



## TÍTULO DE PATENTE NO. 206841

**Titular(es):** UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**Domicilio(s):** 9º Piso de la Torre de la Rectoría, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, Distrito Federal, MEXICO.

**Denominación:** MICROPLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA FLUJOS PEQUEÑOS

**Clasificación:** Int.Cl.6: C02F3/30

**Inventor(es):** ADALBERTO NOYOLA ROBLES, JUAN MANUEL MORGAN SAGASTUME

**Número:**  
PA/a/1998/008985

**País:**

**SOLICITUD**

**Fecha de presentación:** 29 de octubre de 1998

**Hora:** 11:59

**PRIORIDAD**

**Fecha:**

**Número:**

ESTA PATENTE CONCEDE A SU TITULAR EL DERECHO EXCLUSIVO DE EXPLOTACIÓN DEL INVENTO RECLAMADO EN EL CAPÍTULO REVINDICATORIO Y TIENE UNA VIGENCIA DE VEINTE AÑOS IMPROPRORROGABLES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA DE PRESENTACIÓN DE LA SOLICITUD.

Fecha de expedición: 14 de febrero de 2002

EL DIRECTOR GENERAL

LIC. JORGE AMIGO CASTAÑEDA





5

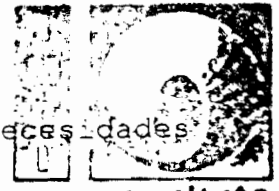
**MICROPLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES PARA FLUJOS PEQUEÑOS**

10 **Objeto del Invento.**

En el ámbito mundial existe el grave problema de la disposición de las aguas residuales generadas en centros urbanos, industriales y agrícolas. En el caso de las aguas residuales domésticas, el problema se agrava al no contar parte de la población con drenaje, situación que se presenta cuando éste tiene un alto costo de construcción por la naturaleza del terreno, cuando las zonas pobladas crecen a una tasa mayor que la urbanización, o en caso de una amplia dispersión de las casas habitación.

Para limitar la contaminación del medio ambiente a través de la descarga de aguas residuales, en estos casos es posible utilizar microplantas que realicen el tratamiento del agua en la fuente de la descarga. La demanda de estos

equipos es potencialmente grande además por las necesidades futuras de reuso del agua.

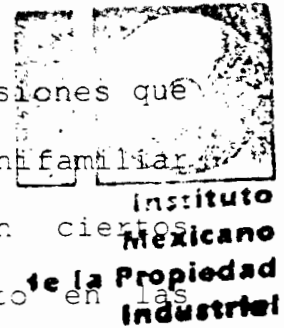


Si bien una de las aplicaciones más importantes de las microplantas reside en el tratamiento *in situ* de las aguas

5 residuales de las casas habitación (aplicación preferente de la invención), estas plantas de tratamiento pueden ser aplicadas de la misma forma en condominios o privadas, clubes deportivos, hoteles y restaurantes, oficinas y centros comerciales, hospitales, construcciones, o en  
10 sanitarios de casetas de cobro de autopistas y usos semejantes. Las microplantas de tratamiento pueden estar orientadas, y tal es el caso de la presente invención, en la generación de agua tratada para su reuso en actividades como el riego de áreas verdes, lavado de pisos, fuentes de  
15 ornato, lavado de automóviles, descarga de sanitarios etc., con lo cual se obtiene un ahorro considerable de agua potable para actividades de primer uso.

La oferta de microplantas existente en el mercado no satisface del todo las condiciones exigidas de simplicidad  
20 en la operación y particularmente las económicas, de costo accesible, sobretodo si se habla de una aplicación en una casa habitación.

Los usuarios de este tipo de plantas de tratamiento requieren que se consideren en el diseño de estos equipos  
25 los siguientes rubros:



• La planta de tratamiento debe contar con dimensiones que permitan su instalación y operación a nivel unifamiliar y/o en lugares con reducido espacio y con ciertos márgenes de crecimiento en caso de incremento en las descargas de aguas residuales.

• La planta de tratamiento deberá ser económica en su inversión y sobretodo en los recursos destinados a su operación y mantenimiento.

• Las eficacias de tratamiento deben cumplir con la normatividad vigente.

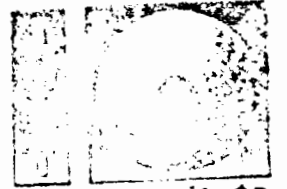
• Las condiciones de mantenimiento preventivo y correctivo deben ser mínimas y en su mayor parte poder ser efectuadas por los propios usuarios.

• La planta de tratamiento no debe provocar molestias al usuario en relación con malos olores, ruido y proliferación de insectos y animales en general.

• En caso necesario, la instalación con mínimas adiciones y complejidad, debe proveer el agua tratada para reúso en el predio o en el interior de la casa.

En el mercado existe una variedad de plantas de tratamiento paquete que difícilmente llegan a cumplir con todos los requisitos antes planteados.

La presente invención está orientada al cumplimiento satisfactorio de estos requisitos.

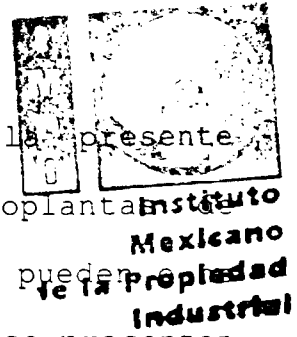


Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

### Antecedentes de la invención

Los antecedentes conocidos sobre el estado de la técnica en materia de tratamiento de aguas residuales especialmente aplicados para casas habitación se refieren a sistemas que involucran en su tren de proceso fosas sépticas con sistemas aireados, en la gran mayoría de tipo lodo activado y zonas empacadas aireadas orientados a la eliminación de materia orgánica básicamente.

La presente invención, a diferencia de las plantas de tratamiento que comúnmente es posible encontrar en el mercado, combina una zona de digestión anaerobia de alta tasa por medio de dos cámaras de filtros anaerobios seguida de una zona aerobia empacada conformada por más de dos compartimientos en serie que permiten la extensión de la aireación para llevar a cabo la nitrificación. Los compartimientos de la planta de tratamiento están diseñados de tal forma que permiten una adecuada distribución del agua a través del tren de tratamiento disminuyendo considerablemente las zonas muertas dentro de los tanques de tratamiento. Todos los compartimientos están integrados en un diseño compacto que demanda poco espacio para su ubicación y facilita su operación y mantenimiento.



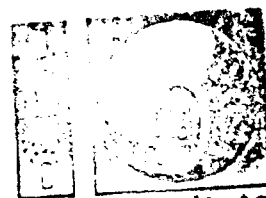
Para soportar los aspectos innovadores de la presente invención se han identificado algunas microplantas de tratamiento que se ofertan en el mercado y que pueden estar protegidas por una patente. En la Fig. 1 se presentan las características de estas plantas de tratamiento y se compara con la planta de tratamiento motivo de la presente solicitud de patente. La información concerniente a estas plantas de tratamiento fue extraída de sus catálogos comerciales.

La siguiente Tabla 1 indica las patentes que fueron encontradas como antecedentes y vigentes dentro del estado de la técnica, tal como se revelo en búsqueda del estado de la técnica de las patentes norteamericanas.

**Tabla 1**

**REFERENCIAS DE PATENTES ESTADOUNIDENSES**

PATENTE	INVENTOR	FECHA	TÍTULO
US4191647	Mullerheim Williams	4/3/1980	Sistema de Filtración para Drenaje Casero
US4251359	Colwell Freeman	17/3/1981	Sistema de Tratamiento de Agua Residual "In Situ"
US4465594	Laak	14/8/1984	Sistema de Drenaje para el Tratamiento de Agua Residual Segregada.
US5240597	Ueda	31/8/1993	Equipo de Tratamiento de Aguas Residuales.
US5342523	Kuwashima	30/8/1994	Método y aparato Para Purificar Agua de Llave.
US5534147	Kallenbach Buchanan Gooddrich Skinner Poncelet Kallenbach	9/7/1996	Método y Aparato para Modificar Deshechos.



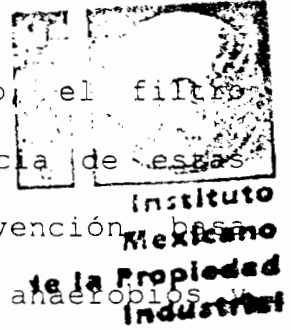
La Figura 1 muestra que la gran mayoría de las plantas de  
tratamiento cuenta con una zona de recepción de agua  
5 residual cruda dentro de lo que se considera la planta de  
tratamiento en si, bajo el marco de un diseño compacto en  
el cual en un solo tanque se involucran las distintas fases  
del tratamiento. En este sentido, las plantas  
correspondientes a los números 3, 5 y 10 en la Fig. 1  
10 especifican un tanque receptor de agua residual o fosas  
sépticas convencionales como una unidad extra a lo que es  
en si la planta paquete de tratamiento de aguas, lo cual es  
también una especificación de la planta aquí descrita

Ninguna planta, a excepción de la planta 3 (Fig.1), poseen  
15 una zona de tratamiento basado en un reactor anaerobio de  
alta tasa como es el filtro anaerobio. La planta No. 3 basa  
el tratamiento del agua residual únicamente en un  
tratamiento anaerobio lo cual limita su eficacia de  
remoción de contaminantes. A diferencia de las demás  
20 plantas de tratamiento, la presente invención cuenta con 2  
zonas en serie basadas en filtros anaerobios que le  
proporcionan mayor capacidad en absorber picos orgánicos y  
limitar la producción de lodos biológicos.

Por otro lado, también es posible observar que la mayoría  
25 de las plantas basan el tratamiento del agua únicamente en

procesos aerobios como son el lodo activado, el filtro percolador y el filtro sumergido. A diferencia de estas

plantas, la planta materia de la presente invención, basa su tratamiento en la combinación de procesos anaerobios y



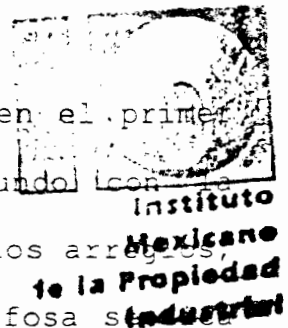
5 aerobios de alta tasa (2 Filtros anaerobios seguidos de al menos 2 zonas aireadas tipo filtro sumergido) que proporcionan versatilidad para la adaptación de la microplanta a condiciones fluctuantes en la concentración de materia orgánica, tipo de contaminantes y caudales de  
10 agua residual, condiciones frecuentemente encontradas en el tratamiento *in situ* de aguas residuales con flujos pequeños.

