



MARÍA ISABEL MARTÍNEZ
MARTÍNEZ

*Viceconsejería Medio Ambiente,
Gobierno Vasco*

MIGUEL SÁNCHEZ ARZÁLLUZ

Teknimap Ambiental

JESÚS TERRADILLOS AZQUETA

Asociación de Investigación Tekniker

Estudio sobre la tecnología de ultrafiltración aplicable al tratamiento de residuos de fluidos de corte acuosos

SUMARIO

El presente trabajo trata de dar una idea sobre la tecnología de ultrafiltración aplicada al tratamiento de los fluidos de corte acuosos, intentándose con la misma separarlos en dos fases:

1. Una fase acuosa, caracterizada y clasificada según el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

2. Una fase orgánica, que será posteriormente gestionada como RTP's, como queda clasificado según el Real Decreto 833/1986, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, pero con un volumen de muestra muy inferior.

Palabras clave: Gestión de residuos, fluidos de corte, taladrinas.

INTRODUCCIÓN

La utilización de los «fluidos de corte acuosos», denominados popularmente «taladrinas», en la industria del metal está ampliamente extendida en los procesos de mecanizado, rectificado y laminado. Estos fluidos favorecen la efectividad de las operaciones de mecanizado a través de una acción lubricante y refrigerante que provoca un aumento de la vida de la herramienta, un mejor acabado superficial de la pieza mecanizada y una evacuación de las virutas.

Debido a la alta industrialización de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV), los fluidos de corte acuo-

Los gastados constituyen una importante cantidad de residuos que se encuentran clasificados como Residuos Tóxicos y Peligrosos (RTP's), según el Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos; motivo por el cual deben ser gestionados correctamente.

La problemática de su tratamiento es lo que ha motivado que se estudie la tecnología de ultrafiltración, para tratarlos y desclasificarlos como RTP's, consiguiendo, de esta forma, una disolución acuosa y una cantidad mínima de HTP's.

INTRODUCCIÓN A LOS FLUIDOS DE CORTE ACUOSOS

Las principales funciones de los fluidos de corte utilizados en el trabajo de metales consisten en facilitar las operaciones a altas velocidades y refrigerar las herramientas, con objeto de que conserven sus características mecánicas.

Esta es la razón principal de la utilización de fluidos de corte acuosos. Dada la gran variedad de operaciones de mecanizado y deformación, así como de materiales, se necesita una gran diversidad de productos para facilitar su transformación.

Previamente a su tratamiento, los fluidos de corte son almacenados en una cuba, en la cual se decantan las partículas, pasando posteriormente a un separador, donde se le eliminarán los aceites y grasas libres. El fluido es enviado a la unidad de ultrafiltración, lugar donde se realiza la separación de fases.

Clasificación de los fluidos de corte

Existe una gran variedad de clasificaciones, aquí presentamos las más utilizadas en la industria:

— Clasificación ASTME (Asociation Standards Testing Materials Engineering) de los fluidos de corte (1967).

— Clasificación provisional de los fluidos de mecanizado establecida mediante la ASTM (Asociation Standards Testing Materials) D2881 en colaboración entre ASTM y ASLE (Asociation Standard Lubrication Engineering) (1970).

— Clasificación de los fluidos de corte METCOT RESEARCH (Machining Data Handbook) (1972).

Clasificación de ASTME

Clasifica los fluidos de corte en tres grandes categorías:

- A) Aceites de corte:
 1. Inactivos.
 2. Activos.
- B) Aceites emulsionables.
- C) Fluidos químicos (sintéticos).

Clasificación ASTM D2881

Esta fue establecida mediante la colaboración de ASTM y ASLE, con objeto de consolidar la terminología, nomenclatura y clasificación de los fluidos de corte.

Los productos se reparten en cinco grandes grupos, quedando de la siguiente forma:

- Grupo I: Aceites y fluidos base mineral.
- Grupo II: Emulsiones acuosas y dispersiones.
- Grupo III: Soluciones químicas (soluciones verdaderas y coloidales).
- Grupo IV: Lubricantes sólidos.
- Grupo V: Productos diversos.

Clasificación de Machining Data Handbook

Esta se caracteriza por ser una ayuda para el usuario, clasificándose los productos de mecanizado en función de las operaciones de corte.

Se establecieron los nueve grupos siguientes:

- Grupo I: Aceites para trabajos poco severos, uso general.
- Grupo II: Aceites para trabajos de severidad media.
- Grupo III: Aceites para trabajos muy severos.
- Grupo IV: Emulsiones para trabajos poco severos, uso general.
- Grupo V: Emulsiones para trabajos de severidad media.



Máquina con fluido de corte acuoso «taladrina».

Grupo VI: Fluidos químicos y sintéticos, baja severidad.

Grupo VII: Fluidos químicos y sintéticos, gran severidad.

Grupo VIII: Productos especiales para trabajos poco severos.

Grupo IX: Productos especiales para trabajos de gran severidad.

Principales aspectos de las formulaciones de los fluidos de corte acuosos

Los fluidos de corte acuosos se utilizan en forma de emulsiones y soluciones, existiendo una forma intermedia denominada pseudosoluciones. Las diferentes formas se caracterizan por el tamaño de partícula, que es lo que hace que a veces sean translúcidas y otras opacas (tabla 1) (fig. 1).

