dependencia de una atmósfera poco contaminada y de un grado de pureza del agua para su desarrollo convencional, y de otra manera el ciclo se entorpecería por el cambio en los tiempos de evaporación y condensación.

Los principales procesos implicados en el ciclo del agua son:

1.2-Evaporación: El agua se evapora en la superficie oceánica, sobre la superficie terrestre y también por los organismos, en el fenómeno de la transpiración en plantas y sudoración en animales. Los seres vivos, especialmente las plantas, contribuyen con un 10 % al agua que se incorpora a la atmósfera. En el mismo capítulo podemos situar la sublimación, cuantitativamente muy poco importante, que ocurre en la superficie helada de los glaciares o la banquisa. (Villalta, 2001)

1.2.1-Determinación de la evaporación

La evaporación puede medirse en forma directa desde pequeñas superficies de agua naturales o artificiales (tanques de evaporación) o a través de evaporímetros o lisímetros.

Estos últimos poseen una superficie porosa embebida en agua y se ubican en condiciones tales que la medición es condicionada por las características meteorológicas de la atmósfera, tales como grado higrométrico, temperatura, insolación, viento, etc.

Las tasas de evaporación así observadas pueden generalmente ser consideradas como máximas y dan una buena aproximación del poder evaporante de la atmósfera. Aplicando a dichos valores máximos diversos coeficientes de reducción y comparando los resultados corregidos con los suministrados por las fórmulas de evaporación, se deducirán los valores más probables de las tasas de evaporación aplicables a la superficie de interés.

El más utilizado de los evaporímetros es el de tipo Piche. Está constituido por un tubo cilíndrico de vidrio de 25 cm de largo y 1.5 cm de diámetro. El tubo está graduado y cerrado en su parte superior, mientras que su abertura inferior está obturada por una hoja circular de papel filtro normalizado de 30 mm de diámetro y 0.5 mm de espesor, fijada por capilaridad y mantenida por un resorte. Llenado el aparato de agua destilada, ésta se evapora progresivamente a través de la hoja de papel filtro.

La disminución del nivel del agua en el tubo permite calcular la tasa de evaporación (en mm por cada 24 horas, por ejemplo). El proceso de evaporación está ligado esencialmente al déficit higrométrico del aire; sin embargo, el aparato no tiene tal vez en cuenta suficientemente la influencia de la insolación. Este aparato, en las estaciones hidrometeorológicas se instala bajo abrigo. Los depósitos o tanques de evaporación utilizados en distintos países son de formas, dimensiones y características diferentes, pues los especialistas no están de acuerdo sobre el mejor tipo a emplear.

1.2.2-Usos industriales y en el laboratorio de química

Vista como una operación unitaria, la evaporación es utilizada para eliminar el vapor formado por ebullición de una solución o suspensión líquida para así obtener una solución concentrada. Se puede hacer por calentamiento o a presión reducida.³ En la gran mayoría de los casos, la evaporación vista como operación unitaria se refiere a la eliminación de agua de una solución acuosa. (Moore, 1984)

La evaporación en vacío es usada en la industria alimentaria para la conservación de alimentos, y en otras industrias, para el recubrimiento de diversos materiales.

1.3-Condensación: El agua en forma de vapor sube y se condensa formando las nubes, constituidas por agua en pequeñas gotas. Es el proceso inverso a la vaporización. Si se produce un paso de estado gaseoso a estado sólido de manera directa, el proceso es llamado

sublimación inversa o deposición. Si se produce un paso del estado líquido a sólido se denomina solidificación.

1.3.1-Proceso

Aunque el paso de gas a líquido depende, entre otros factores, de la presión y de la temperatura, generalmente se llama condensación al tránsito que se produce a presiones cercanas a la ambiental. Cuando se usa una sobrepresión elevada para forzar esta transición, el proceso se denomina licuefacción.

El proceso de condensación suele tener lugar cuando un gas es enfriado hasta su punto de rocío, sin embargo este punto también puede ser alcanzado variando la presión. El equipo industrial o de laboratorio necesario para realizar este proceso de manera artificial se llama condensador.

La ciencia que estudia las propiedades termodinámicas del aire húmedo y los efectos que tiene la variación de la humedad atmosférica sobre los materiales y el ser humano. Las interrelaciones entre los parámetros que determinan la condición del aire húmedo se representan en los diagramas psicométricos.

La condensación es un proceso regido con los factores en competición de energía y entropía. Mientras que el estado líquido es más favorable desde el punto de vista energético, el estado gas es el más entrópico. (Nason, 1980)

1.3.2-Condensación en la naturaleza

En la naturaleza se da el proceso de la condensación de vapor de agua al bajar la temperatura, por ejemplo, con el rocío en la madrugada. El vapor sólo se condensa en una superficie cuando la temperatura de dicha superficie es menor que la temperatura del vapor. Durante este proceso la molécula de agua libera energía en forma de calor, esto tiene parte de la responsabilidad de la sensación de temperatura mayor en un ambiente muy cálido y muy húmedo: la humedad que condensa en nuestra piel nos está transmitiendo un calor adicional. Adicionalmente, esta humedad hace inútil el proceso natural de refrigeración por sudor y evaporación. La temperatura ambiental también aumenta ligeramente. (Revén)

1.4-Precipitación: Se produce cuando las gotas de agua que forman las nubes se enfrían acelerándose la condensación y uniéndose las gotas de agua para formar gotas mayores que terminan por precipitarse a la superficie terrestre en razón a su mayor peso. La precipitación puede ser sólida (nieve o granizo) o líquida (lluvia).

En meteorología, la precipitación es cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno incluye lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo, pero no neblina ni rocío, que son formas de condensación y no de precipitación. La cantidad de precipitación sobre un punto de la superficie terrestre es llamada pluviosidad, o monto pluviométrico.

La precipitación es una parte importante del ciclo hidrológico, responsable del depósito de agua dulce en el planeta y, por ende, de la vida en nuestro planeta, tanto de animales como de vegetales, que requieren del agua para vivir. La precipitación es generada por las nubes, cuando alcanzan un punto de saturación; en este punto las gotas de agua aumentan de tamaño hasta alcanzar el punto en que se precipitan por la fuerza de gravedad.

Es posible inseminar nubes para inducir la precipitación rociando un polvo fino o un químico apropiado (como el nitrato de plata) dentro de la nube, acelerando la formación de gotas de agua e incrementando la probabilidad de precipitación, aunque estas pruebas no han sido satisfactorias, prácticamente en ningún caso.

Si bien la lluvia es la más frecuente de las precipitaciones, no deben olvidarse los otros tipos: la nevada y el granizo. Cada una de estas precipitaciones puede a su vez clasificarse en diversos tipos.

1.5-Infiltración: Ocurre cuando el agua que alcanza el suelo, penetra a través de sus poros y pasa a ser subterránea. La proporción de agua que se infiltra y la que circula en superficie (escorrentía) depende de la permeabilidad del sustrato, de la pendiente y de la cobertura vegetal. Parte del agua infiltrada vuelve a la atmósfera por evaporación o, más aún, por la transpiración de las plantas, que la extraen con raíces más o menos extensas y profundas. Otra parte se incorpora a los acuíferos, niveles que contienen agua estancada o circulante. Parte del agua subterránea alcanza la superficie allí donde los acuíferos, por las circunstancias topográficas, intersecan (es decir, cortan) la superficie del terreno.

1.6-Escorrentía: Este término se refiere a los diversos medios por los que el agua líquida se desliza cuesta abajo por la superficie del terreno. En los climas no excepcionalmente secos, incluidos la mayoría de los llamados desérticos, la escorrentía es el principal agente geológico de erosión y de transporte de sedimentos.

La escorrentía es un término geológico de la hidrología, que hace referencia a la lámina de agua que circula sobre la superficie en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros del agua de lluvia escurrida y extendida.

La escorrentía superficial es una de las principales causas de erosión a nivel mundial. Suele ser particularmente dañina en suelos poco permeables, como los arcillosos, y en zonas con una cubierta vegetal escasa.

La proporción de agua que sigue cada uno de estos caminos depende de factores como el clima, el tipo de roca o la pendiente del terreno. De modo similar, en lugares en los que hay abundantes materiales sueltos o muy porosos, es muy alto el porcentaje de agua que se infiltra.

Los principales parámetros que afectan la escorrentía son:

- ✚ La intensidad de la precipitación
- ✚ La capacidad de infiltración de una superficie particular;
- ✚ La condición hidráulica a la que se encuentra el suelo o la roca.
- ✚ Las características hidráulica del suelo o roca.
- ✚ La comparación entre estas variables permite obtener información sobre los procesos que se pueden presentar bajo diferentes situaciones. Las condiciones en las que se encuentra el suelo en el momento en que se produce la precipitación afectara de forma sustancial el escurrimiento o escorrentía.