La recirculación de agua entre la zona aerobia y la anaerobia en la microplanta permite llevar a cabo la  
15 eliminación parcial de nitrógeno del agua por medio de la nitrificación y desnitrificación. La planta 6 de la Fig. 1 lleva a cabo la nitrificación y desnitrificación pero a través de un sistema completamente mezclado de operación en lote. Las demás plantas de tratamiento no reportan en sus  
20 respectivos documentos la capacidad de desnitrificar y sólo algunas nitrifican, lo que sólo implica la oxidación del nitrógeno amoniacal mas no la eliminación del nitrógeno del agua.

Las plantas No. 7 y 12 en la Fig. 1 efectúan la  
25 recirculación de agua y lodo sedimentado a la zona de



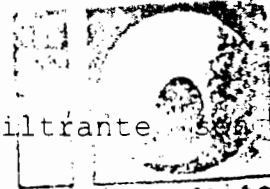
recepción de agua crudas por medio de bombas en el primer caso y de un sistema "airlift" en el segundo con la intención de almacenar y tratar el lodo. En estos arreglos, la interacción sustrato microorganismo en una fosa s



5 es pobre por lo cual no se logran altos rendimientos en la desnitrificación. A diferencia de estas plantas, la microplanta, materia de la presente invención, establece una corriente de recirculación de agua, por medio preferentemente del sistema "airlift", de la zona aerobia a  
10 la anaerobia. En estas condiciones, los reactores anaerobios de alta tasa (2 filtros anaerobios) poseen una adecuada interacción sustrato microorganismo, lo cual favorece el proceso de desnitrificación y eliminación de materia orgánica en suspensión y soluble.

15 Por otro lado, a continuación se hace mención de algunas patentes estadounidenses relacionadas con el tratamiento de aguas residuales para casas habitación que abarcan los años desde 1980 a 1996.

La patente US4191647 (1980) se refiere a un sistema de  
20 tratamiento de aguas residuales para tratamiento in situ en casas habitación que comprende una unidad de filtración basado en papel y succión a vacío que separa el material sólido del líquido del agua residual, en donde el líquido es tratado con oxidantes químicos para su posterior  
25 disposición y tratamiento en suelo, mientras que los

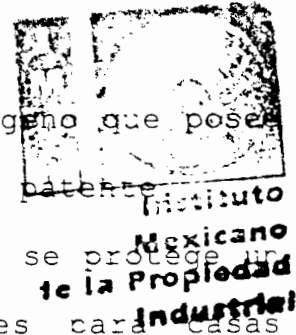


Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

sólidos separados del agua y el papel filtrante sometidos a un proceso de compostaje. Este sistema de tratamiento requiere área, reactivos químicos, sistema de vacío y que el suelo sea capaz de eliminar los contaminantes descargados. Este esquema de tratamiento se aleja considerablemente a lo expuesto en la microplanta de tratamiento materia de la presente invención pues la microplanta presenta un diseño compacto, se basa en el tratamiento biológico y promueve la eliminación de nitrógeno. Además en la microplanta de tratamiento se lleva a cabo, en su mayor parte, la digestión del lodo generado. La patente US4251359 (1981) describe un sistema de tratamiento de aguas residuales basado en una fosa séptica convencional y en un filtro de arena. El sistema de tratamiento remueve material suspendido básicamente en la fosa séptica y materia orgánica disuelta y coloidal en el filtro de arena. Ambas unidades están en tanques separados. Por otro lado, en cuanto a la remoción de nitrógeno, se hace mención de un posible proceso de nitrificación dentro del filtro, lo que implica únicamente la oxidación del nitrógeno amoniacal mas no su eliminación como nitrógeno molecular. Las diferencias entre esta patente y la microplanta de tratamiento materia de la presente invención básicamente se enfocan en el proceso de tratamiento, diseño

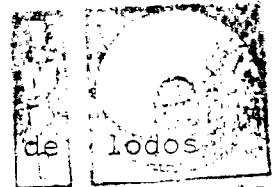
compacto y capacidad de eliminación de nitrógeno que posee la microplanta y no el proceso señalado en la patente

En el documento de patente US 4465594 (1984) se protege un sistema de tratamiento de aguas residuales para



5 habitación que comprende la separación de las aguas residuales negras de las grises. Las aguas residuales negras pasan a través de un tanque de retención que funge como fosa séptica al cual le sigue un filtro con base en arena y piedra puesta en capas alternadas dentro del filtro  
10 cuyo objeto es eliminar la materia orgánica y nitrificar. El filtro se encuentra aireado. El agua tratada efluente del filtro se mezcla con el agua gris que pasó previamente por un tanque de retención. La mezcla se deposita en un tanque para que se lleve a cabo el proceso de  
15 desnitrificación. La materia orgánica necesaria para este proceso es proporcionada por el agua gris. A diferencia de esta patente, la microplanta de tratamiento materia de la presente invención trata en un solo tanque con diseño compacto las descargas grises y negras de la casa  
20 habitación.

La patente US5240597 (1993) describe un sistema de tratamiento de aguas residuales semicompacto para casas habitación que involucra una fase de descomposición anaerobia de la materia orgánica en un compartimiento tipo  
25 fosa séptica así como tres compartimientos aireados que



trabajan según los principios del sistema de lodos  
activados. En el compartimiento de fosa séptica

encuentra sumergida una bomba cuya función es  
medio y se agrega ciertas cantidades de flúor para que,

5 según se dice en la patente, se incrementa la tasa de  
degradación de sólidos en la fosa séptica. En la zona  
aerobia, la distribución del aire se lleva a cabo por medio  
de un soplador y difusores con distinta geometría que a su  
vez tienen la capacidad de retener biomasa en su  
10 superficie. Un sedimentador secundario y una unidad de  
desinfección son especificados dentro del tren de  
tratamiento del agua pero en tanques separados.

A diferencia con la microplanta de tratamiento materia de  
la presente invención, este sistema no cuenta con la  
15 conjunción de los elementos del tren de proceso en un solo  
tanque por lo cual es un sistema semicompacto, además no  
posee la capacidad de eliminación de nitrógeno. El sistema  
aerobio de tratamiento se basa en el sistema de lodos  
activados y no en la serie de filtros sumergidos aerobios  
20 alternando flujos ascendentes y descendentes que posee la  
microplanta.

La patente US5342523 (1994) describe un sistema de  
tratamiento de aguas residuales para casas habitación que  
consta de 4 tanques donde los primeros dos (tanques  
25 separadores) se encuentran en paralelo y los siguientes dos



en serie. Los tanques separadores en paralelo pueden ser operados alternadamente (cada 6 meses) de tal forma que a la vez sólo trabaje un tanque y hasta que se haya saturado con lodo sedimentado y flotante. Cuando suceda esto, el agua residual empieza a ingresar al otro tanque separador (en paralelo) a través de válvulas para el desvío del agua residual. El tanque separador que quedó saturado con lodo se le inyecta aire hasta lograr la completa digestión del lodo. Los tanques separadores en paralelo funcionan como fosas sépticas convencionales durante el ingreso de agua y como digestores aerobios de lodos cuando el agua no ingresa a los tanque separadores. Ambos tanques separadores en paralelo están conectados a un tanque de digestión, donde el agua, proveniente de alguno de los dos tanques en paralelo (el que se encuentre en operación), es tratada por vía aerobia. Posteriormente, el agua ingresa al último tanque para su desinfección.

Esta patente plantea un tratamiento tipo semilote del agua residual donde el agua residual es tratada en continuo y el lodo en lote a través de los tanque en paralelo cuya alimentación es controlada mediante válvulas. A diferencia de esta patente, la microplanta de tratamiento materia de la presente invención, posee un sistema de tratamiento continuo tanto del agua residual como del lodo producido

bajo un diseño compacto con la eliminación de nitrógeno incluida.

La patente US5534147 (1996) describe un sistema de tratamiento de aguas residuales con tanques separados para casas habitación que consta de una fosa séptica convencional, de un tanque anaerobio para recirculación y de una unidad aireada para nitrificación empacada con piedra de granulometría menor a  $\frac{3}{4}$ ". Se establece una corriente de recirculación entre el tanque para nitrificar y la fosa séptica convencional. El efluente de la planta de tratamiento se obtiene del tanque anaerobio para la recirculación de agua que se desecha a un pozo de absorción.

Este esquema, a diferencia de la microplanta de tratamiento de aguas residuales materia de la presente invención, produce un efluente anaerobio con un mayor contenido de DQO y SST, además posee un diseño no compacto. La desnitrificación es llevada a cabo en una unidad anaerobia que tiende a mezcla completa (tanque de recirculación) y en la fosa séptica cuya interacción sustrato microorganismo es pobre.



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

### Descripción de las figuras

En la Figura. 1 se presenta la ubicación de la microplanta  
de tratamiento materia de la presente invención (2) dentro  
5 del tren de tratamiento de aguas residuales recomendado  
para su aplicación. El tren de tratamiento consta de una  
fosa séptica convencional (1), de la microplanta de  
tratamiento en cuestión (2), de una unidad de desinfección  
de agua (3) que puede ser a base de cloro o luz U.V. y por  
10 último de una cisterna de agua tratada (4) con una bomba  
(5). El agua residual fluye a través de los componentes del  
tren de proceso por gravedad.

En la Figura 2, se muestra únicamente la secuencia de  
tratamiento del agua que se lleva a cabo dentro de la  
15 planta de tratamiento con el objeto de facilitar su  
descripción y visualización del arreglo. La numeración  
mostrada en esta figura es la misma a la mostrada en la  
Fig. 4.

La Figura 3, es una vista de planta de la planta de  
20 tratamiento en su geometría preferida. La numeración  
mostrada en la Figura 3, es la misma a la mostrada en esta  
figura.

En la Figura 4, se presenta un dibujo tridimensional de la  
microplanta materia de la presente invención en su  
25 geometría preferida.



En la Figura 5, se muestra una fotografía del prototipo utilizado para evaluar el funcionamiento de la planta de tratamiento.

En la Figura 6, se exhibe una fotografía que muestra parte del interior del prototipo de la microplanta utilizado para evaluar su funcionamiento.

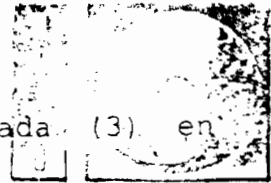
La Figura 7, expone el perfil de concentración de oxígeno disuelto en distintos puntos del prototipo a régimen permanente operando con un flujo de  $1 \text{ m}^3/\text{d}$  y una recirculación interna de  $2 \text{ m}^3/\text{d}$  a una temperatura de  $18^\circ\text{C}$ . En la gráfica se inserta la vista de planta de la planta de tratamiento donde se indica los puntos de muestreo correspondiente a las abscisas.

La Figura 8, presenta los flujos utilizados a lo largo de la experimentación donde se probó el funcionamiento del prototipo de la microplanta de tratamiento.

