

**UF1669: Mantenimiento preventivo de equipos y procesos de plantas de tratamiento de agua y plantas depuradoras**

Elaborado por: Juan José Sánchez González  
Pedro M. Guerrero Serrano  
Antonio Garrido Linares  
David Amat Pinilla

Edición: 5.0

**EDITORIAL ELEARNING S.L.**

ISBN: 978-84-16360-13-0 • Depósito legal: MA 22-2015

No está permitida la reproducción total o parcial de esta obra bajo cualquiera de sus formas gráficas o audiovisuales sin la autorización previa y por escrito de los titulares del depósito legal.

Impreso en España - Printed in Spain

# Presentación

Identificación de la unidad formativa:

Bienvenido/a a la Unidad Formativa **UF1669: Mantenimiento preventivo de equipos y procesos de plantas de tratamiento de agua y plantas depuradoras**. Esta Unidad Formativa pertenece al Módulo Formativo **MF0074\_2: Mantenimiento de los equipos e instalaciones de una planta de tratamiento de aguas y de una planta depuradora**, que forma parte del Certificado de Profesionalidad **SEAG0210: Operación de estaciones de tratamiento de aguas**, de la familia profesional de Seguridad y Medio Ambiente.

Presentación de los contenidos:

La finalidad de esta unidad formativa es realizar el mantenimiento preventivo de equipos y procesos de plantas de tratamiento de agua y plantas depuradoras.

Para ello, se estudiará en primer lugar la organización, planificación y operaciones de mantenimiento preventivo de equipos y maquinaria de plantas de tratamiento de agua y plantas depuradoras.

**UF1669: Mantenimiento preventivo de equipos y procesos de plantas de tratamiento de agua y plantas depuradoras**

Objetivos de la unidad formativa:

Al finalizar esta unidad formativa podrás:

- Aplicar el plan de mantenimiento preventivo de equipos y procesos de acuerdo a los protocolos establecidos.
- Detectar mediante la inspección visual anomalías de funcionamiento en los equipos.

# Índice

<b>UD1. Organización y planificación del mantenimiento preventivo de equipos de plantas de tratamiento de agua potable y plantas depuradoras</b>	
1.1. Equipos mecánicos y eléctricos de plantas de agua potable y depuradoras .....	11
Pesticidas .....	32
1.1.1. Funcionalidad .....	38
1.1.2. Funcionamiento básico y manejo de equipos .....	56
1.1.3. Puntos a revisar y mantener .....	66
1.2. Interpretación de planos, croquis y esquemas .....	69
1.2.1. Proyecciones .....	72
1.2.2. Acotaciones .....	75
1.2.3. Escalas .....	77
1.2.4. Símbología .....	79
1.3. Planes de mantenimiento .....	80
1.3.3. Operaciones a realizar .....	103
1.3.4. Programa informático soporte al mantenimiento preventivo .....	106

**UF1669: Mantenimiento preventivo de equipos y procesos de plantas de tratamiento de agua y plantas depuradoras**

1.4. Organización del taller.....	108
1.5. Control de repuestos y organización del almacén .....	115
1.6. Partes de trabajo .....	134

**UD2. Mantenimiento preventivo de equipos y maquinaria de plantas de tratamiento de agua y plantas depuradoras**

2.1. Limpieza de equipos .....	147
2.1.1. Técnicas, frecuencia y productos empleados .....	148
2.2. Lubricación .....	164
2.2.1. Puntos de engrase.....	165
2.2.3. Características y clasificación de lubricantes .....	171
2.2.4. Instrumentos de aplicación .....	193
2.2.5. Lubricación de mecanismos.....	194
2.2.6. Filtros y niveles.....	198
2.2.7. Eliminación de aceites usados.....	200
2.3. Refrigeración de equipos mecánicos.....	202
2.3.1. Productos empleados .....	203
2.4. Protección contra la corrosión.....	208
2.4.1. Pintura anticorrosiva .....	210
2.4.2. Galvanizado.....	211
2.5. Mantenimiento de la pintura de equipos y maquinarias.....	212
2.5.1. Técnicas.....	214
2.5.2. Características .....	215
2.5.3. Código de colores .....	217
2.6. Registro de operaciones de mantenimiento .....	219
2.6.1. Informes y formularios .....	228
2.6.2. Reparación de averías eléctricas en las instalaciones.....	229
2.6.2. Corrientes.....	230
2.6.3. Circuitos eléctricos.....	252
2.6.4. Esquemas eléctricos.....	272

