

ZUBÍA. Monográfico	10	173-190	Logroño	1998
--------------------	----	---------	---------	------

INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO DE LOGROÑO

L. Sáenz de Cenzano Sancho*
J.J. Gil Barco**
A. J. Zapata Ruiz*
S. Igea García*

RESUMEN

En este trabajo se ha seguido la variación de determinados parámetros (tanto físico-químicos como microbiológicos) representativos del tratamiento de potabilización del agua de abastecimiento de la Ciudad de Logroño.

Para ello se ha recogido diariamente, durante cinco años, una muestra de agua en dos puntos del tratamiento: agua de entrada en la potabilizadora (agua bruta) y agua de salida para la distribución a la red (agua tratada) y se ha llevado a cabo su caracterización analítica.

Se comprueba que el tratamiento de potabilización provoca variación en alguno de esos parámetros, mientras que otros apenas sufren modificación y que se consigue adecuar sus valores a los establecidos en la legislación vigente.

Palabras clave: agua potable, potabilización, parámetros físico-químicos, parámetros microbiológicos, Logroño, España.

The variation of certain parameters (physico-chemical and microbiological) which represent the drinking water treatment for the supply of the city of Logroño; has been followed and studied in this work.

* Colegio Oficial de Farmacéuticos de La Rioja. Avda. de Portugal 7, 3º. Logroño.

** Ayuntamiento de Logroño. Servicio de Aguas y Medio Ambiente. Avda. de la Paz 11. Logroño.

In order to achieve this and for a period of 5 years, samples of water from two different points of the treatment, have been collected on a daily basis- (raw water and finish drinking water for distribution) and its analytical characteristics have been studied.

It is proved that the drinking water treatment provokes changes in some of those parameters while others hardly suffer any alterations. It is as well proved, that its values have been equalised to those established by the actual regulation.

Keywords: Drinking water, drinking water treatment, physico-chemical and microbiological parameters , Logroño, Spain.

0. INTRODUCCIÓN

El suministro de agua a las aglomeraciones humanas debe contemplar dos aspectos: el primero poder disponer del agua en cantidad suficiente y el segundo que ese agua tenga una calidad adecuada.

El agua destinada a la bebida y a la preparación de alimentos debe estar exenta de organismos capaces de provocar enfermedades y de minerales y sustancias orgánicas que puedan producir efectos fisiológicos perjudiciales, además ha de ser aceptable desde el punto de vista organoléptico.

Actualmente es extraordinariamente raro poder suministrar a una gran población con agua de manantial, natural y pura. Lo habitual es que haya que “tratar” el agua antes de que llegue al consumidor, asegurando que no pueda producir ningún efecto perjudicial sobre la salud.

La calidad del agua es un término dinámico. Existen organismos como la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.) o la Environment Protection Agency (E.P.A.) que estudian y profundizan continuamente sobre los criterios que definen la potabilidad del agua.

Por su parte los legisladores y gobernantes establecen reglamentaciones y normativas en las que se fijan cuales son los parámetros que deben controlarse para medir la potabilidad del agua y cómo debe organizarse este control. Así la Comunidad Europea ha establecido directivas tanto para las aguas destinadas a la producción de agua potable (75/440/CEE) como para las aguas de consumo público (80/778/CEE) que obligan a los estados miembros a establecer su propia legislación de acuerdo con las directivas como marco superior. En consecuencia y paralelamente se establecieron en España la Orden Ministerial de 11/5/88 sobre calidad de las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable y la Reglamentación Técnico- Sanitaria (R.D. 1138/90 de 14 de septiembre) para las aguas potables de consumo humano.

Tanto en la directiva Europea como en la Reglamentación Española se utilizan más de 60 parámetros diferentes para controlar todos los aspectos que definen la calidad del agua.

Obviamente en el abastecimiento de agua de Logroño se controlan todos esos parámetros.

El presente trabajo tiene por objeto comprobar la eficacia del tratamiento, para ello se han seleccionado los 15 parámetros, que de acuerdo con datos bibliográficos, pueden verse más afectados por el mismo, bien sea porque su reducción sea el objetivo perseguido por el proceso (turbidez, nitritos, amoníaco y bacterias), bien porque son compuestos añadidos en los reactivos (como coagulante se añade el policlorosulfato básico de aluminio, como oxidante el permanganato potásico y como desinfectante el cloro, por lo que se estudian aluminio, manganeso, cloruros, sulfatos, pH y conductividad), o bien porque se trata de parámetros indicadores de contaminación en el cauce (nutrientes –fósforo principalmente– y materia orgánica).

Las determinaciones se hacen en dos tipos de agua: agua de entrada a la planta potabilizadora (agua bruta) y agua de salida para la distribución a la red (agua tratada).

Se pretende valorar el grado de variación que dichos parámetros sufren con el tratamiento, además de comprobar la eficacia del proceso de potabilización.