En la Figura 8, se muestra el perfil de flujos utilizados para simular un perfil de descarga de aguas residuales en una casa habitación la cual fue aplicada en una etapa de la experimentación para evaluar el funcionamiento del prototipo de la microplanta de tratamiento materia de la presente invención.

La Figura 9 exhibe la variación de DQOt en el influente a la planta de tratamiento(1), en el efluente de los filtros





anaerobios (2) y en la salida de agua tratada (3) en función de la variación de caudales.

La Fig. 10 muestra la eficacia de remoción de la DQO en función de la variación de caudales.

5 La Fig. 11 presenta la variación de DQOs en el influente a la planta de tratamiento(1), en el efluente de los filtros anaerobios (2) y en la salida de agua tratada (3) en función de la variación de caudales.

La Fig. 12 muestra la eficacia de remoción de la DQOs en función de la variación de caudales.

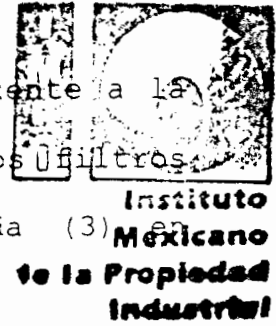
La Fig. 13 presenta la variación de SST en el influente a la planta de tratamiento(1), en el efluente de los filtros anaerobios (2) y en la salida de agua tratada (3) en función de la variación de caudales.

15 La Fig. 14 muestra la eficacia de remoción de los SST en función de la variación de caudales.

La Fig. 15 presenta la variación de nitrógeno amoniacal en el influente a la planta de tratamiento (1), en el efluente de los filtros anaerobios (2) y en la salida de agua tratada (3) en función de la variación de caudales.

20 La Fig. 16 presenta la variación de nitrógeno oxidado en el influente a la planta de tratamiento (1), en el efluente de los filtros anaerobios (2) y en la salida de agua tratada (3) en función de la variación de caudales.

La Fig. 17 expone la variación de  $O_2$  en el influente a la planta de tratamiento (1), en el efluente de los filtros anaerobios (2) y en la salida de agua tratada (3) en función de la variación de caudales.



## Descripción de la invención



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

- Flujos y tiempos de retención hidráulica

5 La microplanta de tratamiento de aguas residuales materia  
de la presente invención puede ser aplicada en cualquier  
intervalo de flujo de agua residual. El tamaño de la planta  
de tratamiento puede ser ajustado en función del flujo que  
se desea tratar o en su defecto es posible utilizar varias  
10 unidades de un menor y mismo tamaño puestas en paralelo. Se  
pueden ubicar tantas microplantas de tratamiento como sean  
necesarias para tratar el flujo de agua residual de que se  
trate.

15 El tiempo de retención hidráulica total de la microplanta  
de tratamiento de aguas residuales materia de la presente  
invención oscila entre 16 y 30 horas, preferentemente de 24  
horas.

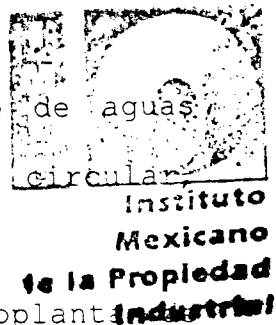
20 A continuación se muestra una tabla, en donde se realiza  
una comparación de distintas microplantas que se  
comercializan:

No	Nombre	Zona de recepción de aguas crudas dentro del cuerpo de la planta	Filtro Anaerobio	Zona Aerobia	Sedimentación Secundaria	Recirculación de agua entre zonas aerobias y anaerobias de alta tasa (con "airlift" preferentemente)	Nitrificación	Desnitrificación	No. de equipos rotatorios involucrados	% remoción de DBO total	Modo de operación
1	Aerociere	Si	No	Filtro sumergido	Si	No	Si	No	2	>95	Continuo
2	AeroPaqC	Si	No	Filtro sumergido	Si	No	No	No	2	>95	Continuo
3	Brain	No	Si (1 zona)	Ninguna	Si	No	No	No	Ninguna	60-80	Continuo
4	Bioclere	Si	No	Filtro percolador	Si	No	Si	No	3	>90	Continuo
5	Biocompact	No	No	Lodo activado	Si	No	Si	No	4	>95	Continuo
6	Cromaglas	Si	No	Lodo activado	Si	No	Si	Si	5	>95	Lote
7	FiltaciereP	Si	No	Filtro percolador	Si	No	No	No	2	>95	Continuo
8	JetBat	Si	No	Lodo activado + Filtro sumergido	Si	No	Si	No	1	>95	Continuo
9	Nautilus	Si	No	Filtro percolador	Si	No	No	No	3	>90	Continuo
10	Nayadic	No	No	Lodo activado	Si	No	No	No	1	>95	Continuo
11	Sewpac	Si	No	Filtro percolador	Si	No	Si	No	2	>95	Continuo
12	Wpl-HIPAF	Si	No	Filtro sumergido	Si	No	Si	No	1	>95	Continuo
13	Planta materia de la solicitud	Si	Si (2 zonas)	Filtros sumergidos (7 zonas en serie en el arreglo preferido)	Si	Si	Si	Si	1 (En el arreglo preferido)	>95	Continuo

### Geometrías adaptable

5 El proceso de tratamiento que conforma la microplanta podrá ser adaptado en tanques con distintas geometrías, por ejemplo en tanques con base cuadrada, rectangular, triangular, poligonal cualquiera con "n" lados, etc. Siendo 10 el arreglo preferido aquel que se conforma con una base circular la cual conforma una geometría cilíndrica.

- Descripción de la microplanta de tratamiento de aguas residuales con la geometría preferida (base circular geometría cilíndrica)



La presente invención se refiere a una microplanta de tratamiento de aguas residuales que produce agua tratada con la suficiente calidad para actividades de rehuso (por ejemplo, riego, lavado de automóviles, descarga de sanitarios, lavado de pisos etc.).

En la Figura. 1 se presenta la ubicación de esta microplanta de tratamiento materia de la presente invención (fig. 1,2) dentro del tren de tratamiento de aguas residuales recomendado para su aplicación. El tren de tratamiento consta de una fosa séptica convencional (fig.1,1), de la microplanta de tratamiento en cuestión (fig.1,2), de una unidad de desinfección de agua (fig.1,3 que puede ser a base de cloro o luz U.V. y por último de una cisterna de agua tratada (fig.1,4) con una bomba (fig.1,5). La microplanta paquete consta básicamente de 4 zonas (la numeración es la misma para las Figs. 2, 3) es decir zona de recepción de agua (fig.2,1, 3,1 y 4,5), zona anaerobia-desnitrificante (figs. 2,7; 2,10 y 4,1), una zona aerobia-nitrificante compartimentalizada (Fig. 4,2 y 4,4), en este caso en 7 unidades (compartimientos del fig. 2,11 y 3,11), (fig.



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

2,14 y 3,14), (fig. 2,15 y 3,15), (fig. 2,16 y 3,16), (fig. 2,17 y 3,17), (fig. 2,18 y 3,18) y (fig. 2,19 y 3,19) zona de sedimentación secundaria (fig. 2,24 y 3,24).

En este arreglo preferente, el agua residual o efluente de la fosa séptica ingresa a la microplanta por el compartimiento (fig. 2,1; 3,1 y 1,1) que se ubica en el centro de la planta paquete y el cual está diseñado para que lleve a cabo la sedimentación y retención de sólidos suspendidos contenidos en el agua residual (fig. 2,2 y 3,2). Las grasas, aceites y sólidos flotantes serán atrapados en la parte superior del mismo (fig. 2,3; 3,3 y 1,3). El compartimiento (fig. 2,1 y 3,1) se encuentra dividido por una mampara (fig. 2,4 y 3,4) que permite la retención de flotantes en el compartimiento (fig. 2,1 y 3,1) y un flujo descendente y ascendente en el mismo compartimiento. El compartimiento (fig. 2,1 y 3,1) tiene las funciones de un sedimentador primario. El agua fluye posteriormente a cuatro registros, que poseen la función de distribuir homogéneamente el agua en el fondo del compartimiento siguiente (fig. 2,7 y 3,7). En los compartimientos (fig. 2,6 y 3,6) el flujo de agua es descendente y en el (2,7 y 3,7) es ascendente. El compartimiento (2,7 y 3,7) se encuentra empacado con material (Fig. 2,8, 3,8 y fig.6) que puede ser sintético (plástico, cerámica, etc.) o natural (piedra, madera, etc.



**Instituto  
Mexicano  
de Propiedad  
Industrial**

en el cual se desarrolla la biopelícula de microorganismos anaerobios y/o anóxicos responsables de la degradación de

la materia orgánica y del proceso de desnitrificación

el fondo del compartimiento (fig. 2,7 y 3,7), se acumula

5 una cama de lodo anaerobio, la cual tendrá también la

función de degradar la materia orgánica y de desnitrificar.

Debido a ello, el compartimiento (fig. 2,7 y 3,7) es una

combinación de un sistema anaerobio de tipo lecho de lodos

con uno de biopelícula, lo que incrementa su eficacia de

10 tratamiento del agua.

Los elementos (fig. 2,9 y 3,9; 2,10 y 3,10) poseen la misma

función que los registros (fig. 2,6 y 3,6) y el

compartimiento (fig. 2,7 y 3,7) respectivamente. Al colocar

los compartimientos anaerobios (fig. 2,7 y 3,7; 2,10 y 3,10)

15 en serie, el sistema tiende a trabajar con flujo pistón,

que para reacciones biológicas descritas con cinéticas de

primer orden, es altamente conveniente. Además, el flujo

pistón disminuye las zonas muertas dentro del sistema.