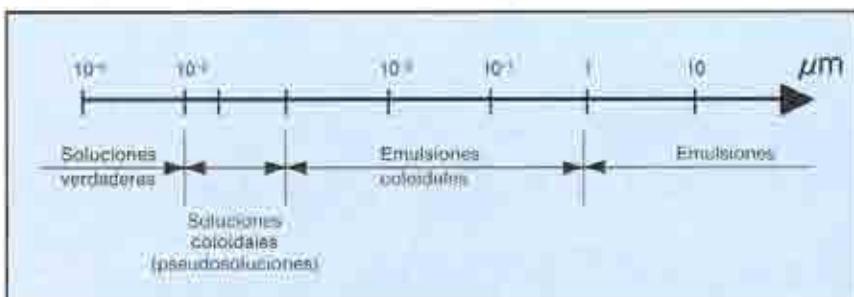
Los principales tipos de aditivos que llevan en su formulación los fluidos miscibles son:

— **Emulgentes.** Éstos son los responsables de una emulsión estable. Permiten que se formen pequeñas gotas de aceite en suspensión en el agua e impiden que éstas se junten. Los jabones iónicos, sulfonatos y óxidos

TABLA 1.

Categoría	Descripción	Aspecto
Emulsiones.	Emulsiones de aceite mineral en agua, estabilizadas con emulgentes.	Lechoso.
Pseudosoluciones (emulsiones y soluciones coloidales).	Emulsiones más finas que las de aceite mineral estabilizadas con mayor cantidad de aceite mineral.	Translúcidas; volviéndose opacas en el uso.
Soluciones.	Soluciones de inhibidores de corrosión y otros productos de síntesis en agua.	Transparente

FIGURA 1. Representación esquemática del tamaño medio, de partícula dispersa para las principales categorías de los fluidos de corte.



El mercado de los lubricantes solubles en agua, y más concretamente de los fluidos de corte acuosos, es muy vulnerable a cambios promovidos por organismos oficiales en medidas relativas a seguridad e higiene y las diferentes legislaciones, pues al contrario que otros tipos de lubricantes que se encuentran en sistemas cerrados de máquinas, los fluidos de corte están en contacto bien con la atmósfera o bien con el operario.



Máquina con fluido de corte acuoso «taladrina».



Máquina con fluido de corte acuoso «taladrina»

de etileno son algunos de los más empleados.

— **Inhibidores de corrosión.** Estos aditivos cumplen la función de protección contra la corrosión. Los inhibidores de corrosión más habituales son: nitritos, sales de ácidos orgánicos, amidas y compuestos de boro.

— **Estabilizadores, solubilizadores y agentes antiespumantes.** Son aditivos que contribuyen a una estabilización duradera del concentrado, mejoran la solubilidad del aceite y previenen la formación de espuma no deseada. En cuanto a agentes antiespumantes, las siliconas son las más empleadas.

— **Aditivos extrema presión.** En trabajos de corte pesados se requieren sustancias activas especiales que forman capas intermedias por absorción o reacción, reduciendo el contacto metálico entre las superficies. Estos aditivos EP utilizan las altas temperaturas y presiones de la fricción por contacto, para producir una reacción química en la superficie del metal y formar una capa de reacción en las pequeñas depresiones de las superficies. Los aditivos EP más frecuentemente empleados son: las parafinas cloradas, el clo-

ro, el azufre y los compuestos fosforados.

— **Biocidas.** El cometido de éstos es proteger a los fluidos de corte acuosos contra el ataque microbiano. Los más comúnmente empleados son: isotiazotonas, triazinas, formoles, fenoles y «bioban».

INVENTARIO DE FLUIDOS DE CORTE ACUOSOS UTILIZADOS EN LA CAPV

De acuerdo con los datos publicados en el Plan de Gestión de Residuos

especiales de la CAPV, las ventas de fluidos de corte acuosos clasificados según tipos y aditivos fueron las siguientes (tabla 2):

TENDENCIAS DEL MERCADO

El mercado de los lubricantes solubles en agua, y más concretamente de los fluidos de corte acuosos, es muy vulnerable a los cambios promovidos por organismos oficiales en medidas relativas a seguridad e higiene y las diferentes legislaciones.

TABLA 2. Ventas estimadas de taladrinas concentradas en la CAPV en (Tm/año) en 1991, según el tipo genérico de taladrina y los aditivos empleados

Tipos genéricos de taladrinas	Tipos de taladrinas según aditivos			TOTAL
	Con compuestos clorados	Con nitritos	Sin comp. clorados ni nitritos	
Emulsiones	0	0	900	900
Taladrinas semisintéticas	57	57	706	820
Soluciones sintéticas	5	75	420	500
TOTAL	62	132	2.026	2.220

La problemática de su tratamiento es lo que ha motivado que se estudie la tecnología de ultrafiltración, para tratarlos y desclasificarlos como RTP's, consiguiendo, de esta forma, una disolución acuosa y una cantidad mínima de RTP's

Al contrario que otros tipos de lubricantes que se encuentran en sistemas cerrados de máquinas, los fluidos de corte están en contacto bien con la atmósfera o bien con el operario.

En Europa, el CONCAWE (Conservation of Clean Air and Water, Europe) ha trabajado mucho sobre aspectos de estos productos relacionados con la salud y también ha editado algunas noticias técnicas sobre esta materia. Por otro lado, a través del ECOIN (European Core Inventores) o EINECS (European Inventores of Existing Commercial Chemical Substances) se han publicado algunas hojas técnicas sobre la toxicidad de los compuestos químicos. Como consecuencia de todo ello se tomaron algunas acciones importantes, tales como reducir el nivel de aromáticos de los fluidos por debajo del 8 por 100, como consecuencia de la relación existente entre el contenido de aromáticos y el cáncer de piel.

