

# MANUAL DE QUÍMICA DEL AGUA TEORÍA Y PRÁCTICA



Elaborado por:  
Bienvenido German Marín Zambrana. Dr.rer.nat.  
Docente Programa Ingeniería Ambiental y Sanitaria  
Investigador-INTROPIC  
Universidad del Magdalena

Colaboración en la elaboración de las prácticas de laboratorio:  
Isaac Manuel Romero Borja. Biólogo  
Coordinador de laboratorio de Calidad de Agua, Aire y Suelo



## **Manual de Química del agua Teoría y Práctica**

*Edición:* Primera - Febrero de 2009

*ISBN:* 978-958-8320-76-2

*Autor:* Bienvenido Marín Zambrana

*Diseño y Diagramación:* Julio Valle Navarro

*Carátula:* Andrés Caiaffa Vidal

*Ciudad:* Santa Marta, D.T.C.H. - Colombia

*Impresión:*

Manual de prácticas para el apoyo a la docencia en los programas académicos de la Facultad de IngenieríaEl presente material no puede ser duplicado, ni reproducido por ningún medio, sin previa autorización escrita de la Editorial UniMagdalena.

©EDITORIAL DE LA UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
Dirección de publicaciones y propiedad intelectual



**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA**

*Rector:* Ruthber Escorcía Caballero

*Vicerrector de Investigación:* José Henry Escobar Acosta

*Director Financiero:* Ricardo Campo Redondo

*Coordinador de publicaciones y propiedad intelectual(e):* Raúl Sarabia-Gómez

# AGRADECIMIENTOS

A Dios, mis Padres e Hijos.

A mi país Cuba, por posibilitar mi formación y sembrar el interés de compartir lo aprendido. A mi esposa Maria Elena Torrens Espinosa por su apoyo y estímulos en los momentos más necesitados. Al Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR, al Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria y el Instituto de Investigaciones Tropicales-INTROPIC, ambos de la Universidad del Magdalena, por permitirme participar en sus proyectos y actividades y darme la oportunidad de intercambiar experiencias y adquirir conocimientos.



# ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN .....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA DEL AGUA.....	13
1. Principales características del agua. ....	17
Características físicas.	
2. Propiedades físicas. ....	19
Acción disolvente.	
Fuerza de cohesión.	
Propiedad de expandirse al enfriarse.	
Fuerza de adhesión.	
Calor específico.	
Calor de vaporización.	
3. Propiedades Químicas del Agua. ....	20
4. Clasificación y diversos tipos de agua. ....	22
Según su localización de la Tierra.	
Según la cantidad de sales disueltas en ellas.	
Ciclo hidrológico.	
Tipos de agua.	
5. Usos del agua. ....	37
6. Función ecológica del agua. ....	38
CAPÍTULO II. CALIDAD DEL AGUA.....	41
1. Conceptos. ....	43
2. Variables Físicas, químicas y sanitarias. Principales variables indicadoras de la calidad de las aguas continentales, marinas y costeras. ....	43
3. Parámetros de calidad de las aguas. ....	44
Parámetros de carácter físico.	
Parámetros de carácter químico.	
Parámetros de carácter radiactivo.	
Parámetros de carácter microbiológico.	
Alteración de la calidad de las aguas continentales y costeras.	
Nutrientes.	
4. Indicadores. ....	58
Criterios generales para la selección de indicadores simples y sintéticos.	
Breve consideraciones sobre las bases que fundamentan los indicadores.	
Indicadores ambientales.	
Indicadores de la calidad de las aguas continentales y costeras.	
Indicadores de contaminación.	
Indicadores en Colombia.	
Bioindicadores.	
CAPÍTULO III. CONTAMINACIÓN QUÍMICA Y SANITARIA DE LAS AGUAS CONTINENTALES Y COSTERAS .....	67
1. Contaminación de las aguas superficiales, subterráneas y costeras. ....	69