2.6.5. Transformación de la energía eléctrica en otras energías ...	282
2.6.6. Metroología eléctrica .....	296
2.6.7. Instrumentos de medida.....	307
<b>UD3. Operaciones de mantenimiento preventivo de equipos y maquinaria de plantas de tratamiento de agua y plantas depuradoras</b>	
3.1. Diagnosis de posibles averías, control y seguimiento .....	331
3.2. Metroología.....	341
3.2.1. Sistema métrico decimal .....	343
3.2.2. Sistema Inglés .....	356
3.2.3. Instrumentos de medida y comprobación.....	363
3.3. Ajustes y calibración de equipos de medición.....	376
3.4. Medición Preventiva .....	377
3.4.1. Análisis de ruido.....	380
3.4.2. Análisis de vibraciones en bombas .....	382
3.4.3. Análisis de temperatura de cojinetes .....	384
3.4.4. Análisis de temperatura de devanado de motores .....	386
3.4.5. Análisis del rendimiento de electrobombas.....	388
3.4.6. Análisis del rendimiento de motores .....	389
3.4.7. Análisis de la curva característica de la bomba .....	391
3.5. Registro e interpretación de mediciones .....	394
<b>Glosario .....</b>	<b>419</b>
<b>Soluciones .....</b>	<b>423</b>
<b>Anexo .....</b>	<b>425</b>

Área: seguridad y medioambiente

# **UD1**

**Organización y planificación del  
mantenimiento preventivo de equipos de  
plantas de tratamiento de agua potable y  
plantas depuradoras**

**UF1669: Mantenimiento preventivo de equipos y procesos de plantas de tratamiento de agua y plantas depuradoras**

- 1.1. Equipos mecánicos y eléctricos de plantas de agua potable y depuradoras
  - 1.1.1. Funcionalidad
  - 1.1.2. Funcionamiento básico y manejo de equipos
  - 1.1.3. Puntos a revisar y mantener
- 1.2. Interpretación de planos, croquis y esquemas
  - 1.2.1. Proyecciones
  - 1.2.2. Acotaciones
  - 1.2.3. Escalas
  - 1.2.4. Simbología
- 1.3. Planes de mantenimiento
  - 1.3.1. Elementos de inspección
  - 1.3.2. Frecuencia de las visitas
  - 1.3.3. Operaciones a realizar
  - 1.3.4. Programa informático soporte al mantenimiento preventivo
- 1.4. Organización del taller
- 1.5. Control de repuestos y organización del almacén
- 1.6. Partes de trabajo

## 1.1. Equipos mecánicos y eléctricos de plantas de agua potable y depuradoras

Se sabe que el recurso agua es un elemento esencial no sólo para la vida del hombre, sino también para que éste pueda desarrollar todas sus actividades básicas. Es desde la Prehistoria cuando los humanos han utilizado las aguas que tenían más a mano, como por ejemplo el agua de los ríos, para poder abastecerse y subsistir; se manifiesta así la época nómada por excelencia. En la última glaciación (no fue hasta el Holoceno) cuando se produjeron los evidentes asentamientos de manera continuada siempre cerca de los ríos y lagos, ya que sería imposible llevar a cabo las actividades propias del ser humano sin un abastecimiento adecuado en cantidad y calidad del elemento agua. Por todo ello, el agua ha originado variaciones en las densidades de población y ha hecho inhabitable más de una región.