Actualmente se están manteniendo relaciones entre los contenidos en PNA (polinucleares aromáticos) y PCA (policíclicos aromáticos) y los problemas de salud.

Los hidrocarburos clorados utilizados como aditivos de extrema presión

(EP) están empezando a prohibirse, sobre todo en países donde la eliminación de estos productos se realiza por incineración (Alemania, Suiza...).

El uso de nitrilo sódico como aditivo inhibidor de corrosión también está siendo reducido, ya que estos productos, en combinación con aminas, forman nitrosaminas, compuestos altamente cancerígenos.

Los fenoles también se están suprimiendo de la formulación de los fluidos acuosos como aditivos biocidas.

Con la eliminación de los fenoles de las formulaciones y la necesidad de producir fluidos acuosos biodegradables para su posterior tratamiento, se producen con mayor contenido de microorganismos, dando como resultado malos olores, inestabilidades de

las emulsiones y reducciones de la producción.

Los biocidas pueden ser los responsables de los problemas de dermatitis entre los operarios, y su utilización está siendo objeto de estudio.

La nueva legislación europea está restringiendo la utilización de metales pesados, como cinc, boro, cobre, etc., en los fluidos acuosos por los problemas que ocasiona su posterior eliminación.

Las tendencias del mercado son las siguientes:

1. Aumento de la proporción de utilización de fluidos de corte acuosos en los procesos de mecanizado. En 1980 se utilizaba un 38 por 100 de fluidos acuosos; en 1990, un 58 por



Máquina con fluido de corte acuoso «taladrina».

100, y las previsiones para el año 2000 son de un 68 por 100. El incremento es muy lento pero constante.

2. Se tiende a ir sustituyendo los fluidos emulsionados por fluidos acuosos sintéticos y semisintéticos.

3. Aumentar los períodos de cambio de los fluidos.

4. Eliminación. Debido a las nuevas legislaciones sobre RTP, los fluidos de corte acuosos se formularán:

- Sin compuestos clorados.
- Aditivos no extraíbles en el agua.
- Aditivos biodegradables.

5. La OSHA en USA exige desde 1985 que los productos que presentan un contenido en parafinas cloradas superior al 1 por 100 deben estar perfectamente etiquetados como productos potencialmente cancerígenos.

6. La tendencia en Europa, en cuanto al contenido en boro, es seguir la legislación americana, que permite un contenido de éste para vertidos a efluentes no superior a 2 ppm.

7. Se tiende a eliminar la utilización del nitrato sódico, formaldehído y fenoles.

8. Desde el punto de vista biológico, el objetivo no es tener fluidos estériles, sino fluidos con un contenido de gérmenes razonables, entre 10^3 y 10^6 gérmenes/ml.

SELECCIÓN DE LOS FLUIDOS DE CORTE ACUOSOS OBJETO DE ESTUDIO

La selección de los fluidos de corte acuosos para este trabajo se realizó siguiendo los siguientes criterios:

1. Diversidad en cuanto a los diferentes tipos de los fluidos de corte, tanto de deformación plástica como de arranque de viruta.

2. Utilización de los mismos por las empresas de nuestro entorno, por considerarse una zona representativa del mercado del mecanizado.

Los fluidos acuosos seleccionados fueron los siguientes (tabla 3).

En las figuras 2, 3 y 4 se indican algunas composiciones de los fluidos más utilizados.

ESTUDIO TEÓRICO DE LA TÉCNICA DE ULTRAFILTRACIÓN

La diferenciación más usual entre microfiltración (MF), ultrafiltración (UF) y ósmosis inversa está basada en el tamaño de partículas o moléculas que pueden ser retenidas por las membranas (Fig. 5).

TABLA 3.

Fluidos N.º	Naturaleza	Nitritos	Cloro
1	Sintética	Si	No
2	Semisintética	No	Si
3	Mineral	No	No
4	Laminación vegetal	No	No
5	Laminación mineral (ésteres sintéticos)	No	No
6	Semisintética	No	Si
7	Mezcla	No	Si
8	Mineral	No	Si
9	Sintética	Si	No

FIGURA 2.

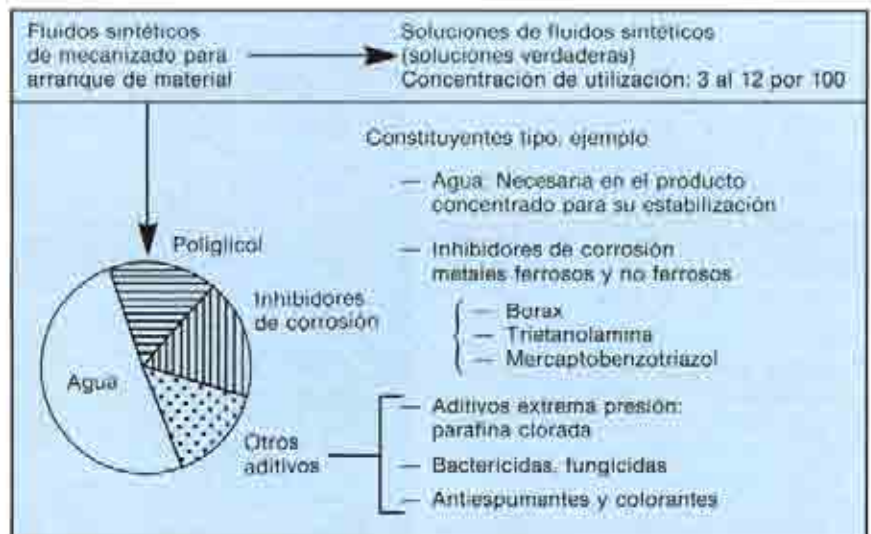


FIGURA 3.