Después de la zona anaerobia-desnitrificante, el agua fluye

20 al compartimiento (fig. 2,11 y 3,11), el cual se encuentra

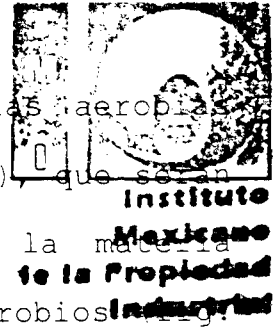
empacado y aireado. La aireación se suministra por medio de

un compresor de aire (fig. 2,12 y 3,12) y una unidad

difusor a (fig. 2,13, 3,13 y 1,5) colocada en el fondo del

compartimiento (fig. 2,11 y 3,11), así como en todos los

25 demás compartimientos aireados de esta zona. Sobre la

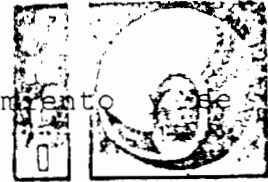


superficie del empaque se desarrollan bacterias aerobias y heterótrofas y autótrofas nitrificantes (Fig. 6), que se encargadas, por una parte, de degradar la materia orgánica remanente de los compartimientos anaerobios

5 2,7 y 2,10; y 3,7 y 3,10) y por otra de oxidar el nitrógeno amoniacal presente en el agua. Los compartimientos (fig. 2,14; 2,15; 2,16; 2,17; 2,18; 3,19 y figura 3); en este ejemplo poseen las mismas características que el (fig. 2,11 y 3,11 y figura 3). Los compartimientos (fig. 2,14, 2,16 y 10 2,18 y Figura 3) poseen un flujo ascendente y los compartimientos (fig. 2,11, 2,15, 2,17, 2,19 y figura 3) uno descendente. El agua fluye por abajo de las mamparas divisorias (fig. 2,20, 2,21, 2,22, 2,23 y figura 4) con el objeto de conectar los compartimientos (fig. 2,11 2,14, 15 2,15, 2,16, 2,17 y 2,18, 2,19 2,24 y figura 4) respectivamente. Por el contrario, el agua fluye por encima de las mamparas divisorias (fig. 2,25, 2,26, 2,27 y figura 4) con el objeto de conectar los compartimientos (fig. 2,14, 2,15, 2,16 , 2,17, 2,18 2,19 y figura 4), 20 respectivamente.

El conjunto de las cámaras de aireación, comprendidas desde el compartimiento (fig. 2,11 y 3,11) hasta el (fig. 2,19 y 3,19) poseen un diseño tal que favorece un patrón de flujo que tiende a flujo pistón con lo que se incrementa la





eficacia de operación de la planta de tratamiento y se disminuyen zonas muertas en la misma

El compartimiento (fig. 2,24 y 3,24) es una cámara de sedimentación, en donde se captarán los sólidos suspendidos

5 generados en los compartimientos aerobios. Este compartimiento posee un tubo (fig. 2,28 y 3,28) que sirve para reciclar (fig. 4,6) en forma variable agua tratada preferentemente al compartimiento (fig. 2,5 y 3,5) (puede ser al (fig. 2,1 y 3,1)). La recirculación se lleva a cabo por medio de una inyección controlada de aire dentro del tubo, con el principio de bombeo por efecto "air-lift".

La recirculación de agua del compartimiento (fig. 2,24 o 3,24 al 2,5 o 3,5, o al 2,1 o 3,1 y 4,6) posee una triple función; la primera consiste en reciclar lodo sedimentado al compartimiento anaerobio para que por un lado se facilite la acumulación de éste en la sección anaerobia durante la etapa de arranque y por otro se incremente su tiempo de residencia celular en la planta y así se favorezca su parcial estabilización o digestión.

20 La segunda función de la corriente de recirculación es suministrar nitrógeno oxidado a las bacterias desnitrificantes presentes en los compartimientos anaerobios (fig. 2,7 o 3,7 y 2,10 o 3,10) con el objeto de reducir el nitrógeno oxidado a nitrógeno molecular gaseoso inocuo al medio ambiente y así eliminarlo del agua.



Instituto  
Mexicano  
de Tecnología  
Industrial

La tercera función consiste en incorporar agua tratada con bajo contenido de materia orgánica al agua proveniente del compartimiento (fig. 2,1 o 3,1) lo que permite un mejor control de la carga orgánica aplicada a la planta y una dilución de compuestos tóxicos que pudieran entrar a la planta.

El único equipamiento electromecánico que necesita la planta de tratamiento es el compresor (fig. 2,12 o 3,12) y se logra una distribución adecuada del aire en la planta paquete a través del ajuste de las válvulas (fig. 2,29 o 3,29) instaladas en las tuberías de aire. Esta disposición permite el control de la oxigenación de los compartimientos aerobios según los requerimientos de oxígeno en lapsos largos sin alimentación de sustrato, así como el flujo en el sistema "airlift".

El efluente de la planta paquete se obtiene en el tubo (fig. 2,30 o 3,30) cuyo arreglo permite la retención de sólidos flotantes.

En la Figuras 5, se muestran fotografías del prototipo de la microplanta de tratamiento de aguas residuales; la Figura 6, muestra en interior del prototipo de la microplanta.



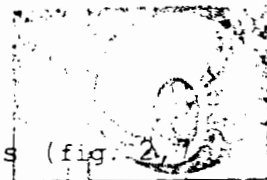
Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

- Aireación

En el arreglo preferido, el compresor (fig. 3,12 o 4,12) alimenta 5 zonas de aireación en la conformación distribuidas homogéneamente en la zona aireada de la planta de tratamiento. Para tal efecto se pueden utilizar un mínimo de 5 difusores de aire colocados en el fondo de los compartimientos. Como difusores de aire puede ser utilizado cualquiera que proporcione una burbuja fina.

Una sexta zona de inyección de aire se ubica en el tubo de recirculación de agua tipo "Airlift" (fig. 3, 28 o 4,28).

El suministro de aire que varia entre 40 a 100 l/min (1 atm y 20 °C), preferentemente de 80 l/min, mantiene una concentración de oxígeno disuelto en las cámaras de aireación en un intervalo de concentración entre 2 y 6 mgO<sub>2</sub>/L. Ello permite mantener concentraciones de oxígeno suficientes para la degradación de la materia orgánica y nitrificar, pero al mismo tiempo, no afectar la desnitrificación en los compartimientos anaerobios (fig. 2,7 o 3,7 y 2,10 o 3,10) a través de la recirculación de agua entre la zona aerobia y anaerobia (fig. 2,28 o 3,28). La oxigenación de las zonas aerobias (fig. 2,11 o 3,11, 2,14 o 3,14, 2,15 o 3,15, 2,16 o 3,16, 2,17 o 3,17, 2,18 o 3,18 y 2,19 o 3,19), podrá ser controlada para ajustar la oferta de oxígeno en función de su demanda. Con ello se reducen los costos de operación y se tiene un mejor control sobre



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

el impacto que pudiera haber en las zonas anóxicas (fig. 2,7 o 3,7 y 2,10 o 3,10).

En la Fig. 7 se muestra el perfil de concentración de oxígeno disuelto obtenido en la operación de la microplanta de tratamiento de aguas residuales.

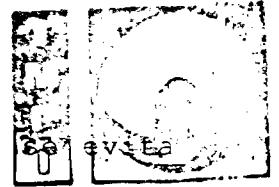
- Recirculación interna de agua mediante un sistema tipo "Airlift"

10 Uno de los principales elementos de control en la operación de la planta de tratamiento resulta ser la tasa de recirculación de agua entre las zonas aireadas y las anaerobias. La capacidad de eliminación de nitrógeno dependerá de esta tasa.

15 El diseño preferido de la planta paquete fija una tasa de recirculación de 2:1, aunque ésta puede variar en un intervalo entre 0.5:1 a 4:1.

Con esta relación de recirculación es posible suministrar el nitrógeno oxidado a las zonas anaerobias desnitrificantes (Figs. 2,7 o 3,7; 2,10 o 3,10 y 5,1), sin causar problemas de inhibición mayores por la acción del oxígeno contenido en la corriente de recirculación (Figs. 2,28 o 3,28 y 4,6).

Una de las opciones económicas para accionar la recirculación interna de agua es el uso de aire



("Airlift"), pues ya se cuenta con un compresor y el uso de una bomba o equipo rotatorio adicional vendría a complicar la operación de la planta, también son factibles de utilizar en este invento.

5 La operación del sistema "Airlift", siendo éste el sistema preferido, depende del diámetro de la tubería que se utilice para transportar el agua de reciclaje, del flujo de agua y del tirante de agua que se esté manejando. El tubo de recirculación de agua puede tener un diámetro entre  $\frac{1}{2}$  a  
10 2 pulgadas siendo el preferido de 1 pulgada.

Remoción de materia orgánica suspendida y disuelta

Con el objeto de mostrar el funcionamiento de la microplanta de tratamiento materia de la presente invención  
15 se construyó y operó un prototipo (Fig. 5) de la misma, el cual fue sometido a distintos caudales de agua residual. El agua residual utilizada en dicha experimentación fue doméstica. Los caudales están especificados en la siguiente  
20 tabla. Dentro de la experimentación, el prototipo fue sometido a una variación de caudal típico al producido en un casa habitación entre 5 y 10 personas lo cual fue designado como "simulación" en la siguiente tabla:



**Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial**

Flujo de agua residual (m <sup>3</sup> /d)	Recirculación de agua (m <sup>3</sup> /d)
1	2
2	4
8	2
1	2
5	2
1	2
2	4
Simulación	2
1 (con detergentes)	2

En la Fig. 8 se presenta el perfil correspondiente a dicha simulación.

En la Figura 9, exhibe la variación de DQOt en el influente a la planta de tratamiento(1), en el efluente de los filtros anaerobios (2) y en la salida de agua tratada (3) en función de la variación de caudales.

Como es posible observar en la Fig. 10, la eficacia de remoción de DQOt, para el flujo de 1 m<sup>3</sup>/d, se encuentran por arriba del 90%. Se experimentó con el doble del flujo de diseño manteniendo constante la tasa de recirculación de 1:2, donde se observó una eficacia de remoción promedio del 80%.

La Fig. 11, muestra la variación de DQOs en el influente a la planta de tratamiento(1), en el efluente de los filtros



anaerobios (2) y en la salida de agua tratada  
función de la variación de caudales.

La Fig. 12, presenta la eficacia de remoción de la DQOs  
función de la variación de caudales.

5

En el siguiente experimento, la planta fue sometida a una  
carga hidráulica alta correspondiente a 8 veces la carga  
hidráulica de diseño, obteniéndose con ello un promedio de  
eliminación de DQOt de 65% y con disminuciones en la  
10 eficacia de remoción de DQOt hasta 40%. El porcentaje de  
eliminación de SST, independientemente de la condición de  
flujo utilizada, a excepción de la de 8 m<sup>3</sup>/d, fue superior  
al 90%.

15 En la Figura 13, es posible observar un incremento  
exponencial en la concentración de sólidos en el efluente  
(2) correspondiente a la salida de la zona desnitrificante.  
Esto se explica por la acumulación de sólidos en el  
compartimento al cabo de 6 meses de operación. La planta  
20 fue purgada en ese momento reflejado esto en el decremento  
repentino de la concentración de SST en la salida de la  
zona desnitrificante.

El comportamiento de la microplanta de tratamiento con el  
flujo de simulación de agua correspondiente a una casa  
25 habitación fue similar al comportamiento presentado con el



flujo de  $1 \text{ m}^3/\text{d}$  lo que implica que la microplanta de tratamiento tiene la capacidad de absorber las variaciones bruscas en el caudal y carga orgánica, indispensable para la aplicación de la planta en una casa habitación, por ejemplo.

La Fig. 14, muestra la eficacia de remoción de los SST en función de la variación de caudales.

