

## EL REACTOR DE CARGA COMO SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA EFLUENTES INDUSTRIALES DE DIFÍCIL TRATABILIDAD

S. GARCIA y T. PERRUOLO  
División de Postgrado  
Facultad de Ingeniería  
Universidad del Zulia  
Maracaibo, Venezuela

### RESUMEN

Las industrias farmacéuticas, generan un efluente de composición variada debido a la diversidad de fármacos elaborados en ella. El presente trabajo tiene como objetivo determinar la tratabilidad del efluente de una industria farmacéutica, utilizando para ello reactores de carga. Inicialmente, se procedió a adoptar a los microorganismos al tipo de agua residual a tratar y a las condiciones de operación: 22,5 horas de mezclado, una hora de sedimentación y media hora para la descarga y recargar del reactor. Para efectuar el estudio, se utilizó una batería de cinco (5) reactores trabajando a diferentes edades de lodo (θc), con el fin de determinar la edad óptima sobre la cual debería operarse el proceso en la planta, sin que se generen producciones excesivas de lodo en ella, que podrían interferir en el tratamiento. Del análisis de los resultados para los parámetros evaluados, se puede concluir que este tipo de efluente es de fácil tratabilidad utilizando reactores de carga, a una edad de lodo óptima de 7 días.

### ABSTRACT

Pharmaceutical industries generate an effluent of variable composition owing to diversity of drugs that they produce. The objective of the present work is to determine whether the effluent of pharmaceutical industries can be treated using batch reactors. Initially, the microorganisms were adapted to the type of wastewater for treatment to: twenty two and a half hours of mixed, one hour of sedimentation and a half hour of reactor evaluation, as operation conditions. To realize this study a battery of five (5) reactors was used working with different sludge ages, to determine the best conditions for the plant process operation, without excessive sludge generation, which can interfere during the treatment. From the results on the evaluated parameter, it could be concluded that this type of effluent is of easy treatment using the batch reactors, for a best sludge age of seven (7) days.

### INTRODUCCION

El reactor de carga, es un sistema de tratamiento

biológico que hoy en día se ha reactivado, debido a los avances tecnológicos necesarios para un efectivo control del proceso.

El reactor de carga comienza a utilizarse nuevamente como una alternativa para el tratamiento de aguas residuales. Así, E.P.A. An Emerging Technology, en el año 1983, publica el trabajo Sequencing batch reactors, detallando la operación típica de los reactores de carga, el cual envuelve el llenado de un tanque con agua residual, aireación de ella para convertir lo orgánico en masa microbiana y energía, previendo un período para asentamiento, la descarga del efluente tratado y un período de identificación como de reposo que representa el tiempo después de la descarga del tanque y antes de la recarga.

En la Universidad de California, Masoud, Perruolo y Weinschtoytt, en el año de 1985, continúan las investigaciones, obteniendo resultados favorables a nivel de laboratorio en el trabajo denominado Sequencing batch reactor analysis.

El objetivo del presente trabajo, era estudiar en el laboratorio la tratabilidad del efluente de una industria farmacéutica, seleccionada ésta por la variedad de líquido residual que descarga. Asimismo, se determinó la edad de lodo óptima, a la cual debe trabajar el reactor de carga; obtenida de los análisis de los parámetros estudiados.

El cuerpo del trabajo consta de: I) Consideraciones generales; II) El reactor de carga como sistema de tratamiento; III) Presentación de resultados; IV) Análisis y discusión de resultados.

Del análisis y discusión, se concluyó que por medio de este sistema de tratamiento se pueden tratar los efluentes de la industria farmacéutica seleccionada y, que con la edad de lodo de 7 días en los reactores de carga, se puedan alcanzar altas eficiencias de remoción, para los parámetros estudiados.

En virtud de que, las investigaciones sobre reactores de carga comienzan a reactivarse, se hace necesario estudiar otros efluentes industriales utilizando este sistema de tratamiento y a la vez extender el estudio a otros parámetros que son importantes para el diseño de plantas de tratamiento.

## 1.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO:

- Estudiar en el laboratorio la tratabilidad del efluente de una industria farmacéutica, por medio del reactor de carga.

- Determinar la edad de lodo ( $\theta_c$ ) óptima, a la cual debe trabajar el reactor de carga, para que no se generen producciones excesivas de lodo.

## 2.- METODOLOGIA UTILIZADA:

Los objetivos trazados se logran siguiendo el procedimiento indicado a continuación:

- Instalación de seis reactores de carga, contruídos de material plástico, con una dimensiones que pudiesen operar en el laboratorio, siendo ellas: 0,16 mt. de diámetro, una altura útil de 0,44 mt. y un espacio libre de 0,16 mt. La capacidad de los reactores así dimensionados, eran de nueve litros cada uno.

