

## EL PROBLEMA DE LA TOMA DE MUESTRAS EN AGUAS.

Javier González Benito<sup>(\*)</sup>, M<sup>a</sup> Teresa Jiménez Merino<sup>(\*\*)</sup> y Antonio Aznar Jiménez<sup>(\*)</sup>.

(\*) Instituto Tecnológico de Química y Materiales “Álvaro Alonso Barba”. Universidad Carlos III. Avd. de la Universidad 30. 28911-Leganés. Madrid. e-mail: [aaznar@ing.uc3m.es](mailto:aaznar@ing.uc3m.es).

(\*\*) Farmacia de la Unidad de Servicios de la Base “Tcol. Primo de Rivera”. Alcalá de Henares (Madrid).

### SUMMARY

To determine the conditions of a aqueous system, the collection of water samples must be carried out. This gathering of samples has to be performed taking into account several aspects. A correct manipulation is fundamental in order to eliminate the possibility of obtaining parameters values different than those associated with the original system, in other words, a lot of care must be taken to avoid getting unreal results with respect to the sort and amount of the present contaminants. Therefore, this aspect is very important in order to avoid a false knowledge of the system and its conditions. This work discusses how to do the sample collecting of water for subsequently analysis. We will start with some basic definitions and then, explain the collecting sample process, considering the representativity, the collection frequency and the storing (conservation) of the sample.

### RESUMEN

Para determinar las condiciones de un sistema hídrico deben tomarse muestras de agua. Esta recogida de muestras debe realizarse atendiendo a una serie de requisitos. Es imprescindible una manipulación correcta de la muestra para evitar que los valores de los parámetros determinados en los análisis difieran de los del sistema original y conducir con ello a resultados irreales sobre el tipo y cantidad de los contaminantes presentes; en definitiva, a un conocimiento falseado de dicho sistema y sus condiciones. En este trabajo se expone el modo de realizar una correcta toma de muestras de agua para su posterior análisis. Para ello, se parte de unas definiciones básicas y posteriormente se desarrolla el propio proceso de recogida de muestras, considerando la representatividad de la muestra, la frecuencia de recogida y la conservación de la misma.

### I.- INTRODUCCIÓN

La caracterización de un sistema hídrico supone la identificación de los contaminantes presentes en él mismo y su cuantificación. Para ello, normalmente no se analiza el total del sistema estudiado sino un volumen finito del mismo que se denomina **muestra**. Una muestra debe cumplir las siguientes condiciones:

- i) ser representativa del sistema en el momento del muestreo,

- ii) tener un volumen suficientemente pequeño como para facilitar su transporte y manipulación,
- iii) preservar los valores del parámetro o parámetros a determinar hasta el momento de su análisis,
- iv) poseer una correcta identificación espacial, temporal y de manipulación.

Al proceso de captación, conservación, transporte, manipulación y etiquetado de la muestra, se le denomina **toma de muestra**.

Cada muestra debe identificarse correctamente emitiendo un informe en el momento de adquisición de la misma, con los siguientes términos (UNE-EN 25667-2:1993):

- situación geográfica (y toponimia) del lugar del muestreo,
- información detallada sobre el punto de muestreo,
- fecha de la toma,
- método de la toma,
- duración de la toma,
- nombre del operario que ha efectuado la toma,
- condiciones meteorológicas,
- naturaleza del tratamiento preliminar,
- agentes de conservación o estabilización empleados,
- otros datos recogidos en el terreno.

Si se sospecha que el análisis de una muestra puede estar implicado en algún proceso legal, a las anteriores medidas de identificación, deben añadirse las de todo el personal que participe en el proceso de análisis de la misma, desde el momento de la toma de la muestra hasta la emisión del informe final.

En la toma de muestras deben distinguirse tres aspectos fundamentales: representatividad de la muestra, frecuencia del muestreo y conservación de la misma.

## II.- REPRESENTATIVIDAD DE LA MUESTRA

Una muestra de agua se toma y analiza para proporcionarnos información del estado del sistema hídrico en el momento del muestreo, por lo que la representatividad de la toma de muestras es uno de los problemas principales en la caracterización de todo sistema. Una muestra no representativa puede conducir a resultados irreales sobre el tipo y cantidad de los contaminantes presentes y en definitiva a un conocimiento falseado de dicho sistema y sus condiciones. Se entiende por representatividad de una muestra, la cualidad por la cual las propiedades determinadas en la misma pueden ser extrapolables al total del sistema hídrico del que procede. La acción de escoger muestras representativas de las condiciones del sistema con el propósito de examinar características del mismo, se denomina **muestreo**.