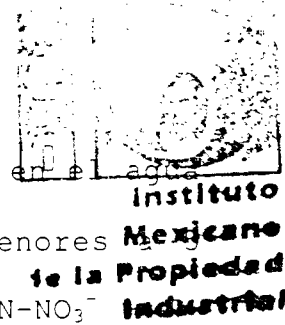
10 En la fase final de la experimentación, se evaluó la respuesta de la planta sobre la remoción de DQOt en presencia de detergentes. Para ello se utilizó una cantidad de detergente equivalente al doble de lo utilizado por una lavadora doméstica de ropa. Bajo estas condiciones, la  
15 remoción de DQOt no fue sensiblemente afectada.

- Remoción de Nitrógeno

La eliminación de nitrógeno se lleva a cabo a través de la interacción entre las zonas aerobias y anaerobias de la  
20 microplanta de tratamiento efectuada por la recirculación de agua.

Para el flujo de  $1 \text{ m}^3/\text{d}$  se presentan remociones de  $\text{N-NH}_4^+$  cercanas al 100%, inclusive para un flujo de  $2 \text{ m}^3/\text{d}$ . Sin embargo, y como es de esperarse, la capacidad de  
25 nitrificación decae al manejar flujos tan altos como 8





m<sup>3</sup>/d, (Figuras 15 y 16). Para un flujo de 1 m<sup>3</sup>/d, en el agua tratada se obtienen concentraciones de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> menores mg/L y una concentración de nitrógeno oxidado (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) menor a 20 mg/L. La concentración de oxígeno disuelto en las cámaras aerobias osciló entre 2 y 4 mg/L. La remoción global de nitrógeno total en la planta se encontró entre 60 y 70% para ese mismo caudal. Un mayor flujo de recirculación incrementaría en principio estos valores, pero también incorporaría más oxígeno disuelto a las zonas anóxicas, lo cual afectaría la desnitrificación. La concentración de oxígeno en las cámaras aerobias evidentemente favorece el proceso de remoción de materia orgánica y la nitrificación, sin embargo, debido a la conexión con la zona desnitrificante no se debe sobresaturar de oxígeno la cámara aerobia pues afecta, a través de la recirculación de agua, el proceso de desnitrificación, indispensable para la remoción global de nitrógeno.

En términos generales, la planta es capaz de remover nitrógeno aún cuando se someta a variaciones fuertes de caudal y carga orgánica.

- Variación de O<sub>2</sub> disuelto

En la Figura 17, se muestra la variación de O<sub>2</sub> disuelto.



El oxígeno disuelto en la zona aerobia fue suministrado y controlado por el compresor de diafragma, el cual mostro ser la mejor opción disponible por su bajo mantenimiento, ausencia de ruido y eficacia, aunque posee un alto costo.

5 Por otro lado, el manejo de detergentes no afectó la operación de la planta de tratamiento. Se añadieron al influente descargas de 105 y 210 g de detergente. Las dosis pueden representar la carga de detergentes aplicada a lavadoras domésticas convencionales. El detergente se  
10 añadió a las 10 a.m. los martes y jueves de cada semana. Se trabajó con un flujo de 1 m<sup>3</sup>/d y 2 m<sup>3</sup>/d de recirculación.

- Producción de lodos

15 La planta de tratamiento acumula lodos sedimentados y en suspensión a razón de 0.5 a 1.5 kg base seca de lodo/mes en todas las cámaras de tratamiento considerando una casa habitación con 5 a 10 habitantes. Los lodos deberán ser purgados <sup>aproximadamente</sup> aproximadamente cada 6 a 12 meses si se considera  
20 una operación continua de la planta de tratamiento con agua residual doméstica. La purga de los lodos acumulados (4,3 y 4,8) en la planta de tratamiento se lleva a cabo vaciando, el contenido total de agua de la planta a través de los tubos (fig. 2,31 o 3,31) <sup>4.2</sup> instalados en los compartimientos  
25 (figs. 2,7 o 3,7; 2,10 o 3,10; 2,14 o 3,14; 2,16 o 3,16 y



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

y 2,18 o 3,18). Estos tubos permiten la introducción de la tubería de succión de una bomba hasta el fondo de la planta

sin tener que retirar el material de empaque de los compartimientos. Se permite de esta forma vaciar

5 contenido de agua en todos los compartimientos, excepto el compartimiento (fig. 2,1 o 3,1) que no requiere de tubería para ser vaciado.

- Operación sin aireación

Al suspender el aire proporcionado por el compresor, se evita la oxigenación de zona aerobia transformándose ésta en una zona anóxica y luego anaerobia; además cesa de operar la recirculación de agua (fig. 2,28 o 3,28). Durante tres meses se trabajó la planta de tratamiento sin la acción del compresor en donde el proceso de tratamiento fue transformado en zona de recepción de agua, en un filtro anaerobio con 7 zonas puestas en serie (2 que ya contenía, mas las 5 aerobias que se transforman en anaerobias) y en un sedimentador secundario.

Las eficacias de remoción de contaminantes promedio se muestran en la siguiente tabla:

NOTA: 1: agua residual influente, 2: efluente de los primeros dos compartimientos de la zona anaerobia, 3: efluente de la planta de tratamiento. % rem: porcentaje de remoción. -

:sin dato.



	1	2	% rem de 1 a 2	3	% rem de 2 a 3	% rem de 1 a 3
PH	7.37	7.40	-	7.49	-	-
Alcalinidad (mgCaCO <sub>3</sub> /L)	264	652	-	360	-	-
DQOt (mgO <sub>2</sub> /L)	441	364	17	230	37	48
DQOs (mgO <sub>2</sub> /L)	243	179	26	121	32	50
SST (mg/L)	148	124	16	24	81	84
SSV (mg/L)	133	111	16	22	80	83
SSF (mg/L)	15	13	13	2	84	86
N-NTK (mg/L)	55	30	45	27	10	51
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	18	21	-16	21	0	-16
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	<2	<2	0	<3	-	-
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	<1	<0.5	50	<0.5	-	-

La planta estuvo operando con un flujo de 1 m<sup>3</sup>/d sin la recirculación de agua.

Al comparar los resultados de una operación netamente anaerobia con la operación de la planta de tratamiento del diseño preferido es apreciable la ventaja de mantener la aireación en el sistema. Sin embargo, si por alguna razón llegara a fallar el compresor y su compostura o reemplazo tardara algún tiempo, es posible esperar un comportamiento similar al apreciado en la tabla anterior. La planta, bajo esta circunstancia, no dejaría de operar en ningún momento aunque lo haría con una eficacia menor. También es factible utilizar la microplanta de tratamiento considerando



**Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial**

únicamente la operación netamente anaerobia, conservando la geometría y compartamentalización preferida.

- Ejemplo práctico de aplicación con configuración preferida

Tipo de agua residual a tratar:

Agua residual doméstica

Casa habitación con 5 a 10 habitantes

10 Caudal de agua residual estimada: 1 a 1.5 ± 1 m<sup>3</sup>/d

Concentración de materia orgánica medida como DQO total:  
500 a 1500 mgO<sub>2</sub>/L

Concentración de sólidos suspendidos totales: 200-600 mg/L

Concentración de nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>): 80-100 mg/L

15 Concentración de nitrógeno oxidado (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>): 0 mg/L

Concentración de O<sub>2</sub> disuelto: 0 mg/L

El agua residual es una mezcla de las aguas provenientes de sanitarios, lavabos, baños, cocina y efluentes de lavadoras.

20

Arreglo del proceso de tratamiento:

El proceso consta de una fosa séptica convencional (1 m<sup>3</sup>), de la planta paquete en cuestión, de una unidad de

desinfección y una cisterna de agua tratada (2).

Las dimensiones de la microplanta son como se muestran en

la Tabla 2:

5 Tabla 2.

RUBRO	VALOR
Nivel de agua	1.10 m
Altura	1.50 m
Area	1.30 m <sup>2</sup>
Volumen	1.95 m <sup>3</sup>
Volumen de la zona de recepción de agua (No. 1 en la Fig. 4)	0.43 m <sup>3</sup>
Volumen de la primera zona anaerobia (No. 7 en la Fig. 4)	0.28 m <sup>3</sup>
Volumen de la segunda zona anaerobia (No. 10 en la Fig. 4)	0.30 m <sup>3</sup>
Volumen de las zonas aerobias Nos. 11, 15, 17 y 19 (Fig. 4)	0.32 m <sup>3</sup>
Volumen de las zonas aerobias Nos. 14, 16 y 18 (Fig. 4)	0.43 m <sup>3</sup>
Volumen de la zona de sedimentación (No. 24 en la Fig. 4)	0.19 m <sup>3</sup>
Flujo de recirculación de agua (No. 28 en la Fig. 4)	2 m <sup>3</sup> /d
Flujo de aire suministrado por el compresor (No. 12 en la Fig 4)	60 l/min (1 atm y 20 °C)
Frecuencia de purga de lodos	Cada 6 meses

Calidad del agua tratada:

La microplanta de tratamiento produce agua tratada con la siguiente caracterización:

Concentración de materia orgánica medida como DQO total:  
menor a 60 mgO<sub>2</sub>/L

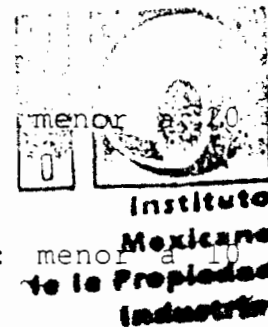


Concentración de sólidos suspendidos totales: menor a 20  
mg/L

Concentración de nitrógeno amoniacal ( $N-NH_4^+$ ): menor a 10  
mg/L

5 Concentración de nitrógeno oxidado ( $N-NO_3^- + N-NO_2^-$ ): entre  
25 y 35 mg/L

Concentración de  $O_2$  disuelto: mayor a 2 mg/L



## REIVINDICACIONES



Habiendo descrito la presente invención, esta se considera  
5 una novedad, por lo que se reclama lo contenido en las  
siguientes cláusulas:

1. Una microplanta para el tratamiento de agua, la cual  
comprende de: un compartimento sedimentador primario  
10 dividido por una parte que permite la retención de sólidos  
flotantes en cada compartimento, y diseño que permite el  
descenso y ascenso del flujo de agua en el compartimento; una  
zona anaeróbica, conteniendo biomasa anaeróbica  
desnitrificante, conectada al compartimento del sedimentador  
15 primario, de tal manera que recibe agua proveniente del  
compartimento del sedimentador primario; una zona aeróbica,  
conteniendo biomasa aeróbica nitrificante, conectada a una  
zona anaeróbica, de tal manera que reciba agua proveniente  
de la zona anaeróbica; una zona de sedimentación secundaria  
20 conectado a la zona aeróbica, de tal manera que reciba agua  
proveniente de la zona aeróbica.

