

# **NOVAS TENDENCIAS NA SOSTENIBILIDADE DAS AUGAS.**

Por el Prof. Dr, Ingeniero Aurelio Hernández Muñoz  
Catedrático de Ingeniería Sanitaria y Ambiental  
de la E.T.S. de Ingenieros de C.CyP de Madrid.  
Profesor Emérito de la Universidad Politécnica de Madrid

Isla de la Toja. Febrero de 2015

## BASE DE PARTIDA

El documento de partida es el Statistical Report de Diciembre de 2014, resultado de una encuesta “EUSurvey on Quality of Drinking Water.

El periodo de consulta ha sido del 23/06/2014 al 23/09/2014.

Respuestas evaluadas 5908, entre éstas corresponden a expertos 670.

Integra dos partes:

- I Preguntas generales a los consumidores;
- II Preguntas sobre la Directiva de abastecimiento de agua.

# ANÁLISIS DE LAS ENCUESTAS MÁS SIGNIFICATIVAS

## PREGUNTAS

1. En cuanto al uso del agua en los hogares:

- El 56,6% bebe el agua según sale del grifo
- El 66,2% bebe el agua del grifo, después de una filtración
- El 54,6% bebe el agua después de cocerla
- El 81,6% utiliza el agua del grifo para cocinar
- El 90% utiliza el agua para su higiene personal

**Comentarios I:** Es baja la fiabilidad de la calidad del agua para abastecimiento en el grifo del consumidor.

El agua servida con calidad de abastecimiento se utiliza para todos los usos. El gasto del tratamiento de la totalidad para los requisitos de abastecimiento es importante.

2. Donde vivo, el acceso al agua potable es fácil para todos, y la calidad es buena:

El 81,8% está conforme, el 8,2% no responde, el 7,4% no está de acuerdo.

**Comentarios II:** La población, en su mayoría, está abastecida y con agua de calidad.

3. Donde vivo, la conexión a la red de distribución es buena:

El 88,5% está conforme, el 5,1% no responde, el 3,4% no está de acuerdo.

**Comentarios III:** Prácticamente en la U.E. toda la población está unida a la red de distribución.

4. Donde vivo, el precio del agua es accesible para los consumidores:

- 69,3% piensa que el precio es accesible, no responde el 12,7%, no es accesible el 14,8%.

**Comentarios IV:** El precio del agua sobrepasa las posibilidades económicas de una parte importante de la población abastecida. Debe buscarse la sostenibilidad, bajando el coste del servicio.

5. Donde vivo, el precio del servicio de agua (servicio, seguridad del abastecimiento, etc..) es accesible para el consumidor:

- El 63,1% señala que es accesible, el 17,3% no responde, el 14,1% señala que no es accesible.

**Comentarios V:** Debe ajustarse el servicio a las posibilidades económicas, buscando la sostenibilidad.

Debe hacerse lo que sea necesario. Dar calidad a lo que requiera calidad según el uso del agua.

6. Donde vivo, la calidad del abastecimiento es buena, el agua limpia llega a todos:

El 73,5% está de acuerdo, el 11,5% no responde, el 10,8% señala que la calidad no es buena.

**Comentarios VI:** En un porcentaje alto la calidad no está garantizada.

Deberán buscarse las aguas de calidad, planificando adecuadamente.



7. Donde vivo, la sensación de que la calidad de las aguas es buena, atendiendo a sabor, olor, turbidez, dureza, etc....:

El 70,4% acepta, el 12% no responde, el 15,1% no la acepta.

**Comentarios VII:** Un porcentaje alto no está de acuerdo con la calidad.

Deben considerarse estas situaciones y optimizar la planificación de los recursos.

8. Donde vivo, el tratamiento de las aguas debido a:

- Contaminación de recursos naturales**, tal como minerales, se considera adecuada:  
26,5% acepta, el 23,1 indeciso, el 34,7% no está de acuerdo.
- Contaminación agrícola**, 84,1% está de acuerdo, el 5,5% indeciso, y el 7,8% disconforme.
- Contaminación por explotación de hidrocarburos**, 73% de acuerdo, el 12,3% indeciso, el 6,8% disconforme.
- Contaminación industrial**, 83,8% conforme, el 8,7% indeciso, el 4% disconforme.
- Contaminación urbana**, 77,8% conformes, 12,4% indeciso, 6% disconforme.