Se pueden distinguir los siguientes casos:

Si la intensidad de la precipitación es menor que la capacidad de infiltración y el contenido de humedad del suelo es menor a su capacidad de campo, el escurrimiento sobre la superficie del terreno será reducido, ya que el suelo será capaz de captar una parte importante del volumen de agua que precipita sobre este. El flujo subsuperficial será muy

reducido, ya que el agua captada es retenida por la capilaridad y aumentará el contenido de humedad inicial en el suelo.

Cuando la intensidad de la precipitación es menor que la capacidad de infiltración y el contenido de humedad del suelo está próxima o igual a la capacidad de campo, parte de la precipitación se convertirá eventualmente en escurrimiento sobre el terreno; sin embargo, los volúmenes seguirán siendo de poca cuantía. El flujo subsuperficial será importante. Se puede notar que esta segunda situación frecuentemente se deriva de la primera, cuando la precipitación dura un cierto período de tiempo.

Si la intensidad de la precipitación es mayor que la capacidad de infiltración y el contenido de humedad del suelo o roca es menor a su capacidad de campo. El suelo, presentando una deficiencia de humedad importante, permitirá que el agua que precipite, a pesar de que la capacidad de infiltración es reducida, se utilice, parcialmente en abastecer de humedad al suelo, escurriendo sólo una porción relativamente pequeña.

Finalmente, cuando la intensidad de la precipitación es mayor que la capacidad de infiltración y el contenido de humedad del suelo o roca es mayor o igual a su capacidad de campo. En este caso, al encontrarse el suelo la condición cercana a la saturación, no permitirá una infiltración importante, de modo que la mayor parte del agua precipitada se convertirá en escurrimiento sobre el terreno.

El flujo subsuperficial también será importante. Cuando la parte somera de un suelo no permite una infiltración importante, la saturación en un suelo tendrá lugar sólo en una porción cercana a la superficie, siendo incapaz el frente de humedad de avanzar a mayor profundidad, favoreciendo de esta manera al escurrimiento sobre el terreno. (Allen, 1970)

1.7-Fusión: Este cambio de estado se produce cuando la nieve pasa a estado líquido al producirse el deshielo.

1.8-Solidificación: Al disminuir la temperatura en el interior de una nube por debajo de 0 °C, el vapor de agua o el agua misma se congelan, precipitándose en forma de nieve o granizo, siendo la principal diferencia entre los dos conceptos que en el caso de la nieve se trata de una solidificación del agua de la nube que se presenta por lo general a baja altura.

Al irse congelando la humedad y las pequeñas gotas de agua de la nube, se forman copos de nieve, cristales de hielo polimórficos (es decir, que adoptan numerosas formas visibles al microscopio), mientras que en el caso del granizo, es el ascenso rápido de las gotas de agua que forman una nube lo que da origen a la formación de hielo, el cual va formando el granizo y aumentando de tamaño con ese ascenso.

Cuando sobre la superficie del mar se produce una manga de agua (especie de tornado que se produce sobre la superficie del mar cuando está muy caldeada por el sol) este hielo se origina en el ascenso de agua por adherencia del vapor y agua al núcleo congelado de las grandes gotas de agua. El proceso se repite desde el inicio, consecutivamente por lo que nunca se termina, ni se agota el agua.

2- Compartimentos e intercambios de agua

El agua se distribuye desigualmente entre los distintos compartimentos, y los procesos por los que éstos intercambian el agua se dan a ritmos heterogéneos. El mayor volumen corresponde al océano, seguido del hielo glaciario y después por el agua subterránea. El agua dulce superficial representa sólo una exigua fracción y aún menor el agua atmosférica (vapor y nubes).

Depósito	Volumen (en millones de km ³)	Porcentaje
Océanos	1 370	90,40386
Casquetes y glaciares	546	8,90
Agua subterránea	9,5	0,68
Lagos	0,125	0,01
Humedad del suelo	0,065	0,005
Atmósfera	0,013	0,001
Arroyos y ríos	0,0017	0,0001
<u>Biomasa</u>	0,0006	0,00004

Depósito	Tiempo medio de permanencia
Glaciares	20 a 100 años
Nieve estacional	2 a 6 meses
Humedad del suelo	1 a 2 meses
Agua subterránea: somera	100 a 200 años
Agua subterránea: profunda	10.000 años
Lagos	50 a 100 años
Ríos	2 a 6 meses

2.1-Energía del agua

El ciclo del agua emite una gran cantidad de energía, la cual procede de la que aporta la insolación. La evaporación es debida al calentamiento solar y animada por la circulación atmosférica, que renueva las masas de aire y que es a su vez debida a diferencias de temperatura igualmente dependientes de la insolación.

Los cambios de estado del agua requieren o disipan mucha energía, por el elevado valor que toman el calor latente de fusión y el calor latente de vaporización. Así, esos cambios de estado contribuyen al calentamiento o enfriamiento de las masas de aire, y al transporte neto de calor desde las latitudes tropicales o templadas hacia las frías y polares, gracias al cual es más suave en conjunto el clima.

2.2-Efectos humanos en el ciclo del agua

Una buena parte de los problemas ambientales q encontramos proceden de los efectos directos e indirectos del ciclo hidrológico, que se clasifican en tres categorías: 1) Modificación de la superficie terrestre, 2) Contaminación y 3) extracción.

2.2.1-Modificación de la superficie terrestre

Tal vez nos preocupemos más por el sacrificio de bosques y otros ecosistemas en aras de las empresas del hombre porque su pérdida disminuye la biodiversidad. Pero los efectos indirectos de ese sacrificio en el ciclo del agua son también profundos.

En la mayor parte de los ecosistemas naturales hay relativamente pocos escurrimientos pluviales y más bien la vegetación detiene la lluvia; el agua se infiltra en el suelo poroso, y recarga las capas freáticas. Entonces, su liberación gradual por manantiales y fuentes hace que el caudal de arroyos y ríos sea más o menos uniforme.

Cuando los bosques se talan o los campos se rozan en demasía, el ciclo normal del agua cambia de la infiltración y la recarga de las aguas freáticas a los escurrimientos pluviales, con lo que el agua de lluvia corre a los ríos y arroyos casi de inmediato.

La afluencia repentina de agua a las corrientes fluviales no solo es proclive a causar inundaciones, sino que también trae toda clase de sedimentos y otros contaminantes de las superficies erosionadas. (Villalta, ciencias de la vida y el ambiente, 2001)

Desde luego, las inundaciones no son desconocidas en la naturaleza. Sin embargo, en muchas partes del mundo su frecuencia y gravedad siguen creciendo, no porque haya más precipitaciones, sino porque el agua escurre de las vertientes deforestadas o devastadas. Las secuelas de que el suelo erosionado pase a las corrientes fluviales tienen un alcance aun mayor, pues la pesca se arruina y se reduce la utilidad del agua para otros propósitos.

También profundo y trascendental es el hecho de que el aumento en los escurrimientos significa menos infiltración y menos recarga de las capas freáticas. Así, estas serían insuficientes para alimentar los manantiales en tiempos de secas. Los hechos secos, desnudos y sin vida son característicos de las regiones deforestadas, una tragedia tanto para el ecosistema como para los seres humanos que dependen del flujo. (Mendoza, 2014)

Las lagunas cumplen una función de almacenamiento y liberación similar a los mantos freáticos; por lo tanto, destruirlas tiene el mismo efecto que la deforestación: exagera las inundaciones, y se contaminan las corrientes fluviales en las temporadas de lluvias, a la vez que se agotan en las de secas.

Los asentamientos urbanos y suburbanos ofrecen un ejemplo extremo de modificación de la superficie terrestre, pues el suelo poroso es reemplazado con asfalto.

2.2.2-Contaminación del ciclo del agua

El ciclo del agua comprende toda la biosfera. Por lo tanto, los desechos se introducen en él. Humos y vapores descargados en el aire volverán como lluvia contaminada. Los agentes químicos que aplicamos al suelo, como fertilizantes, pesticidas y sales para disolver la nieve se lixivian y llegan a las aguas freáticas o escurren a las corrientes fluviales; y lo mismo ocurre con aceites, grasas y otros materiales que arrojamos o regamos en el suelo.

Cualquier desecho que enterremos (caso de los rellenos sanitarios) llega hacer lixiviado hasta las capas freáticas. Por supuesto, toda el agua que empleamos para lavar o expulsar los desperdicios añade contaminantes a las aguas superficiales, a menos que pase por un tratamiento.

2.2.3-Extracción de agua

La extracción de agua dulce es la cantidad de agua eliminada a partir de fuentes disponibles para su uso por cualquier propósito, sin incluir las pérdidas por evaporación. El agua utilizada no es necesariamente consumida por completo y una parte puede ser devuelta para ser utilizada aguas abajo.

2.3-Purificación del agua

Las impurezas suspendidas y disueltas en el agua natural impiden que ésta sea adecuada para numerosos fines. Los materiales indeseables, orgánicos e inorgánicos, se extraen por métodos de criba y sedimentación que eliminan los materiales suspendidos.