2. Una microplanta en conformidad con la cláusula 1,  
caracterizado porque comprende de una zona anaeróbica, que  
25 consta de un compartimento primario y un secundario  
colocados en serie.





Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

3. Una microplanta en conformidad con la cláusula 1, caracterizado porque comprende de una zona aeróbica que consta de un compartimiento primario y un secundario en paralelo.

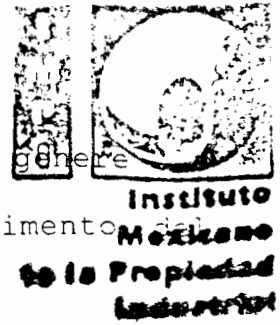
4. Una microplanta en conformidad con la cláusula 1, caracterizado porque comprende de biomasa aeróbica conteniendo bacterias heterotróficas y bacterias nitrificantes autotróficas.

5. Una microplanta en conformidad con la cláusula 1, caracterizado porque comprende de biomasa aeróbica a base de bacterias aeróbicas heterotróficas.

6. Una microplanta en conformidad con la cláusula 1, caracterizado porque comprende de uno o más tubos verticales en una o más de las zonas anaeróbica y aeróbica, por medio del cual, las zonas aeróbica y anaeróbica están construidas de tal manera que permite la introducción del tubo de succión del fondo de la bomba de una o más zonas aeróbica y anaeróbica.

7. Una microplanta en conformidad con la cláusula 1, caracterizado porque comprende de un aparato controlador

de inyección de aire, de tal manera que genere corriente de recirculación, desde el compartimento del sedimentador primario de la zona anaeróbica.



5 8. Una microplanta en conformidad con la cláusula 1, caracterizado porque comprende de un compresor de aire y una o más válvulas conectadas en la zona aeróbica, por medio del cual, se tiene el control de la oxigenación de la zona aeróbica.

10

9. Una microplanta en conformidad con la cláusula 1, caracterizado porque comprende de un aparato para recircular el agua tratada, dentro del compartimento de sedimentación primario con aire, permitiendo simultáneamente bombear el lodo, producto de la sedimentación, por medio del suministro de óxido de nitrógeno, diluyendo el afluente con carga orgánica que entra a la planta de tratamiento.

15

20 10. Una microplanta en conformidad con la cláusula 1, caracterizado porque comprende de uno o más tubos o tuberías conectadas dentro de una o más de las zonas anaeróbica o aeróbica, la cual permite purgar el lodo acumulado en la planta de tratamiento.

25





13. Un método de tratamiento de agua residual, en conformidad con la cláusula 12, caracterizado porque en la zona anaeróbica, comprende de dos o más compartimentos separados, conformados en serie.

5

14. Un método de tratamiento de agua residual, en conformidad con la cláusula 12, caracterizado porque en la zona aeróbica, comprende de dos o más compartimentos separados, conformados en serie.

10

15. Un método de tratamiento de agua residual, en conformidad con la cláusula 12, caracterizado porque se genera una corriente de recirculación, desde el compartimento de sedimentación primario a el compartimento anaeróbico primario, aplicando aire inyectado.

15

16. Un método de tratamiento de agua residual, en conformidad con la cláusula 12, caracterizado porque consta de un controlador de oxigenación en el compartimento aeróbico, usando un compresor de aire y una o más válvulas conectadas al compartimento aeróbico.

20

17. Un método de tratamiento de agua residual, en conformidad con la cláusula 12, caracterizado porque consta de un etapa de recirculación de agua tratada,

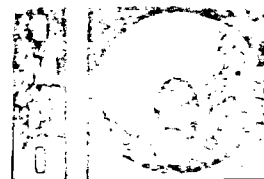
25



dentro del compartimento de sedimentación primario  
aire, permitiendo simultáneamente bombear el  
producto de la sedimentación, por medio del suministro  
óxido de nitrógeno, diluyendo el afluente con carga  
5 orgánica que entra a la planta de tratamiento.

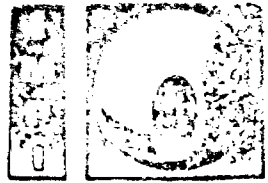
18. Un método de tratamiento de agua residual, en  
conformidad con la cláusula 12, caracterizado porque  
consta de una etapa de regulación de oxígeno en el  
10 compartimento aeróbico, de acuerdo al requerimiento de  
oxígeno de los compartimentos.

## Resumen



Instituto  
Mexicano  
de Propiedad  
Industrial

Se presenta una planta de tratamiento de aguas para flujos pequeños, caracterizado por la combinación de una zona de sedimentación primaria seguida de zonas empacadas anóxica y aerobias puestas en serie todas ellas, con empaque alternando flujos ascendentes y descendentes y aireadas según el requerimiento de oxígeno, habiendo una recirculación de agua tratada con lodo sedimentado, entre el sedimentador secundario y el primer compartimento anóxico o zona de sedimentación primaria, la cual, produce agua tratada con la suficiente calidad para actividades de reuso previa desinfección. La planta requiere de uso de un compresor de aire de bajo consumo energético, especialmente especificado para minimizar su mantenimiento y ruido. La microplanta de tratamiento posee un diseño compacto, el cual requiere poca área, del tamaño de una cisterna de agua para mil cien litros con 1.5 metros de altura, cuenta con un sistema de recirculación de agua interna, preferentemente de tipo "airlift", entre compartimentos, que evita el uso de equipo rotatorio adicional al compresor, el cual, recicla el lodo acumulado, permitiendo su degradación y minimizando su descarga y producción. Para fines de rehuso, la planta requiere de una unidad de desinfección y una cisterna de agua tratada.