El mecanismo utilizado para suministrar aire a los reactores fue por medio de tres difusores, tipo pecera, los cuales contaban con dos salidas de aire cada uno alimentándose, dos reactores, con un difusor. De esta manera, el suministro de aire en los reactores era uniforme, produciéndose a la vez una mezcla completa en ellos (figura 1 ver anexo).

- Adaptación de la masa microbiana al tipo de agua residual a tratar, para ello se ajustaba el pH del licor mezcla ó la del agua residual a agregar; se controlaba la temperatura del ambiente y los tiempos de aereación, sedimentación, descarga y recarga de los reactores.

- Adaptación de la masa microbiana reproducida en los reactores a una nueva condición, como era la edad de lodo ( $\theta_c$ ). La edad de lodo establecidos eran de 4 días, 5 días, 6 días, 7 días y 8 días, haciendo esto un total de cinco reactores de carga, con edad de lodo diferentes.

- Realización de los ensayos de sólidos suspendidos totales y volátiles en el licor mezcla, así como también Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_{5,20}$ ), Nitrógeno y Fósforo del agua residual y del sobrenadante, siguiendo la metodología de ensayos establecida en el Standard Methods for the examination of water and waster waters.

- Análisis de los resultados obtenidos de los ensayos para así determinar la eficiencia en cada uno de los reactores, obteniéndose de esta manera la edad de lodo ( $\theta_c$ ) óptima.

## 3.- DISCUSION DE RESULTADOS:

### 3.1.- SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES Y VOLATILES EN EL LICOR MEZCLA:

Los sólidos suspendidos totales y volátiles comienzan a ser constante a partir del sexto ciclo (Gráfica 1 y 2, ver anexo), entendiéndose como ciclo, el tiempo de duración del agua residual traída de la industria farmacéutica.

El reactor 4 ( $\theta_c = 7$  días, en los primeros ciclos, tenía altos y bajos en la cantidad de lodo; en los dos ciclos siguientes poseía una cantidad menor al reactor 5 ( $\theta_c = 8$  días); pero en los sucesivos ciclos en general, es el que posee mayor cantidad.

### 3.2.- DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO) EN EL SOBRENADANTE DE LOS REACTORES DE CARGA:

En la Gráfica 3 (ver anexo), el reactor 4, con una edad de lodo de 7 días, es el que presentó resultados más satisfactorios cuando el agua residual contenía una demanda química de oxígeno de 800 mg/lit., con una composición fuerte, por los medicamentos elaborados ese día.

La Gráfica 4 (ver anexo), presenta los % de reducción en cuanto a DQO en el sobrenadante de los reactores de carga, obteniéndose un % mínimo mayor de 50%.