Otro método es el tratamiento con ciertos compuestos, como el carbón activado, que eliminan los sabores y olores desagradables. También se puede purificar el agua por filtración, o por cloración o irradiación que matan los microorganismos infecciosos.

En la ventilación o saturación de agua con aire, se hace entrar el agua en contacto con el aire de forma que se produzca la máxima difusión; esto se lleva a cabo normalmente en fuentes, esparciendo agua en el aire. La ventilación elimina los olores y sabores producidos por la descomposición de la materia orgánica, al igual que los desechos industriales como los fenoles, y gases volátiles como el cloro. También convierte los compuestos de hierro y

manganeso disueltos en óxidos hidratados insolubles que luego pueden ser extraídos con facilidad. (Mendoza, 2014)

La dureza de las aguas naturales es producida sobre todo por las sales de calcio y magnesio, y en menor proporción por el hierro, el aluminio y otros metales. La que se debe a los bicarbonatos y carbonatos de calcio y magnesio se denomina dureza temporal y puede eliminarse por ebullición, que al mismo tiempo esteriliza el agua. La dureza residual se conoce como dureza no carbónica o permanente.

El hierro, que produce un sabor desagradable en el agua potable, puede extraerse por medio de la ventilación y sedimentación, o pasando el agua a través de filtros de zeolita. También se puede estabilizar el hierro añadiendo ciertas sales, como los poli fosfatos. El agua que se utiliza en los laboratorios, se destila o se desmineraliza pasándola a través de que absorben los iones compuestos.

2.4-Procesos de purificación

El proceso de purificación de agua potable es una serie de pasos al cual el agua se somete para eliminar microorganismos y residuos a fin de obtener agua de mayor pureza y calidad consumible. Existen diferentes formas de purificar el agua, la forma más popular de obtener agua pura es **hervirla**.

El hervir el agua durante al menos cinco minutos bastara para matar a todos los organismos que causan enfermedades. Sin embargo, hervir el agua no es fácil. Usa mucho combustible que es a menudo caro o difícil de encontrar. Este proceso cambia el sabor del agua y necesita un tiempo para enfriarse antes de que pueda beberse.

Existen diferentes pasos a seguir para la purificación del agua potable:

- Cloración
- Rayos de luz UV
- Ozonificación del agua
- Desinfección solar (método SODIS)

2.4.1-Cloración

Es el procedimiento primario de desinfección de agua, en el que se emplean compuestos clorados, tiene acción germicida que elimina algunas bacterias, mohos y algas; además que mantiene un equilibrio de la población de microorganismos patógenos que pudieran encontrarse en el agua.

2.4.2-Rayos de luz ultravioleta

La luz ultravioleta se usa para matar a bacterias pues gracias al espectro que tiene es posible llegar a exterminarlas esterilizando así al agua.

2.4.3-Ozonificación de agua

Se emplea después de que el agua ha pasado por los rayos ultravioleta para poder eliminar la radiación de estos, es un gas que se inyecta al agua de la forma más directa posible en combinación con el aire que al tener contacto con el agua lleva cabo la oxidación de los compuestos orgánicos e inorgánicos de ésta, destruyéndolos y evitando la formación de algas.

La efectividad de la desinfección mediante ozono tiene que ver con la cantidad empleada de este y con el tiempo en contacto con el agua.

2.4.4-Desinfección solar (método SODIS)

Una forma de desinfectar el agua de drenaje es el uso de **radiación UV**. La radiación ultravioleta es un proceso demostrado para la desinfección del agua, aire y superficies sólidas contaminadas microbiológicamente.

Este método se está haciendo muy popular porque es **barato, simple**, y requiere poco trabajo. La investigación ha demostrado que si se usa correctamente, el agua tratada es tan limpia como el agua hervida.

El proceso se llama **desinfección solar**. Este método requiere botellas de plástico transparentes de aproximadamente 1,5 litros (las de agua embotellada son ideales) y que el agua que no esté demasiado turbia.

Es importante **no usar botellas de vidrio**, ya que no permiten que entre suficiente luz solar en el agua. Las botellas de plástico tienen costados muy finos que permiten que la luz solar llegue al agua. El agua turbia debe **dejarse decantar** antes del uso y debe filtrarse mediante una **tela** o **filtro** de arena si todavía está turbio.

2.4.4.1-Método

Llenar una botella limpia aproximadamente tres cuartos de su capacidad, tapanla y **agitarla vigorosamente** durante aproximadamente 20 segundos. Esto asegura que haya **suficiente aire** en el agua, el que **reacciona con la luz del sol** para ayudar al proceso de **purificación**.

Llenar luego la botella hasta el tope y ponerla acostada en un lugar donde reciba luz solar directa durante varias horas y donde el viento no enfríe la botella. Un **tejado** es ideal si está hecho de planchas metálicas, tejas o concreto.

La técnica **SODIS puede** ser practicada por personas que no tienen acceso al agua potable en cualquier lugar del mundo. Es un método muy sencillo de aplicar por las siguientes razones:

- El método se puede utilizar a nivel doméstico.
- Sólo depende de la radiación solar y de las botellas de plástico.
- El coste de utilizar y mantener la tecnología de SODIS es prácticamente nulo.

2.5-Efectos químicos del agua

El agua, al desplazarse a través del ciclo hidrológico, transporta sólidos y gases en disolución. El carbono, el nitrógeno y el azufre, elementos todos ellos importantes para los organismos vivientes, son volátiles y solubles, y por lo tanto, pueden desplazarse por la atmósfera y realizar ciclos completos, semejantes al ciclo del agua.

La lluvia que cae sobre la superficie del terreno contiene ciertos gases y sólidos en disolución. El agua que pasa a través de la zona insaturada de humedad del suelo recoge dióxido de carbono del aire y del suelo y de ese modo aumenta de acidez. Esta agua ácida, al llegar en contacto con partículas de suelo o roca madre, disuelve algunas sales minerales. Si el suelo tiene un buen drenaje, el flujo de salida del agua freática final puede contener una cantidad importante de sólidos disueltos, que irán finalmente al mar.

En algunas regiones, el sistema de drenaje tiene su salida final en un mar interior, y no en el océano, son las llamadas cuencas endorreicas. En tales casos, este mar interior se adaptará por sí mismo para mantener el equilibrio hídrico de su zona de drenaje y el almacenamiento en el mismo aumentará o disminuirá, según que la escorrentía sea mayor o menor que la evaporación desde el mismo. Como el agua evaporada no contiene ningún sólido disuelto, éste queda en el mar interior y su contenido salino va aumentando gradualmente.

2.6-Salinización de los suelos por evaporación.

Si el agua del suelo se mueve en sentido ascendente, por efecto de la capilaridad, y se está evaporando en la superficie, las sales disueltas pueden ascender también en el suelo y concentrarse en la superficie, donde es frecuente ver en estos casos un estrato blancuzco producido por la acumulación de sales.

Cuando se añade agua de riego, el agua es transpirada, pero las sales que haya en ésta quedan en el suelo. Si el sistema de drenaje es adecuado, y se suministra suficiente cantidad de agua en exceso, como suele hacerse en la práctica del riego superficial, y algunas veces con el riego por aspersión, estas sales se disolverán y serán arrastradas al sistema de drenaje. (Ambiental)

Si el sistema de drenaje falla, o la cantidad de agua suministrada no es suficiente para el lavado de las sales, éstas se acumularán en el suelo hasta tal grado en que las tierras pueden perder su productividad.

3-Alteraciones del ciclo del Agua

Proceso que sigue el agua en la naturaleza, a partir de la evaporación de mares, ríos y océanos, este vapor es conducido a la atmósfera donde se condensa y forma nubes, el

descenso térmico provoca la precipitación del agua., que discurre por la superficie terrestre, infiltrándose en el terreno o en otros casos evaporándose, pasando así de nuevo a la atmósfera y comenzando de nuevo el ciclo una y otra vez.

El ciclo del agua puede sufrir alteraciones tanto de la naturaleza como por parte del hombre.

Un efecto natural que afecta este ciclo es la erosión que contamina aguas subterráneas, pero no en tal afecta en cantidad como la incontrolable tala de bosques.

Los principales ecosistemas y biotas terrestres, así como los seres humanos, dependen del agua dulce, aquella cuyo contenido de sales es menor al 0,01%. El 97% del agua de la Tierra es salada y se encuentra en mares y océanos, y del restante 3%, el 87% está concentrada en los casquetes polares y los glaciares, es agua profunda inaccesible o se halla en la atmósfera, por lo que es solo asequible el 0,4% del total.

3.1-Fuentes y usos del agua dulce

Las principales fuentes de agua dulce son las masas superficiales, ríos, lagos y las subterráneas. Antes de que se dispusiera de servicios municipales de suministro, cada familia sacaba el agua para su propio uso de la corriente local o de un pozo poco profundo.