1. PARTE EXPERIMENTAL

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

El agua destinada al abastecimiento de Logroño se obtiene mediante una captación superficial situada en el Río Iregua, próxima a Islallana. Un azud de hormigón desvía el agua del río hacia los canales de entrada. Dos rejillas autolimpiantes realizan el desbaste de los sólidos gruesos. Seguidamente pasa a un desarenador donde se depositan arenas y otros sólidos en suspensión. Posteriormente el agua es conducida hacia unos tamices de paso 1,5 mm que eliminan pequeñas partículas que hayan podido superar los pasos anteriores. Por último en la captación se dosifica un oxidante energético permanganato potásico KMnO_4 con el fin de reducir la cantidad de materia orgánica que llega al tratamiento.

Desde la captación y mediante una tubería de fundición de 900mm de diámetro, se conduce el agua a la Estación de Tratamiento de Agua Potable (E.T.A.P), situada en Lardero a 5Km de la ciudad de Logroño y denominada E.T.A.P. Río Iregua. La conducción tiene una longitud de 13,7 Km y salva un desnivel de unos

110 m, por tanto se dispone de una energía que hay que disipar aprovechándose para generar electricidad por medio de una minicentral eléctrica.

El proceso de tratamiento consta de decantación, filtración en arena y desinfección. Para conseguir el objetivo previsto es necesario adicionar en el proceso diferentes reactivos. Así, después de atravesar la minicentral se dosifica al agua carbón activo en polvo para disminuir olores y sabores. El agua se conduce hasta un mezclador rápido. En éste se añade una primera dosis de cloro para oxidar la materia orgánica y el coagulante encargado de desestabilizar las moléculas coloidales. El coagulante usado en este caso es una sal de aluminio (policlorosulfato básico de aluminio). De aquí pasa a los floculadores donde se somete a una agitación muy lenta y se le adiciona un polielectrolito que ayuda a la formación de flóculos. Seguidamente pasa a los decantadores de tipo estático de flujo horizontal donde se eliminan los flóculos por acción de la gravedad. El agua que sale de los decantadores pasa a un mezclador rápido y se reparte a los filtros sobre lecho de arena, estos son los encargados de retener cualquier posible partícula o flóculo de muy poco peso que no haya sido eliminado en la decantación. Por último con el fin de evitar recontaminaciones posteriores al tratamiento se hace una post-cloración del agua. El agua ya tratada se almacena en los depósitos de regulación desde los que se distribuye a los distintos usuarios de la ciudad.

En la Figura 1 se recoge el esquema de la Estación de Tratamiento de Agua Potable Río Iregua. En ella se representa como A el punto de muestreo de agua bruta y B el punto de muestreo de agua tratada.

1.2. MATERIAL Y MÉTODOS

La tabla 1 recoge las determinaciones realizadas y el método empleado en cada caso. Se utilizan los métodos oficiales de España o los de referencia normalizados y recomendados por organismos internacionales.

Los reactivos utilizados son de calidad PA-ISO y los aparatos son los siguientes:

- Conductímetro CRISON portable 523
- pHmetro CRISON micropH 2002
- Espectrofotómetro UV-VIS HITACHI-U-2000
- Turbidímetro HACH 2100P
- Campana de flujo laminar Micro-V TELSTAR
- Rampa de filtración SARTORIUS
- Espectrofotómetro de absorción atómica con cámara de grafito VARIAN espectra AA 10 plus.