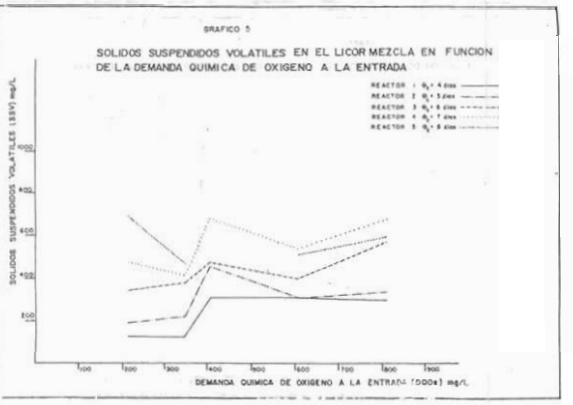
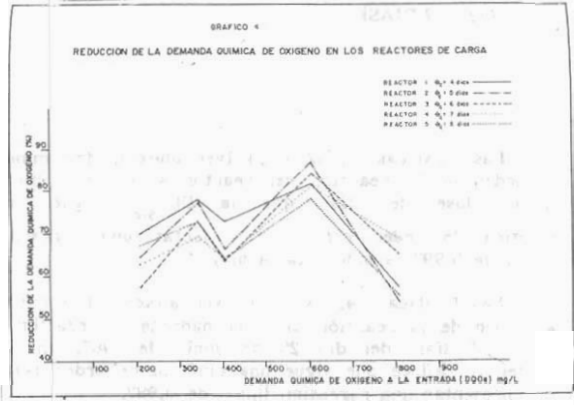
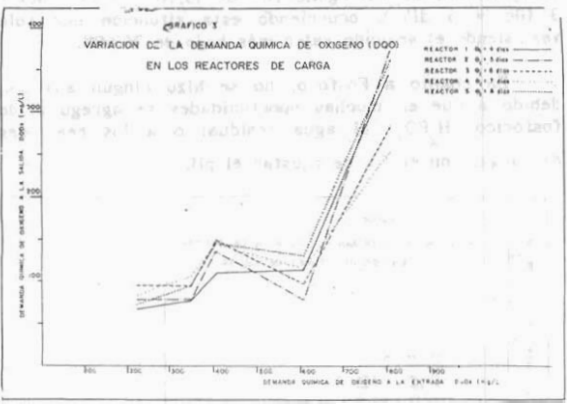
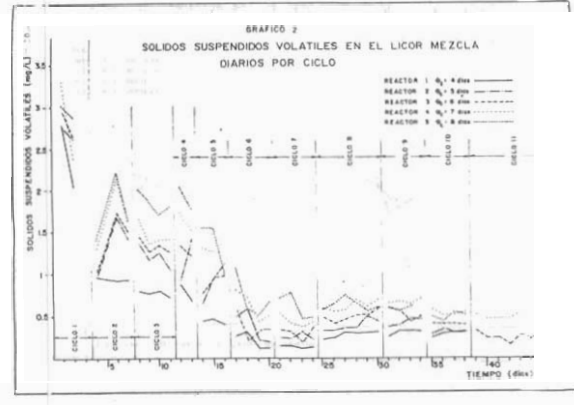
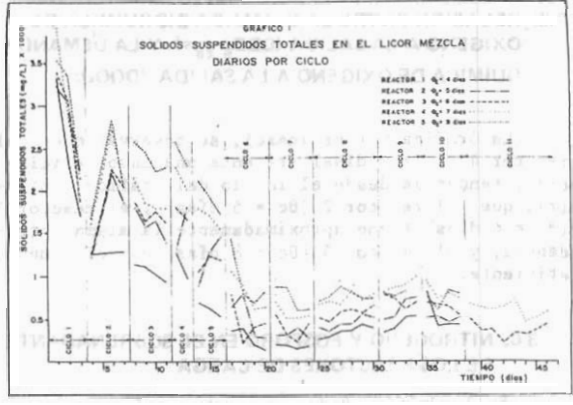
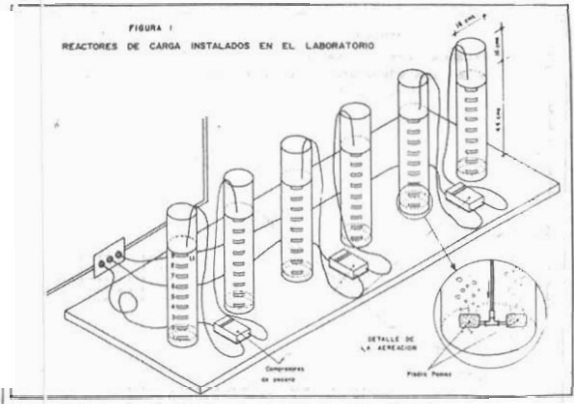
### 3.3.- SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES (SSV) EN FUNCION DE LA DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO):

En el gráfico 5 (ver anexo), se observa que los reactores de carga no siguen una secuencia lineal, pero se detecta que en el reactor 4 ( $\theta_c = 7$  días) la producción de biomasa es mayor.

### 3.4.- DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO ( $DBO_{5,20}$ ) EN EL SOBRENADANTE DE LOS REACTORES DE CARGA:

En el gráfico 6 (ver anexo), están representados la  $DBO_{5,20}$  a la entrada y a la salida de los reactores de carga y se observa que no hay relación directa y que el reactor con edad de lodo de 7 días, es el que tiene mejor comportamiento cuando la  $DBO_{5,20}$  es alta.

En la gráfica 7 (ver anexo), se observa aproximadamente, la misma tendencia en los reactores, con la variante de que el reactor 4 ( $\theta_c = 7$  días) presenta más uniformidad cuando la  $DBO_{5,20}$  es alta.



**3.5.- RELACION ENTRE LA DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO A LA SALIDA (DBO<sub>5,20</sub>) Y LA DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO A LA SALIDA (DQO):**

