

ANALISIS DE CASOS DE RECIRCULACION DEL EFLUENTE (*)

La falta de conciencia de la sociedad en su conjunto ha influido para que el problema de la contaminacion se mantenga. La no disposicion adecuada de los contaminantes afectan la salud y la calidad de vida. Aunque se tenga un marco regulatorio y exista la maxima rigurosidad ninguna politica puede funcionar sin el consenso social. Debe dejar de pensarse que el tratamiento de los efluentes es un mal necesario.

Si miramos las industrias que no contaminan encontramos que el problema reside en que todos los componentes de la organizacion estan convencidos del problema. Los empleados de estas empresas no son mas jovenes, mas inteligentes o mas trabajadores. La razon estriba en que estan convencidos que la contaminacion debe evitarse y cuentan con el incentivo por parte de la direccion.

El problema de la contaminacion provocada por la descarga de los efluentes de las refinarias y yacimientos debe resolverse en forma integral para disminuir sus consecuencias de deterioro ambiental. La mejor manera de resolver este problema es reducir el volumen de efluentes. Todos los efluentes pueden reusarse pero los costos crecen con la cantidad y calidad de tratamientos. La rigurosidad del tratamiento depende a su vez de la calidad del efluente y este de las condiciones operativas que son caracteristicas de cada industria. En general la calidad del efluente se evalua mediante la DQO (contenido de sustancias avidas de oxigeno), la DBO5 (al tomarse 5 dias de incubacion del efluente mide el grado de agresividad hacia el oxigeno excedente indicando como se afecta el habitat de un curso de agua), metales pesados (que son perjudiciales al ciclo biologico normal) y contaminantes organicos (fenoles, compuestos clorados).

METODOLOGIA ADOPTADA

Para la eleccion del tipo de tratamiento que necesita el efluente debe considerarse que hay que elegir con la empresa de ingenieria un sistema "tailor made". Es la unica manera que se asegurara cubrir las necesidades propias. Pero debe entenderse que para ello se requerira una buena caracterizacion del efluente. En los casos estudiados las plantas tienen procesos similares. Sin embargo las figuras 4, 5 y 6 nos indicaban valores muy diferentes en sus efluentes. Ademas, considerando las plantas individualmente era muy dificil conseguir un valor "tipico" como se ve en la figura 7. Esto se debe a que muchas veces por razones operativas se realizaban purgas produciendose fugas de efluente con alta contaminacion.

(*) Ing. G. Cannizzaro e Ing. H.D. Velázquez (Acualite Proyectos S.A.)

Como con cualquier problema de ingeniería se efectuó un diagnóstico y establecieron las condiciones de borde que definían la situación. Solo así se podía llegar a la solución requerida. El primer eslabón en la cadena de razonamiento fue comenzar por reconocer los parámetros que definían composición y caudal del efluente, individualizar las fuentes de generación del mismo y establecer sus regímenes de trabajo. Se determinaron cuáles eran las condiciones anormales o "picos" variables puesto que afectaban en forma directa al circuito de tratamiento.

Era necesario identificar y clasificar cada uno de los contribuyentes principales para establecer quienes eran los mayores culpables de la contaminación. Esto permitió proponer una estrategia apropiada para eliminarlos o disminuirlos.

En general, los contaminantes y sus concentraciones varían entre las diferentes plantas dependiendo de la complejidad, capacidad, tipo de planta, variedad de productos, tipo de tecnología utilizada y nivel de mantenimiento y cuidado de la planta. Por ejemplo, en una refinería el agua de los desaladores tiene alto contenido de sal y alta temperatura, los efluentes del cracking catalítico contienen amoníaco, sulfuro y fenoles y los efluentes con alto contenido de soda caústica, deberían pretratarse antes de mezclarse con otras corrientes.

Para completar la información que se está analizando se relevó el medio físico por el cual la corriente llegaba al colector general y a la futura planta de tratamiento tomando en cuenta en que puntos se mezclaba con otras corrientes.

Por último se pensó en el destino final del líquido a tratar (reuso interno) lo que definía las condiciones de calidad requeridas y se estudiaron los medios físicos para su conducción.