El agua es uno de los componentes más fascinantes de nuestro planeta e imprescindible para la vida orgánica. Cubre aproximadamente un 70% de la superficie terrestre. Se calcula que existen alrededor de 1.400 millones de km<sup>3</sup> de agua en este planeta. El agua es en su mayoría de escasa o nula utilidad para el ser humano, a pesar de ser uno de los elementos más abundantes de la Tierra, ya que aproximadamente un 99% del total lo constituyen mares y océanos o masas sólidas (glaciares, etc.). "Solamente" un 1% de las masas de aguas son aprovechables por el hombre, lo que hace necesarios importantes esfuerzos económicos y de construcción de diferentes infraestructuras para poder acceder a este porcentaje.

Para entender el funcionamiento de las estaciones de tratamiento y depuración de aguas es necesario conocer el ciclo hidrológico.

## Ciclo hidrológico

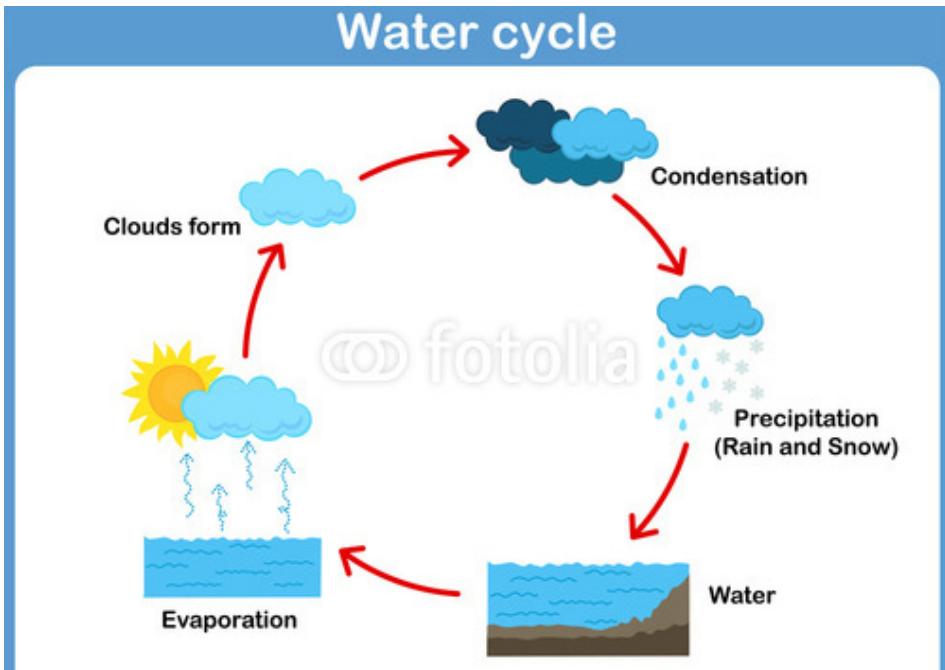
La cantidad de agua que existe en la superficie terrestre y alrededor de ella es constante, pero no así la disponibilidad de la misma. El agua está continuamente moviéndose de un lugar a otro a través de su ciclo natural. Este ciclo del agua se conoce, comúnmente, como ciclo hidrológico.

El ciclo hidrológico comienza condicionado por la energía solar: calienta el agua y hace que llegue hasta la atmósfera. Este movimiento del agua hacia la atmósfera se le llama evaporación. Más tarde, el agua volverá de nuevo a los océanos o mares en forma de lluvia, granizo o nieve. Aquella que vuelve a la superficie se la conoce como agua meteórica. Si los océanos no volvieran a "recargarse", descendería el nivel de sus aguas más de 1,2 m cada año.