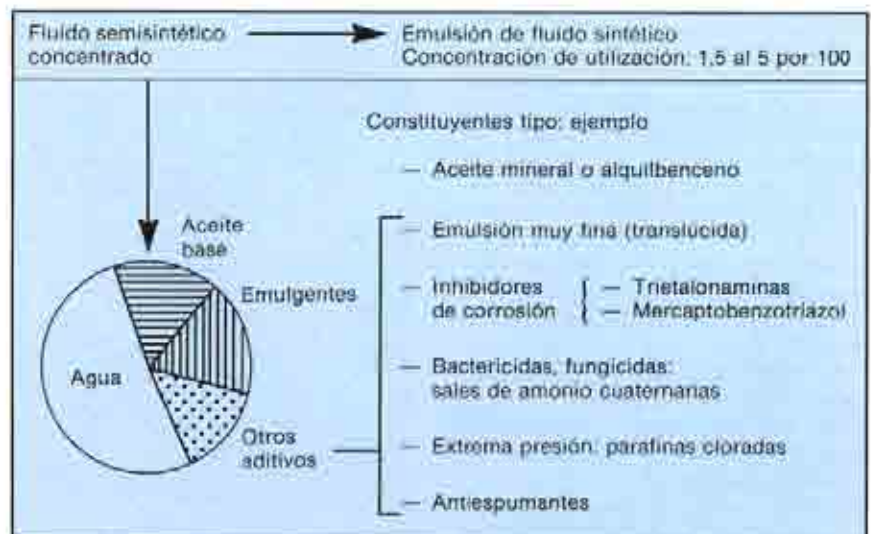
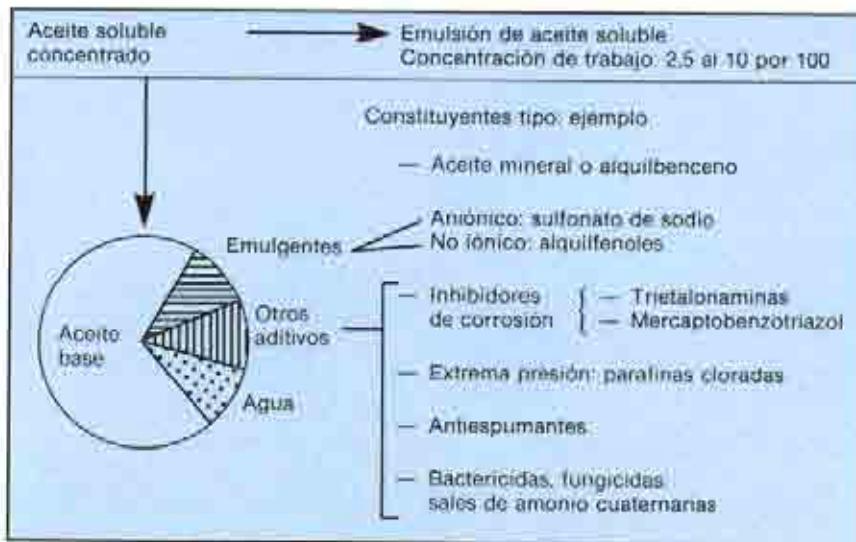
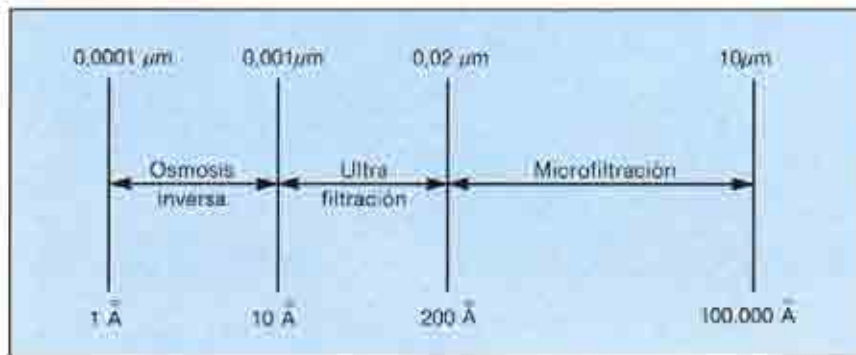


FIGURA 4.



Las principales funciones de los fluidos de corte utilizados en el trabajo de metales consisten en facilitar las operaciones a altas velocidades y refrigerar las herramientas con objeto de que conserven sus características mecánicas.

FIGURA 5.



La microfiltración retiene partículas hasta de $0,02 \mu\text{m}$; la ultrafiltración, hasta $0,001 \mu\text{m}$, y la ósmosis inversa, hasta $0,0001 \mu\text{m}$.

Otra de las diferencias entre estos procesos son las presiones de trabajo; la ósmosis inversa trabaja entre 300 y 1.000 lb/inch^2 , mientras que la UF y MF trabajan a una presión de 1 a 10 lb/inch^2 .