8. Donde vivo, el tratamiento de las aguas debido a:

- ❑ **Contaminación por sustancias procedentes de materiales en contacto con el agua**, el 56, 5% conforme, 24,3% indeciso, 13,4% disconforme.
- ❑ **Contaminación por tratamientos debidos al cambio climático**, 52,8% conforme, 26% indeciso, 13,5% disconforme.
- ❑ **Otros tipos de contaminación o tratamientos**, 21,2% conforme, 7% indeciso, 11,8% disconforme.

**Comentarios VIII:** Es necesario estructurar adecuadamente los sistemas de saneamiento.

El mejor tratamiento es evitar la necesidad de tratamiento.

Debe tratarse solo lo necesario.

Es imprescindible mejorar los controles.

## 9. En relación con la normativa de calidad de abastecimiento, Directiva

- No es necesario modificar la normativa actual, conformes el 26%, 15,9% indecisos, 38,8% debe modificarse.
- Restringir la lista de parámetros a un pequeño número de parámetros clave, 18,4% de acuerdo, 10,2% de indecisos, 55,2% en contra.
- Revisar e incrementar la lista de nuevos contaminantes, 57,2% a favor, 13,1% de indecisos, 19,6% en contra.
- Revisar la lista de contaminantes emergentes con efectos sobre la salud.

**Comentarios IX:** Al incrementar las listas más difícil de lograr su cumplimiento, con independencia del tiempo necesario y coste.

Debe actuarse en la generación de recursos protegidos, en la correcta planificación atendiendo al uso.

Debe considerarse la sostenibilidad de la solución adoptada.

## 10. En relación con el control de la calidad de las aguas.

- El nivel de control es adecuado, 27,4% conforme, 19% indecisos, 37,1 en contra.
- El nivel de control debe reducirse por el coste, 5,1% a favor, 11,7% indecisos, 68,4% en contra.
- El control debe ser más frecuente si la repercusión económica es baja, 40,7% a favor, 21,1% indecisos, 24,8% en contra.
- El control debe ser más frecuente aunque la repercusión económica sea importante, 22,4% a favor, 24,1% indecisos, 37,8% en contra.

10. En relación con el control de la calidad de las aguas.

- Los resultados del control deben ser transparentes y estar a disposición on line, 80,9% a favor, 6% de indecisos, 5% en contra.

**Comentarios X:** Debe considerarse la sostenibilidad del control.

Deben reducirse los controles, mediante la reserva de recursos de calidad y la planificación adecuada de los recursos en función de los usos.

Los resultados de los controles deben estar a disposición de los usuarios.

11. En relación con la forma de informar a los usuarios.

- Se considera adecuada la información actual al usuario, 15,5% a favor.
- Toda la información debe estar a disposición del usuario on line, 70,6% a favor, 9,7% de indecisos, 9,4% en contra.

**Comentarios XI:** Es totalmente necesario que el usuario tenga acceso a los datos “on line”.

12. En relación con la necesidad de acciones en caso de problemas en el abastecimiento.

- No se necesita modificar la situación actual. 22,2% a favor, 18,4% de indecisos, 38,7% en contra.
- Una rápida información a los usuarios y correcciones urgentes usando las herramientas de comunicación y actuación. 82,1% a favor, 6,2% de indecisos, 3,5% en contra.

**Comentarios XII.** Deben adoptarse todas las medidas y acciones acordes con el estado actual de la técnica.



### 13. Otros aspectos de interés en relación con el abastecimiento del agua.

- ❑ La normativa de los abastecimientos de agua debe pasar de la calidad de las aguas en el grifo del consumidor al proceso total, 62,9% a favor, 13,3% indecisos, 14,7% en contra.
- ❑ El tratamiento del agua debe regularse de forma similar a la producción de alimentos, 61% a favor, 12,8% indecisos, 13,3% en contra.
- ❑ Los materiales en contacto con las aguas deben reglamentarse de una forma más armonizada, 65,4% a favor, 12,6% indecisos, 10,6% en contra.
- ❑ Deben aumentarse los incentivos al ahorro de agua, 63,9% a favor, 11,8% indecisos, 16% en contra.

**Comentarios XIII:** Deben separarse las normativas sanitarias de las puramente técnicas.

Las exigencias deben minimizarse a las estrictamente necesarias.

El uso racional y el ahorro del agua son esenciales.

# RELACIÓN DE ACCIONES CONCRETAS HACIA EL FUTURO BUSCANDO LA SOSTENIBILIDAD

## 1º ACCIONES FRENTE A LA ESCASEZ

Como primer elemento habrá que pensar en el agua como recurso, habrá que considerar la problemática de la escasez de recursos de agua para el abastecimiento de la población, que puede llegar a considerar la necesidad de utilizar cualquiera de las alternativas siguientes, entre las que debe merecer especial atención la reutilización de las aguas.