TRATABILIDAD DEL EFLUENTE

Una vez caracterizado el efluente se estudió la posibilidad de tratar el mismo. Existen dos grandes grupos de contaminantes: los desagregables que mediante alguna técnica físico-química pueden separarse del sistema (hidrocarburos, sólidos en suspensión, aceites, grasas, proteínas coagulables, etc) y los que permanecen en solución (partículas finamente divididas, DBO5 soluble). En los casos mencionados se estudiaron cerca de 30 productos diferentes y sus combinaciones para encontrar el que mejor cumpla con las características físicas, químicas, biológicas y factibilidad económica. Luego de tres años de tratamiento exitoso se sigue estudiando en conjunto con los clientes las condiciones de trabajo y de adición de productos en función de las condiciones cambiantes de cargas y de operación.

DESARROLLO DEL TRATAMIENTO

La primera sugerencia para la eliminacion del efluente es reducir los volumenes de agua contaminadas que lleguen al tratamiento por medio de cambios en el proceso o cambios en los procedimientos. Un segundo paso es instalar los sistemas y equipos necesarios para tener un pretratamiento de las aguas contaminadas instalando sistemas de separacion en las plantas de proceso de mayor dificultad.

Una vez minimizados los contaminantes deben eliminarse en el tratamiento. En los casos mencionados sobre la base de meses de trabajo en conjunto con los clientes se desarrollaron las sucesivas etapas de tratamiento: PRIMARIO (eliminacion de los contaminantes desagregables quimicamente), SECUNDARIO (eliminacion parcial de los contaminantes solubles), TERCIARIO (eliminacion de solidos remanentes escurridos del secundario) y FINAL (adecuacion del efluente tratado a las condiciones finales de reutilizacion).

En una refineria el efluente una vez tratado puede usarse en el sistema de incendio y en el servicio de agua de coque. Segun el tipo de tratamiento puede usarse en los desaladores o como agua de lavado de los cianuros en los cracking cataliticos. En los casos estudiados se recircula el efluente al sistema de enfriamiento. La torre de enfriamiento hace las veces de aereador disminuyendo la DBO. En estos casos el tratamiento tuvo como objetivo la reduccion de los elementos que complicaban el sistema de enfriamiento. La DBO5 no se anulo totalmente ya que el agua debia tener una demanda de oxigeno, para consumirlo y no tener una situacion de corrosion. Si el oxigeno se mantiene en el agua de recirculacion se incrementa la corrosividad dandose casos en que se recomienda el agregadeo de agua oxigenada para completar la cantidad de O2 necesaria por el sistema. En la figura 8 se puede ver la salida y entrada de la planta de tratamiento y sus valores de DBO5.

En general si se va utilizar el agua en el sistema de refrigeracion se deben eliminar los sulfuros, los compuestos de amoniaco, el cloro libre, el contenido de hierro, los compuestos organicos y las bacterias ya que la quimica de la corrosion se vuelve mas compleja.

CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA

La primera enseñanza que se obtiene de los casos estudiados es que no debe reciclarse el efluente sin seguir de cerca el comportamiento de las corrientes y se debe controlar la operación para evitar que los gastos sean altos. Se tienen casos de actividad biológica lo que requiere mas inyección de cloro. En 1991 uno de nuestros clientes decidió recircular el efluente sin el apoyo de alguna empresa de ingeniería que estudiara todas las variables comprometidas. Los resultados fueron nefastos como se puede ver en la tabla 4.

En los casos estudiados la atención del sistema durante la puesta en marcha fue crítica, debido a las condiciones cambiantes del efluente que lo hacían impredecible. La puesta en marcha de estas plantas requiere atención estricta por parte del operador y respuestas inmediatas para su reencausamiento cuando se sale de régimen. Es imprescindible la presencia de la dirección en la definición de los objetivos porque en general hay un rechazo por parte de los operadores a una sistema que le incrementa su volumen de trabajo y que consideran ajeno a la planta.