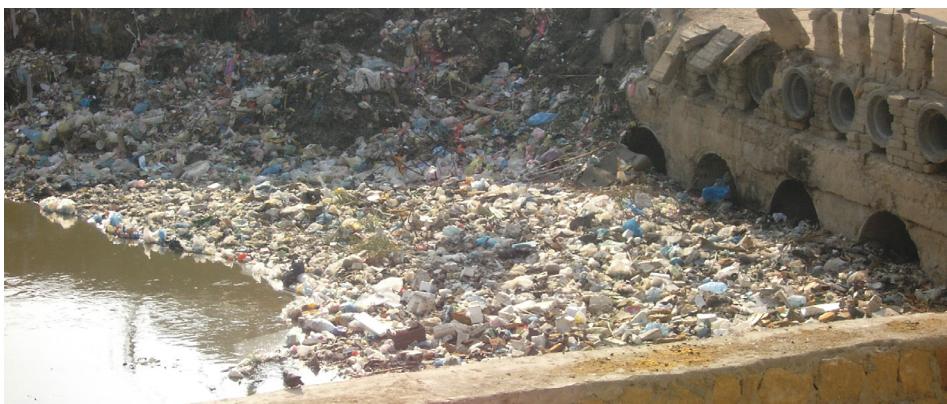
Se puede decir que los océanos son la reserva más grande de agua, contiene un 97% del agua de todo el planeta. Sin embargo, su alto contenido en sal la hace no ser potable ni aprovechable en la agricultura ni en la industria. Esta sal se queda en los océanos cuando el agua de éstos se evapora.

El agua forma nubes al evaporarse, pero no permanece en ellas mucho tiempo. Vuelve a la tierra en forma de agua meteórica (lluvia, granizo o nieve). Las nubes pueden volver a precipitar su agua, siendo ésta potable, en los océanos o bien sobre la tierra. Esta agua de lluvia es fundamental para los cultivos y constituye menos del 1% del total de suministro de agua necesaria. Este intercambio entre la tierra y la atmósfera es vital para mantener un equilibrio hidrológico en el planeta.

Las plantas y los animales también juegan un papel importante en el ciclo hidrológico. Las plantas absorben el agua a través de sus raíces y la liberan por unas aberturas microscópicas, que se encuentran en sus hojas, llamadas estomas. Esta liberación del agua desde las plantas se llama transpiración. Los animales también necesitan agua para su desarrollo. El agua posibilita muchas actividades químicas, regula la temperatura y transporta nutrientes a través de la corriente sanguínea de los animales. El 65% del peso de un animal es agua.



El agua superficial es otro componente del ciclo hidrológico. Un porcentaje significativo del agua de las precipitaciones puede caer en lagos, presas y corrientes fluviales. Esta agua es aprovechada por el hombre de innumerables formas en su camino hacia el océano, cubriendo sus necesidades agrícolas, industriales, domésticas y personales. Por este motivo la contaminación de estas aguas se convierte en un grave problema, ya que las convierte en no aptas para nuestras necesidades vitales. Si la escorrentía es excesiva puede llegar a ser destructiva, provocando inundaciones y erosiones del suelo.