Con relación a su representatividad, existen fundamentalmente dos tipos de muestras:

- **Muestra instantánea, puntual o fortuita:** es la muestra discreta que se toma de forma aleatoria, en un punto del sistema y un momento determinado. Este tipo de muestra nos da información de las condiciones del sistema en el momento del muestreo, no siendo extrapolables sus valores a otros momentos y situaciones.
- **Muestra compuesta:** es la formada por un conjunto de dos o más submuestras, obtenidas a diversos intervalos de tiempo o de espacio del efluente. Cada submuestra se corresponde con una porción del volumen total a analizar, de tal forma que nos permite obtener información de los valores medios de los parámetros a determinar.

El muestreo mediante muestras instantáneas está indicado cuando las características del sistema no son uniformes, y el muestreo basado en muestras compuestas puede darnos un valor promedio alejado de los valores punta del sistema. Sin embargo, al ser un muestreo aleatorio, puede no permitirnos conocer los valores punta del sistema en estudio; por esto, el diseño de un muestreo mediante muestras instantáneas exige un conocimiento previo de las fluctuaciones del sistema. También se hace imprescindible el empleo de muestras instantáneas durante el proceso de diseño de un sistema de muestreo más complejo, con objeto de determinar las desviaciones de los parámetros del sistema con respecto a los valores medios.

El objetivo de un sistema de muestreo mediante muestras compuestas, es el de obtener valores medios de las características del sistema, ya sea con carácter temporal (toma de muestras a intervalos temporales fijos) o espacial (toma de muestras en un mismo instante a distancias o profundidades determinadas). El diseño de un programa de muestreo de muestras compuestas se puede basar en tomas de volumen de muestra (alícuota) constantes en el tiempo o en el espacio, o proporcionales al caudal del sistema en cada momento o posición (muestra proporcional). La muestra proporcional nos permite obtener una información más próxima al valor medio en los casos en que el efluente sufre graves fluctuaciones del caudal (descarga de depósitos, lluvias intermitentes, etc.).

Cuando la muestra de agua tiene como finalidad mostrar la potabilidad de la misma ha de ser siempre una muestra instantánea, nunca compuesta, en la que se pueda ver la composición bacteriana en ese momento y lugar (no valen valores medios)<sup>1</sup>.

Cuando sobre la muestra se vayan a realizar determinaciones microbiológicas junto a todos los aspectos generales, se deben tomar una serie de medidas especiales para que el examen bacteriológico tenga validez de interpretación. El volumen de agua a tomar depende de la técnica analítica que seguirá el laboratorio, cuando se utiliza la filtración en membrana se requieren al menos 500 ml de agua y no debe ocupar la totalidad del recipiente<sup>2</sup> ya que se necesita un espacio que permita la homogenización en el momento del análisis. Según sea el punto de muestreo las operaciones a seguir para la toma son diferentes, e incluyen aparataje especial cuando la toma ha de realizarse mediante inmersión en pozos, cursos de agua desde puentes, lagos, etc. Pueden citarse brevemente los siguientes procedimientos:

**Grifos:** Este es el caso en el que se puede trabajar con las mejores condiciones de esterilidad tomando una serie de medidas:

- 4 Quitar tubos amortiguadores y tubos de goma adaptados.
- 4 Lavarse las manos y antebrazos con alcohol y dejar secar.
- 4 Flamear el grifo con algodón empapado en alcohol o con lámpara de soldar.
- 4 Abrir el grifo y dejar correr el agua para que se renueve el agua alojada en la tubería.
- 4 Se destapará el frasco sin tocar la boca ni el interior del tapón, fuera de corrientes y con la mayor asepsia posible.

**Pozos y depósitos:** Si se dispone de una bomba de captación las operaciones a seguir son las del apartado anterior. Si no es así la muestra no será representativa, pero puede realizarse la toma mediante un tomamuestras de inmersión, que no es más que un aparato lastrado en el que se fija el frasco de toma de muestras (en estos casos con tapón a presión) y que permite arrastrar este por debajo de la superficie del agua suspendido de una cuerda y destaparlo a la profundidad deseada. También puede introducirse el frasco de muestreo o un cubo suspendido de una cuerda en la masa de agua tras agitar la superficie.