Características de las membranas de ultrafiltración

Las membranas de ultrafiltración son de naturaleza muy variable, y los materiales comerciales más usuales entre las membranas orgánicas son: nitrato de celulosa, acetato de celulosa, polisulfonas, fluoruro de polivinilo, polímeros de acronitrilo y copolímeros.

En tubos de carbón o cerámica se encuentran también membranas inorgánicas de hidróxido de circonio y silicato de aluminio.

Existe gran variedad de poros, con

unos flujos específicos para cada uno de ellos y distintas características de resistencia a la temperatura, pH, disolvente y productos químicos agresivos.

Proceso de trabajo

Los procesos de filtración se pueden clasificar en dos tipos:

- Filtración estática.
- Filtración tangencial.

La forma de trabajo de ambos viene expresada en la figura 6.

Los sistemas de ultrafiltración (UF) utilizan la filtración tangencial para ir separando las moléculas o partículas no permeables al agua.

Los procesos normales de trabajo y limpieza son los descritos en la figura 7.

De esta manera al ir realizando ciclos continuos de trabajo conseguimos concentrar la muestra de partida en las materias que no son permeables a las membranas, obteniendo así,

en nuestro caso, una concentración de los aceites y grasas, de los fluidos de corte y consiguiendo un filtrado con unas características que han sido posteriormente determinadas analíticamente.

El proceso de trabajo de la instalación industrial viene reflejado en el diagrama de la figura 8.

Los fluidos de corte, tras ser almacenados en una cuba, en la cual se decantarán las partículas, pasan posteriormente a un separador, donde se eliminarán los aceites y grasas libres. Tras ello, el fluido se pasa a través de un filtro para eliminar las partículas que no hayan decantado. El filtrado es recogido en una cuba de trabajo, de la cual es enviada a la unidad de ultrafiltración, lugar donde se realiza la separación de fases. La fase orgánica es devuelta a la cuba de trabajo, y la fase inorgánica (acuosa) es vertida. Cuando la fase orgánica ha llegado a una cierta concentración, se envía a la zona de almacenamiento de concentrados, los cuales se tratarán por un gestor autorizado.



Bidones con «taladrinas» agotadas.

FIGURA 6.

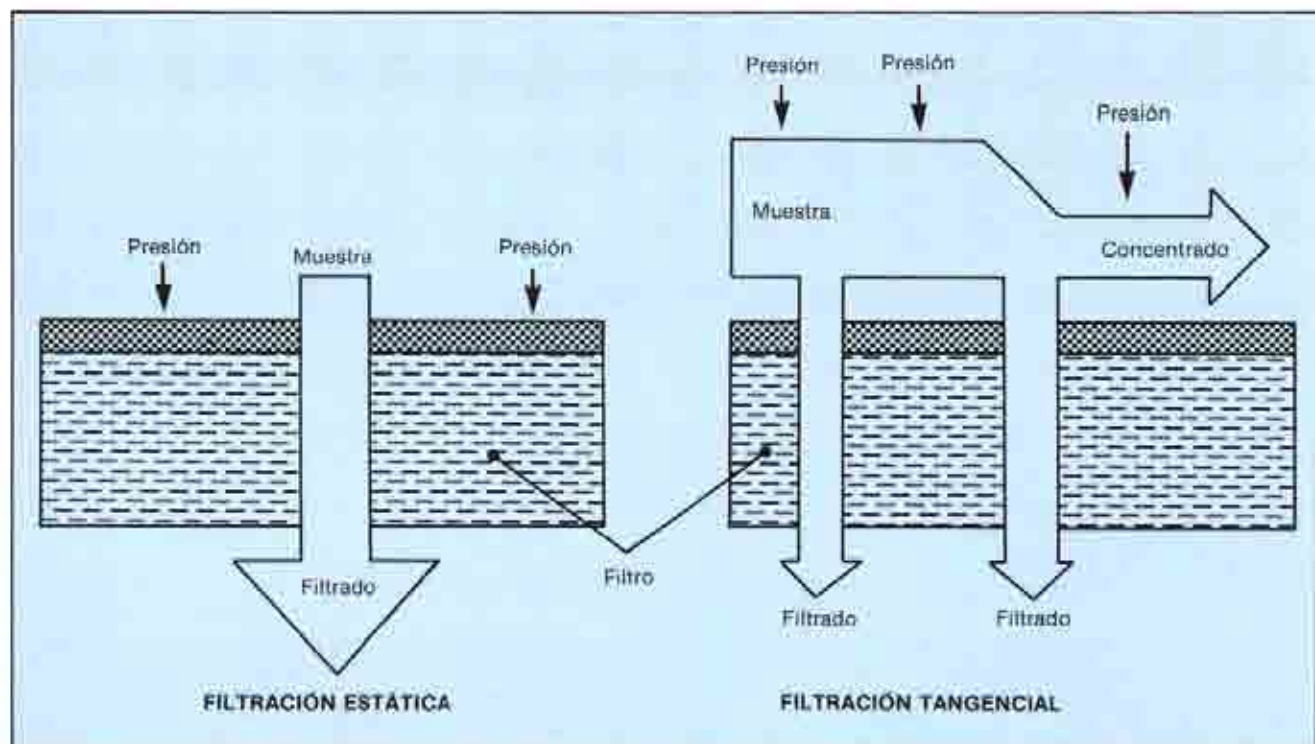


FIGURA 7.