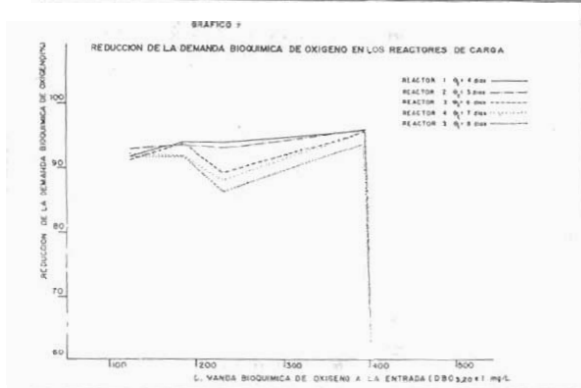
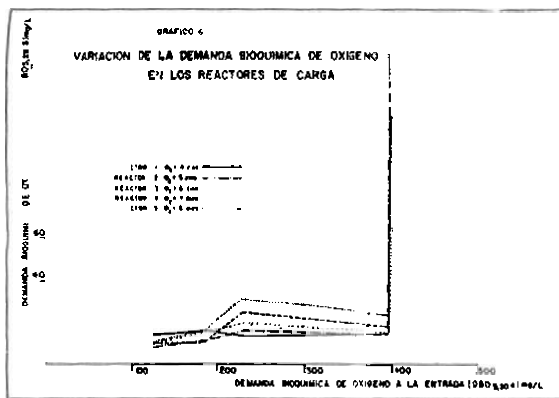
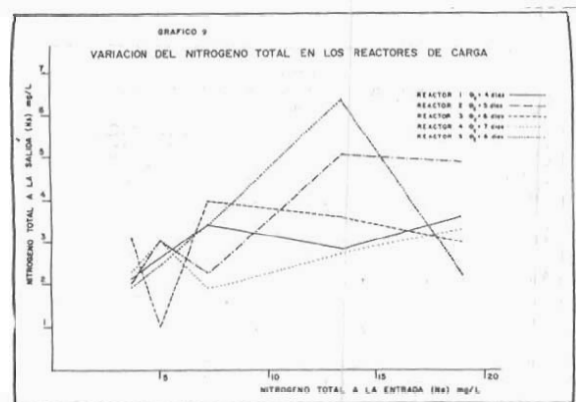
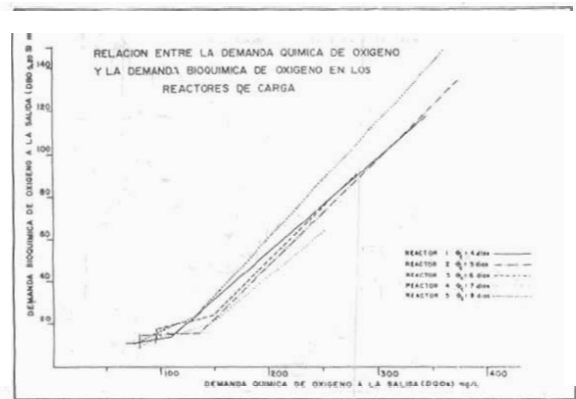
La Gráfica 8 (ver anexo), se observa que el reactor 4 ( $\theta_c = 7$  días) presenta una mayor eficiencia y tendencia desde el inicio del Gráfico, mientras que el reactor 2 ( $\theta_c = 5$  días) y el reactor 3 ( $\theta_c = 6$  días) tiene aproximadamente la misma tendencia, y el reactor 5 ( $\theta_c = 8$  días) es el menos eficiente.

**3.6.- NITROGENO Y FOSFORO EN EL SOBRENADANTE DE LOS REACTORES DE CARGA:**

En la Gráfica 9 (ver anexo), están representados los valores de Nitrógeno a la entrada ( $N_e$ ), y a la salida ( $N_o$ ), observándose que no hay relación directa entre los valores de entrada y salida del Nitrógeno.

La Gráfica 10 (ver anexo), muestra que el menor % de reducción de Nitrógeno fue de 15,76% en el reactor 3 ( $\theta_c = 6$  días), ocurriendo esta situación una sola vez, siendo el segundo valor más bajo de 36,68%.