**Ríos:** Cuando el muestreo debe realizarse desde un puente, se procede como en el caso anterior, pero hay que tener en cuenta factores como el caudal y la profundidad, evitando la proximidad a las orillas, remover el

---

<sup>1</sup> La muestra así tomada debe representar lo más exactamente posible la concentración bacteriana del sistema; sin embargo existen dispositivos especiales que respetando al máximo la calidad exacta de la población bacteriana se encargan de obtener la mayor concentración posible de su población, como sucede en la investigación de salmonela que se encuentra en muy pequeñas cantidades en aguas de ríos y en aguas de distribución pública.

<sup>2</sup> Norma ISO 5667-3 1994

lecho del río, los remansos y zonas de estancamiento, así como el agua de la superficie. Para realizar la toma se sujetará el frasco por su fondo en posición invertida, sumergiéndolo y dándole la vuelta en sentido contrario a la corriente.

**Lagos:** Se procede de la manera anterior, teniendo en cuenta que para obtener una muestra a una profundidad fija se necesita un lastrado importante y con recipientes especiales que se abren a la profundidad deseada. Si la toma se realiza manualmente se sigue el mismo procedimiento que en el caso anterior, pero se desplaza el frasco horizontalmente en la dirección de la boca del recipiente.

**Manantiales:** En manantiales o fuentes de caudal continuo se toman las muestras directamente sin adoptar medidas especiales de drenaje. Cuando se trata de fuentes en las que se necesitan emplazamientos de captación (canalizaciones o surcos) no deben realizarse las tomas antes de 24 horas después de la manipulación del punto.

**Bocas de riego:** Se emplean acoplamientos especiales que permitan operar como en el caso del grifo.

### III.- FRECUENCIA DEL MUESTREO

La frecuencia de muestreo nos indica la cadencia o tiempo transcurrido entre dos tomas de muestra dentro de un mismo programa de muestreo.

La frecuencia de muestreo está fuertemente condicionada por dos cuestiones, en muchos casos antagónicas entre sí, como son: la necesidad de conocer de la manera más completa posible los valores de los parámetros de un sistema hídrico y el abaratamiento del proceso de análisis y control de dicho sistema. Es por ello que siempre habrá que encontrar el número óptimo de muestras que nos permita conocer la situación del sistema a un coste asequible.

En función de la frecuencia de muestreo nos podemos encontrar con tres situaciones tipo de muestreo como son:

- **Muestra localizada:** es aquella muestra instantánea o compuesta que se toma en un momento dado. Tiene por objetivo conocer las condiciones del agua durante el tiempo que dure la toma de muestra, sin darnos información de la situación del sistema en otro momento o lugar distinto del estudiado. Está recomendada para la determinación de aquellos parámetros que menos modificaciones suelen sufrir con el tiempo como son gases disueltos y cloro residual, determinar la variación del valor de los parámetros medios ante hechos excepcionales (lluvias torrenciales, vertidos accidentales, etc.), o para el control y validación de las propias técnicas de muestreo y métodos de análisis.
- **Muestra periódica:** es aquella muestra discontinua que se toma a intervalos de tiempo regulares, pudiendo ser el volumen de alícuota tomado constante o proporcional al caudal existente en el instante de toma la muestra. Nos da información de las variaciones en las condiciones del sistema

en función del tiempo. Está especialmente indicada cuando las propiedades del agua sufren variaciones con el tiempo, sean éstas de carácter cíclico (cadencia de producción, consumo doméstico, etc.) o no (accidentes, vertidos incontrolados, etc.). En algunos casos, la secuencia temporal de la toma de muestras puede tener una cadencia no regular, y sí ajustada a algún tipo de pauta como puede ser la marcada por las distintas etapas de un proceso de fabricación.

- **Muestra continua:** es aquella obtenida mediante un caudal extraído de manera continua de un sistema. El caudal de muestra tomado para análisis puede ser constante, o proporcional al caudal total del sistema a analizar. Nos da información de las variaciones que sufren los parámetros característicos de un agua en función del tiempo, pero de forma continua. Está especialmente indicada para aquellos parámetros cuya determinación es fácilmente automatizable (pH, conductividad, temperatura, caudal, etc.) permitiendo en muchos casos el desarrollo de sistemas de control en tiempo real y con ello un seguimiento exhaustivo de la evolución del sistema.

#### IV.- CONSERVACIÓN DE LA MUESTRA

Como hemos indicado con anterioridad, el objetivo de una muestra es permitirnos conocer las condiciones del sistema en el momento del muestreo, por lo cual, no sólo es imprescindible que la muestra sea representativa, sino que sus propiedades deben permanecer inalteradas durante todo el proceso de manipulación y análisis. De esta manera, el valor determinado debe ser lo más próximo posible al valor que tendría el parámetro en estudio en la muestra sin manipular.