Este método se emplea todavía en buena medida, y en muchos países en desarrollo las mujeres caminan largas distancias cada día para conseguir agua. Como las masas superficiales y los pozos pocos profundos suelen recibir agua de lluvia, a menudo se contaminan con diversos desperdicios, incluyendo excrementos animales y aguas residuales que es muy probable que contengan agentes patógenos (organismos que causan enfermedades). Con todo, insegura como es, se calcula que esta agua de que disponen 1200 millones de pobres en los países menos desarrollados. Por lo general se bebe sin tratamiento, pero no sin consecuencias.

En los países desarrollados también las principales fuentes de agua son ríos y lagos, pero los métodos de acopio, tratamiento y distribución son más refinados. Se construyen embalses en los ríos para crear depósitos que acumulan agua en los tiempos caudalosos y

de los que se toman en los de flujo escaso. Además, presas y embalses también sirven para generar electricidad, ofrecer sitios de recreación y controlar las inundaciones.

3.2-Consecuencias de la contaminación del agua

Los efectos de la contaminación del agua incluyen los que afectan a la salud humana. La presencia de nitratos (sales del ácido nítrico) en el agua potable puede producir una enfermedad infantil que en ocasiones es mortal. El presente en los fertilizantes derivados del cieno o lodo puede ser absorbido por las cosechas, de ser ingerida en cantidad suficiente, el metal puede producir un trastorno diarreico agudo, así como lesiones en el hígado y los riñones.

Hace tiempo que se conoce o se sospecha de la peligrosidad de sustancias inorgánicas, como el mercurio, el arsénico y el plomo. (Mendoza, 2014)

Los lagos son especialmente vulnerables a la contaminación. Hay un problema, la eutrofización, que se produce cuando el agua se enriquece de modo artificial con nutrientes, lo que produce un crecimiento anormal de las plantas. Los fertilizantes químicos arrastrados por el agua de los campos de cultivo pueden ser los responsables.

El proceso de eutrofización puede ocasionar problemas estéticos, como mal sabor y olor, y un acumulamiento de algas o verdín desagradable a la vista así como un crecimiento denso de las plantas con raíces, el agotamiento del oxígeno en las aguas más profundas y la acumulación de sedimentos en el fondo de los lagos, así como otros cambios químicos, tales como la precipitación del carbonato de calcio en las aguas duras, otro problema cada vez más preocupante es la lluvia ácida.

4-Contaminación del agua

La contaminación del agua es, según la Ley de Aguas, <<la acción y el efecto de introducir materias o formas de energía o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica>> (Ley de Aguas, art. 85).

4.1- Origen y tipos de contaminación:

Los tipos de contaminación se diferencian según su origen. Podemos distinguir:

- Difusa. Su origen no está claramente definido, aparece en zonas amplias y no tiene foco emisor concreto.
- Puntual. Es producida por un foco emisor determinado y afecta a una zona concreta.

La contaminación natural consiste en la presencia de determinadas sustancias en el agua sin que intervenga la acción humana.

La contaminación de origen urbano es el resultado del uso del agua en viviendas, actividades comerciales y de servicios, lo que genera aguas residuales, que son devueltas al receptor con un contenido de residuos fecales, desechos de alimentos y en la actualidad con un incremento de productos químicos.

La contaminación de origen agrícola deriva del uso de plaguicidas, pesticidas, biosidas, fertilizantes y abonos, que son arrastrados por el agua de riego, llevando consigo sales compuestas de nitrógeno, fósforo, azufre y trazas de elementos órgano clorados que pueden llegar al suelo por lixiviado y contaminar las aguas subterráneas.

La contaminación de origen industrial es una de las que produce un mayor impacto, por la gran variedad de materiales y fuentes de energía que puede aportar al agua.

Otras fuentes de contaminación de origen antropogénicos son:

- Los vertederos de residuos, tanto urbanos como industriales y agrarios.
- La contaminación por restos de combustibles, como lubricantes, anticongelantes, asfaltos.
- La contaminación de agua por fugas en conducciones y depósitos de carácter industrial.
- Las mareas negras, ocasionadas por el vertido de petróleo crudo sobre el mar, principalmente como consecuencia de accidentes de los grandes buques petroleros o como resultado de limpieza.

4.2- Factores y nivel de contaminación:

Existen una serie de factores que contribuyen a disminuir o a agravar los procesos de contaminación de las aguas, como son las características del receptor y de la zona donde éste se encuentra, y los usos previos del agua.

Si tenemos en cuenta las características del receptor, debemos distinguir:

- Tipo de receptor, es decir, si se trata de aguas superficiales o subterráneas.
- Cantidad y calidad del receptor.
- Características dinámicas o estáticas, que le dan mayor o menor poder, respectivamente, de “dispersión” de la contaminación y la posibilidad de una mayor autodepuración en el caso de que el agua no quede concentrada en un punto.
- Características de biocenosis, es decir, la mayor o menor presencia de organismos capaces de degradar la materia contaminada.

Por lo que se refiere a las características de la zona donde se localiza el receptor, puede existir en ella diferentes aportes de aguas contaminadas que aumenten el grado de contaminación del receptor, influyendo también las particularidades climáticas y geomorfológicas de la zona, que aportan las características al receptor.

En cuanto a los usos previos del agua del receptor, referidos concretamente al tipo y cantidad de vertidos que el agua ha tenido que soportar con anterioridad, así como a la existencia o no de sistemas de depuración en el receptor que contribuyan a aumentar o disminuir el grado de contaminación que provocaría una utilización posterior.

4.3- Contaminantes del agua y sus efectos:

Según su naturaleza, los contaminantes del agua se pueden clasificar en químicos y biológicos.

Los contaminantes del agua son todas aquellas sustancias químicas, seres vivos o formas de energía que se encuentran en proporciones superiores a las consideradas normales. (Revén)

- Contaminantes químicos, elementos y compuestos de naturaleza química variada, que alteran las propiedades del agua e hipotecan sus usos, que pueden ser orgánicos, inorgánicos y gases.
- Contaminantes biológicos, como la materia orgánica que participa en los procesos de descomposición y los microorganismos presentes en el agua, cuyo efecto más importante es la producción o transmisión de enfermedades, como el tifus, cólera, disentería, paludismo, etc..., cuando sobrepasan unos valores límites.

4.4-Efectos generales de la contaminación del agua:

Vamos a estudiar ahora los efectos generales de la contaminación del agua en tres niveles: ríos y lagos, aguas subterráneas y agua del mar.

4.4.1-La contaminación de ríos y lagos: eutrofización:

Debido a su poder erosivo, los ríos arrastran sales, materia orgánica y sólidos en suspensión. Por lo que se desencadenan procesos de contaminación cuyos efectos más importantes son:

- Restricción en el uso del agua.
- Alteraciones en la fauna y/o flora acuáticas.
- Apariencia y olor desagradables.

La principal defensa que los ríos tienen para contrarrestar la contaminación es su dinámica. Un ejemplo de esto es el proceso conocido como eutrofización, que consiste en un aumento de la productividad biológica que ocasiona un excesivo crecimiento de algas provocado por la introducción en el ecosistema de materia orgánica a través de vertidos de origen agrícola y doméstico. (Villae)

La eutrofización puede aparecer también en estuarios costeros y mares más o menos cerrados que provoca la aparición de algas tóxicas que acaban con peces, aves acuáticas y mamíferos marinos.

Entre las medidas que permiten minimizar y corregir la eutrofización, se encuentran las siguientes:

- Limitar o prohibir vertidos domésticos y agrícolas en ecosistemas acuáticos reducidos o con escasa dinámica.
- Depurar las aguas residuales antes de su devolución al receptor.
- Disminuir el contenido de los poli fosfatos de los detergentes.
- Inyectar oxígeno puro en lagos y embalses afectados.
- Añadir nitrógeno al agua para evitar el crecimiento de algas cianofíceas.

El problema se ha agravado en los últimos 50 años, y muchos lagos españoles y europeos se ven afectados por él.

4.4.2-La contaminación de las aguas subterráneas

Las aguas subterráneas suponen un recurso hídrico importante puesto que su confinamiento en los acuíferos le proporciona unas características, según la naturaleza de los materiales por los que circula, en general aptas para su consumo. Pero ahora se ven seriamente afectadas por graves problemas como la contaminación, sobreexplotación y salinización; estos últimos íntimamente ligados.

La contaminación de las aguas subterráneas puede ser puntual, con un foco localizado y que afecta a zonas muy concretas y próximas al foco emisor; o difusa que afecta a una zona más extensa del acuífero.

Dadas las características que las aguas subterráneas poseen, escasa dinámica y baja capacidad auto depuradora se hace necesaria la aplicación de medidas que prevengan o disminuyan su contaminación.

La sobreexplotación de un acuífero se ocasiona al extraer agua en cantidad superior a su capacidad de recarga, lo que puede provocar un descenso del nivel freático, disminuyendo sensiblemente su utilidad como recurso.

4.4.3-La contaminación del agua del mar

Los mares y océanos, al disponer de un gran volumen de agua, poseen una capacidad de autodepuración mucho mayor que la de los ríos, lagos y aguas subterráneas.