Contaminación de las aguas superficiales.	
Contaminación de las aguas subterráneas.	
Contaminación de las aguas costeras.	
2. Fuentes de contaminación. ....	75
Fuentes puntuales y no puntuales de contaminación.	
3. Factores químicos que afectan el destino y transporte de los contaminantes. ....	76
Solubilidad en agua.	
Factores del sitio de estudio que influyen en el destino y transporte de los contaminantes.	
4. Principales contaminantes, bacteriológica, Compuestos Orgánicos Persistentes (COPs; petróleo y plaguicidas) y metales pesados. ....	79
Microorganismos.	
Desechos orgánicos e inorgánicos.	
Petróleo y plaguicidas.	
Metales pesados.	
5. Estrategias para combatir la contaminación. ....	86
6. Medidores de materia orgánica: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda de Oxígeno y Carbono Orgánico Total (COT). ....	86
Parámetros medidores de materia orgánica.	
Demanda Bioquímica de Oxígeno.	
Demanda Química de Oxígeno.	
Demanda de Oxígeno.	
Sustancias extraíbles al cloroformo (SEC).	
Carbono Orgánico Total (COT).	
Consideraciones acerca de la DBO y DQO.	
 CAPÍTULO IV. COMPUESTOS INORGÁNICOS.....	93
1. Sulfatos. ....	95
Eliminación de los sulfatos.	
2. Cloro residual, demanda de cloro, cloro libre y cloro combinado. ....	101
 CAPÍTULO V. CRITERIOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS CONTINENTALES Y COSTERAS .....	103
1. Acciones relativas al medio ambiente. ....	105
2. Normas y decretos. ....	105
Normas.	
Decretos y guías nacionales.	
Normas internacionales sobre Gestión Ambiental.	
3. Escala indicativa del grado de contaminación. ....	108
Uso de la escala.	
 CAPÍTULO VI. PROGRAMAS DE MONITOREO.....	113
1. Diseño de programas de muestreos. ....	115
Tipos de monitoreos en relación con la metodología y el objetivo.	
Muestreo.	
Tipos de muestras.	
Tipos de método de recolección.	
Obtención de muestras, traslado y conservación.	
2. Mediciones para la caracterización de la calidad de las aguas. ....	120
3. Línea Base Ambiental para proyectos de obra o actividades. ....	121
Interrelación de los elementos ambientales.	
Generalidades de la línea base.	
Descripción de la Línea Base ambiental.	
 CAPÍTULO VII. PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS.....	127
1. Técnicas analíticas. Técnicas, métodos, procedimientos y protocolos. ....	129
2. Elección de un método analítico; principales factores. Control: Propiedades analíticas; supremas, básicas y complementarias. ....	130

Propiedades analíticas supremas: Exactitud y representatividad.	
Propiedades analíticas básicas: Precisión, sensibilidad y selectividad.	
Propiedades analíticas complementarias.	
3. Análisis de las aguas. ....	132
4. Análisis gravimétrico. Concepto y términos. Factor gravimétrico. Por ciento en peso. Cálculos. ....	133
Factores gravimétricos.	
Cálculo de porcentajes.	
Cálculo de pesos atómicos.	
Cálculos en los que interviene una muestra en peso como factor.	
Cálculos referidos a la muestra seca.	
Métodos gravimétricos indirectos.	
5. Análisis volumétrico. Conceptos y términos. Titulaciones: Punto final y de equivalencia.	
Error de valoración. ....	138
Conceptos y términos.	
Valoraciones o titulaciones.	
6. Clasificación de las técnicas instrumentales. Métodos ópticos. Técnicas instrumentales. Métodos electroanalíticos y cromatográficos. ....	141
Técnicas instrumentales	
Métodos ópticos de análisis.	
7. Principio de la colorimetría. Absorbancia y Transparencia. Ley de Lambert-Beer. ....	142
Métodos visuales.	
Métodos instrumentales.	
<b>CAPÍTULO VIII. VERTIMIENTOS.....</b>	<b>145</b>
1. Tipos de vertimientos. ....	147
Algunas propiedades que caracterizan los desechos.	
Evaluación de los riesgos potenciales.	
Factores que determinan la gravedad del impacto.	
Derrames de sustancias químicas en el mar.	
2. Aguas residuales. Origen. Características. Evaluación. ....	149
Importancia sanitaria de las aguas residuales.	
Características de las aguas residuales (vertidos urbanos).	
Aspectos físicos, químicos y biológicos.	
Análisis de aguas residuales.	
3. Emisario submarino. ....	151
<b>CAPÍTULO IX. SISTEMAS DE TRATAMIENTO.....</b>	<b>153</b>
1. Procesos y Sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales. ....	155
Procesos y sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas.	
2. Agua potable. ....	159
Fuentes típicas de agua.	
Formas para conseguir agua potable.	
Purificación del agua.	
Química de la cloración.	
<b>X. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>169</b>
<b>XI. PRÁCTICAS DE LABORATORIO.....</b>	<b>177</b>
1. Parámetros organolépticos: Color, olor y sabor. ....	179
2. Parámetros físicoquímicos: Turbiedad, sólidos y conductividad. ....	185
3. Parámetros químicos: pH, acidez, alcalinidad y dureza. ....	192
4. Determinación de sulfatos en el agua. ....	203
5. Determinación de cloruros. ....	205
6. Determinación de hierro en agua. ....	207
7. Determinación de cloro residual en el agua. ....	209
8. Determinación de Oxígeno Disuelto (OD) y determinación de Demanda Química de Oxígeno (DQO) en el agua. ....	211

9. Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). .....	215
XI. REFERENCIAS.....	220



# INTRODUCCIÓN

La *Química del Agua* se le ha denominado al estudio integral con un enfoque químico, de las diferentes características y propiedades físico-químicas que posee el agua como componente esencial de la vida, sus diferentes fuentes y usos, susceptibilidad al deterioro y contaminación, así como la variedad de procesos que se aplican para el tratamiento de las aguas residuales y la potabilización de las destinadas al consumo humano, siendo este un tema de carácter interdisciplinario con implicaciones de tipo tecnológico, social, medio ambiental y de gran repercusión en todas las esferas de la vida del hombre, la flora y la fauna de nuestro planeta (BAIRD, Colin 2001).

El conocimiento de las propiedades y características químicas del agua, sirven de base para entender los diferentes procesos naturales, industriales y agrícola en los que interviene el agua, y el porqué de las propiedades excepcionales que ella posee, que la hacen tan necesaria para el desarrollo de la vida (ALLOWAY, 1993).

El estudio de la *Química del Agua*, posibilita disponer de las herramientas que sustentan la aplicación e interpretación de los análisis químicos cualitativos y cuantitativos, que fundamentan el diagnóstico y evaluación de la calidad de las aguas atendiendo a sus diferentes usos y el impacto que su estado causan en el medio ambiente, aportando a su vez los elementos que contribuyan a una adecuada explicación y aplicación de los resultados obtenidos, como base para el diseño de sistemas de tratamiento de las aguas residuales y las destinadas al consumo humano, con tecnologías apropiadas (BARBA HO, 1989; [http://www.lenntech.com/agua\\_glosario.htm](http://www.lenntech.com/agua_glosario.htm)).

Entorno a la problemática de los recursos hídricos y en particular lo concerniente a la *Química de Agua*, existen una gran cantidad de publicaciones las cuales abordan disímiles temas, pero tal diversidad no siempre satisface las necesidades de estudiantes y profesionales, limitando en el caso de los primeros dada la dinámica de los programas académicos, contar con fuentes de información que les permita profundizar en los temas comprendidos en los respectivos programas de estudio.

En este contexto es importante hacer referencia al medio ambiente, dada la relevancia que ha tenido en las últimas décadas por sus implicaciones para la vida del hombre y la conservación de nuestro planeta.

Aunque la expresión medio ambiente es parcialmente redundante porque los dos sustantivos tienen una acepción coincidente, se usa de manera generalizada.

Existen diferentes formas de expresar el concepto de medio ambiente o medioambiente, pero unas y otras hacen mención al entorno que afecta y condiciona especialmente las circunstancias de vida de los individuos o la sociedad en su conjunto. Dicho concepto no sólo comprende la integridad de valores naturales, sino también los sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones venideras.

El medio ambiente es un sistema; no es simplemente el espacio en el que se desarrolla la vida sino como ha sido indicado, comprende los seres vivos y otros componentes, como el agua, suelo y aire. El estado del medio ambiente es evaluado a través de la calidad ambiental.

En la teoría general de sistemas, este está integrado por subsistemas, lo cual también es aplicable en el sistema medio ambiente. El agua constituye un subsistema de importancia vital para el funcionamiento del medio ambiente. El agua como componente esencial de la vida y como fuente promotora de desarrollo, requiere de acciones apremiantes para lograr un objetivo fundamental, su protección y conservación. La pasividad

ante su deterioro y escasez, y la necesidad de disponer de argumentos técnicos para coadyuvar al logro de tal objetivo, han sido tratado y divulgados por diferentes vías, revistas, artículos, libros, etc.