La forma de conservación de las muestras esta desarrollado en la norma UNE-EN ISO 5667-3:1994, y de manera más detallada en cada una de las normas que desarrollan los métodos de análisis de los diversos parámetros a estudiar.

Un tema de vital importancia en la conservación de muestras, es el de los materiales con los que están fabricados los elementos que vayan a entrar en contacto con la muestra de agua. Dichos materiales, deben cumplir una serie de requisitos para que su interacción con la muestra sea lo más baja posible y garanticen el aislamiento de la misma del entorno. Entre estas características destacan:

- no ser solubles en el agua ni en otros componentes que pueda contener la muestra,
- no presentar adsorción de las sustancias a analizar, sobre todo de aquellos constituyentes que se deban analizar a nivel de trazas (metales pesados, elementos radiactivos, etc.),
- no reaccionar con los componentes de la muestra,
- ser fácilmente limpiables,

- en caso de contacto con muestras para análisis de parámetros biológicos deben ser esterilizables y que en su composición no existan sustancias tóxicas para las bacterias.

Es aconsejable que estas condiciones las cumplan todos los elementos del sistema de muestreo que vayan a estar en contacto con la muestra a analizar, y de manera irrenunciable aquellas partes de los mismos que permanezcan más tiempo en contacto con la muestra, en especial, los recipientes de almacenaje de las mismas.

Otras características exigibles a los recipientes y equipos destinados a la obtención de muestras, en el caso de ciertos parámetros específicos, son:

- ser impermeables a gases, cuando vayan a realizarse determinaciones de sustancias gaseosas o volátiles como VOC's, amoníaco, OD y otras,
- ser opacos en el caso de parámetros fuertemente influenciados por la luz, como color y DBO<sub>5</sub>,
- para los análisis microbiológicos se utilizan frascos de vidrio de borosilicato o plástico que, una vez cerrados, protejan la muestra de contaminaciones externas. Estos recipientes deben ser opacos y poder ser esterilizados mediante óxido de etileno o calor seco. Hay que asegurarse antes de su empleo que se puedan cerrar después herméticamente y que no quede resto alguno del desinfectante.<sup>3</sup> En la actualidad, también se emplean para la toma de muestras bolsas de plástico herméticas "Whirlpak" que se suministran estériles, desechables y con tiosulfato sódico.

En general, la mayoría de los parámetros a analizar son inestables en el tiempo. Es por ello que generalmente, se hace necesario indicar el período de almacenaje máximo que soporta la muestra sin que el parámetro sufra una modificación apreciable. Hay parámetros que necesariamente deben ser determinados en el momento del muestreo (determinación "in situ"), como es el caso de la temperatura, color u oxígeno disuelto; mientras otros no sufren modificaciones aparentes incluso para tiempos de almacenaje muy largos (más de un mes) como es el caso de los metales pesados y los fluoruros, entre otros.

Estos tiempos de conservación se ven ampliados por el uso de ciertas sustancias y condiciones que ayudan a preservar las muestras, se utilizan para estabilizarlas inmediatamente después de ser recogidas. Este es el caso de la demanda química de oxígeno al disminuir hasta  $-20^{\circ}\text{C}$  la temperatura de almacenaje en vez de los  $2-5^{\circ}\text{C}$  que se emplean normalmente, el tiempo de almacenaje se ve incrementado de 5 días a más de un mes.

Debido a las diferentes condiciones de transporte y almacenaje, así como a los conservantes-estabilizantes específicos de cada ensayo empleados, es necesario tomar más de una muestra de un mismo sistema, en función de los parámetros a determinar y de las condiciones necesarias para preservar los valores de cada uno de ellos. En muchos casos las condiciones son incompatibles entre sí, de forma que hay que prever qué

---

<sup>3</sup> ISO 5667-3:1994. Los recipientes deben poder soportar una temperatura de esterilización de  $175^{\circ}\text{C}$  durante 1 hora y no deben producir o desprender a esa temperatura ninguna sustancia que modifique la actividad biológica, inhibiéndola o

parámetro o familia de parámetros se pueden determinar de cada muestra acondicionada, y qué volumen de muestra necesitamos para un análisis correcto de dichos parámetros. El volumen mínimo de muestra necesario, está fuertemente influido por el método de análisis que se vaya a utilizar, por lo que esta información puede ser importante en el diseño de un sistema de muestreo correcto.