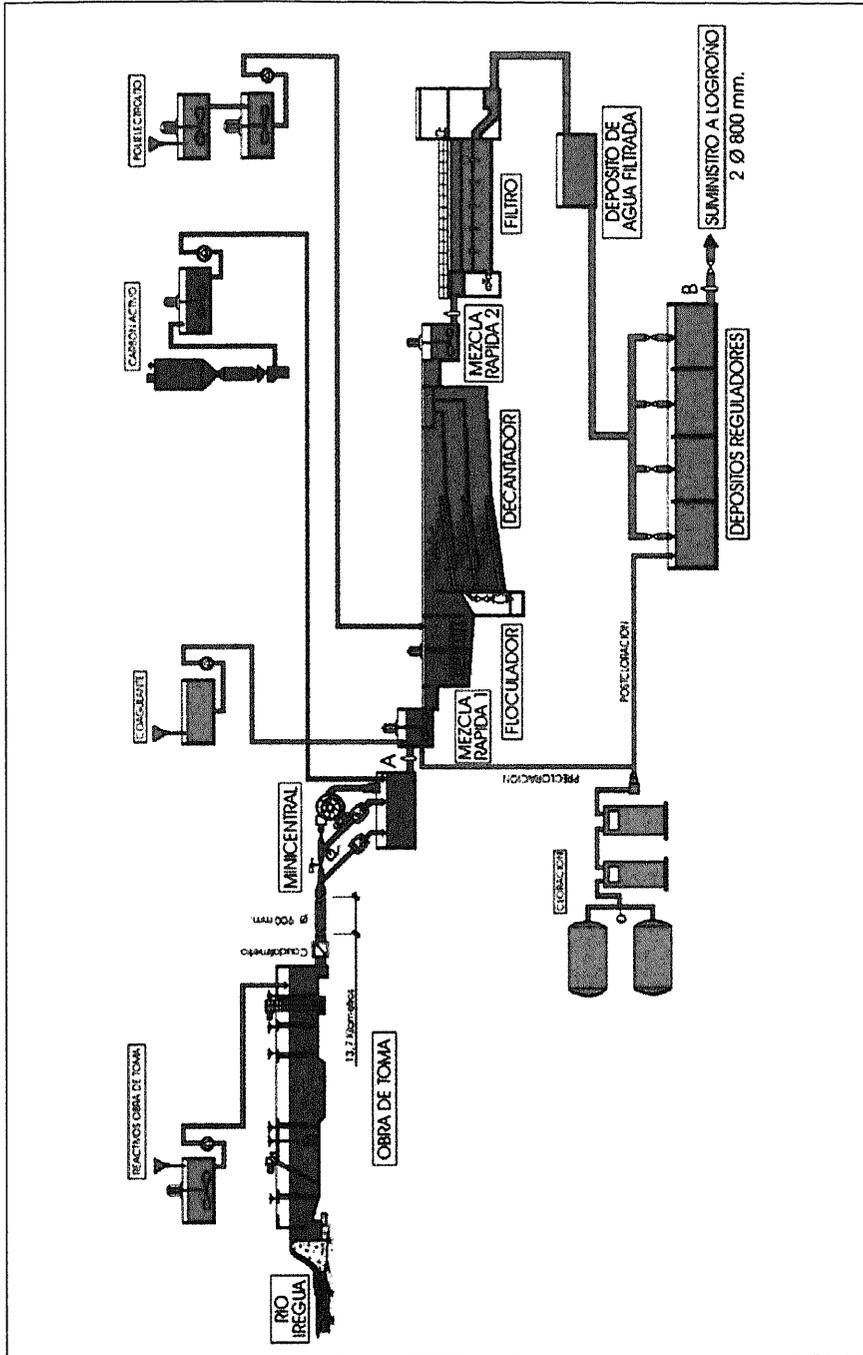


Figura 1: Esquema de la Estación de Tratamiento de Agua Potable Río Iregua.

TABLA 1. METODOS DE ANALISIS UTILIZADOS

PARÁMETROS	MÉTODO	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA
Conductividad	Conductimetría	1, 2, 3
Turbidez	Turbidimetría	1, 2, 3
pH	Electrometría	1, 2, 3
Oxidabilidad al KMnO_4	Volumetría redox	1, 2, 3
Nitratos	Espectrofotometría Ultravioleta	1, 2, 3
Nitritos	Espectrofotometría Visible	1, 2, 3
Amoniaco	Espectrofotometría Visible	1, 2, 3
Sulfatos	Espectrofotometría Visible	1, 2, 3
Cloruros	Volumetría. Método de Mohr	2, 3
Aluminio	Espectrofotometría Visible	1, 2, 3
Manganeso	Espectrofotometría AA cámara grafito	1, 2, 3
Coliformes totales	Filtro de membrana. Caldo Endo. 37°C	4
Coliformes fecales	Filtro de membrana. Caldo MFC 44°C	4
Esteptococos fecales	Filtro de membrana. Agar Enterococos	4
Clostridios sulfito reductores	Anaerobiosis. Agar S.P.S	4

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los gráficos del 1 al 14 se representan para cada parámetro analizado los valores medios obtenidos cada año en los dos puntos de muestreo.

En las tablas 2 y 3 aparecen los valores medios \pm sus desviaciones estándar del agua bruta y del agua tratada respectivamente.

TABLA 2: VALORES MEDIOS ANUALES ± SU DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL AGUA BRUTA

PARÁMETROS	1993	1994	1995	1996	1997
Turbidez N.T.U.	6,8±5,4	3,9±2,9	4,2±7,3	7,1±10,8	10,4±36,5
Oxidabilidad MnO4K ppm O2	3,2±0,7	3,2±0,6	3,1±1,3	2,7±1,1	3,3±4,1
Nitritos ppm	0,11±0,04	0,07±0,03	0,05±0,04	0,06±0,04	0,06±0,03
Amoniaco ppm	0,28±0,08	0,10±0,05	0,12±0,06	0,17±0,08	0,21±0,13
Fósforo total ppb P2O3	284±98	273±73	173±80	228±140	
Coliformes tot. u.f.c./100ml	1383±619	1167±816	945±795	1619±1057	1608±1859
Coliformes fec. u.f.c./100ml	573±245	545±450	335±257	643±532	563±908
Estreptococo fec. u.f.c./100ml	156±151	81±75	81±106	140±150	191±390
Clostridio sulf-red. u.f.c./20ml	76±3766±40	46±33	52±34	67±80	
Aluminio ppb	30,2±24,8	25,3±6,7	26,3±8,3	21,4±7,1	16,6±6,0
Cloruros ppm	14,9±1,2	15,0±3,3	14,8±2,6	11,5±2,3	14,0±4,3
Conductividad µS/cm	348±32	368±76	319±67	219±55	283±61
Sulfatos ppm	74,0±9,4	55,3±23,3	55,4±24,0	34,6±14,7	57,3±22,6
pH	7,9±0,5	7,7±0,1	7,8±0,1	7,8±0,1	7,8±0,1