Entre los efectos más destacados está la muerte de organismos marinos por hundimiento al perder la flotabilidad, o pérdida de calor al alterarse el aislamiento térmico por la impregnación de crudo en las plumas y pelos. (Villalta, Ciencias Naturales , 2001)

Para combatir las mareas negras podemos aplicar medidas de carácter preventivo como la elaboración de reglamentaciones y leyes; exigencia para el transporte de crudo y sustancias peligrosas, de buques con doble casco; y medidas correctoras que permitan eliminar el crudo y paliar sus efectos.

5- Hundimiento del suelo

Es un movimiento de la superficie terrestre en el que predomina el sentido vertical descendente y que tiene lugar en áreas alinéales o de muy baja pendiente. Este movimiento puede ser inducido por distintas causas y se puede desarrollar con velocidades muy rápidas o muy lentas según sea el mecanismo que da lugar a tal inestabilidad.

Si el movimiento vertical es lento o muy lento (metros ó centímetros / año) y afecta a una superficie amplia (km²) con frecuencia se habla de subsidencia. Si el movimiento es muy rápido (m/s) se suele hablar de colapso.

Las causas de la subsidencia pueden ser, entre otras:

- La respuesta de los materiales geológicos ante los esfuerzos tectónicos.
- Las variaciones en el nivel freático o en el estado de humedad del suelo, por ejemplo como consecuencia de la explotación de acuíferos.

- La actividad minera subterránea, por ejemplo tras el abandono de galerías subterráneas.

Por su parte, las causas de los colapsos implican el fallo de la estructura geológica que sostiene una porción del terreno bajo el cual existe una cavidad, lo que puede venir motivado por la disolución de las rocas hasta el límite de la resistencia de los materiales o el vaciado de acuíferos o en general el debilitamiento por meteorización física o química de una estructura que alberga una cavidad. El aprovechamiento de los recursos naturales (actividad minera, explotación de acuíferos) también puede inducir colapsos.

Los hundimientos son comunes en donde la roca que existe debajo de la superficie es piedra caliza, roca de carbonato, tiene capas de sal o son rocas que pueden ser disueltas naturalmente por la misma circulación del agua subterránea. Al disolverse la roca, se forman espacios y cavernas subterráneas.

La apariencia de los hundimientos es impresionante porque la tierra se mantiene usualmente intacta por cierto tiempo hasta que los espacios adentro de la tierra subterránea se hacen demasiado grandes para seguir dando suficiente apoyo a la tierra de la superficie. Si no se cuenta con suficiente apoyo para la tierra que se encuentra sobre los espacios y cavernas subterráneas, entonces puede ocurrir un colapso súbito en la tierra.

6- Sistema de provisión de agua potable

Agua se encuentra naturalmente en la superficie de la Tierra en capas de hielo, campos de hielo, glaciares, icebergs, pantanos, lagunas, lagos, ríos y arroyos, y bajo la superficie como agua subterránea en acuíferos y corrientes de agua subterránea. El agua dulce se caracteriza generalmente por tener una baja concentración de sales disueltas y un bajo total de sólidos disueltos.

El término excluye específicamente agua de mar y agua salobre, aunque sí incluye las aguas ricas en minerales, tales como las fuentes de agua ferruginosa. El término «agua dulce» se originó de la descripción del agua en contraste con agua salada. (temática)

6.1- Fuente

La fuente de casi toda el agua es la precipitación en la atmósfera terrestre en la forma de niebla, lluvia y nieve. Agua que cae como niebla, lluvia o nieve contiene materiales disueltos de la atmósfera así como material del mar y de la tierra sobre las cuales las nubes se desplazaron.

En zonas industrializadas la lluvia suele ser ácida debido a los óxidos de azufre y nitrógeno disueltos que se formaron a partir de la quema de combustibles fósiles en automóviles, fábricas, trenes y aviones y desde las emisiones atmosféricas de la industria. En algunos casos esta lluvia ácida puede contribuir a la contaminación de los lagos y ríos.

En las zonas costeras, el agua dulce puede contener concentraciones significativas de sales derivadas del mar si el viento levantó pequeñas gotas de agua de mar en las nubes portadoras de lluvia. Esto puede dar lugar a un incremento en las concentraciones de sodio, cloruro, magnesio y sulfato, así como muchos otros compuestos en concentraciones más pequeñas. (MARENA, 2005)

En zonas áridas o zonas con suelos pobres o polvorientos, los vientos cargados de lluvia pueden llevar partículas de arena y polvo, que pueden ser depositados en la forma de precipitación en otros lugares, lo que resulta en un flujo de agua dulce contaminada con cantidades medibles de sólidos insolubles y componentes solubles de los suelos. Cantidades significativas de hierro pueden ser transportadas.

7- Disponibilidad de agua para consumo humano

Aunque Nicaragua cuenta con abundantes fuentes de agua superficial y subterránea de tal modo que la cantidad de este recurso es la suficiente para satisfacer la demanda actual, estas fuentes son estacionalmente dependientes y por eso las estimaciones acerca de la disponibilidad de agua en el país difieren entre los datos publicados. Estas estimaciones van desde 137 448 hasta 192 690 Mm/año, y sólo 7% corresponden a la vertiente del Pacífico del país.

Si se asume el dato de disponibilidad de 192 690 Mm/año y el dato de la población actual nicaragüense de 5 995 928 habitantes al 2010, la cantidad de agua anual per cápita sería de 32,14 x 1 000 m. (PANIC, 2001-2005)

A pesar del gran volumen de agua superficial disponible en el país, la principal fuente de suministro es de origen subterráneo debido a que las aguas superficiales presentan más problemas de contaminación. Las aguas subterráneas se encuentran en acuíferos aluviales cuaternarios y coexisten con arenas bioclásticas terciarias y depósitos volcánicos cuaternarios, en fracturas, en la depresión de Nicaragua y en las planicies del Pacífico y del Caribe.

Los principales acuíferos están ubicados en la región del Pacífico debido a que la formación geológica favorece la presencia del agua subterránea. Como se mencionó anteriormente, esta fuente de agua constituye el recurso principal para la agricultura en esta zona del país. Al contrario, la región del Atlántico llamada también la Costa Atlántica, la más extensa del país (46 600 km), presenta mayor disponibilidad de recursos hídricos superficiales, mientras que la región Central presenta condiciones intermedias con algunos ríos de caudal constante y valles de agua subterránea productivos. (FAO, 2005)

El mayor potencial de agua superficial para agua de consumo está concentrado en el lago Cocibolca, que tiene un área de 8 264 km, para un volumen promedio de descarga hacia el río San Juan de 12 614,4 Mm/año. El lago ha sido declarado como reservorio natural destinado en un futuro para uso de consumo humano y riego en la Ley General de Aguas Nacionales, Ley 620 (La Gaceta, 2007b).

7.1- Disponibilidad de agua superficial

La disponibilidad de agua superficial en Nicaragua es de aproximadamente 309 284 Mm/año. De esta cantidad de agua superficial, aproximadamente 44% conforma la escorrentía superficial nacional. Sin embargo, estos datos son aproximaciones de los valores reales debido a que la información hidrométrica no cubre todas las cuencas

hidrográficas. De las 21 cuencas hidrográficas existentes, ocho drenan al Océano Pacífico y el resto hacia el Mar Caribe.

Las cuencas del Pacífico cubren aproximadamente 10% del territorio nacional, en donde las precipitaciones varían de 500 mm a 1 000 mm a lo largo del año. En la vertiente del Caribe, las precipitaciones alcanzan valores de hasta 4 000 mm al año. (MARENA, 2005).

Las zonas de menor precipitación son las más vulnerables en eventos de sequía. Entre los cuerpos de aguas superficiales permanentes, intermitentes y temporales existentes en el país hay alrededor de 63 ríos. Los grandes lagos nicaragüenses son el lago Cocibolca, con un área superficial de 8 133 km, y el Xolotlán, con una superficie de 1016 km.

De las 21 cuencas hídricas, dos tienen carácter transfronterizo: a) la cuenca del río Coco, con una extensión de 24 476 km, de los cuales 21% pertenece a Honduras, y b) la cuenca del río San Juan, con 41 870 km, de los cuales 32% es territorio costarricense. Como ya se mencionó, los abundantes recursos de agua superficial de Nicaragua son estacionales y su distribución es desigual.

7.2-Reducción del consumo de agua

El agua fue tratada como un recurso inagotable. Esta postura ha llevado a usos extravagantes y dispendiosos del agua. En los países en desarrollo, una familia que vive en una zona donde hay acarrear el agua de un pozo a varios kilómetros considera que unos 4.5 litros diarios por miembro bastan para todas las necesidades esenciales, incluyendo la comida y el aseo personal. Por su parte, en el hogar característico de las naciones desarrolladas se consumen en promedio 680 litros diarios por persona, y si se añaden todos los usos indirectos la cifra aumenta a 6056 litros.