VALORIZACION ECONOMICA

Como se ve en la tabla 1 la instalación de una planta de efluentes es una inversión de baja rentabilidad y con altos periodos de repago. En la tabla 2 se pueden ver los valores económicos de una instalación real. Para mantener la confidencialidad comprometida con los clientes se han dividido los valores por la inversión. Tenemos así los flujos de fondo por unidad de inversión. En esta tabla se esta comparando las situaciones planteadas en las figuras 1 y 3. Por supuesto si se comparan las figuras 1 y 2 (como ocurre en la mayoría de las plantas argentinas) la rentabilidad sera negativa. Esta es la principal razón por la que a los industriales no les interesa invertir en efluentes.

Ante un avance en las restricciones legales el problema a que se enfrenta el productor es que esta obligado a tratar su efluente. Esta situación lo enfrenta a una comparación planteada en las figuras 2 y 3. En este caso, usar una instalación con recirculación del efluente permite una mejor disposición del capital. La opción, que se muestra en la tabla 3, implica gastar 10 o 20 % mas pero la tasa interna de retorno se incrementa notablemente.

Muchos razonan que no se justifica invertir cuando los competidores no lo haran, cuando hay efluentes de otro tipo de industrias que son mas peligrosos y no son regulados. Los resultados de este tipo de razonamiento son funestos y bien conocidos por todos.

La historia del Riachuelo es uno de los ejemplos de lo cara que sale a la sociedad esta actitud: 2.700.000 personas sufren esta situacion que costara 1.000 millones de U\$S de tareas de saneamiento sin contar el costo de controlar las actuales descargas. La proteccion ambiental no genera altos costos sino que hace responsable a cada uno de los suyos. Sin proteccion ambiental cada industria hace que sus costos lo pague otro.

El desafio que estamos proponiendo es, entonces, transformar la necesidad de tratamiento de efluentes en aprovechamiento interno del recurso. En lugar de gastar para volcar a un desague, sugerimos invertir en reutilizacion.

LOS AUTORES

Guillermo Cannizzaro es ingeniero quimico, de la Universidad Nacional de Buenos Aires. Actualmente se desempeña en ACUALITE PROYECTOS S.A. a cargo de la Gerencia Area Quimica. En 1975 ingreso en Coca Cola S.A. para desempeñarse en el Control de Procesos en la planta de gas carbonico. Trabajo como analista de Planificacion y Control en el complejo industrial Matanza. En 1979 ingreso en Lockwood y Cia estando a su cargo el desarrollo comercial, proyecto y puesta en marcha de plantas de intercambio ionico, tratamiento de efluentes, enfriamiento, filtracion y potabilizacion.

H. Daniel Velazquez es ingeniero quimico, de la Universidad Nacional del Sur. Actualmente se desempeña en ACUALITE PROYECTOS S.A. a cargo de la Gerencia Area Desarrollo. En 1975 ingreso en YPF en Destileria Plaza Huincul para desempeñarse en las tareas de puesta en marcha de las nuevas unidades de refinacion. Fue Jefe de Movimiento de Productos y Jefe de Topping de la mencionada refinaria. En 1983 fue trasladado a Buenos Aires trabajando como Jefe de Procesos de Refinacion en la Sede Central de YPF. Ejercio la docencia en la Universidad Nacional del Comahue entre 1980 y 1983 donde dicto las catedras "Termodinamica del Petroleo y del Gas" y "Elaboracion del Petroleo".