TABLA 3: VALORES MEDIOS ANUALES ± SU DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL AGUA TRATADA

PARÁMETROS	1993	1994	1995	1996	1997
Turbidez N.T.U.	0,33±0,08	0,24±0,10	0,19±0,09	0,13±0,08	0,16±0,18
Oxidabilidad MnO4K ppm O2	1,8±0,2	1,84±0,27	1,37±0,21	1,08±0,17	1,23±0,20
Nitritos ppm	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Amoniaco ppm	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Fósforo total ppb P2O3		50±20	62±33	32±36	52±9
Coliformes tot. u.f.c./100ml	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
Coliformes fec. u.f.c./100ml	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
Estreptococo fec. u.f.c./100ml	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
Clostridio sulf-red. u.f.c./20ml	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
Aluminio ppb	103±988±26	89±30	48±17	70±24	
Cloruros ppm	20,6±1,5	20,8±3,4	21,3±2,7	19,0±3,1	20,3±4,7
Conductividad µS/cm	357±31	313±73	326±63	226±60	287±56
Sulfatos ppm	67±9,0	49,9±22,8	54,5±22,2	28,5±12,7	53,3±19,8
pH	7,4±0,5	7,4±0,1	7,5±0,2	7,3±0,5	7,4±0,2
Manganeso ppb	4,9±0,9	6,6±0,8	5,4±0,8	2,5±0,8	4,8±0,7

2.1. Turbidez

La turbidez del agua bruta sufre grandes variaciones de un año a otro, debido principalmente a la diferente intensidad y frecuencia de las precipitaciones, sin embargo se observa en el gráfico 1 que la turbidez del agua tratada es muy inferior a los niveles guía, siendo las medias de los últimos años del orden de 0,2NTU

2.2. Materia orgánica

Como se observa en el gráfico 2 el valor de materia orgánica en el agua bruta está por debajo de la C.M.A. (concentración máxima admisible), debido, en parte, a una primera oxidación de la misma por el KMnO_4 añadido en la captación. El tratamiento consigue disminuir los valores por debajo de los niveles guía.

2.3. Nitritos y amoníaco

En los gráficos 3 y 4 se aprecia una disminución de la concentración de nitritos y amoníaco en el agua tratada con respecto al agua bruta, esto es debido fundamentalmente a la oxidación producida por el KMnO_4 y por la precloración. Los valores de nitritos y amoníaco en el agua tratada se encuentran por debajo del límite de cuantificación (0,02ppm y 0,04ppm respectivamente).

2.4. Fosfatos

Se observa en el gráfico 5 que el contenido en fosfato disminuye claramente por la floculación o precipitación (probablemente coprecipitación con los flóculos de hidróxido de aluminio) en los decantadores.

2.5. Bacterias

En los gráficos 6, 7, 8 y 9 se representan las bacterias indicadoras de contaminación fecal, como son coliformes totales, coliformes fecales, estreptococos fecales y clostridios sulfito reductores. Se observa que la eliminación de estas bacterias en el agua de salida es total, así pues, el proceso de desinfección, como parte del tratamiento, es eficaz. Cabe destacar que esta eliminación de la flora indicadora presupone la ausencia de otras bacterias patógenas, incluso se considera como indicador de la eliminación de parásitos la ausencia de clostridios sulfito reductores (PAYMET 1991).

2.6. Aluminio

En el gráfico 10 se representa la variación del aluminio. Como puede comprobarse se aprecia un aumento lógico en el agua tratada respecto del agua bruta, esto se debe a que el coagulante utilizado en el tratamiento es el policlorosulfato de aluminio, sin embargo en ningún caso supera la C.M.A., incluso se puede hablar de valores medios inferiores a 100ppb y próximos en los últimos años a los niveles guía.

2.7. Cloruros

La adición de cloro, utilizado como agente desinfectante en el proceso de potabilización y de policlorosulfato de aluminio como coagulante, supone un aumento de cloruros en el agua tratada con respecto del agua bruta, este incremento se refleja en el gráfico 11, aunque siempre presenta valores por debajo del nivel guía.