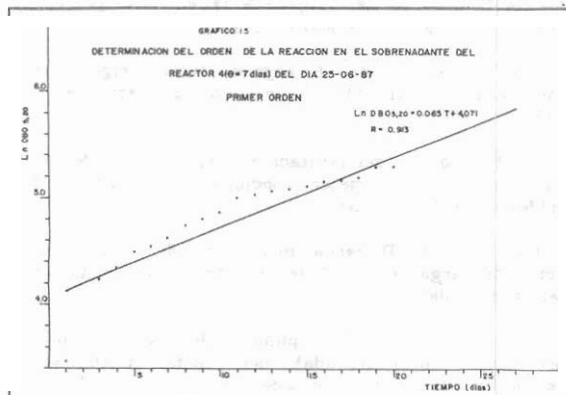
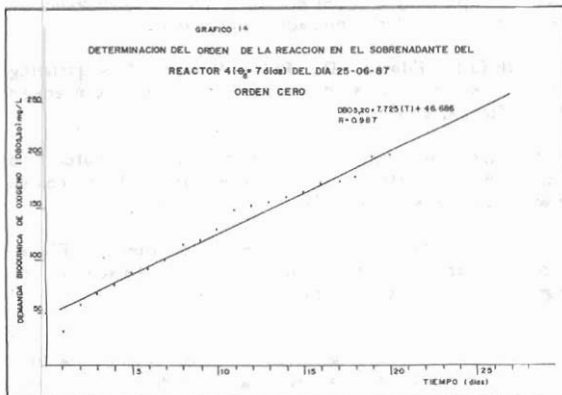
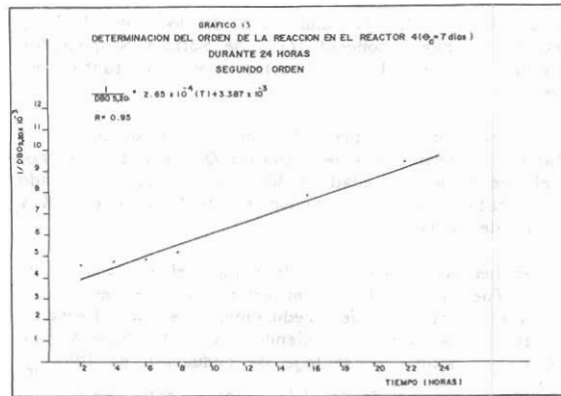
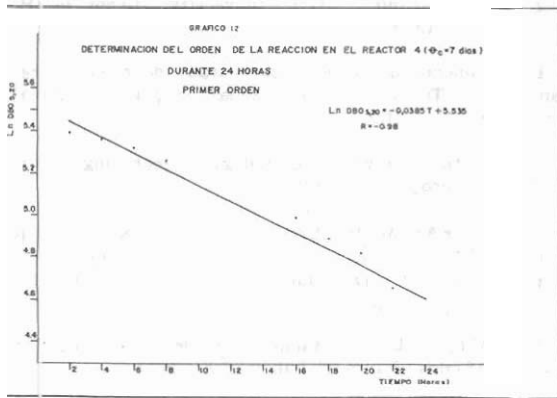
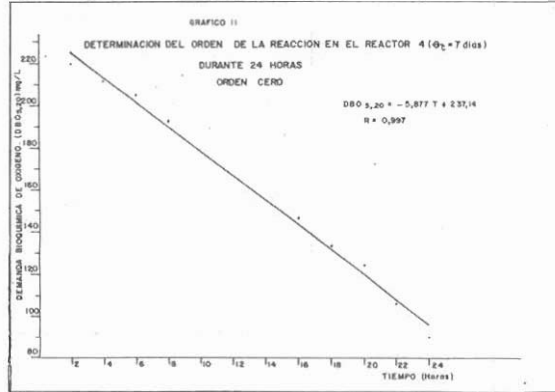
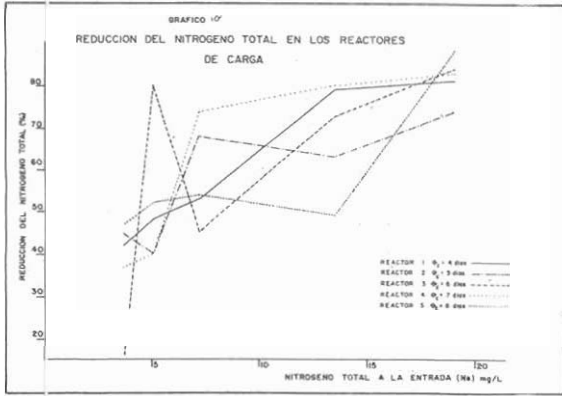
En cuanto a Fósforo, no se hizo ningún análisis, debido a que en muchas oportunidades se agregó ácido fosfórico ( $H_2PO_4$ ) al agua residual ó a los reactores de carga, con el fin de ajustar el pH.

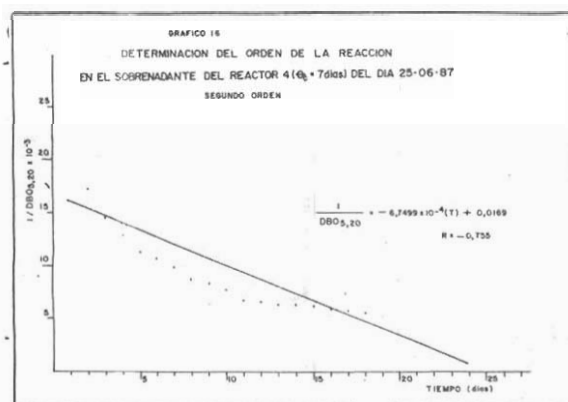


**3.7.- CINETICA DE LA REACCION EN EL REACTOR 4 ( $\theta_c = 7$  DIAS):**

Las Gráficas 11, 12 y 13 (ver anexo), determinan el orden de la reacción del reactor 4 ( $\theta_c = 7$  días), deduciéndose de ellas que la  $DBO_{5,20}$  sigue una cinética de orden cero por presentar una regresión lineal de 0,997, siendo esta la mayor.