*En temas ambientales para América Latina, el Dr. Ernesto Gubel, expuso: Desde hace casi una década se reúne cada tres años, convocado por las Naciones Unidas, el Foro Mundial del Agua. La iniciativa nació de la creciente preocupación de la comunidad internacional por el acelerado deterioro y empobrecimiento de los recursos hídricos del planeta, debidos a la destrucción de los ecosistemas que los producen y protegen, a la sobreexplotación de las fuentes tradicionales y a su agotadora y dramática contaminación, causada por las actividades de una población creciente y cada vez más ávida de agua.*

*En cuanto a la cantidad de agua se enfatizó en la necesidad de encontrar nuevas fuentes, mediante novedosas tecnologías de tratamiento que permitan el reuso del o aprovechando la "cosecha" de la lluvia que ha probado ser muy eficaz en zonas rurales y poblaciones en diversos países y la desalación del agua de mar, que es la gran reserva futura y que ya se usa competitivamente en muchos países con limitaciones de agua dulce. Estas nuevas fuentes y otras por desarrollar, son indispensables para superar el problema de la escasez.*

*En lo que respecta a la calidad, tema tan preocupante como el de la cantidad por sus implicaciones sobre la salud y las posibilidades de uso del recurso, se destacó la urgencia de avanzar en el tratamiento de las aguas residuales urbanas e industriales, haciendo uso en lo posible de métodos bioecológicos y de cambios en las prácticas agropecuarias para reducir sus aportes contaminantes, en especial de agroquímicos que afectan aguas superficiales y subterráneas.*

*La disponibilidad por habitante llega a niveles que la ubican muy por encima del promedio mundial. Mientras en el mundo el promedio anual per cápita está alrededor de 6.500 metros cúbicos, en Colombia ronda los 28.000 metros cúbicos. Sin embargo, en lo que respecta a la calidad, seguimos más de cerca el patrón mundial, pues estamos contaminando de manera irresponsable y grave nuestros ríos y cuerpos de agua.*

*El problema principal del agua en Colombia es, por tanto, un asunto de calidad antes que de cantidad y la principal contaminación proviene de los patógenos y nutrientes generados por la población urbana y el sector agrícola, antes que de los vertimientos industriales. Naturalmente, el sistema institucional y administrativo, es decir la gobernabilidad del agua, ocupa también un puesto destacado en nuestra problemática. Los sistemas de captación y distribución presentan muchas fallas de diseño y de mantenimiento que llevan a altas pérdidas y a poner en riesgo el abastecimiento de la población en años secos, no por carencia natural de agua sino por deficiencias en los acueductos.*

*La pregunta fundamental que queda después de las anteriores consideraciones es la de cómo lograr que la riqueza natural excepcional que tiene el país representada en el agua, en lugar de dar pie a que se malgaste, se convierta en un factor de desarrollo sostenible y de bienestar para los colombianos de hoy y de mañana. El aprovechamiento sostenible de nuestra riqueza hídrica es un elemento crucial de nuestro mejor futuro y amerita una política para lograrlo.*

*Un primer paso puede ser aprovechar la iniciativa del gobierno sobre la llamada "Ley del Agua", para replantear el proyecto que está a consideración del Congreso, sobre el cual hay muchas objeciones por considerarlo incoherente con la realidad del país y hacer propuestas confusas y vagas, que aportan muy poco en términos reales a la solución de la problemática. Los planteamientos tratados en el Foro de Méjico, pueden ser muy útiles, adaptándolos a nuestra situación y enriqueciéndolos con aportes de conocedores de la situación en Colombia, usuarios, comunidades y expertos, cuyas experiencias no han sido incorporadas debidamente en el proyecto en curso. (GUHL E, 2006).*

Conciente de la problemática existente entorno al agua, esta publicación pretende aportar algunos de los elementos técnicos, que contribuyan a proteger nuestros recursos hídricos de la contaminación producida por el intenso desarrollo económico-social.

La presente obra titulada *Manual de Química del Agua; Teoría y Práctica* está basada en informaciones, documentos y publicaciones, así como los trabajos realizados por el autor sobre el tema de la calidad de las aguas y su actividad docente impartiendo la asignatura *Química del Agua* para ingenieros ambientales y sanitarios.

Dicho manual tiene como propósito contribuir al aprendizaje de los estudiantes interesados en el tema contenido en el mismo, siendo a su vez una herramienta de gran utilidad para la labor de los investigadores que tienen como misión evaluar y diagnosticar la calidad de las aguas y proponer alternativas para su protección y conservación.

Este manual subraya, tanto a nivel teórico como práctico, los aspectos esenciales que permitan complementar y enriquecer el conocimiento de estudiantes así como de profesionales, sobre las propiedades, usos, calidad de las aguas, impactos y criterios de evaluación de ese importante recurso.