2.8. Conductividad

Los productos químicos añadidos en el tratamiento pueden provocar alguna modificación de la conductividad, aunque como se comprueba en el gráfico 12 este aumento es prácticamente inapreciable. Se puede considerar que el agua presenta al final del tratamiento, una mineralización muy similar a la que tenía en la entrada.

2.9. Sulfatos

A pesar de que el coagulante añadido en el tratamiento presenta en su formulación química los sulfatos, estos no se ceden al agua sino que forman parte de los flóculos que se eliminan en la fase de decantación. En el gráfico 13 se aprecia que no hay apenas modificación en la concentración de sulfatos antes y después del tratamiento, y en todo caso una ligera disminución en el agua de salida.

2.10. pH

El pH del agua tratada disminuye ligeramente con respecto al agua bruta por acción del coagulante y del desinfectante añadidos. En el gráfico 14 se puede comprobar la disminución del pH en el agua tratada que se acerca al pH de equilibrio.

2.11. Manganeso

Como puede observarse en el esquema de la E.T.A.P. Río Iregua, la adición de permanganato potásico se realiza en la captación, es decir, antes de la toma de muestra de agua bruta. Esto conlleva que la concentración de manganeso en este punto de muestreo es superior a la del agua de entrada en la captación, y por ello si comparásemos la concentración de dicho parámetro en los dos puntos de muestreo del estudio se apreciaría una reducción que no es real. Por este motivo sólo se ha determinado la concentración de manganeso en el agua tratada obteniéndose todos los años un valor medio inferior a 7ppb, muy por debajo de la C.M.A. (50ppb). A modo de información señalar que la concentración de manganeso en el agua de entrada en la captación es un valor entre 5 y 10ppb y el agua bruta entre 80 y 90ppb.