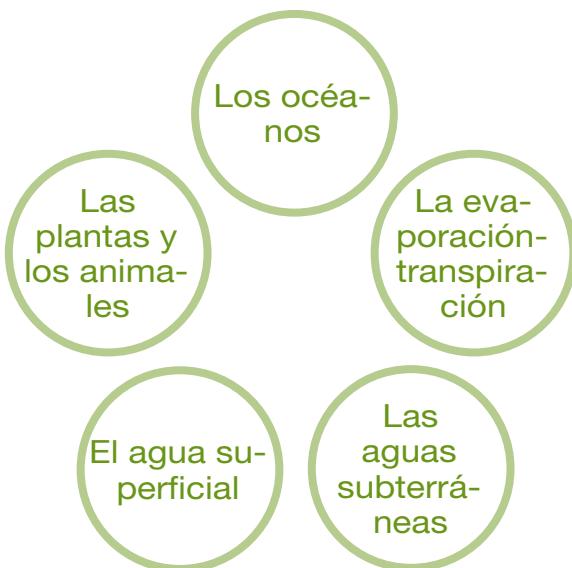


## UF1669: Mantenimiento preventivo de equipos y procesos de plantas de tratamiento de agua y plantas depuradoras

Por último, otro componente esencial en el ciclo hidrológico es el agua subterránea. El agua que no se evapora ni fluye por escorrentía, es absorbida por el suelo y entra a formar parte del conjunto de las aguas subterráneas. Cuando el agua de lluvia llega a la superficie del suelo, éste la absorbe a tres niveles o zonas: La primera zona, localizada en la superficie, contiene las partículas más secas del suelo. Estas partículas absorben agua hasta que están saturadas y no pueden almacenar más agua. La siguiente zona que encuentra el agua es la zona de aireación. Esta zona está formada por espacios huecos, llenos de aire, que existen entre las partículas minerales del suelo. Esta zona se desarrolla desde las raíces más profundas de las plantas hasta justo por encima del nivel freático. Inmediatamente por debajo de esta franja se encuentra la zona de aguas subterráneas. En esta zona el agua está aprisionada entre rocas saturadas de agua llamadas acuíferos y es aquí donde se excavan los pozos. Este suministro de agua puede equivaler a unos 100 años del volumen de la escorrentía de su superficie.



Los terrenos permeables que almacenan agua subterránea se llaman **acuíferos**. El nivel freático es la capa más alta de un acuífero.



## Usos del agua

El recurso “agua” es de consumo universal incitando al ser humano a emigrar de una zona a otra en su busca. Además del consumo como necesidad básica vital, existen otros consumos entre los que se incluyen:

### 1. Agricultura

El riego es el principal uso agrícola del agua. La idea de hacer llegar agua de forma artificial a las tierras que no reciben suficiente lluvia no es nueva. Los métodos de riego más corrientes incluyen el riego superficial y por aspersión. El riego en superficie implica la construcción de una serie de acequias de diferentes tamaños para transportar el agua. Las más grandes, llamadas canales, llevan el agua desde los embalses o corrientes fluviales hasta los campos. Desde los canales, las acequias pequeñas o laterales llevan el agua a pie de cultivo. A continuación se muestran, entre las muchas que existen, dos ejemplos de técnicas de riego superficial.

#### Ejemplo

Las técnicas de riego superficial pueden emplear tanto el método de inundación como el de acequias. El método de inundación supone cubrir con una extensión continua de agua una zona baja de un campo. El método de acequias usa distintos tipos de éstas para conducir el agua hasta los campos. Se usa a menudo en huertos y en cultivos de arrastre.

El sistema de riego por aspersores aplica agua a la parte más periférica de un cultivo. Los aspersores pueden ser totalmente portátiles o estáticos. En un sistema de aparatos portátiles, los aspersores, dispositivos laterales e incluso el equipo de bombeo son móviles. Esto supone el movimiento de los mecanismos de bombeo a lo largo de una acequia desde la que los rociadores laterales se alimenten de agua.



## 2. Industrias

Indudablemente, las empresas industriales necesitan agua. Generalmente en la industria el agua es la materia prima que más se consume en la producción de bienes. Realmente, sólo se consume una pequeña parte, el resto se emplea como un medio para otros procesos.

### Ejemplo

En la industria conservera, se emplea agua para limpiar los productos y los recipientes, refrigerar los hornos, hervir los productos y eliminar por lavado los residuos. Incluso llega a ser parte del producto envasado.

La mayor parte del agua, bien se recicla para otros usos o bien vuelve al ciclo natural hidrológico para acabar en alguna corriente o acequia de drenaje.

Una buena parte del consumo de agua en las industrias se emplea en la fabricación de artículos.



Sabías que

El papel se fabrica realmente con agua.

---



Importante

El abastecimiento de agua es un factor determinante en la selección del emplazamiento de una fábrica. Los severos programas de control de la contaminación han propiciado que las industrias desarrollen métodos para reciclar el agua antes de volver a tomar más cantidad desde los suministros externos.

---

## 3. Centrales hidroeléctricas

En la producción de energía eléctrica mediante generadores de turbinas hidráulicas se consume una gran cantidad de agua.



Sabías que

Los Estados Unidos son los líderes mundiales en la producción de energía hidráulica. Si bien la producción de energía creció más de diez veces desde 1920 a 1970, sigue representando tan sólo una pequeña parte del consumo total de energía eléctrica del país.