# ACCIONES

## Limitación del consumo

- Admitir la escasez y sus consecuencias
- Establecer restricciones en el consumo
- Suprimir consumos en usos no imprescindibles

## Sobre la demanda

- Adecuar dotaciones de agua para fines agrícolas, en función de las necesidades
- Mejorar las tecnologías de riego
- Evitar evaporación en las zonas de riego. Procesos de gota a gota enterrados

- Introducir tecnologías apropiadas en los distintos elementos de consumo urbano, con vista a la reducción de consumos
- Evitar pérdidas en redes y elementos de la misma
- Establecer tarifas con primas al ahorro
- Establecer tarifas que penalicen el consumo excesivo
- Basar el coste del agua en tarifas reales
- Establecer ayudas e incentivos fiscales de ahorro
- Reducir gastos en el consumo industrial optimizando los sistemas productivos
- Reducir gastos en el consumo industrial reciclando sus aguas
- Adoptar procesos de reducción de aguas, por ejemplo en refrigeración

## Sobre los recursos

- Protección de la calidad de los recursos
- Optimizar la gestión
- Incrementar artificialmente las precipitaciones
- Modificar las condiciones de escorrentía, según los casos
- Reducir al máximo el proceso de evaporación
- Evitar pérdidas de agua en regulación y en transporte de agua
- Incrementar los recursos superficiales, ampliando la capacidad de regulación
- Incrementar los recursos subterráneos con la incorporación de caudales infiltrados
- Reutilización de aguas residuales
- Reutilización de aguas salinas y salobres

## 2º PLANIFICACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Los aspectos cualitativos y cuantitativos de las aguas continentales, deben considerarse desde la perspectiva de una planificación correcta, que considere todas las variables y parámetros que intervienen, así como los aspectos técnicos, económicos y medioambientales. Las alternativas deben ser sometidas a una evaluación para establecer la solución más oportuna.

Los recursos deben inventariarse según su calidad, reservando y protegiendo adecuadamente aquellos que constituyen la reserva para el abastecimiento futuro de poblaciones y mantenimiento de ecosistemas selectivos. Crear zonas de reserva de agua de calidad.

En el futuro deberá pensarse, para las ciudades, en redes múltiples de distribución, atendiendo a la calidad requerida según el uso al que se destine. Buscar un recurso de alta calidad, someterle a tratamientos costosos, alcanzando una calidad única para todas las necesidades de la ciudad, es un derroche. Por ejemplo. No puede darse el agua de abastecimiento para lavado de calles y riego de parques y jardines.

### 3º DIFERENCIAR LAS AGUAS CON IMPUREZAS Y AGUAS CON CONTAMINACIÓN

Diferenciar las aguas con impurezas de aquellas con contaminación es esencial. La justificación de este hecho puede verse en la Directiva “INSTRUCCIONES DEL CONSEJO, del 16 de junio de 1975, relativa a la calidad requerida a las aguas superficiales destinadas a la producción de agua para la alimentación en los Estados miembros. (75/440/CEE)”, donde se definen los procesos de tratamiento tipo que permiten la transformación de las aguas superficiales de las categorías A1, A2 y A3 en agua para la alimentación, y donde se buscan para abastecimiento aguas con impurezas, categoría A1, o aguas con contaminación reducida, categorías A2 y A3.

## 4º DISEÑAR DE NUEVO LOS TRATAMIENTOS DE AGUA

No debe olvidarse nunca que el mejor tratamiento es no tener que tratar las aguas, o en su defecto dar el mínimo tratamiento necesario.

Utilizar para abastecimiento y alimentación aguas de gran calidad reservadas y protegidas en la planificación.

En este sentido puede señalarse como proceso más adecuado, al no introducir elementos extraños a las aguas en el proceso de tratamiento, el proceso físico de filtración, utilizándose según necesidades: Filtración rápida, filtración lenta, microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis inversa.



## 5º DISEÑAR LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN ACORDES CON LOS USOS DEL AGUA

Pasar a redes dobles de abastecimiento y otros usos, o bien red triple, incorporando a la anterior una red con agua reciclada para aquellos usos que la admitan.

## 6º DISEÑAR LAS NUEVAS REDES DE SANEAMIENTO

En primer lugar la contaminación, que presentan las aguas de escorrentía superficial, lleva a considerar que no se trata de aguas blancas, y en consecuencia no es posible su vertido directo, cuestionándose el empleo de aliviaderos con vertido directo sobre los cauces.