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

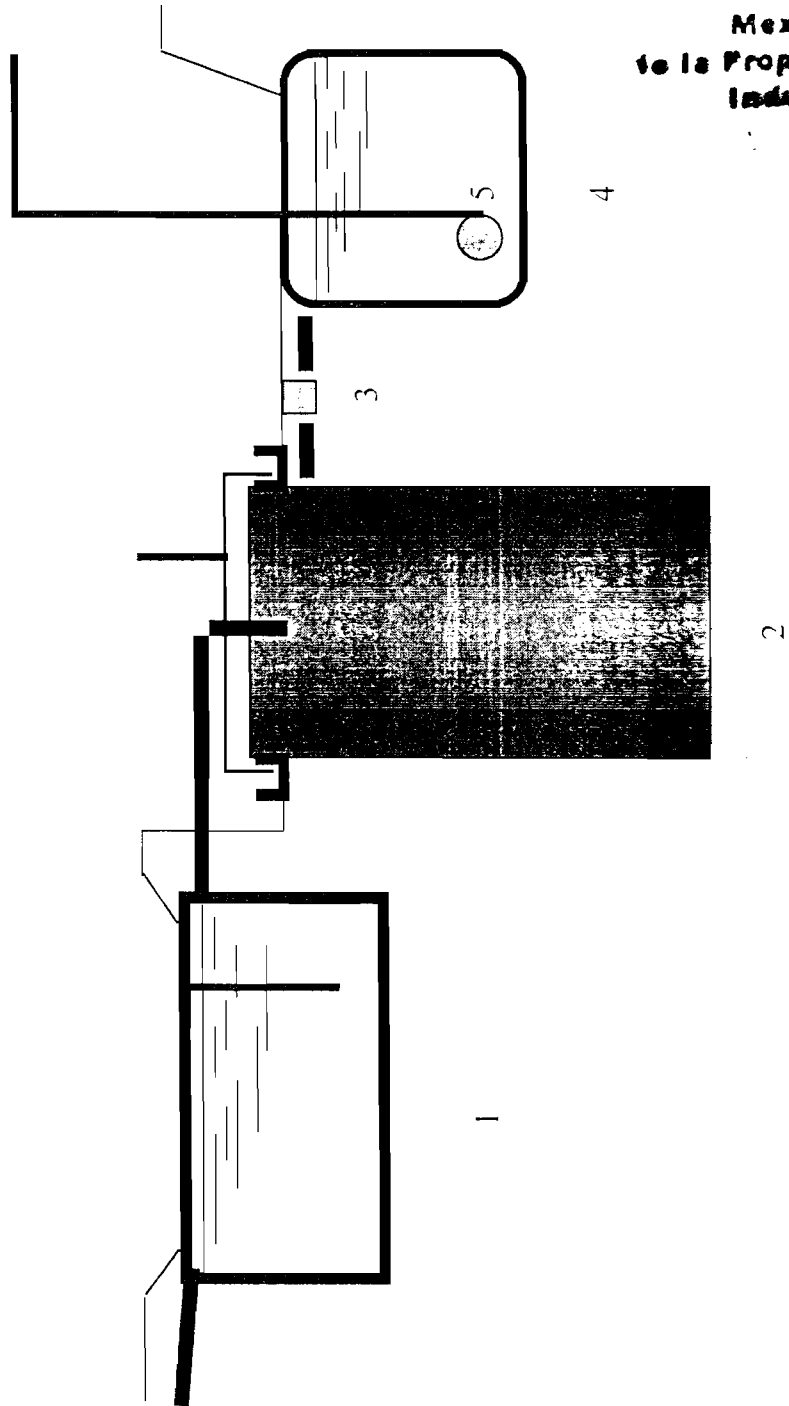


Fig. 1/17

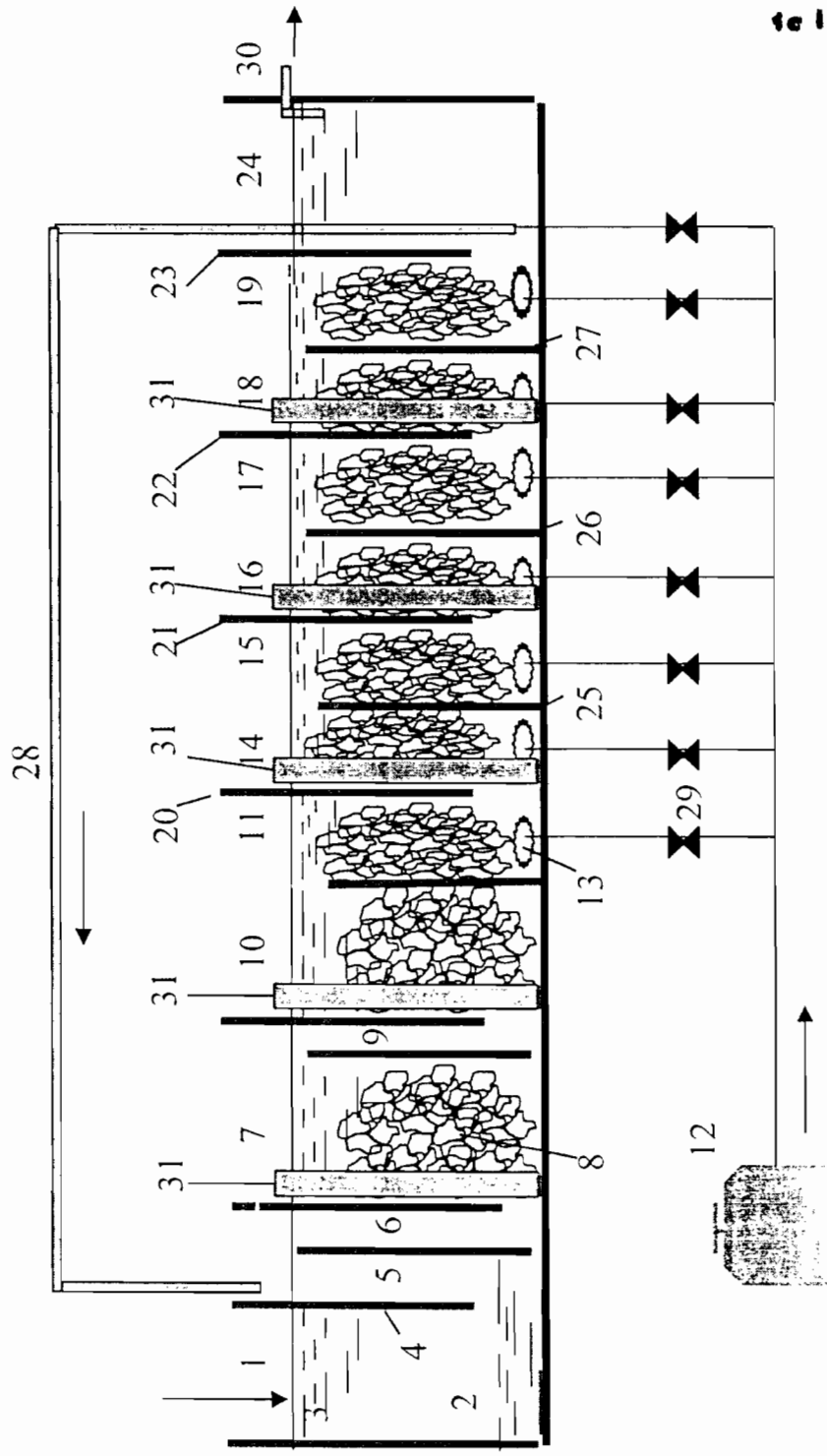


Fig. 2/17





Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

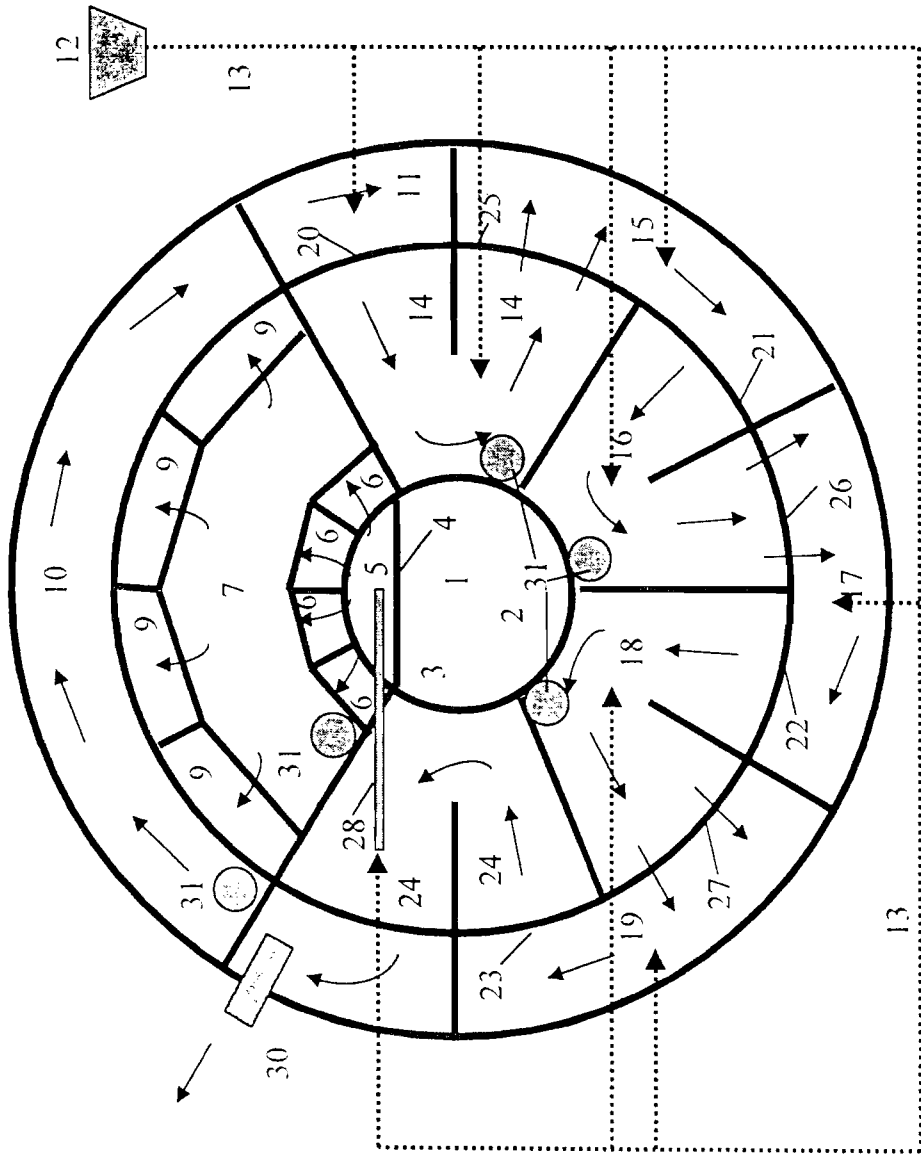


Fig. 3/17



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

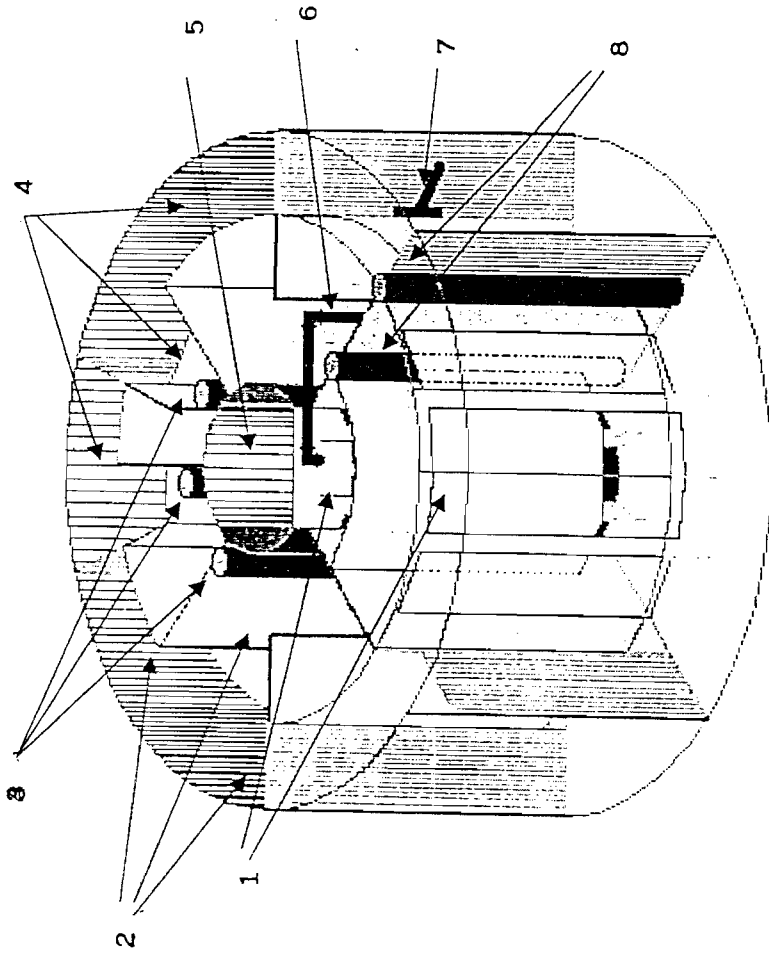


Fig. 4/17



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

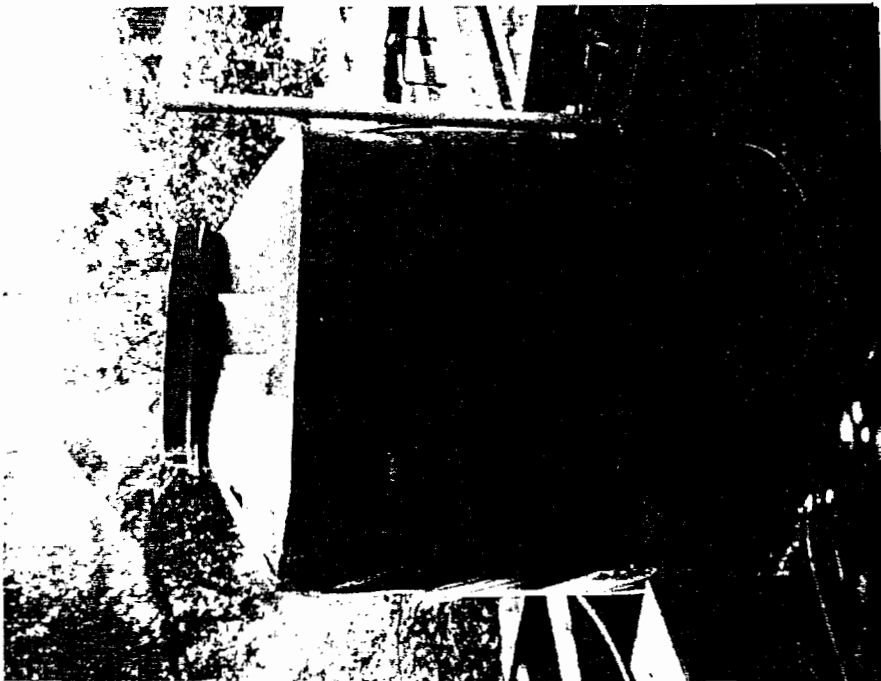