PLANTA SIN TRATAMIENTO

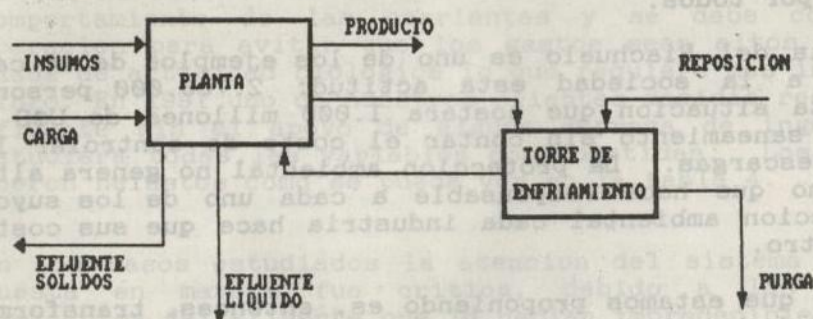


FIGURA 1

PLANTA CON TRATAMIENTO

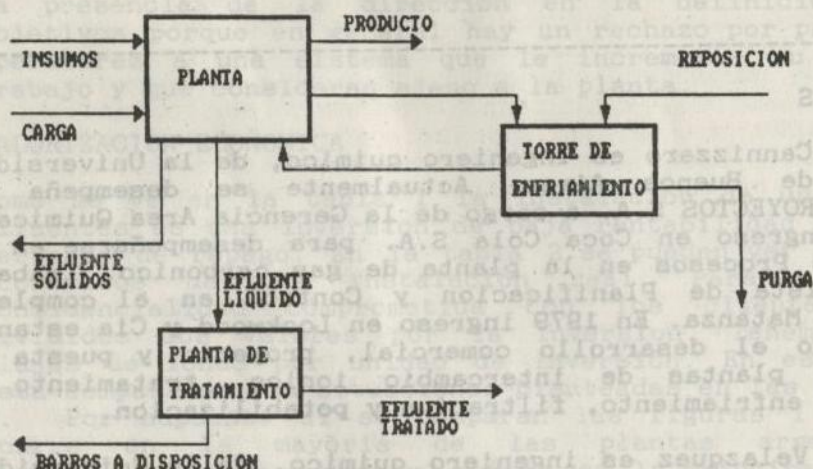


FIGURA 2

PLANTA CON TRATAMIENTO Y RECIRCULACION TOTAL DEL EFLUENTE

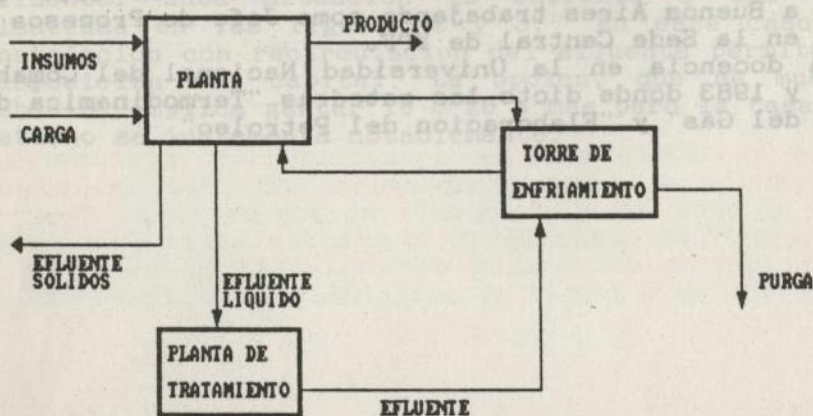


FIGURA 3

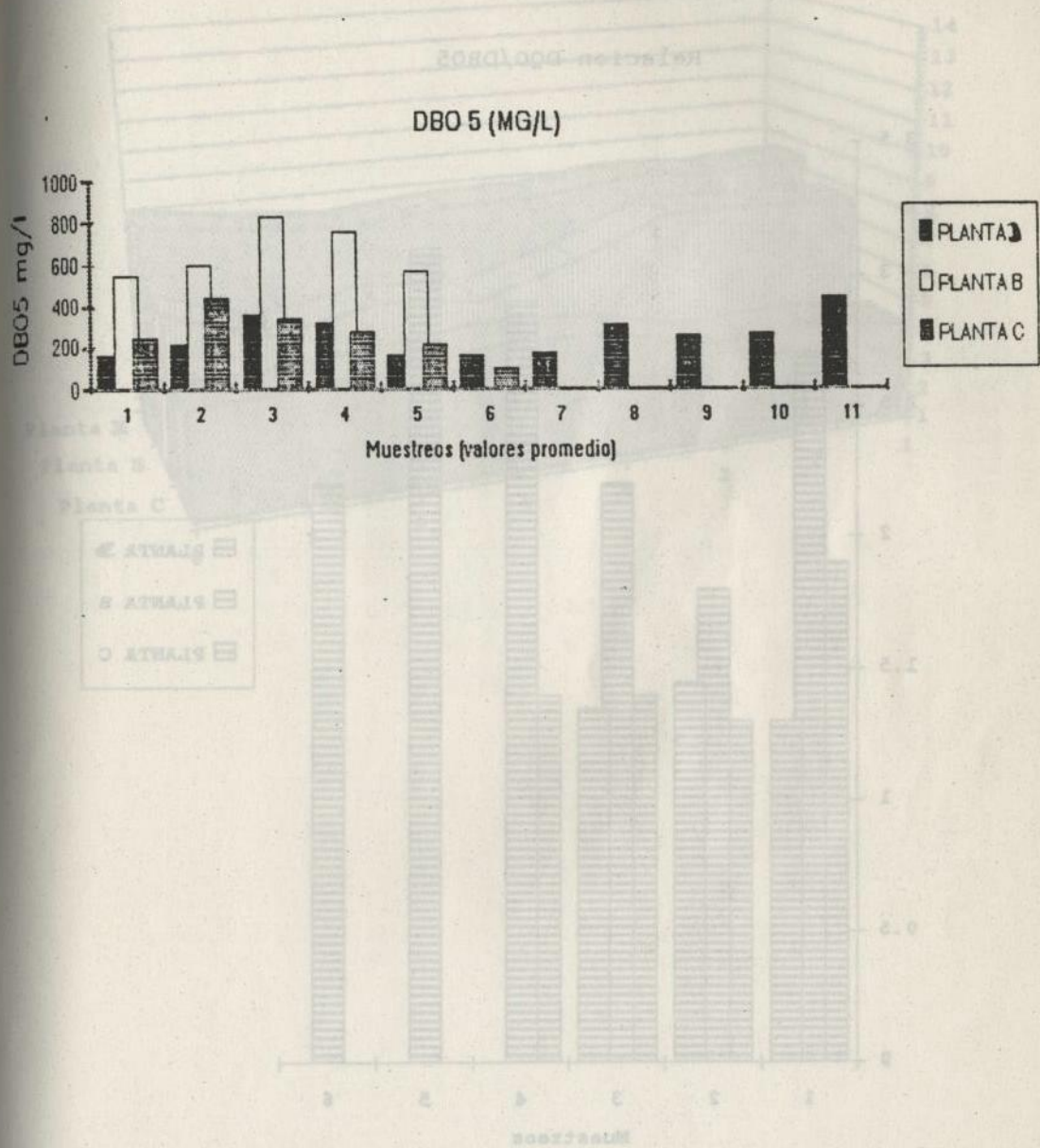


FIGURA 5

PLANTA SIN TRATAMIENTO