Las Gráficas 14, 15, y 16 (ver anexo), determinan el orden de la reacción del sobrenadante del reactor 4 ( $\theta_c = 7$  días) del día 25 de Junio de 1987, en las cuales se deduce que sigue una cinética de orden cero, por presentar una regresión lineal de 0,987.





## CONCLUSIONES

- 1.- El efluente de la industria farmacéutica, puede ser tratado por medio de reactores de carga, como sistema de tratamiento.
- 2.- El reactor 4, con una edad de lodo de 7 días, presenta la mayor concentración de Sólidos Suspendedos Volátiles en el licor mezcla, por lo tanto, en biomasa.
- 3.- El reactor que presenta un comportamiento más estable, con respecto a la Demanda Química de Oxígeno, es el que tiene una edad de lodo de 7 días; obteniendo un porcentaje mínimo de reducción de DQO de 62,16% y máximo de 81.05.
- 4.- De los cinco reactores de carga, el reactor 4 ( $\theta_c = 7$ .d) fue el que obtuvo un valor mayor en cuanto al porcentaje mínimo de reducción, de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, siendo este de 83.92%. En cuanto al máximo porcentaje de reducción de  $DBO_{5,20}$ , presenta un valor de 96.15%, estando este cercano al máximo que fue de 96.40%.
- 5.- La reducción de la DQO, en función de la Demanda Química de Oxígeno a la entrada, presenta una buena regresión lineal, siendo este valor de 0.981.
- 6.- La reducción de la  $DBO_{5,20}$ , en función de la Demanda Bioquímica de Oxígeno a la entrada, presenta un factor de regresión lineal de 0.988.
- 7.- La reducción de Nitrógeno total, sigue una tendencia lineal, al obtener un valor de regresión de 0.997.
- 8.- El tiempo de sedimentación (reposo), es de una hora, por presentar mejor condición, en cuanto a la turbidez del sobrenadante.
- 9.- La curva de Demanda Bioquímica de Oxígeno del reactor de carga con edad de lodo de 7 días, sigue una cinética de orden cero.
- 10.- La curva Demanda Bioquímica de Oxígeno en el sobrenadante (agua tratada), del reactor 4 ( $\theta_c = 7$  días), sigue una cinética de orden cero.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1) BENEFIELD, LARRY D. AND RANDALL, CLIFFORD W.: Biological process design for Wastewater treatment. Virginia Polytechnics State University. Granfille H. Sewel, Editor 1980.
- 2) Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York. Manual de Tratamiento de aguas negras. Editorial Limusa, México. 1980.
- 3) EPA.- An Emerging Technology. Sequencing Batch Reactors. A project Assessment. 1983.
- 4) MASOUD, KAYHANIAN; PERRUOLO, TOMAS AND WEINSCHE TOTT, BOB.: Sequencing batch reactor analysis. Department of Civil Engineering. University of California, Davis. 1985.
- 5) METCALF, EDDY: Tratamiento y depuración de las aguas residuales. Editorial Labor, S.A., 1977.
- 6) OROZCO JARAMILLO, ALVARO Y SALAZAR, ALVARO: Tratamiento biológico de las aguas residuales. Universidad de Antioquia. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Sanitaria. 1985.
- 7) SILVERSTEIN, JOANN AND SCHROEDER, E.D.- Member, ASCE. Control of activated Sludge Settling in an SBR. ASCE Specialty Conference on environmental engineering. Boulder, Colorado. July, 1983.
- 8) SCHOEDE, Edward D., PhD.: Design of sequencing batch reactor activated sludge processes. University of California, Davis.
- 9) Standard Methods for the examination of water and Waste Water 14th Edition. American public health association. New York, 1971.
- 10) Universidad Central de Venezuela. Planta Experimental de Tratamiento de Aguas. Facultad de Ingeniería. Caracas, Venezuela, 1981.