#### *Estructura del Manual*

El Manual consta de diez capítulos; los nueve primeros se concentran en los aspectos teóricos y el último contiene las prácticas de laboratorio. El capítulo uno, introduce al lector en aspectos esenciales relacionados con la Química del Agua, tales como sus propiedades físicas y químicas, principales características, clasificación de las aguas atendiendo a su ubicación en la tierra y las sales disueltas en ellas y diferentes tipos, haciendo énfasis en las aguas continentales y costeras. De igual forma se mencionan los diversos usos y función ecológica del agua. El segundo capítulo aborda la problemática de la calidad de las aguas continentales y costeras, definiendo conceptos, describiendo las principales variables físicas, químicas y sanitarias, utilizadas para caracterizar la calidad de las mencionadas aguas, y los factores que alteran dicha calidad, de manera que la información que a través de este capítulo se brinda, permita identificar en que estado se encuentran la calidad de los cuerpos de agua, atendiendo a los diferentes usos. También el capítulo dos se ocupa del tema de los indicadores ambientales, se exponen los conceptos básicos y los criterios que estos deben cumplir para ser aplicados en la evaluación de la calidad de las aguas continentales y costeras. Se trata en el capítulo el uso de bioindicadores para los fines señalados, destacando la importancia y ventajas que esta alternativa muestra en la realización de estudios ambientales

En el capítulo tres se trata lo concerniente a la contaminación de las aguas continentales, las causas de dicha contaminación, los principales contaminantes del agua y sus posibles efectos. Dada la importancia el conocimiento de este tema, a los efectos de prevenir, reducir y eliminar los contaminantes que deterioran la calidad de las aguas, se exponen los diferentes factores que inciden en el citado deterioro. Se hace referencia a las fuentes de contaminación que afectan la calidad de las aguas, y relacionado con esto, los principales contaminantes, destacando los microbiológicos, los Compuestos Orgánicos Persistentes (COPs), como son los hidrocarburos y los plaguicidas. Con igual sentido se exponen los metales pesados. Se señalan los factores químicos que afectan el destino y transporte de los contaminantes, y la importancia que tiene en dicho comportamiento la solubilidad de los contaminantes en el agua. Se describen los medidores de materia orgánica, como son Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda de Oxígeno y Carbono Orgánico Total (COT), destacando los aspectos principales de cada uno de ellos. Finalmente se subraya acerca de algunas consideraciones sobre la DBO y DQO.

El capítulo cuarto denominado compuestos inorgánicos, contiene una breve descripción sobre el comportamiento de los compuestos inorgánicos en el agua. Particular tratamiento tiene en el capítulo, los iones sulfatos y cloruros, como base para el conocimiento y comprensión de los factores que provocan el deterioro de las aguas destinadas al consumo humano y de los procesos de tratamiento que se aplican para la adecuación de esas aguas.

Los tres capítulos siguientes, es decir el quinto, sexto y séptimo, los cuales abordan los criterios para evaluar la calidad de las aguas continentales y costeras, programas de monitoreo y los procedimientos de análisis respectivamente, posibilitan contar con argumentos para establecer programas encaminados al estudio de la calidad de las aguas, y derivado de ellos, la formulación de planes de acciones que sustenten la conservación y protección de los recursos hídricos. Sin el conocimiento de los sistemas de referencia no es posible diagnosticar y evaluar el grado de deterioro que presentan las aguas de acuerdo a su uso. Por otra parte un programa de monitoreo ambiental recurre a una terna de técnicas de diagnóstico, complementarias entre sí, tales como: monitoreo de efectos biológicos con ensayos de toxicidad, monitoreo biológico de campo, y medición de parámetros químicos convencionales en descargas y cuerpos receptores. Tal programa, requiere del mencionado sistema de referencia y de técnicas y procedimientos analíticos, que permitan la determinación de las variables que caracterizan la calidad de las aguas. Por lo antes expuesto en los citados capítulos se hace aunque no de manera profunda, una descripción de los aspectos comentados.