En segundo lugar, se está convirtiendo en una necesidad imperiosa la reutilización de las aguas residuales de origen urbano, y entre ellas las de escorrentía superficial urbana. Las aguas de escorrentía superficial presentan menos grado de contaminación, y por consiguiente su reutilización requerirá técnicas más sencillas y menor coste.

Un principio fundamental hacia el futuro consistirá en buscar la forma de reducir los caudales a recibir en la red de saneamiento, fundamentalmente los de escorrentía superficial, lo que reducirá las secciones de los conductos necesarios y el sobredimensionado inútil de las estaciones depuradoras.

Diseñar redes separativas dobles, separando las aguas de escorrentía de las aguas negras. O bien redes triples, ampliando la anterior, para la separación de las aguas de vertido doméstico e industrias compatibles de aquellos otros vertidos industriales difíciles de tratar, todo ello en relación con la mejora de los rendimientos de los procesos de depuración, así como con vistas a la reutilización de las aguas.

Construcción de depósitos de retención en las redes de saneamiento.

ASPECTOS	SISTEMA SEPARATIVO	SISTEMA UNITARIO
Condiciones ambientales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evita la necesidad de aliviaderos, y en consecuencia vertidos indeseados sobre el medio receptor.</li> <li>- Permite la recuperación de cauces naturales perdidos por la urbanización.</li> <li>- Permite la incorporación de las aguas de escorrentía a puntos de almacenamiento superficiales o subterráneos.</li> <li>- Permite una más fácil reutilización de los caudales de escorrentía con contaminación reducida y con menor costo.</li> <li>- Se evita la necesidad de captar nuevos recursos, normalmente escasos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Genera contaminaciones importantes en los vertederos necesarios, salvo con la construcción de grandes depósitos de retención.</li> <li>- Se generan contaminaciones importantes en los vertidos de las depuradoras en los episodios de lluvias.</li> <li>- La reutilización es más difícil técnicamente y de mayor coste económico</li> <li>- Mayor riesgo por incorporación de productos tóxicos y peligrosos para muchos usos de aguas reutilizadas.</li> <li>- Al mezclar las aguas de escorrentía con las aguas negras, los volúmenes de aguas contaminadas aumentan.</li> </ul>

Requerimientos de las redes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espacio para la colocación de la doble red, cuyos trazados y longitudes no coincidirán.</li> <li>- Coste de construcción entre un 20% y 40% superior al unitario, en el caso de doble red completa, lo que no se prevé en un diseño correcto.</li> </ul>	- Una red única con mayor sección
Conducciones domiciliarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riesgo de conexiones incorrectas</li> <li>- Se requiere doble conexión</li> </ul>	- Conexión única
Tipo de conducto	- Diferenciado según el sistema	- Único
Dimensiones de los conductos	- Menores diámetros. Par el futuro sin modificaciones sensibles al aumentar el tamaño de la ciudad	- Grandes tamaños. Posibilidad, hacia el futuro de modificaciones ante el crecimiento de la ciudad.

Funcionamiento en tiempo seco	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajuste hidráulico de la red de aguas negras al tener una variación de caudal aceptable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formación de depósitos por el escaso caudal circulante, frente a la sección necesaria.</li> </ul>
Funcionamiento en tiempo de lluvia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buen funcionamiento hidráulico de ambos sistemas</li> <li>- Debe prestarse atención a las primeras aguas de escorrentía, atendiendo a su calidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buen funcionamiento hidráulico</li> <li>- Debe prestarse atención a la calidad de las aguas salidas del aliviadero o de los aliviaderos</li> </ul>
Estaciones de bombeo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De tamaño menor, al ser normalmente necesario solo para aguas negras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adicionar al mismo bombeo anterior, necesario en tiempo seco, bombas de gran caudal para las aguas de lluvia</li> </ul>

<p>Depuradoras</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caudal bastante constante y de características homogéneas</li> <li>- Menor tamaño de obras y equipos por menor coeficiente punta.</li> <li>- Mayor rendimiento de la depuradora por una mayor constancia en caudales y cargas.</li> <li>- Se depuran todas las aguas negras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayores caudales en entrada</li> <li>- Diluciones periódicas de las cargas</li> <li>- Necesidad de depósitos de retención</li> <li>- Caudales vertidos por aliviaderos.</li> <li>- Mayor coste inicial de la depuradora, por necesidad de sobredimensionado.</li> <li>- Mayor coste de mantenimiento y explotación.</li> </ul>
--------------------	---	---