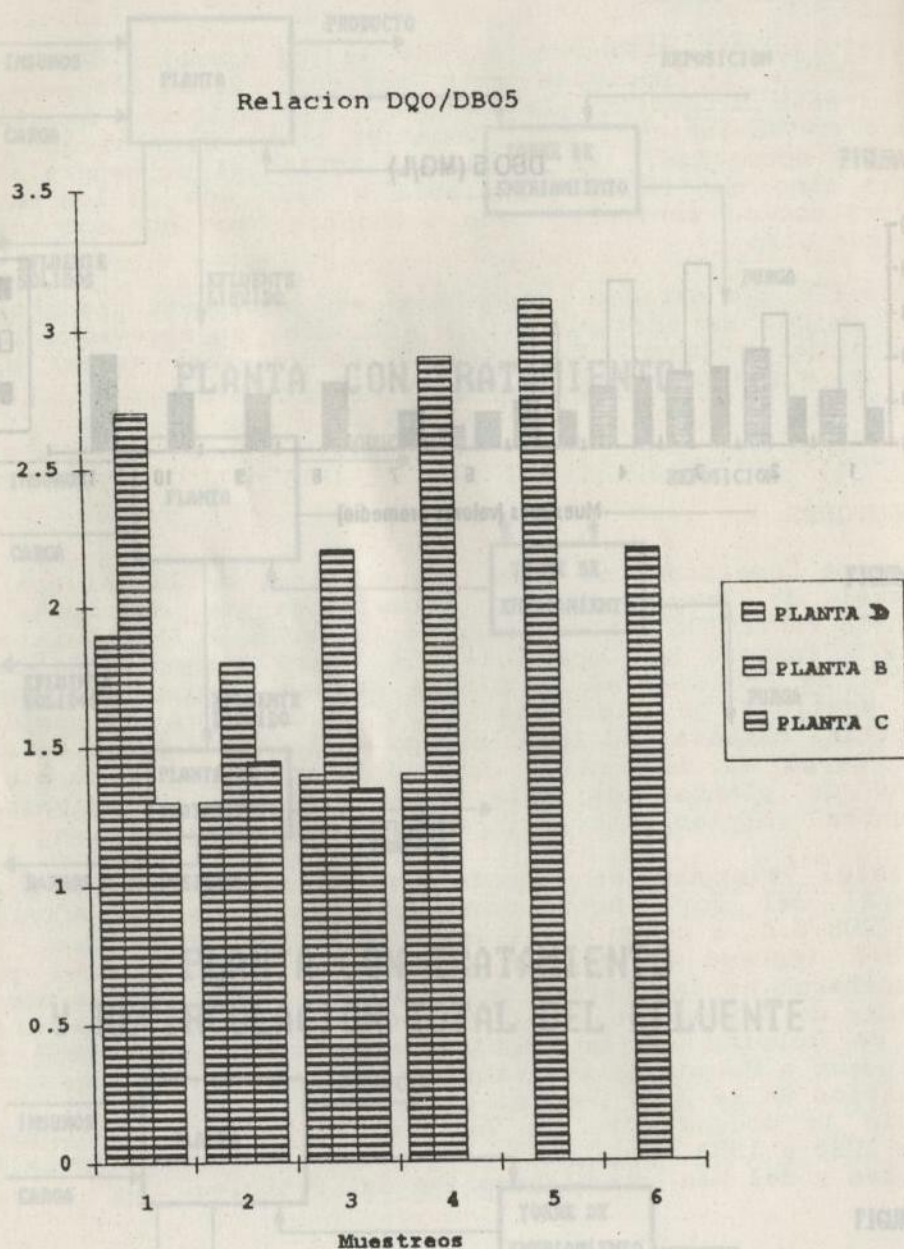


FIGURA 6

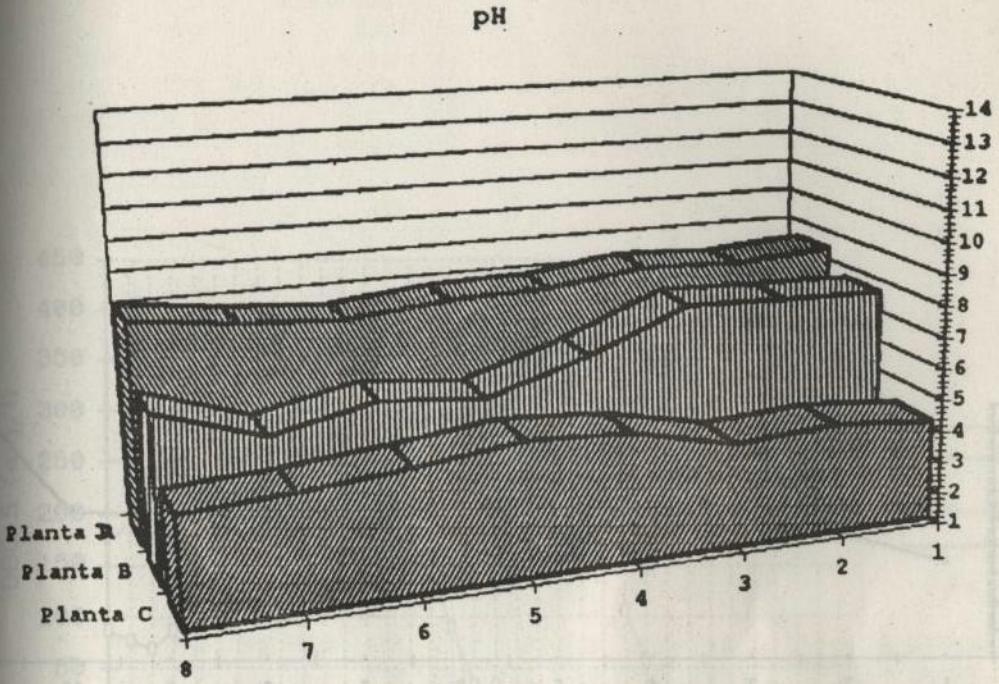


FIGURA 7

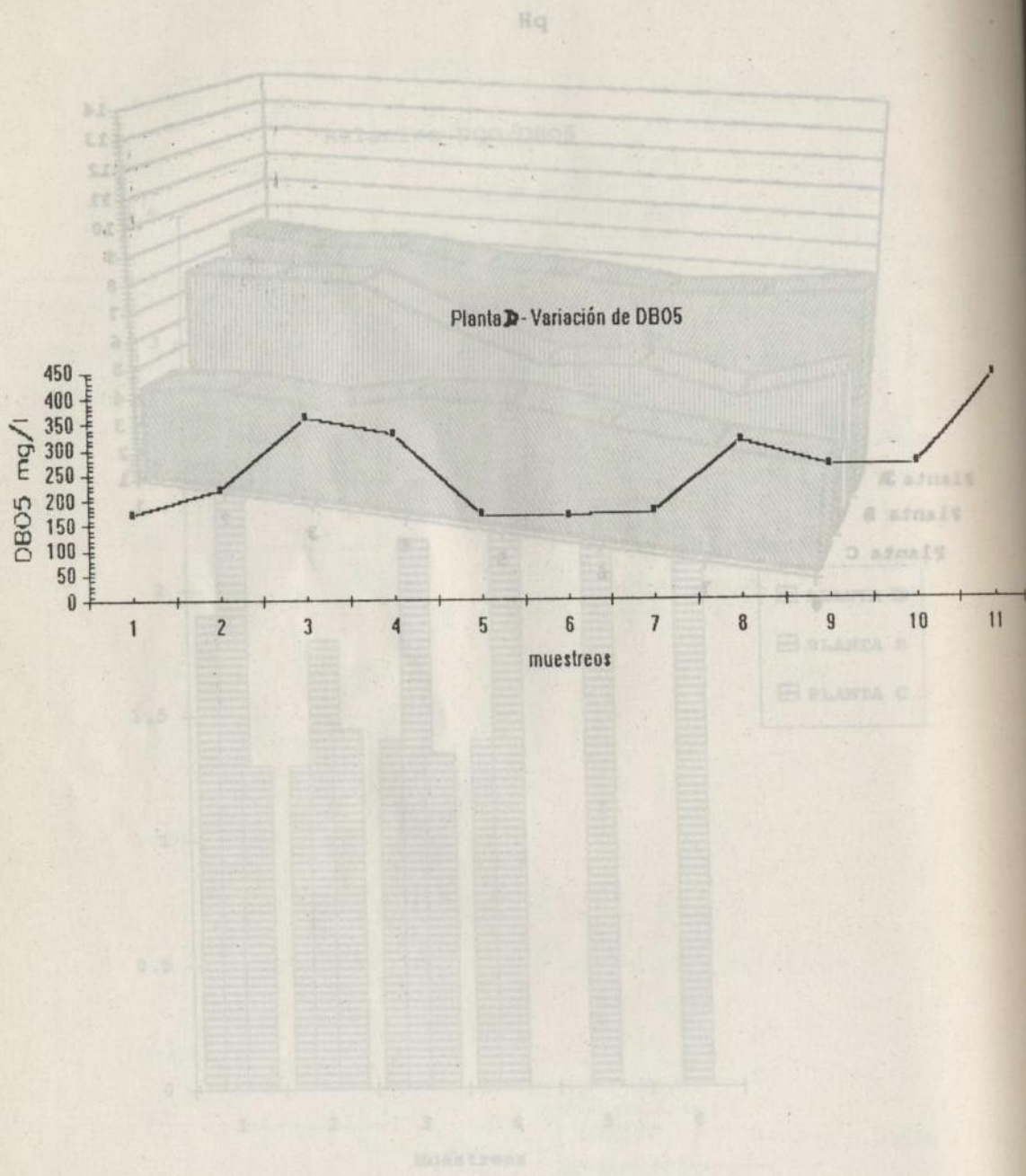


FIGURA 8

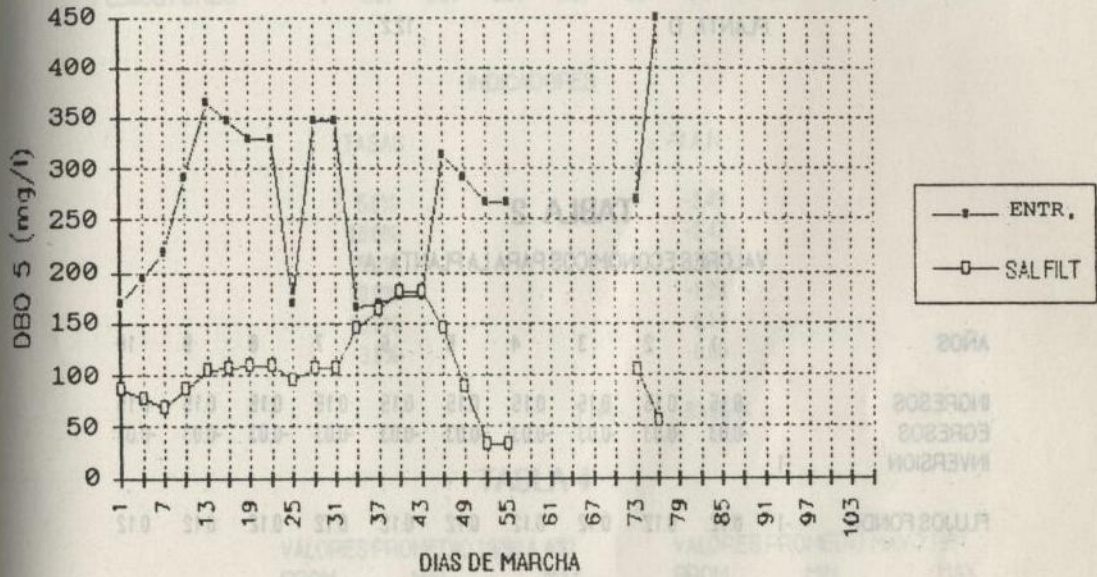


TABLA 1

PERIODO DE
REPAGO SIMPLE
AÑOS

PLANTA A	8.2
PLANTA B	11.9
PLANTA C	12.1
PLANTA D	12.2

TABLA 2

VALORES ECONOMICOS PARA LA PLANTA A

AÑOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
EGRESOS	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
INVERSION	-1									
FLUJOS FONDO	-1	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12

INDICADORES

TASAS

V.A.N.

5.0%	0.06
10.0%	0.23
15.0%	0.34
20.0%	0.41
30.0%	0.47
3.6%	0.00

T.I.R. 3.6%

TABLA 3

VALORES ECONOMICOS PARA LA PLANTA A

AÑOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
EGRESOS	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15
INVERSION EXTRA	-1									
FLUJOS FONDO	-1	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61

INDICADORES

TASAS

V.A.N.

5.0%

-3.49

10.0%

-2.47

15.0%

-1.77

20.0%

-1.28

80.0%

0.14

3.6%

0.00

T.I.R.

59.86 %

TABLA 4

VALORES PROMEDIO 10/90 A 4/91

VALORES PROMEDIO MAYO 1991

PROM. MIN. MAX.

PROM. MIN. MAX.

pH	8.8	8.5	9	8.6	8.6	8.7
T.S.S.	2041	1500	3800	2655	2396	2842
Cl	665	340	1200	819	686	931
Si	62	30	400	42	30	49
Alc. a Fenolt.	188	90	500	167	120	240
Alc. Metil Orange	990	700	1750	1144	990	142