Del mismo modo, es posible que un campesino reparta cuidadosamente el agua en cada planta con un cazo, en tanto que los sistemas modernos comunes de riego inundan todo el campo. Esto no quiere decir que el mundo desarrollado debería adoptar los hábitos de los países en desarrollo, sino que el consumo de agua es reducible en 75% o más sin que la gente sufra grandes apuros.

Gracias a tales disminuciones satisfaceríamos nuestras necesidades y prevendríamos las del ecosistema y las generaciones venideras. Consideremos algunas medidas concretas que se han implantado para reducir la demanda de agua.

7.3- Riego

Cuando se riega con los sistemas tradicionales de derrama o por aspersión, alrededor de 60% del agua se pierde por evaporación, filtración o escurrimiento del agua de lluvia. Esta pérdida se eliminaría si se instalaran equipos de riego por goteo, que son redes de tuberías de plástico con orificios que dejan caer a gotas el agua en cada planta, y que desperdician menos de 5% del líquido. Además tienen la ventaja adicional de que retardan la salificación. (FAO, 2005)

Aunque el riego por goteo se emplea cada vez más, sobre todo en los huertos pequeños, 97% del riego en estados unidos y 99% en el mundo se hace aun con los métodos tradicionales.

Muchos cultivos, en particular las hortalizas, resultan más productivos con la aplicación de métodos económicos de riego, es decir, aquellos que requieren poca agua, como los referentes al goteo sobre surcos. El riego por goteo permite la infiltración lenta del agua, situación que aprovechan las plantas para captar más nutrientes del líquido.

La razón de que tan pocos agricultores cambien de sistema en el costo: instalar el sistema por goteo cuesta unos \$ 2500(dólares) por hectárea, en tanto que el agua de riego esta subsidiada por el gobierno a tal grado que el agricultor paga casi nada, por lo que es de sentido común utilizar el sistema más barato aun si es derrochador.

Para llevar el absurdo más lejos, los precios de garantía de los gobiernos convencen al agricultor para que siembre, digamos, maíz y algodón de riego, a pesar de los excedentes crónicos d estos cultivos. Y, los contribuyentes pagan al agricultor porque despilfarre el agua en cosechas que no hacen falta.

7.4-Sistemas municipales

El consumo de 680 litros aguas diarios por personas en los hogares modernos se dedica sobre todo a lavar y desalojar los desechos: uso de escusados (11 a 19 litros cada vez que se accionan), baños en regadera o ducha (7.5 a 11 litros por minuto), uso de lavadoras (75 a 110 litros por carga), etc. Regar el césped y llenar las albercas se agregan a este consumo junto con otros usos indirectos. (Mendoza, 2014)

8-Agua dulce como recurso

El agua dulce es un recurso natural indispensable para la supervivencia de todos los ecosistemas. El uso del agua por los seres humanos para actividades como el riego y usos industriales pueden tener efectos adversos en los ecosistemas aguas abajo. La contaminación química del agua dulce también puede dañar gravemente los ecosistemas. Una preocupación importante para los ecosistemas hidrológicos es asegurar un caudal mínimo, también para la preservación y restauración de asignaciones de agua no consuntivos. (Mendoza, 2014)

La contaminación del ambiente por la actividad humana, incluyendo los derrames de petróleo, también presenta un problema para los recursos de agua dulce.

El más grande derrame de petróleo que haya ocurrido en agua dulce fue causado por un petrolero de Shell en Magdalena (Argentina), el 15 de enero de 1999, contaminando no sólo el agua sino la flora y la fauna también.

La cantidad de agua dulce no contaminado es 0,003 % del total de agua disponible a nivel mundial.

8.1- Recurso limitado

El agua dulce es un recurso natural renovable y variable, pero también limitado. El agua dulce sólo puede reponerse a través del ciclo del agua, un proceso en el cual el agua de los mares, lagos, bosques, tierras, ríos y embalses se evapora, forma nubes y vuelve a través de la precipitación. Sin embargo, si a nivel local las actividades humanas consumen más agua dulce que se restaura naturalmente, esto puede resultar en una menor disponibilidad de agua

dulce a partir de fuentes superficiales y subterráneas y puede causar graves daños al entorno y ambientes asociados. (Mendoza, 2014)

9-Desalinización del agua de mar

La desalinización es un proceso mediante el cual se elimina la sal del agua de mar o salobre. Las plantas desalinizadoras son instalaciones industriales destinadas a la desalinización, generalmente del agua de mar o de lagos salados para obtener agua potable. (Ambiental)

El agua del mar tiene sales minerales disueltas. Debido a la presencia de estas sales, el agua del mar es salobre y no es potable para el ser humano y su ingestión en grandes cantidades puede llegar a provocar la muerte. El 97,5 % del agua que existe en nuestro planeta es salada y sólo una cantidad inferior al 1 % es apta para el consumo humano. Conseguir potabilizar el agua del mar es una de las posibles soluciones a la escasez de agua potable. Mediante la desalinización del agua del mar se obtiene agua dulce apta para el abastecimiento y el regadío. (FAO, 2005)

Las plantas desalinizadoras de agua de mar han producido agua potable desde hace muchos años, pero el proceso era muy costoso y hasta hace relativamente poco sólo se han utilizado en condiciones extremas. Actualmente existe una producción de más de 24 millones de metros cúbicos diarios de agua desalinizada en todo el mundo, lo que supone el abastecimiento de más de 100 millones de personas.

Las plantas desalinizadoras también presentan inconvenientes. En el proceso de extracción de la sal se producen residuos salinos y sustancias contaminantes que pueden perjudicar a la flora y la fauna.

Además, suponen un gasto elevado de consumo eléctrico. Con el fin de evitarlo, actualmente se están realizando estudios para construir plantas desalinizadoras más competitivas, menos contaminantes y que utilicen fuentes de energía renovables.

9.1- Procedimientos de desalinización

La desalinización puede realizarse por medio de diversos procedimientos, entre los que se pueden citar:

- Ósmosis inversa
- Destilación
- Congelación
- Evaporación relámpago
- Formación de hidratos

9.1.1-Desalinizacion por ósmosis inversa

La Ósmosis inversa (OI) es un proceso en el que se obtiene agua dulce del agua salada. La ósmosis natural es un fenómeno que consiste en que, si hay una membrana semipermeable separando dos soluciones con el mismo disolvente, el disolvente pasa a través de ella, pero no las sales disueltas, desde el lado donde la concentración de sales es más baja hacia la más alta, hasta que a ambos lados de la membrana las soluciones tienen la misma concentración. Este proceso se realiza sin aporte de energía exterior, y se genera mediante la que se llama presión osmótica. (MARENA, 2005)

La ósmosis inversa consiste en hacer pasar por la membrana semipermeable el disolvente (en este caso agua) desde el lado donde está la solución más concentrada (el agua de mar, con sales disueltas), hacia el lado contrario, sin que pasen las sales. En este caso se requiere energía, en forma de presión, que será ligeramente superior a la presión osmótica que haría pasar el solvente de baja concentración hacia el lado de la alta concentración. La presión necesaria para conseguir la ósmosis inversa depende de la cantidad de sales disueltas y del grado de desalinización que se quiera obtener. Del empleo de energía en el proceso resulta un aumento de la entropía.

El mar es una fuente virtualmente ilimitada de agua salada. Una planta de ósmosis inversa necesita procesar un volumen de agua de mar de hasta tres veces mayor que la cantidad total de agua desalinizada que se obtendrá al final. Por eso el diseño de los pozos o sistema de captación debe considerar este factor para su capacidad.

Está en fase de investigación el uso de una lámina de grafema con poros de 1,8 nm para sustituir las membranas en el proceso de osmosis invertida para la desalinización del agua. Según las investigaciones actuales se obtendrían eficiencias mucho mayores que con las membranas actuales, y se tendrían requerimientos menores de energía. En el estado actual, el inconveniente es el costo de las membranas de grafema, pero se espera que en el futuro estos costos puedan ser reducidos.

9.1.1.1-Proceso de producción

Generalmente se emplea un gran depósito o balsa que se llena por gravedad al nivel del mar, previo un filtrado grosero. Se transporta el agua de la balsa mediante las bombas de alimentación al sistema de desalinización.

A la entrada de las bombas de alimentación llega un suplemento de productos químicos mediante bombas dosificadoras. Así se prepara el agua para pasar cuatro tipos de filtros que retienen partículas mayores de cuatro micras. El paso principal de la producción de agua es la separación del H₂O de la mezcla de sales y minerales presente en el agua del mar.

Este paso se realiza en la etapa de ósmosis inversa consiguiendo que las sales no atraviesen las membranas de los módulos de OI.

Previamente ha de conseguirse las partículas de diatomeas y micro algas no lleguen a las membranas y para eso existen tres pasos previos de filtración por arena antes del último paso de micro filtración usando cartuchos de fibra sintética.

El éxito de filtración también depende de la apropiada introducción de coagulantes. De acuerdo a la calidad de filtración se genera el ciclo de cambio de las membranas entre 2 y 5 años. Los dispersantes químicos introducidos antes del micro filtración previenen la precipitación de minerales dentro de las membranas.