Recibido el 21 de Octubre de 1987  
En forma revisada el 18 de Junio de 1990

P. REYES y L. VARGAS  
División de Postgrado  
Facultad de Ingeniería  
Universidad del Zulia  
Maracaibo, Venezuela

## NOTA TÉCNICA DETERMINACION DEL TIEMPO DE ACCION DE BIOCIDAS EMPLEADOS EN UNA TORRE DE ENFRIAMIENTO

### RESUMEN

La Industria Química ha desarrollado una serie de Productos denominados Biocidas. La determinación del tiempo de acción de éstos en un equipo de enfriamiento, sería una medida de su grado de efectividad y permitiría el uso de correctivos en su aplicación. El estudio se realizó por un período de tres meses, durante el cual, se modificó la aplicación del biocida, efectuándose una a nivel superficial y otra a profundidad de 1,30 mt. al mismo tiempo, se modificó la hora de aplicación de uno de los Biocidas. Se emplearon varias técnicas de análisis: La Demanda Química de Oxígeno (DQO), la Técnica del Microscopio Invertido y la Cámara de Utermöhl la Técnica del Filtro Millipore y la Técnica de Agar en Placa. Los resultados y el análisis estadístico muestran que al modificar la aplicación de 8,00 am a 4.30 pm se mejora y aumenta el tiempo de acción del biocida en más de 24 horas lo que demuestra que mediante variaciones de bajo costo, se puede obtener un mejor rendimiento de los Biocidas empleados.

### ABSTRACT

The chemical Industry has developed a series of chemical products called biocides. The determination of the action of these, in a cooling equipment should be a measure of its grade of effectivity and would let the use of corrective on its application. This study was performed in a period of three months in which the biocide application was modified, making a superficial and a deep at 1,30 mts; and also the application time modified in one of the biocide. Several analysis analytical technical were used: The chemical Oxygen Demand (COD), Technique of Inverted Microscope and the Utermöhl Chamber, the Technique of Millipore Filtration and the Agar Plate. The results and the statistical analysis showed that on modifying the biocide application depth and changing the schedule from 8.00 am to 4.30 pm it was possible to improve and increase the Biocide action time for over 24 hours demonstrating that through low cost variations, it is possible to obtain a better out from the biocide use.

### INTRODUCCION

Los problemas que se presentan en los sistemas de enfriamiento con agua se deben a la presencia en ésta de altas concentraciones de sólidos y materia en suspensión, por esto es importante la constitución del agua de aportación y las condiciones operativas, debido, a que pueden ocasionar la formación de incrustaciones, o intensificar la corrosión, a menos, que se realice un tratamiento adecuado (9).

El desarrollo de microorganismos en estos sistemas se debe a la introducción de materia orgánica procedente del aire y acumulación de la misma por efecto del fenómeno de evaporación, lo que crea habitats apropiados, en el que una variedad de especies de microorganismos puede crecer (3,5). La presencia de microorganismos en el agua de recirculación causa la reducción de la eficiencia de enfriamiento y consecuentemente daños y, ocasionalmente pérdida de los equipos (2). Los grupos de organismos que se localizan en los sistemas de enfriamientos industriales son algas, hongos y bacterias.

El control de los microorganismos en los equipos se hace con la dosificación de productos químicos llamados biocidas (algicidas, bactericidas y biocidas), que aparecieron a mediados de 1.900, pero su uso se intensificó solo a partir de 1951, siendo el sulfato de cobre y el cloro los primeros en ser empleados para el control microbiano (7,8).

### METODOLOGIA

Los biocidas utilizados son líquidos de dos tipos y su aplicación se efectuó alternadamente cada semana, siendo la dosis de 36,85 l semanales (dosificándose 18,92 l), el día martes y el día viernes).

El biocida (A) es una mezcla de amonio cuaternario y compuesto organo estannoso con dispersante (AC.OE) y el (B) es un líquido formulado a base de cloruro de amonio cuaternario con dispersante (CL.AC).

La aplicación del biocida se efectuó en forma alternada durante dos semanas; la primera dosis se aplicó en horas de la mañana durante seis días y la segunda dosis se aplicó durante seis días en horas de la tarde.

Se capturaron dos muestras de 1 L de agua, una superficial y otra a 1,30 mts de profundidad. Los análisis realizados fueron:

a.- La Prueba de la Demanda Química de Oxígeno (DQO): se realizó por triplicado usando 200 mls para cada análisis (1, 3, 6).

b.- La Técnica del Filtro Millipore: 200 ml de la muestra se utilizaron para efectuar un solo filtrado, al cual, se le aplicó el análisis de la DQO (7,11).

c.- La Técnica del Microscopio Invertido y la Cámara de Utermöhl: Se tomaron 120 mls de la muestra que fue preservada con lugol, tomándose 10 mls de la misma para efectuar el conteo por duplicado (1,12).

d.- La Técnica de Agar en Placa: un ml de la muestra se sembró en medio sólido axénico (Agar más los nutrientes especificados para el medio de cultivo F/2 vertido en placa (10,13).

## RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de agua de aportación mostró la presencia de microalgas, las cuales contribuyeron al mantenimiento de la población existente en la torre. Al aplicar superficialmente los biocidas A y B se encontró una disminución de la DQO y el número de microalgas, por la presencia del polialcohol de alto peso molecular, que sirve como agente penetrante y dispersante, contribuyendo así, a mejorar la acción del biocida, debido, a la absorción de los microorganismos y la materia orgánica a la espuma formada luego de aplicado el biocida; dicha espuma es extraída por el ventilador de la torre, reduciéndose, así el efecto del biocida, lo que permite la recuperación de la población microbiana en menos de 24 horas.