---

El principio elemental de la producción de energía hidráulica se basa en el aprovechamiento de los saltos de agua entre los distintos niveles que puedan existir, como ocurre en las presas, en los pantanos y en los desniveles de algunas cuencas fluviales. En estas zonas es apropiado construir centrales hidroeléctricas. Aunque en estos casos el agua no se calienta, ni se contamina ni se descompone, se ha generado una gran preocupación sobre estos temas en los últimos años ya que una vez que un río se ha modificado, su cauce natural se vuelve menos dinámico, los ciclos de vida de los peces se acortan o interrumpen y se alteran sus zonas tranquilas.

#### 4. Peces y fauna terrestre

El agua desempeña un decisivo papel en la población animal. La forma en que el hombre controla y aprovecha el agua no sólo afecta a los peces sino a toda la fauna que vive alrededor del agua, incluyendo a los animales terrestres, aves y especies acuáticas.



Importante

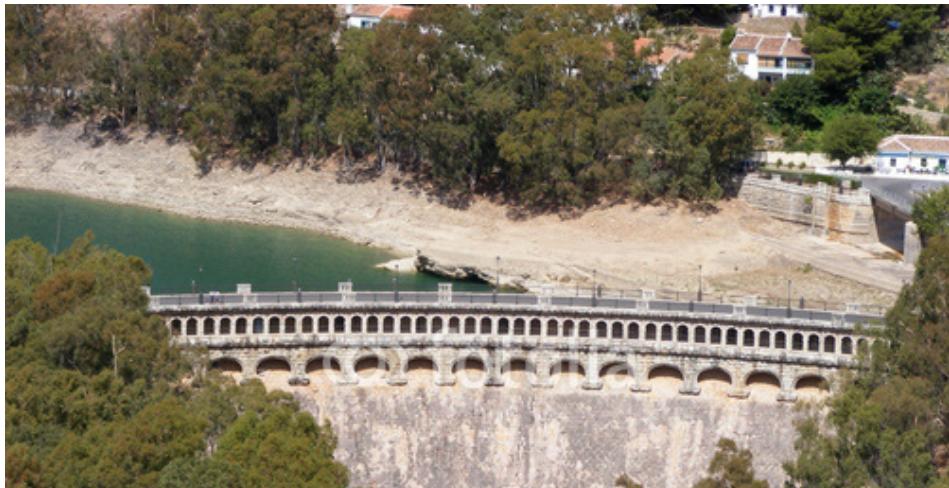
Hay que tener en cuenta que cada especie animal se desarrolla en un ambiente acuático determinado. Algunas especies prosperan mejor en las aguas tranquilas y frías de las montañas, mientras que otras prefieren los torrentes rápidos. Cuando una extensión o una corriente acuática se represa o se suelta, se pueden provocar modificaciones en los hábitats de algunas especies que no siempre saben adaptarse a los cambios y pueden perecer en poco tiempo.

---

En los últimos años, se han promulgado leyes para proteger las zonas acuáticas más valiosas. Es necesario llevar a cabo un riguroso estudio para determinar el impacto de los posibles cambios que puedan alterar estos entornos. Por lo general, estos cambios no acaban autorizándose.

## 5. Actividades recreativas

El agua facilita muchas actividades recreativas, aunque muchas veces dichas actividades han supuesto un beneficio adicional derivado de la modificación del curso natural de las aguas al construir una represa o una central eléctrica.



Aquellas no son las únicas que exigen la presencia de recursos hidrológicos para llevarse a cabo. Existen miles de piscinas en casi todos los países lo cual exige establecer unas normas sanitarias para que el agua que se utilice en ellas no represente un peligro para la salud. Este agua debe renovarse continuamente y se debe tratar con sustancias químicas para mantenerla depurada. Adicionalmente, también hay un gasto de agua debido a las salpicaduras y a la evaporación que se producen en cualquier piscina.



El agua no sólo se utiliza y consume en su estado líquido. Se puede pensar en los deportes y actividades recreativas y artísticas que se celebran sobre pistas heladas. Todo esto supone un consumo de los recursos hidrológicos.