9.1.1.2-Regulación de alta presión y recuperación de energía

La salmuera rechazada es un 55 % del agua bruta (aunque depende de la tecnología de desalinización empleada). Mientras que el 45 % del agua obtenida sale a presión atmosférica, debe asegurarse una contrapresión regulada en el flujo de rechazo. Este flujo de rechazo siempre contiene algo así como el 55 % (100 % - % ganada) de la energía de presión proporcionada por las bombas y es muy conveniente la recuperación de esta energía para obtener un rendimiento mayor. Una parte de la energía recuperada puede volver al mismo ciclo de desalinización y recuperación más de una vez. (R, 2013)

Mientras que la planta está en el modo de producción se controla la presión de salida por una válvula de regulación. Se usan convertidores 'Pressure Exchange' y con ellos en el intercambio de presión se puede recuperar hasta el 95 % de la energía del flujo de rechazo directamente por medio de bombeo usando desplazamiento positivo. Esa bomba de recuperación de energía aumenta el flujo de más agua bruta a la entrada de las membranas. La planta usa las unidades 'Pressure Exchange' cerca de cada grupo de tubos de elementos de ósmosis inversa.

9.1.1.3-Calidad del agua producida

El agua osmotizada o el permeado de los módulos de ósmosis inversa debe ser acondicionada para cumplir con ciertas características de alta calidad, ya que, el agua producida tiene un pH ácido y un bajo contenido de carbonatos, lo que la convierte en un producto altamente corrosivo. Esto exige su preparación antes de su distribución y consumo. El pH se ajusta con carbonato de calcio a un valor de 7,7. Adicionalmente, si así lo requieren las normas municipales para uso del agua potable, se agrega también fluoruro de sodio e hipoclorito.

9.1.1.4-Energía eléctrica

Los requerimientos energéticos de la desalinización varían en función de la tecnología empleada, aunque hay una tendencia hacia su reducción, gracias a los avances tecnológicos.

Empleando sistemas de ósmosis inversa y contando que el líquido producto debe ser bombeado a los lugares de destino, el gasto energético es de entre 3 y 4 kW/m³.

Se prevé que, con una mejora de la tecnología, pueda obtenerse agua desalinizada con un gasto energético de unos 2,9 kW/m³ hacia el año 2010.

9.1.1.5-Almacenamiento y distribución del agua producida

El agua desalinizada pasará por bombeo al depósito de almacenamiento de agua potable que puede estar encima de un cerro natural o a nivel del terreno, en cuyo caso se le dará la necesaria presión con bombas de caudal variable. Luego se reparte por la red de distribución local.

9.1.2-Desalinización por destilación

La desalinización por destilación se realiza mediante varias etapas, en cada una de las cuales una parte del agua salada se evapora y se condensa en agua dulce. La presión y la temperatura van descendiendo en cada etapa lográndose concentración de la salmuera resultante. El calor obtenido de la condensación sirve para calentar de nuevo el agua que hay que destilar.

9.1.3-Electrodiálisis

Consiste en el también conocido fenómeno mediante el cual, si se hace pasar una corriente eléctrica a través de una solución iónica, los iones positivos (cationes) migrarán hacia el electrodo negativo (cátodo), mientras que los iones negativos (aniones) lo harán hacia el electrodo positivo (ánodo). Si entre ambos electrodos se colocan dos membranas semipermeables que permiten selectivamente solo el paso del Na⁺ o del Cl⁻, el agua contenida en el centro de la celda electrolítica se desaliniza progresivamente, obteniéndose agua dulce.

10- Buen y mal manejo del agua de lluvia

Los aspectos generales de la forma en que la alteración de la superficie del suelo cambia la razón de infiltración y escurrimiento del agua de lluvia, que a su vez altera el resto del ciclo del agua. Este problema es bastante agudo cuando la urbanización elimina el mantillo poroso y humidificado a cambio de asfalto y tejados, por los que resbala casi el ciento por ciento del agua que reciben. Incluso el suelo de los jardines es mucho más compacto que en los ecosistemas naturales y no retiene un porcentaje elevado del agua.

La costumbre tradicional era, y en muchos casos sigue siendo, canalizar el agua de lluvia por los desagües dispuestos al efecto, que la conducían al lugar más conveniente y cercano de los alrededores para descargarla, es decir, por la vertiente de un río o un cauce fluvial natural. Las ramificaciones de esta costumbre son muchas.

10.1-El mal manejo y sus consecuencias

El aumento en los caudales durante las lluvias originado por la afluencia repentina de escurrimientos, lo mismo que su merma entre las temporadas de lluvia por que los ríos se han secado a causa de la poca recuperación de las aguas subterráneas.

La mayor parte de las corrientes en las zonas urbanas y suburbanas que solían fluir apaciblemente todo el año y mantenían una biota diversa ahora son apenas algo más que desagües abiertos que alternan entre avenidas de agua cuando llueve y, cuando no, cauces secos y estériles. De hecho, muchas de esas corrientes han sido entubadas e incorporadas al sistema de desagüe. En las áreas urbanas, vastas redes de corrientes y sus tributarios ya no existen sino como desagües bajo tierra.

Inundaciones. Es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, bien por desbordamiento de ríos, ramblas por lluvias torrenciales, deshielo, por subida de las mareas por encima del nivel habitual, por avalanchas causadas por maremotos. (Mendoza, 2014)

Las inundaciones fluviales son procesos naturales que se han producido periódicamente y que han sido la causa de la formación de las llanuras en los valles de los ríos, tierras fértiles donde tradicionalmente se ha desarrollado la agricultura en vegas y riberas.

Erosión de las riberas: la erosión que resulta de los desagües mal colocados suele ser tremenda y luego los efectos repercuten corriente abajo. Aun sin inundaciones, las riadas aceleran la erosión de las riberas, que desarraiga los árboles y los hace caer en la corriente, lo que a su vez arroja las aguas contra las orillas y causa más erosión.

En tanto que las partículas más finas del suelo son arrastradas para acabar asentándose en lagos y bahías, los materiales más gruesos (arena, piedras y rocas) erosionados de los barrancos debajo de los desagües mal colocados, se depositan en el fondo del propio canal, que al llenarse hace que el agua desplace aún más las riberas y se exacerbe el proceso. El resultado es que la corriente se hace más ancha y menos profunda; y llega a ocurrir que se llene por completo de modo que el agua se desborda e inunda el suelo.

10.2-Aumento de la contaminación

Se considera todos los materiales usados, arrojados o dejados sin preocupación en el suelo o, peor aún, arrastrados por los desagües. Todo eso podría llegar, mediante los escurrimientos de lluvia, a las corrientes pluviales. (R, 2013)

En las principales categorías de contaminantes se incluyen:

- Nutrientes de los fertilizantes para césped y huertos.
- Insecticidas y herbicidas empleados en césped y huertos.
- Bacterias de los desechos fecales de las mascotas.
- Sustancias para disolver la nieve y otros químicos para tratamientos de las superficies o derrames.
- Suciedad y productos químicos tóxicos de los asentamientos de las emanaciones vehiculares y otros contaminantes del aire.
- Aceites y grasas escurridas de las carreteras o arrastradas por el desagüe.
- Desperdicios y basura arrojados sin más al suelo.

IX Conclusiones

- ✓ El agua como recurso natural no es agotable en el sentido de que se pierda una gota de este líquido, sino que se agota su pureza, se vuelve contaminada y no es apta para la vida de los seres vivos.
- ✓ Las leyes que protegen nuestros recursos naturales dentro de ellos el agua no han sido suficiente porque no han incidido en la toma de conciencia de cada individuo.
- ✓ Su uso ha sido inadecuado e irracional en todas las partes del mundo.
- ✓ Se logró identificar nuevas prácticas de manejo de aguas para proteger y recuperar la calidad del recurso hídrico.
- ✓ Satisfacer las necesidades actuales y requerimientos de la población, mejorando sus condiciones de vida y salud, impulsando de esa forma el desarrollo de la región.
- ✓ El agua tiene que ser utilizada de modo más eficiente en todo el mundo y la responsabilidad de encontrar soluciones descansa tanto en los países ricos como en los pobres.
- ✓ No podemos modificar la cantidad de agua que existe en el planeta pero si podemos hacer uso responsable de este recurso vital.
- ✓ Los seres vivos necesitan agua para llevar a cabo funciones como la digestión, la respiración, excreción entre otras.