El capítulo ocho examina lo concerniente a los vertimientos, la tipificación de los mismos. Se presentan algunas propiedades que caracterizan los desechos. Se muestran algunas de las normativas en Colombia sobre vertimientos, con la finalidad de contribuir al conocimiento sobre el manejo y tratamiento de los desechos, de acuerdo a lo establecido en ese país. Dada la estrecha relación que guarda la calidad del agua, con los vertimientos de los desechos, se mencionan algunos aspectos a tener en cuenta para la evaluación de los riesgos

potenciales, así como para poder determinar la magnitud del impacto en el ambiente causado por el vertimiento. En ese contexto es tratado el tema de las aguas residuales, sus orígenes, características, evaluación, aspectos físicos, químicos y biológicos, composición y las alternativas analíticas que se aplican. Por constituir una vía de evacuación de aguas residuales, se hace referencia de manera somera al emisario submarino.

En el penúltimo capítulo se exponen los sistemas de tratamiento de las aguas residuales y las potables, describiendo los que se aplican en el procesamiento de las aguas residuales de distintas procedencias. Igualmente lo concerniente a las aguas potables es objeto de análisis en el presente capítulo. Este capítulo busca, además de indicar los diferentes sistemas, hacer entender la necesidad de no sólo identificar los factores que inciden en la calidad de las aguas, y conocer acerca de los diferentes temas examinados en el manual, sino también llamar la atención sobre la necesidad de aplicar las alternativas tecnológicas posibles, para que tan importante recurso, como es el agua, continúe siendo fuente de vida.

El capítulo final, está dedicado a las prácticas de laboratorio, con el propósito de que la ejecución de las mismas, permitan corroborar en la medida posible los aspectos teóricos analizados en el presente manual y sienten las bases para la aplicación de los conocimientos adquiridos.

Esta obra no pretende ser una réplica de textos y libros, en los que de manera detallada se exponen los temas que en el referido manual se presentan, pero la dispersión de estos y el enfoque sobre los mismos en algunos casos, tienden a no llenar las expectativas y necesidades de los estudiantes y profesionales, es por ello que la obra es el resultado de la compilación y procesamiento de una cantidad significativa de documentos de todos tipos, concernientes a la Química del Agua.

# INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA DEL AGUA





El estudio de la Química del Agua nos permite describir, entender y analizar en forma integral la mayoría de los aspectos que posibiliten el manejo de los recursos hídricos, los cuales requieren de nuestro conocimiento para su uso sostenible, dada la constante amenaza a que están expuesto (CARDENAS, F. 1999).

En muchas publicaciones se hace referencia al término "Cultura del Agua". ¿Qué significa eso? (GRAY, N.F. 1996).

Significa saber que el agua hay que cuidarla, que no hay que contaminarla, que no se debe sobreexplotar un acuífero o ecosistema costero, que es un recurso finito, vulnerable, aleatorio (REEVE, R. 2002).

Es enseñar que no se debe botar basura a los cauces y costas, que hay que cuidar la calidad del agua, los márgenes de ríos y costas, la recarga de aguas subterráneas.

La cultura del agua no es la simple lectura de un letrero que indique; peligro, no bañarse, aguas contaminadas, para que sea aprendida y difundida, requiere que esta sea de conocimiento de estudiantes, investigadores y gestores del manejo de los recursos hídricos (RINCON, A. G).

Lo antes mencionado requiere de políticas que permitan realizar una buena y correcta planificación de los recursos hídricos y esté encaminada a:

- Solucionar los problemas de escasez
- Lograr los niveles de calidad exigidos
- Preservar el medio hídrico para conseguir un desarrollo sostenible

La política del agua debe fomentar la citada cultura del agua. La toma de conciencia, tanto de la sociedad en general, como de los políticos en particular, juega un papel esencial en dicha política.

Debe tenerse muy en cuenta que el agua es vital para la vida y es tan importante la calidad de la misma como la cantidad de la que se dispongan, ya que calidad y cantidad son dos aspectos que van a estar directamente unidos.

En la tierra existen cuatro regiones bien definidas:

Litosfera, capa superficial de la corteza terrestre.

Hidrosfera, medio líquido que recubre las 7/10 partes de nuestro planeta.

Atmósfera, capa gaseosa homogénea que envuelve a las dos anteriores.

Biosfera, que es la parte de la Tierra en la que se forman los organismos vivos y viven sus ciclos vitales, la Biosfera no es diferente a la corteza terrestre, hidrosfera y atmósfera, más bien es parte integral de sitios donde las condiciones permiten que exista la vida.

El agua disponible para sostener la vida en la Corteza Terrestre es del:

- 0,65% del total del agua de la cual se distribuye para aguas municipales,
- 40% para la agricultura y
- el 50% para la industria.