GRÁFICO N.º 1

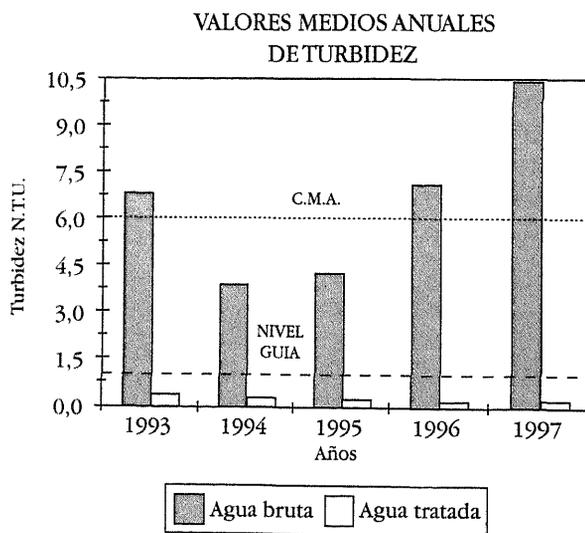


GRÁFICO N.º 2

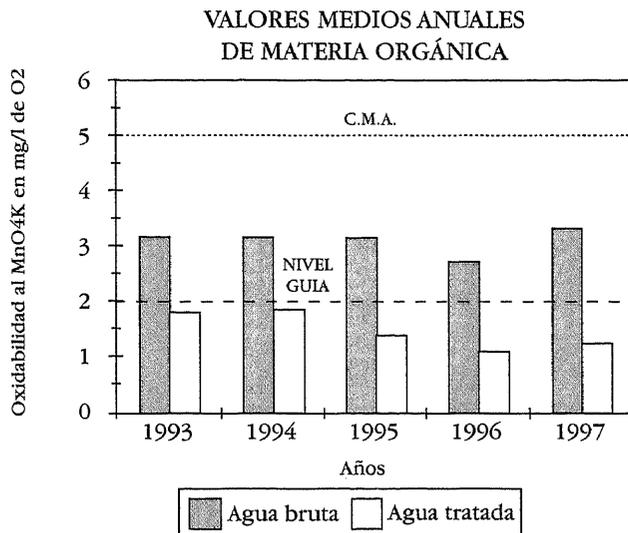


GRÁFICO N.º 3

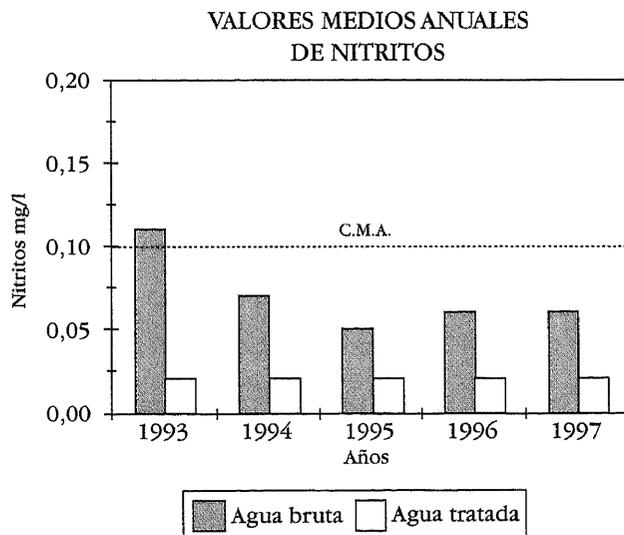


GRÁFICO N.º 4

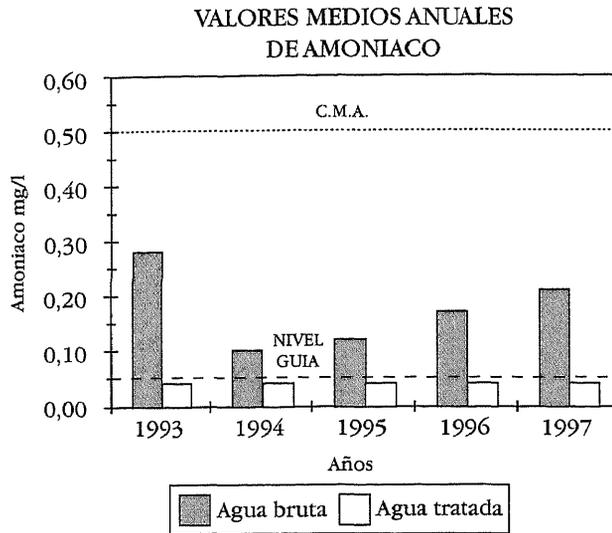


GRÁFICO N.º 5

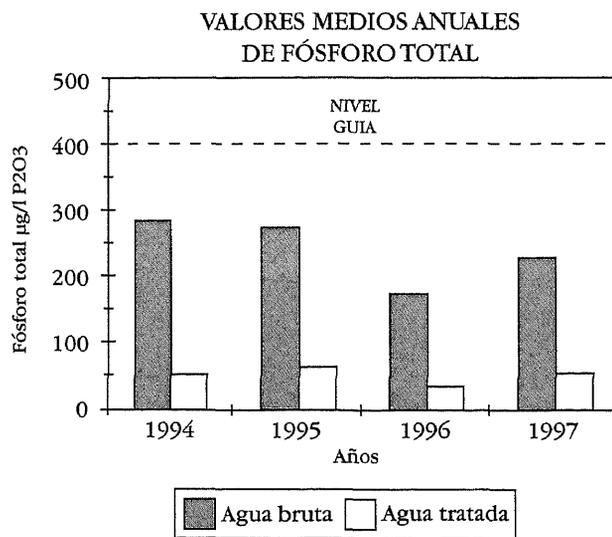


GRÁFICO N.º 6

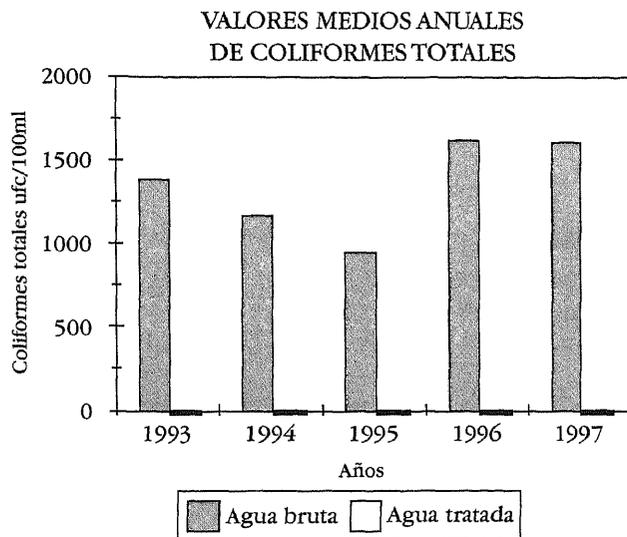


GRÁFICO N.º 7

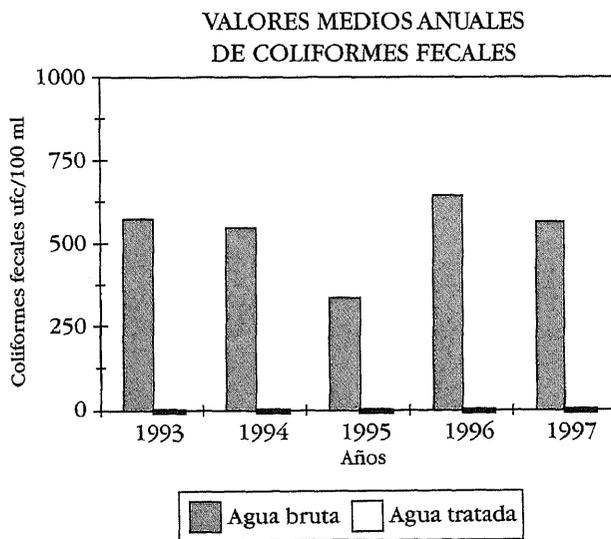


GRÁFICO N.º 8

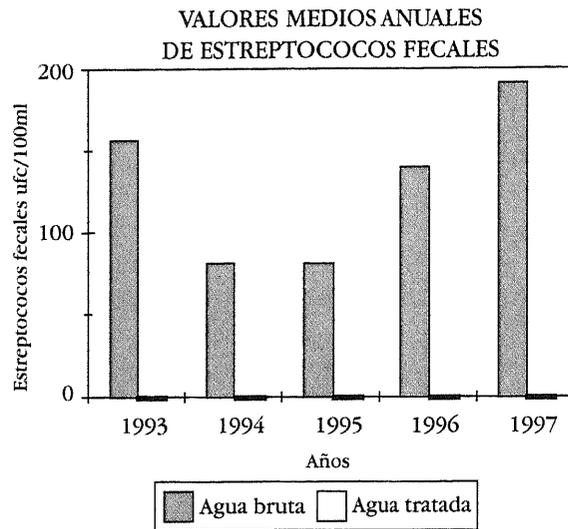


GRÁFICO N.º 9

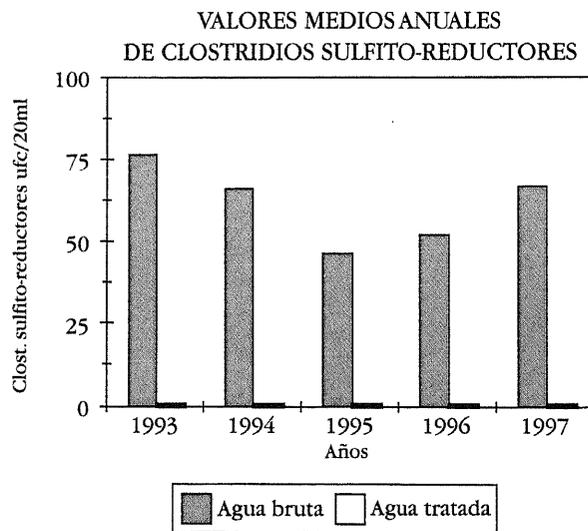


GRÁFICO N.º 10

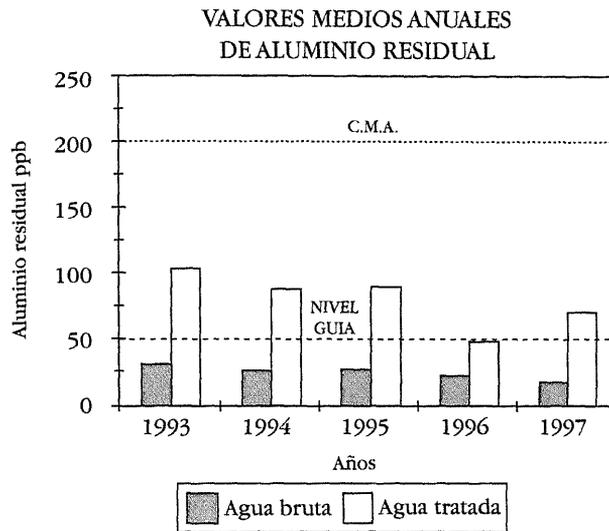


GRÁFICO N.º 11

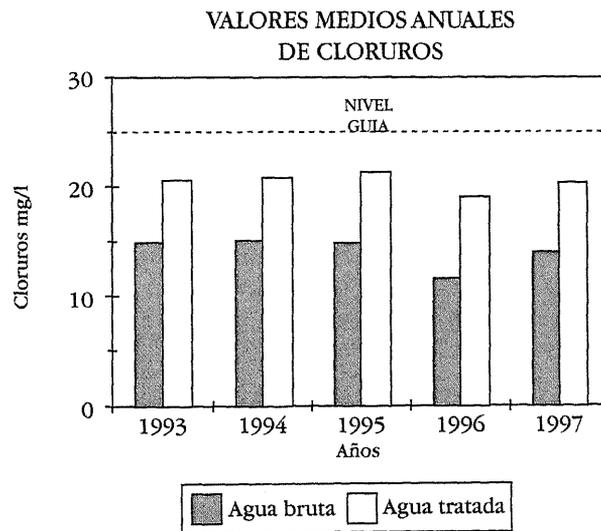


GRÁFICO N.º 12

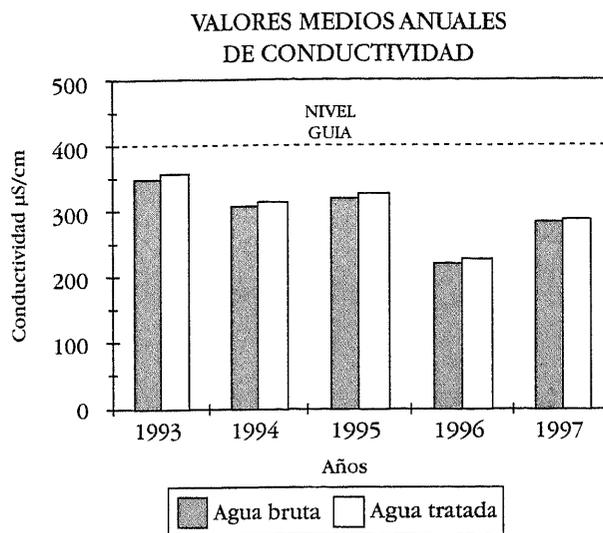


GRÁFICO N.º 13

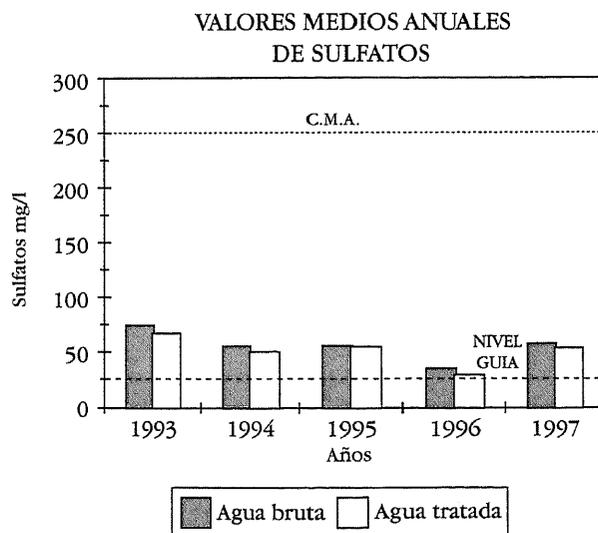
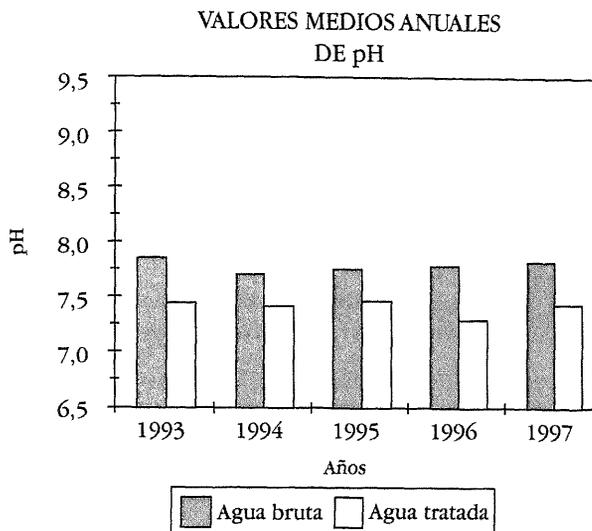


GRÁFICO N.º 14



3. CONCLUSIONES