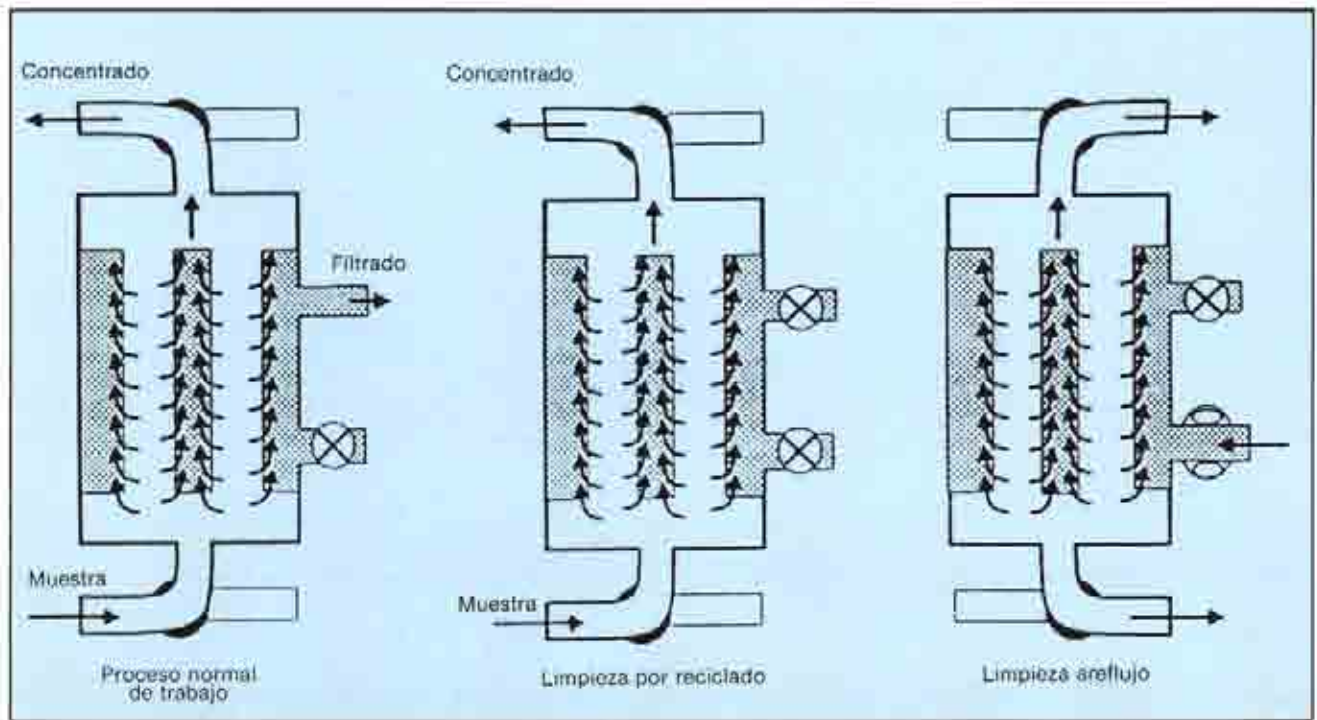
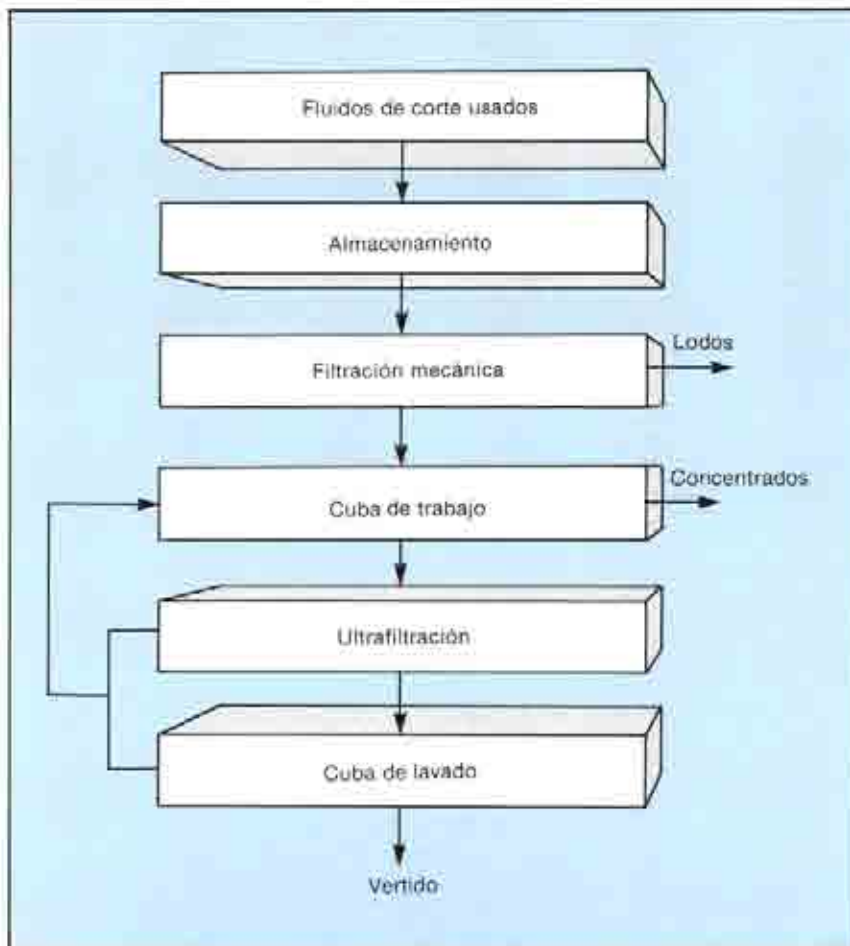


FIGURA 8.