En la tabla I se especifican algunas de las precauciones a tomar con la muestra en función del parámetro que se vaya a determinar.

Las condiciones de conservación de muestras de los parámetros de control más comunes en aguas son:

- **Aceites y grasas (UNE 77037:1983 y UNE 77038:1983):** Se toma una muestra instantánea de 1 L de volumen en una botella de vidrio lavada con el disolvente que se vaya a emplear en la extracción. Se acidula la muestra con 5 ml de ácido sulfúrico al 50% ( $\text{pH} < 2$ ).
- **Color (UNE-EN ISO 7887:1995):** Se toma una muestra de 1 L de volumen en una botella de vidrio lavada con ácido clorhídrico (2M). Si se debe almacenar la muestra, debe hacerse en la oscuridad, refrigerada ( $2-5^{\circ}\text{C}$ ) y sin contacto con el aire y por un máximo de 24 horas.
- **Conductividad (UNE-EN 27888:1994):** Se toma la muestra en una botella de polietileno completamente llena y bien cerrada. Si se debe almacenar la muestra, debe hacerse en la oscuridad y refrigerada ( $2-5^{\circ}\text{C}$ ) durante un máximo de 24 horas, teniendo la precaución de atemperar a  $25^{\circ}\text{C}$  antes de la medida.
- **DBO (UNE 77004:1983):** Se toma la muestra en una botella, preferiblemente de vidrio, completamente llena y bien cerrada. Si debe almacenarse la muestra, se hará en la oscuridad y refrigerada ( $2-5^{\circ}\text{C}$ ) durante un máximo de 24 horas, las muestras pueden conservarse igualmente por congelación.
- **DQO (UNE 77004:1989):** Se toma la muestra en una botella, preferiblemente de vidrio, acidulando con 10 ml de ácido sulfúrico (5 M). Debe almacenarse la muestra en la oscuridad y refrigerada ( $2-5^{\circ}\text{C}$ ) durante un máximo de 5 días, o congeladas a  $-20^{\circ}\text{C}$  para periodos superiores (1 mes).
- **Dureza (UNE 77040:1983):** Debe realizarse el análisis lo más rápidamente posible o almacenarse la muestra acidulada (evitar el ácido sulfúrico) a  $\text{pH} < 2$  para periodos superiores (1 mes).
- **Metales (UNE 77056:1983):** Debe almacenarse la muestra en frascos de plástico o vidrio de borosilicato, acidulada (ácido nítrico) a  $\text{pH} < 2$  por periodos inferiores a 15 días, aunque la norma UNE-EN-ISO 5667-3:1994 indica un período máximo de almacenaje de un mes.

---

activándola. Si se esteriliza a vapor con temperaturas más bajas pueden usarse recipientes de policarbonato y propileno



- **Nitratos (UNE 77027:1982 y UNE-EN ISO 13395:1997):** Se toma la muestra en una botella de vidrio o polietileno lavada abundantemente con el agua en estudio. Se almacenará la muestra acidulada con ácido clorhídrico a pH 2 refrigerada (2-5° C) durante un máximo de 24 horas. Las muestras pueden conservarse igualmente por congelación a – 20° C durante un máximo de 8 días.
- **Oxígeno disuelto (UNE-EN 25813:1994 y UNE-EN 25814:1994):** Si no se puede medir “in situ”, debe llenarse el recipiente de muestreo hasta rebosar, procurando que las burbujas atrapadas sean eliminadas. Si la muestra debe ser analizada con posterioridad a la toma (máximo 24 horas), debe fijarse el oxígeno con sulfato de manganeso y azida sódica en medio básico.
- **pH (UNE 77035:19883):** Si no se puede medir “in situ” debe llenarse una botella de polietileno o vidrio de borosilicato hasta rebosar, procediendo al análisis antes de 24 horas. Si la muestra presenta actividad biológica debe analizarse antes de 6 horas desde el momento de la toma.
- **Sólidos en suspensión (UNE 77031:1982):** No es recomendable el almacenamiento de las muestras.
- **Temperatura (A.A.W. 2550:1988):** Debe realizarse “in situ” imprescindiblemente, dejando un mínimo de 10 min. de tiempo de contacto entre la masa de agua y el sistema de termometría empleado para garantizar la perfecta termostatación del sistema.
- **Análisis microbiológico (UNE 77.063:1990; UNE 77.076:1991/2; UNE-EN 26461:1995/2; R.D. 1138/1990):** El contenido inicial de gérmenes en su transporte puede sufrir modificaciones impredecibles en función de numerosos factores, como la temperatura, las especies bacterianas que conviven, la composición química del agua, etc. Cuando se trata de aguas sometidas a tratamiento de desinfección o en las que se sospecha existan trazas de cloro, cloraminas u ozono que puedan seguir ejerciendo su actividad bactericida durante el transporte, se adiciona al frasco de muestreo una solución acuosa de tiosulfato sódico al 10% (0'1 g/125 ml agua). Si se debe almacenar la muestra, debe hacerse en la oscuridad y refrigerada, realizando el análisis bacteriológico antes de transcurrir seis horas desde la toma de la muestra, pero puede demorarse hasta 24 horas si se mantiene el agua a 4° C ± 2° C<sup>4</sup> o entre 2 y 5° C<sup>5</sup> y no deben congelarse.