## 6. Consumo doméstico

Comúnmente se consume mucha más agua de la que necesitamos para vivir. Se utiliza para cocinar, bañarse, limpiar y desague los residuos. Existen muchos países que deben sentirse privilegiados por poder disponer de agua corriente en los hogares mientras que esto no es la totalidad de ellos.

La elevada importancia del recurso, junto a la dificultad que supone el acceso a los recursos hídricos (problema que se incrementa en épocas de grave sequía), hace necesarias la protección y conservación de los cauces naturales, así como una mejora en la gestión y aprovechamiento de los mismos.

Por fuente de abastecimiento de agua se entiende la fase del ciclo natural o el punto del cual se modifica el flujo natural del agua, temporalmente para ser usada, regresando finalmente a la naturaleza. Esta agua puede, o no, volver a su "fuente original", lo cual depende de la forma en que se disponga de las aguas de desperdicio. El efecto de la acción del hombre sobre la naturaleza consiste, en todo caso, en disminuir los recursos de agua subterráneos, extrayéndolos del subsuelo sin reponerlos.

Esto sucede comúnmente en el caso de abastecimientos superficiales de agua.



En algunos lugares ha llegado a ser muy importante la disminución de los mantos acuíferos subterráneos causada por la acción del hombre.

---

Se hace uso tanto de los recursos superficiales como subterráneos para el abastecimiento público de agua. Los fundamentos para elegir uno u otro son muchos, y se consideran importantes factores como la calidad, la cantidad disponible, la seguridad del abastecimiento y el costo de construcción y operación.

A lo largo de todo el contenido se irán indicando las diferencias entre una Estación de Tratamiento de Aguas Potables (a partir de ahora ETAP) y una Estación de Depuración de Aguas Residuales (a partir de ahora EDAR).

Es por ello que el tratamiento del recurso hídrico se divide en dos categorías según si consiste en agua dulce que no ha sido utilizada para cubrir las necesidades del hombre, o de agua que se emite como residuo después de su uso.

## Fundamentos para elegir entre agua subterránea o superficial

- Cantidad.
- Calidad.
- Seguridad de abastecimiento.
- Costo de construcción.
- Costo de operación.

### Abastecimientos subterráneos

Colectivamente, las comunidades más pequeñas son las que emplean abastecimientos subterráneos de agua, por lo limitado que resulta el volumen de un acuífero. Un inconveniente de los abastecimientos subterráneos la aportación mineral que contiene el agua (dureza del agua), lo cual se debe a que los constituyentes que causan la dureza son lavados de los depósitos minerales. Sin embargo, el abastecimiento subterráneo tiene la ventaja de suministrar aguas que requieren un menor grado de tratamiento, ya que esas "impurezas" se eliminan de forma natural a medida que el agua atraviesa las capas del suelo y el subsuelo. No obstante, aunque estas condiciones corresponden a la generalidad de las aguas subterráneas, la conformación del suelo y del subsuelo puede no ser la más óptima para una óptima eliminación eficaz de la materia indeseable del agua.

### Pozos poco profundos

No existe un límite estricto que establezca una diferenciación entre pozos poco profundos y pozos profundos. Usualmente se clasifican como "poco profundos" aquellos cuya profundidad es menor de 30 metros y como profundos aquellos cuya profundidad es superior a dicha espesor. Los pozos poco profundos pueden ser cavados o entubados:

- Pozos cavados. Consiste en un hoyo vertical, de diámetro 1.20 m a 1.80 m, excavados desde la superficie del suelo hasta alcanzar la profundidad del manto del acuífero. Estos pozos pueden recubrirse con materiales como hormigón, ladrillo o baldosa vidriada. El recubrimiento debe ser impermeable para evitar escorrentías e infiltraciones superficiales y extenderse desde unos 30 cm sobre la superficie del suelo, hasta como mínimo 3 m bajo la misma. El hormigón es el material más adecuado para recubrir la parte superior del pozo; se prefiere el ladrillo, la piedra brasa o la baldosa vidriada para recubrir la sección permeable que queda dentro del estrato acuífero.