Tras la ultrafiltración se ha observado una disminución prácticamente total de los aceites y grasas de los fluidos de corte, ya sean libres o emulsionados, y asimismo se ha observado una importante disminución de la demanda química de oxígeno, aunque este parámetro sigue teniendo unas concentraciones límite para su vertido a cauce público, según la tabla del Anexo al Título IV del Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.

RESULTADOS

A continuación se describen, en la tabla 4, los valores analíticos obtenidos de los fluidos de corte, antes y después del tratamiento de ultrafiltración.

CONCLUSIONES

Las muestras de fluidos de corte acuosos tenían distinta naturaleza química, como ya ha quedado reflejado anteriormente, y eran de fluidos que podían considerarse agotados. El tra-

La nueva legislación europea está restringiendo la utilización de metales pesados, como cinc, boro, cobre, etc., en los fluidos acuosos por los problemas que ocasiona su posterior eliminación.

tamiento se ha realizado sobre estas muestras «agotadas» para, de esta forma, poder observar el comportamiento de la tecnología en situaciones prácticamente similares a las de una planta de tratamiento a nivel industrial. Por ello, una de estas muestras era una mezcla, pues durante el proceso de recogida de los fluidos de corte se producirán situaciones similares previas al tratamiento de las mismas.

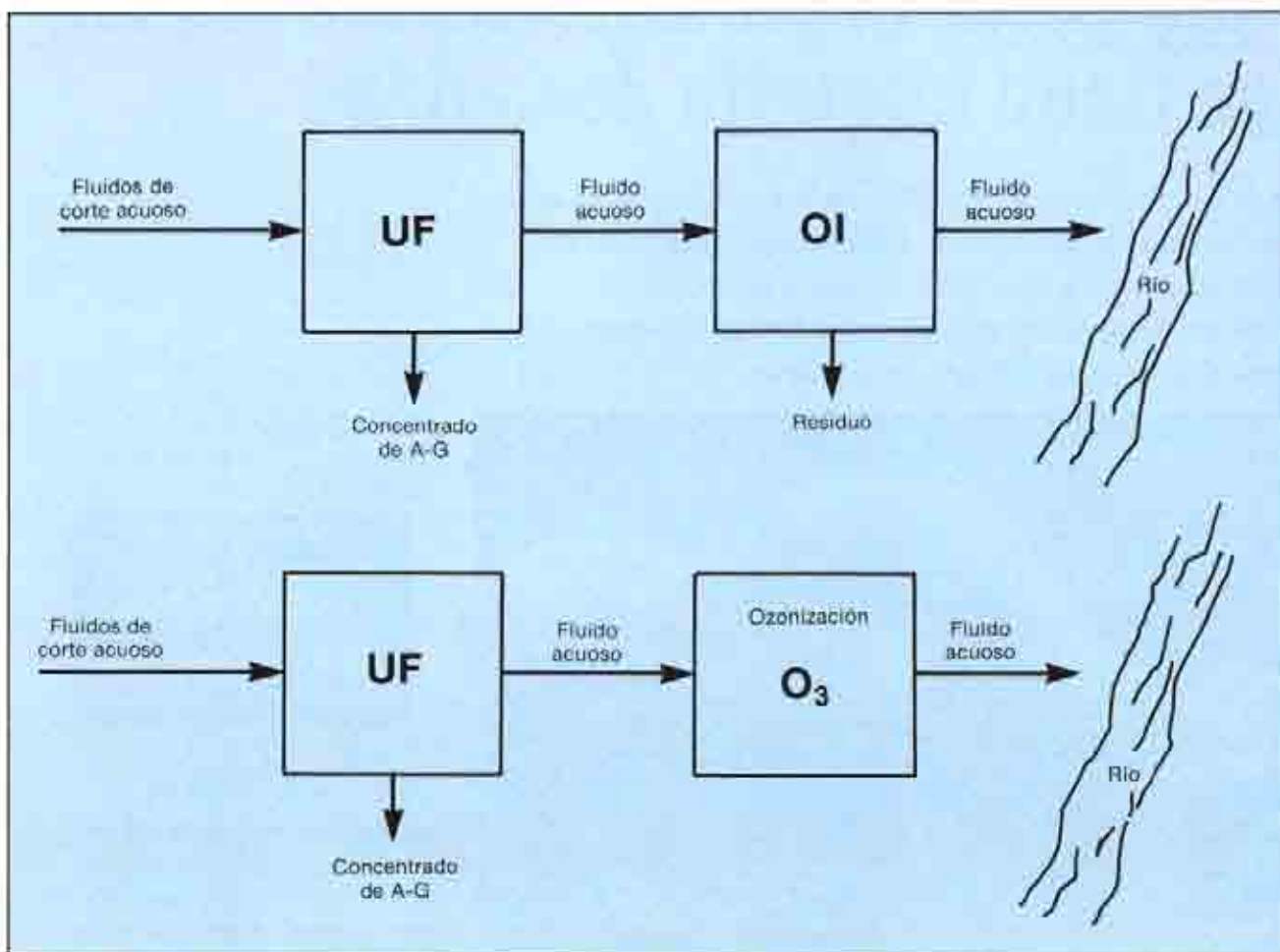
Se ha observado una disminución prácticamente total de los aceites y grasas de los fluidos de corte, ya sean libres o emulsionados y asimismo se ha observado una importante disminución de la demanda química de oxígeno, aunque este parámetro sigue

TABLA 4.