Los estudios de correlación y análisis de varianza indican que el número de microalgas es más eficiente para medir el tiempo de acción del biocida, permitiendo simultáneamente demostrar que la aplicación superficial del biocida no es lo suficiente efectiva en el control de los microorganismos presentes.

La aplicación profunda del biocida prolonga la acción a más de 24 horas, lo cual se manifiesta en una disminución del número de microalgas y un aumento de la DQO.

El registro de los filtros Millipore para ambas aplicaciones corroboran lo explicado anteriormente y es relativamente sencillo verificarlo mediante la observación del área oscura del filtro. Los estudios

de correlación y análisis de la varianza indican que con la aplicación profunda, el control de los microorganismos en la torre es más efectivo.

No obstante que el estudio de la correlación y análisis de la varianza en la modificación de la hora de aplicación del biocida (A) a las 4:30 pm, no revela un control efectivo de los microorganismos. Sin embargo, el número de microalgas y el registro de los filtros Millipore tiene mayor cantidad de microalgas y materia orgánica retenida indicando que la aplicación en la tarde resulta más efectiva en el control de los microorganismos, que la aplicación en la mañana (4). Esta diferencia probablemente es debido a que el tiempo de análisis fue muy corto.

El aislamiento y crecimiento de las microalgas en agar en placas demostró que las mismas son capaces de sobrevivir al efecto del Biocida y aplicado a las 48 horas el mismo ocurre un incremento de la población, lo cual demuestra la capacidad de adaptación y recuperación de las microalgas(5).

## CONCLUSIONES

La acción de biocidas durante las fases de experimentación fue de 24 horas para la aplicación superficial, 48 horas para la aplicación profunda y más de 72 horas para la tarde lo que revela que al modificarse la profundidad de la aplicación del biocida se logra mejorar su acción.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1) AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION: Standard Method for the Examination of water and Waste - Water, 16 Edition, Washington D.C., U.S.A., 1.268. 1985
- 2) BOEHLER, A.R.: Role of Microorganisms in Industrial corrosion. Production Engineer International Operations, NALCO.
- 3) CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA: Agencia para el Desarrollo Internacional (AID). Procesamiento Simplificado para Exámenes de Agua, pp 116, 1964.
- 4) FARNSWORTH NARIN. Practical Microbial Control for Cooling Water Systems Reprinted form a paper presented at the Philadelphia Section, Nace, NALCO.
- 5) FITZGERALD, G.P.: Factores in the Testing and of Algicides. Applied Microbiology, Vol. 12(3), 247-253; American Society Microbiology; Printed U.S.A.; May 1964.
- 6) FITZGERALD, G.P.: Are chemical use in Algae Control Biodegradable; Water & Sewage Works, 82-85, May 1975.



7) FITZGERALD, E.D. & FAUST, S.L.: Factors Affecting the Algicides and Algistatics Properties of Copper. Appl. Microbiology, Vol. 11; 345-351; 1963.

8) GRIER, J.C. & CHRISTENSEN, R.J.: Microbiological Control in Alkaline Cooling Water Systems. NALCO/Chemical Company OHK Brooks Illinois presented at the National Association of Corrosion Engineers Annual Meeting: Toronto, Ontario, Canadá, April, 16, 1975.

9) KELLY, B.J.: Microbiological Control Treatment and the Environment. Reprinted by NALCO/with permission for materials protection and performance; Vol. 11 # 6; June, 1972.

10) MCEWEN, F.L. & STEPHENSON, G.R.: The use and significance of Pesticides in the Environment. A

Willet-Interscience publication John Willey & Sons; New York pp 527; 1979.

11) MILLIPORE: Phytoplankton Analysis. Millipore Corp; Third printing; pp. 1-7, 1975.

12) SCHWOERBEL, J.: Métodos de Hidrobiología. Ediciones Blumes, España, pp. 262; 1975.

13) VILCHEZ, J.A.: Aislamiento y cultivo de Microalgas de aguas del Estuario de Maracaibo por la Técnica de Agar en Placas y el efecto de la Salinidad sobre el crecimiento de dos fitoflagelados aislados. (Trabajo Especial de Grado). Universidad del Zulia, Facultad Experimental de Ciencias, División de Estudios Básicos Sectoriales; Departamento de Biología, Maracaibo, pp. 129, 1981.

Recibido el 19 de Enero de 1989  
En forma revisada el 25 de Junio de 1990