TABLA I: Condiciones de conservación de muestras de los parámetros de control más comunes

Determinación	Tipo de recipiente	Precauciones	Almacenaje	Norma
Aceites y grasas	V (lavado con disolventes)	2-5° C	24 h	UNE 717037:1983 UNE 77038:1983
Color	P ó V (preferiblemente)	2-5° C, oscuridad	24 h	UNE-EN ISO 7887:1995
Conductividad	P	2-5° C	24 h	UNE-EN 27888:1994

termorresistentes.

<sup>4</sup> O.M. 21936. B.O.E. nº 193 de 13 de agosto de 1983.

<sup>5</sup> Norma ISO 5667 – 3.1994.

TABLA I: Condiciones de conservación de muestras de los parámetros de control más comunes

Determinación	Tipo de recipiente	Precauciones	Almacenaje	Norma
DBO	P ó V (preferiblemente)	2-5° C, en oscuridad	24 h	UNE 77003:1989
DQO	P ó V (preferiblemente)	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> pH<2, oscuridad, 2-5° C	5 días	UNE 77004:1989
Dureza	P ó V	---- pH<2	24 h 1 mes	UNE 77040:1983
Metales	P ó VB	Filtrar, HNO <sub>3</sub> (pH <2)	1 mes	UNE 77056:1983
Nitratos	P ó V	pH<2, 2-5° C	24 h	UNE 77027:1982 UNE-EN-ISO 13395:1997
OD	-	in situ	-	UNE-EN 25813:1994 UNE-EN 25814:1994
pH	-	análisis "in situ"	-	UNE 77035:19883
SS	P ó V	preferiblemente análisis "in situ"	24 h	UNE 77031:1982
Temperatura	-	análisis "in situ"	-	A.A.W. 2550:1988
Coliformes fecales MF	P ó VB	pH<7 Tiosulfato Na oscuridad, 2-5° C	24 h	UNE 77.063:1990
Estreptococos fecales MF	P ó VB	pH<7 Tiosulfato Na oscuridad, 2-5° C	24 h	UNE 77.076:1991/2
Coliformes Sulfito-reductores MF	P ó VB	pH<7 Tiosulfato Na oscuridad, 2-5° C	24 h	UNE-EN 26461:1995/2
Bacterias totales	P ó VB	pH<7 Tiosulfato Na oscuridad, 2-5° C	24 h	R.D. 1138/1990

MF=filtración en membrana; P= plástico; V= vidrio; VB=vidrio de borosilicato

#### V.- BIBLIOGRAFIA

- AENOR: Análisis de aguas en vertidos industriales. Medioambiente Tomo II. AENOR. Madrid 1998.
- AENOR: Calidad del agua. Medioambiente Tomo I. AENOR Madrid 1997.
- APHA, AWWA, WPCF: Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Ed. Díaz de Santos, S.A. Madrid, 1992.
- DEGREMONT : Manual técnico del agua. Ed. Grafo, S.A., Bilbao, 1979.
- Directiva 98/83. Calidad de las aguas destinadas a consumo. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 1998.
- METCALF & EDDY: Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización. Ed. McGraw-Hill. Madrid. 1998.
- Orden Ministerial O.M. 21936/1983. Métodos oficiales de análisis microbiológicos de aguas potables de consumo público. B.O.E. nº 193. 1983.

- Real Decreto R.D. 1138/1990. Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público. B.O.E. nº 226. 1990.
- Rodier, J.: Análisis de las aguas. Aguas naturales. Aguas Residuales. Agua de mar. 1998.