Parámetro	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4		Muestra 5		Muestra 6		Muestra 7		Muestra 8		Muestra 9	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
pH	9,47	9,34	8,74	8,18	8,17	8,59	7,37	6,69	5,95	7,11	9,07	9,02	6,61	8,54	9,05	8,73	9,01	8,92
D.Q.O.	1.953	502,1	254.000	12.678	97.680	9.688	38.410	327,1	85.030	3.389	90.200	14.780	51.590	17.535	99.640	3.408	68.540	12.246
S.S.	292,5	296	334,2	178	450,5	22,6	740,5	68	726,8	84	104,4	54,3	293	250	1.580,6	14,6	128	289
Nitritos	86,98	500	96,32	<0,01	19,18	<0,01	26,26	<0,01	18,53	<0,01	18,14	<0,01	72,88	<0,01	5,33	<0,01	226,62	<0,01
Amonio	0,06	0,01	49,43	0,26	726	0,006	17,73	0,098	37,76	0,04	24,08	0,02	6,1	0,02	24,77	0,013	0,1	0,02
N.T.K.	7,5	5,23	52,37	11,26	812	00,91	22,5	0,9	42,63	4,57	25,12	0,008	9,3	0,28	41,93	13,45	8,25	6,93
A-G	<0,1	<0,1	10%	<0,1%	4%	<0,1%	1,5%	<0,1%	0,5%	<0,01%	3%	<0,1%	1,3%	<0,1%	4,5%	<0,1%	<0,1%	<0,1%
Cloruros	923	614,9	355	45,98	213	73,99	701,8	10	106,5	38,83	497	305,25	491,7	25,59	1729,2	31,79	88,44	35,53
Sulfuros	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	1,02	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	0,22
Fosfatos	<0,5	<0,01	<0,5	<0,01	<0,5	<0,01	1,85	0,78	<0,5	<0,01	<0,5	<0,1	<0,5	0,1	<0,5	<0,1	<0,5	<0,1
Sulfatos	110,8	106,1	257,5	243,3	176	137,5	<0,1	10,08	234,73	27,16	137,25	79,16	174,3	133,86	143,20	71,20	122,3	61,30
Detergentes	2,5	1,34	2,75	1,06	2,35	1,27	1,78	1,03	1,87	1,19	0,44	0,19	2,47	1,62	3,10	2,14	1,66	1,15
Cinc	2,23	<0,1	250	<0,01	7	0,12	1,27	<0,01	3,9	<0,01	15	<0,01	7,93	1,65	9,3	<0,01	5	0,70
Hierro	7	3,5	15	0,7	400	9	32	1	180	1,8	50	15	60	2	85	1,1	200	10
Cobre	0,5	<0,1	5,35	<0,01	8,11	<0,01	9,3	<0,01	7,85	<0,01	2,65	<0,01	35	8	17,5	<0,01	2	<0,01
Cadmio	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Boro	3	2	20	5	225	150	2,5	0,5	1,5	0,2	3,5	0,1	400	115	3	1	1.650	520
Cromo	1,5	<0,01	12	<0,01	1,75	<0,01	0,90	<0,01	0,7	<0,01	1,6	0,65	1,44	0,8	0,35	<0,01	1	0,10
Plomo	<0,01	<0,01	72	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	8	6	<0,01	<0,01
Manganeso	0,41	0,32	2,75	<0,01	27	0,75	0,90	<0,01	3,9	0,88	5	0,12	9,5	1,25	9,7	<0,01	1,85	<0,01
Aluminio	2,4	0,5	132	<0,01	2,12	<0,01	0,86	<0,01	0,4	<0,01	8,40	0,40	38,95	7,5	0,85	<0,01	2,40	0,11
Níquel	1,3	0,5	2,38	1,9	1,93	0,15	7	1,5	6	0,34	0,7	0,42	1,15	0,55	0,4	<0,01	6	0,3
Vanadio	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

A. Antes del tratamiento. D. Después del tratamiento de ultrafiltración.

FIGURA 9.



teniendo unas concentraciones límite para su vertido a cauce público, según la tabla del Anexo al Título IV del Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.

También se observa que en alguna de las muestras existen algunos elementos metálicos procedentes de su aditivación o de su uso que, incluso en algunos, sobrepasan las mencionadas tablas tras su tratamiento.

Para poder ser vertidas estas aguas a un cauce público necesitarían un tratamiento posterior, ya sea biológico en una E.D.A.R. o en una instalación similar, u otro tipo de tratamiento, como podrían ser la ósmosis inversa, ozonización, etc.

En estos casos, el sistema de tratamiento constaría de los pasos descritos en la figura 9.

El sistema con ósmosis inversa nos garantizaría un vertido totalmente admisible a cauce.

Debido a la alta industrialización de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV), los fluidos de corte acuoso gastados constituyen una importante cantidad de residuos que se encuentran clasificados como Residuos Tóxicos y Peligrosos (RTP's), según el Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos; motivo por el cual deben ser gestionados correctamente.

El sistema de ozonización podría eliminar prácticamente el exceso de D.Q.O., pero no nos eliminaría el contenido de elementos metálicos, lo cual significaría que algunos vertidos no cumplan la legislación existente para su control de vertido a cauce. ■