X Recomendaciones

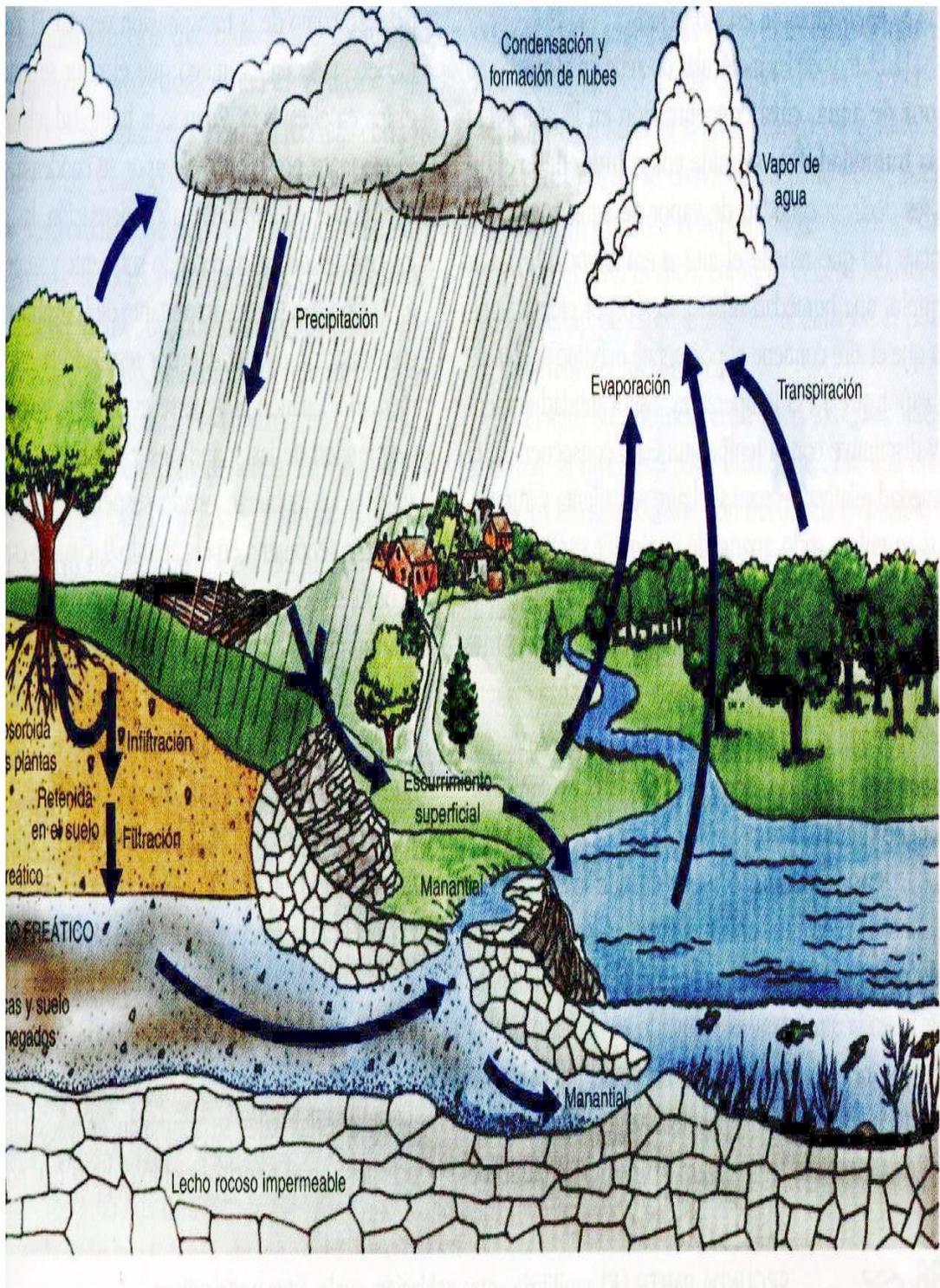
- ✓ Hacer uso adecuado del agua, apta para el consumo humano.
- ✓ No contaminar las fuentes de agua.
- ✓ Promover campañas de ahorro del agua
- ✓ Utilizar el agua para beneficio ecológico y no económico.
- ✓ Evitar la contaminación atmosférica al menor índice para no obtener precipitaciones o lluvias acidas al exceso.
- ✓ Impartir capacitaciones que ayuden o indiquen como purificar el agua.
- ✓ Convertir más volumen de agua salada a agua apta para el consumo humano mediante la desalinización.
- ✓ Utilizar las técnicas de canalización para obtener un poco más de agua proveniente de las lluvias esta facilitara el ahorro del agua potable para el uso de baños, regar césped, lavar carros entre otros.
- ✓ En el uso del agua se debe tener presente su escasez y contaminación.
- ✓ Sus usos industriales deben ser regulados.
- ✓ Elaborar programas de concientización al público y de instrucción institucionalizada a nivel secundaria.
- ✓ Constituir comisiones de trabajo permanente para el manejo integrado de los recursos hídricos.

XI Bibliografía

- Allen, B. J. (1970). *Fondo Educativo Interamericano*. Chicago: G.E.S.A.
- Ambiental, C. (s.f.). *Conozcamos y conservemos la tierra de todos*.
- Atlas. (s.f.). *Biología de los mecanismos de la vida*.
- Atlas. (s.f.). *Geografía universal y de Nicaragua*.
- Centroamericana, R. F. (1993). *Revista Forestal centroamericana*.
- Enciclopedia Esolar Activa*. (s.f.).
- Gran Enciclopedia Sapiens Geografía 1*. (s.f.).
- Moore, J. y. (1984). *Investigación de Laboratorio y de Campo*. México: C.E.S.A .
- Nason, A. R. (1980). *El Mundo Biológico*. México: Limosa.
- Quiero, H. e. (2014). *laminas Educativas*.
- Revén, J. (s.f.). *Biología Johnson Revén*.
- Sanchez Reyes Juan Carlos, I. M. (1996). *El Ambiente que nos rodea. Pro-verde*.
- Sololá, G. D. (1991). *El medio ambiente hoy y mañana* . Guatemala.
- Temática, B. (s.f.). *los seres vivos*. escolar 01.
- Villae, M. (s.f.). *Biología de Villae*. MC Graw-Hill.
- Villalta, Y. M. (2001). *ciencias de la vida y el ambiente*. Managua, Nicaragua: S,A.
- Villalta, Y. M. (2001). *Ciencias Naturales* . Managua, Nicaragua: S,A.

XII

Anexos



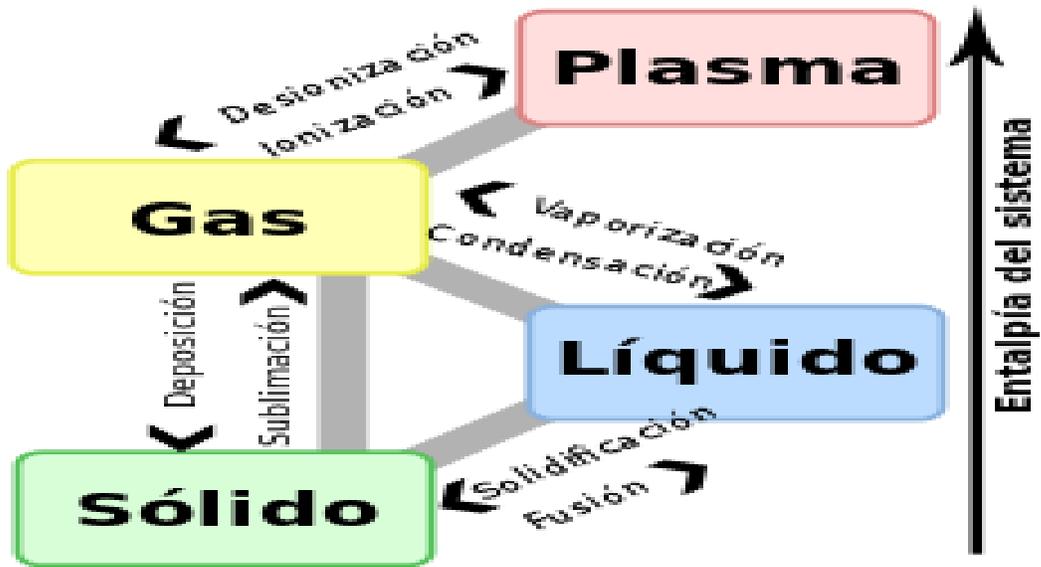
CICLO DEL AGUA



PROCESO DE CONDENSACIÓN



FLUJO DEL AGUA SUBTERRÀNEA



ENTALPIA DEL SISTEMA



CONDENSACIÓN EN UNA VENTANA



CONTAMINACION DEL AGUA POR CAUSA DE LOS DESPERDICIOS SOLIDOS



ESCORRENTÍA DE AGUAS PLUVIALES



RAZONES PARA CUIDAR EL AGUA



“LUZ Y COLORES DEL AGUA” MIRRIAM GUEVARA (ISLA EL PADRE)



La comunidad Quebrantadero II ubicada a 12 kilómetros de Juigalpa, departamento de chontales ya cuenta con nuevo pozo de agua de bomba de mecate, que beneficiará a más de 19 familias de esa región.



Tanques de almacenamiento de agua. Ante la carencia de agua e insuficiente acceso al vital líquido por años en Juigalpa habitantes de chontales han aprendido a valorar el recurso del gran lago.