El tratamiento de potabilización llevado a cabo en la E.T.A.P. Río Iregua, es eficaz, ya que consigue una importante disminución de los parámetros para los cuales está diseñado (turbidez, nitritos, amoníaco y bacterias), así como una menor dispersión de los valores de dichos parámetros en el agua tratada. Los resultados de los distintos años permiten afirmar que la practica totalidad de los parámetros estudiados se encuentran dentro de rangos más restrictivos como son los niveles guía establecidos en la Reglamentación Técnico Sanitaria vigente.

Existen algunos parámetros que no se ven modificados sustancialmente con el tratamiento como son conductividad y sulfatos.

Ciertos parámetros aumentan su valor como consecuencia del tratamiento, como son el aluminio y los cloruros, sin embargo en ningún caso superan la concentración máxima admisible establecida en la Reglamentación Técnico Sanitaria.

4. AGRADECIMIENTOS

- Al Exmo. Ayuntamiento de Logroño, por permitir la divulgación de los datos experimentales.

– Al Ilustre Colegio de Farmacéuticos de La Rioja, por su apoyo al proyecto y la ayuda desinteresada de su personal.

5. BIBLIOGRAFÍA

- American Public Health Association And Water Pollution Control Federation, 1989. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Ed . Díaz de Santos, 17 ed., Madrid.
- Rodier, J., 1981. *Análisis de las aguas* Ed. Omega, Barcelona.
- Métodos oficiales de análisis físico-químicos para aguas potables de consumo público. Orden de 1 de julio de 1987. B.O.E. núm. 163, de 9 de julio de 1987.
- Métodos oficiales de análisis microbiológicos de aguas potables de consumo público. Orden de 27 de julio de 1983. B.O.E. núm. 193, de 13 de agosto.
- Payment , P., 1991. Elimination of coliphages, *Clostridium perfringens* and human enteric viruses during drinking water treatment: results of large volume sampling. *Wat. sci. Technol .* (24), 137-143.