<p>Mantenimiento de las redes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se aumenta la longitud de la red a mantener.</li> <li>- Mejor funcionamiento hidráulico de la red con menos sedimentaciones.</li> <li>- Posibilidad de depósitos fuertes en tramos iniciales de la red de aguas negras, si no se diseña adecuadamente.</li> <li>- Mayor tiempo entre limpiezas.</li> <li>- Menor coste de mantenimiento y explotación del saneamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las aguas de escorrentía pueden facilitar los arrastres de los posibles depósitos, producidos en tiempo seco, pero entre intervalos de periodos de lluvia se incrementan las sedimentaciones y la posibilidad de generar olores por condiciones anaerobicas.</li> </ul>
-----------------------------------	--	--



## 7º DISEÑAR LAS NUEVAS DEPURADORAS O ACONDICIONAR LAS ACTUALES

Deben señalarse de forma clara los objetivos a alcanzar en la depuración de las aguas.

Serán objetivos para las grandes depuradoras los siguientes:

- Seguridad de funcionamiento, estableciendo al menos líneas dobles de elementos
- Automatización del funcionamiento de la depuradora sin adoptar una excesiva sofisticación
- Alcanzar una calidad que permita la reutilización de las aguas
- Alcanzar una calidad que permita la reutilización de los lodos
- Optimizar la recuperación energética

En las pequeñas depuradoras es imprescindible considerar los aspectos económicos del mantenimiento y explotación de las mismas, siendo imprescindible reducir los consumos energéticos, reducir la mano de obra, buscando que la mano de obra necesaria no sea especializada. Los sistemas posibles en consecuencia con lo anterior son: tender hacia depuradoras simplificadas o ir a depuradoras de bajo costo de mantenimiento y explotación.

Debiéndose contemplar el resto de recomendaciones señaladas en el punto anterior.

Como tendencias de las depuradoras hacia el futuro se recomienda tener en cuenta las siguientes consideraciones.

### *Entrada*

- Tender hacia sistemas separativos de alcantarillado
- Evitar puntas de vertidos industriales, utilizando depósitos de retención
- Colocar depósitos de homogeneización y regulación, buscando la constancia en caudal y carga.
- Ajustar el diseño de cada escalón del proceso de depuración a su capacidad hidráulica máxima, utilizando vertederos múltiples.

## *Pretratamiento*

- ❑ Potenciar al máximo la acción del desbaste utilizando en segundo escalón procesos de tamizado
- ❑ Mayor exigencia en la retirada de grasas
- ❑ Compresión de los residuos sólidos retirados en pretratamiento
- ❑ Introducción del pretratamiento en edificios cerrados con posibilidad de evacuación del aire para su tratamiento y eliminación de olores.

## *Decantación primaria y secundaria*

- ❑ Mejora y simplificación de los sistemas de recogida de lodos y sobrenadantes
- ❑ Sustitución de la decantación secundaria por membranas de ultrafiltración instaladas en el reactor biológico, sobre todo en aquellos casos que se piensa en tratamientos terciarios para reutilización de las aguas

## *Reactores biológicos*

- ❑ Tendencia hacia los sistemas biológicos seriados
- ❑ Retorno hacia sistemas de película biológica en soportes fijos y móviles
- ❑ Separación de las funciones de agitación y aireación en los reactores biológicos
- ❑ Tendencia a incrementar la profundidad de los reactores biológicos
- ❑ Automatización de los reactores biológicos en cuanto a la concentración de oxígeno y mantenimiento de la concentración de fangos.

## *Espesadores*

- Tender hacia sistemas mecánicos de espesado

## *Digestión*

- Tender hacia la digestión anaerobia en depuradoras de más de 15.000 habitantes equivalentes
- Tender hacia la digestión anaerobia en fases
- Utilizar para el calentamiento de digestión sistemas de energía solar y bombas de calor.

## *Secado de lodos*

- Secado térmico para usos agrícolas indiscriminados de los lodos.

## *Tratamientos terciarios*

- ❑ Sistemas de coagulación-floculación y decantación lamelar
- ❑ Sistemas de aplicación al suelo (filtros verdes)
- ❑ Filtración
- ❑ Microfiltración
- ❑ Ultrafiltración
- ❑ Nanofiltración



Resumiendo, la búsqueda fundamental en el diseño de las instalaciones de depuración es la de alcanzar los siguientes objetivos: inercia y flexibilidad del sistema, facilidad de explotación, simplificación de funcionamiento, bajo consumo energético o recuperación, escasa mano de obra y adoptar una automatización suficiente para ayudar en el cumplimiento de estos objetivos.