Fig. 5/17



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial



Fig. 6/17



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

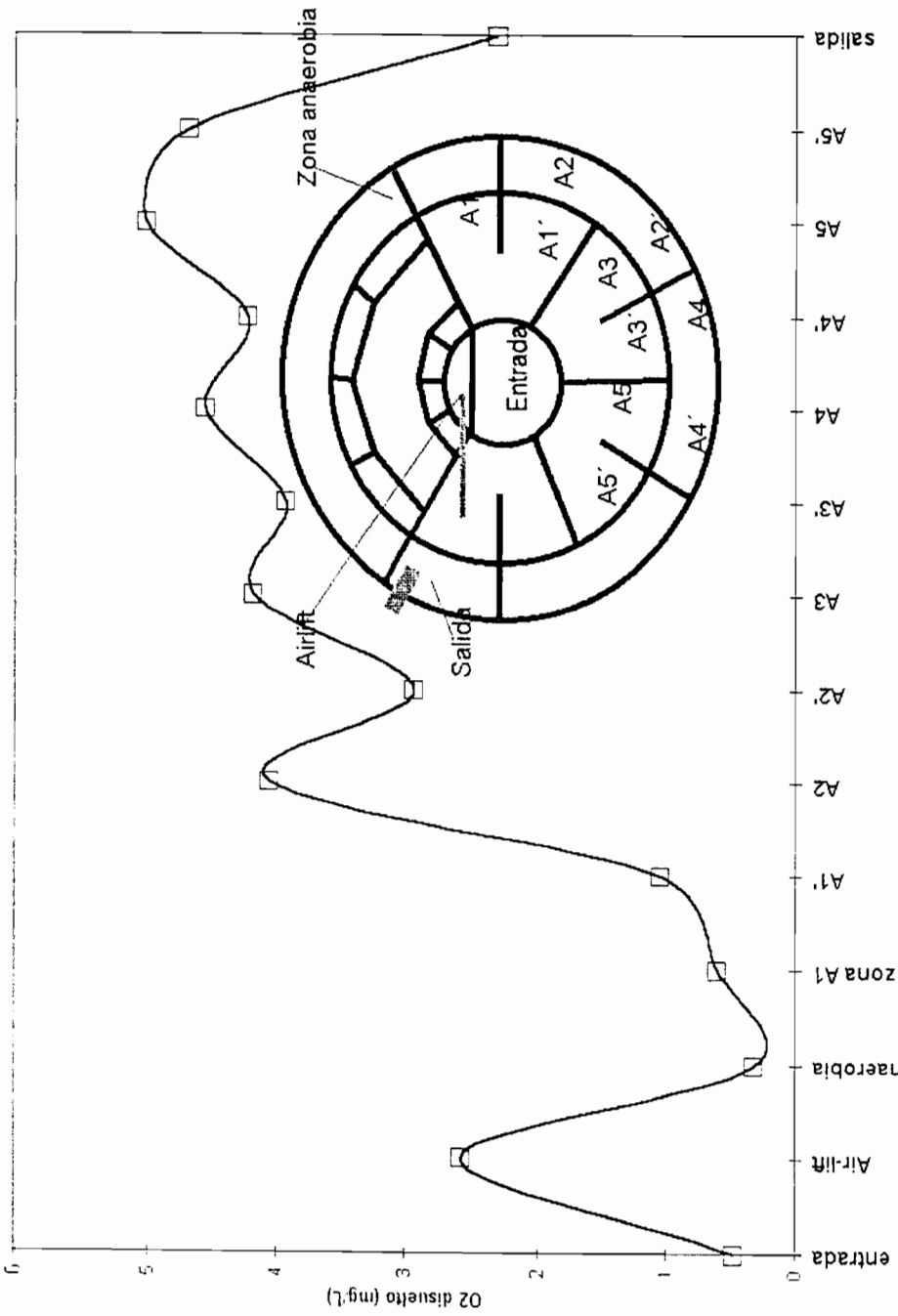


Fig. 7/17



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

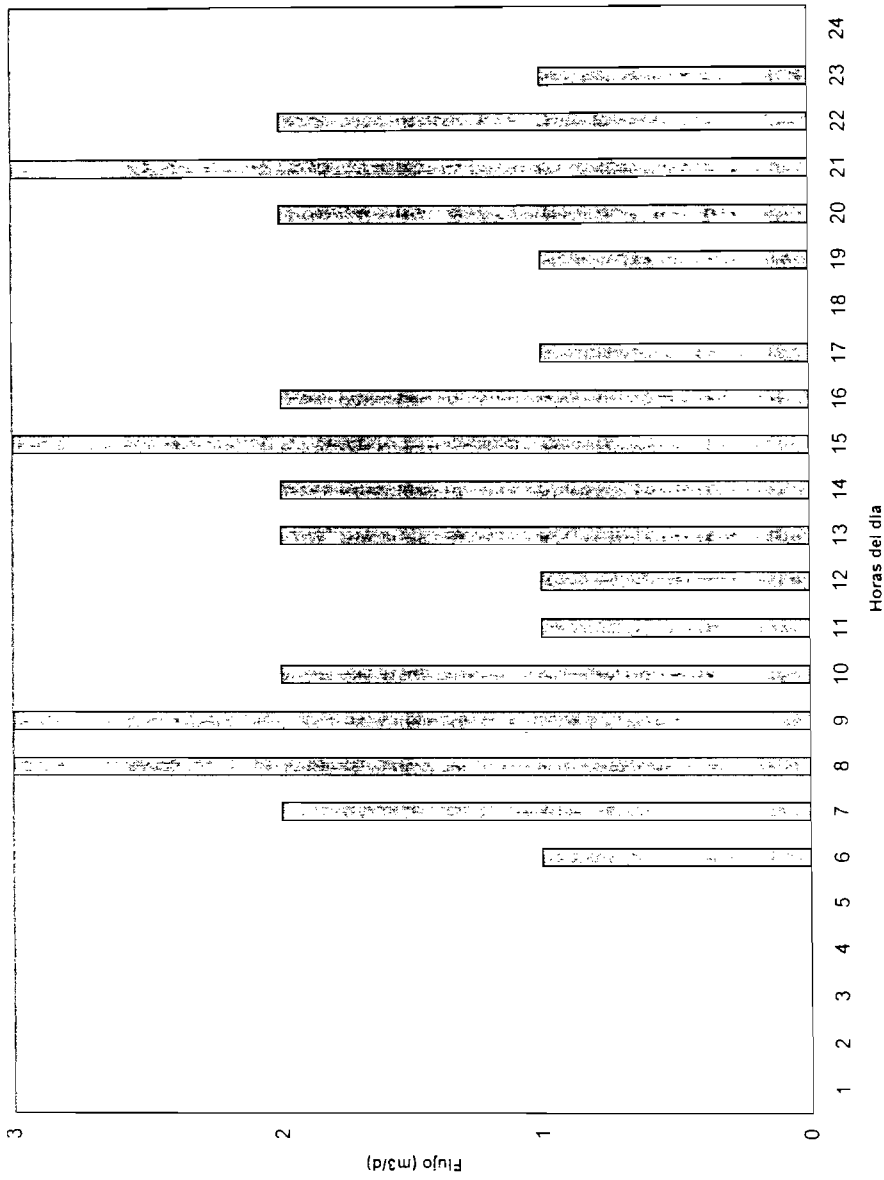


Fig. 8/17



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

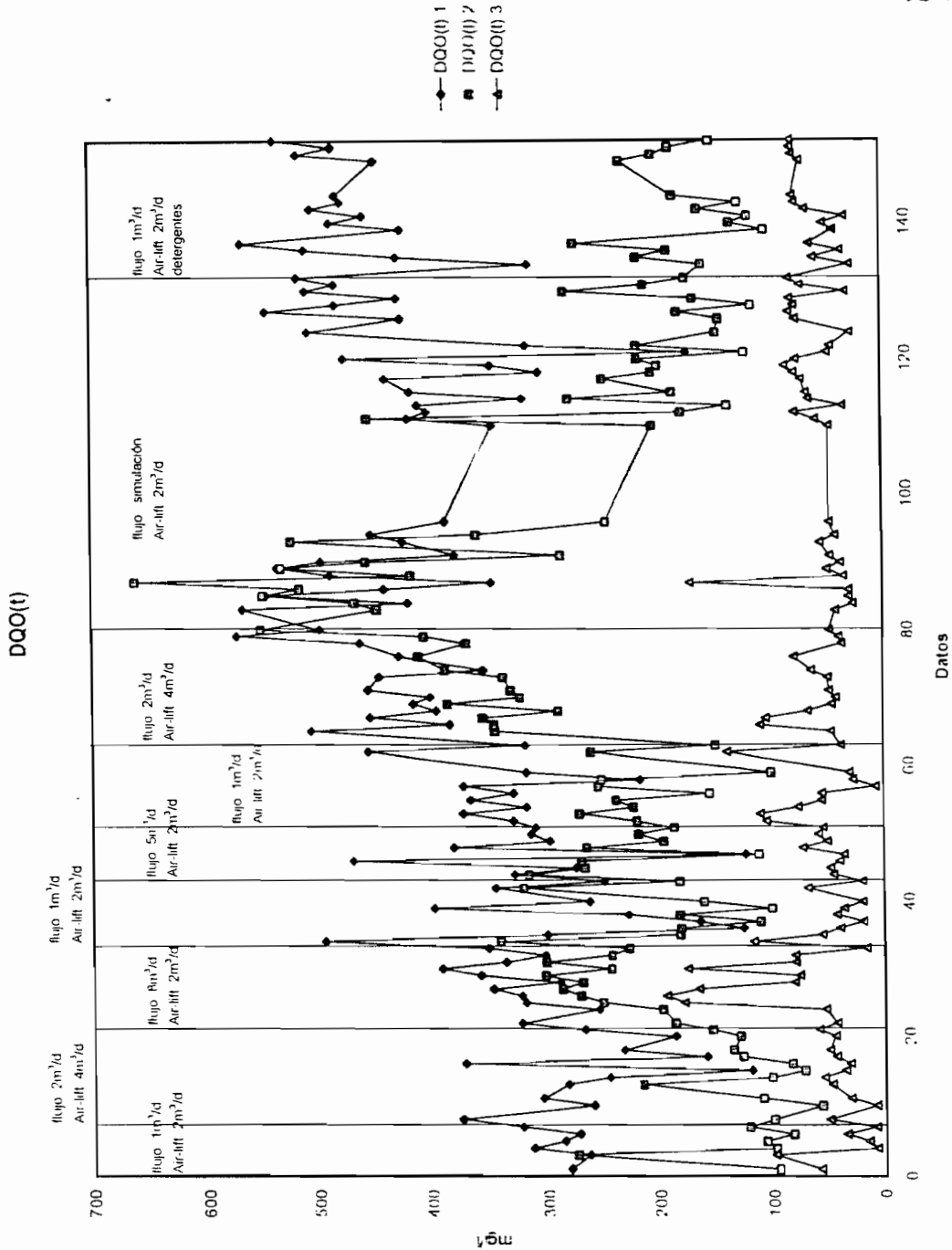


Fig. 9/17



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

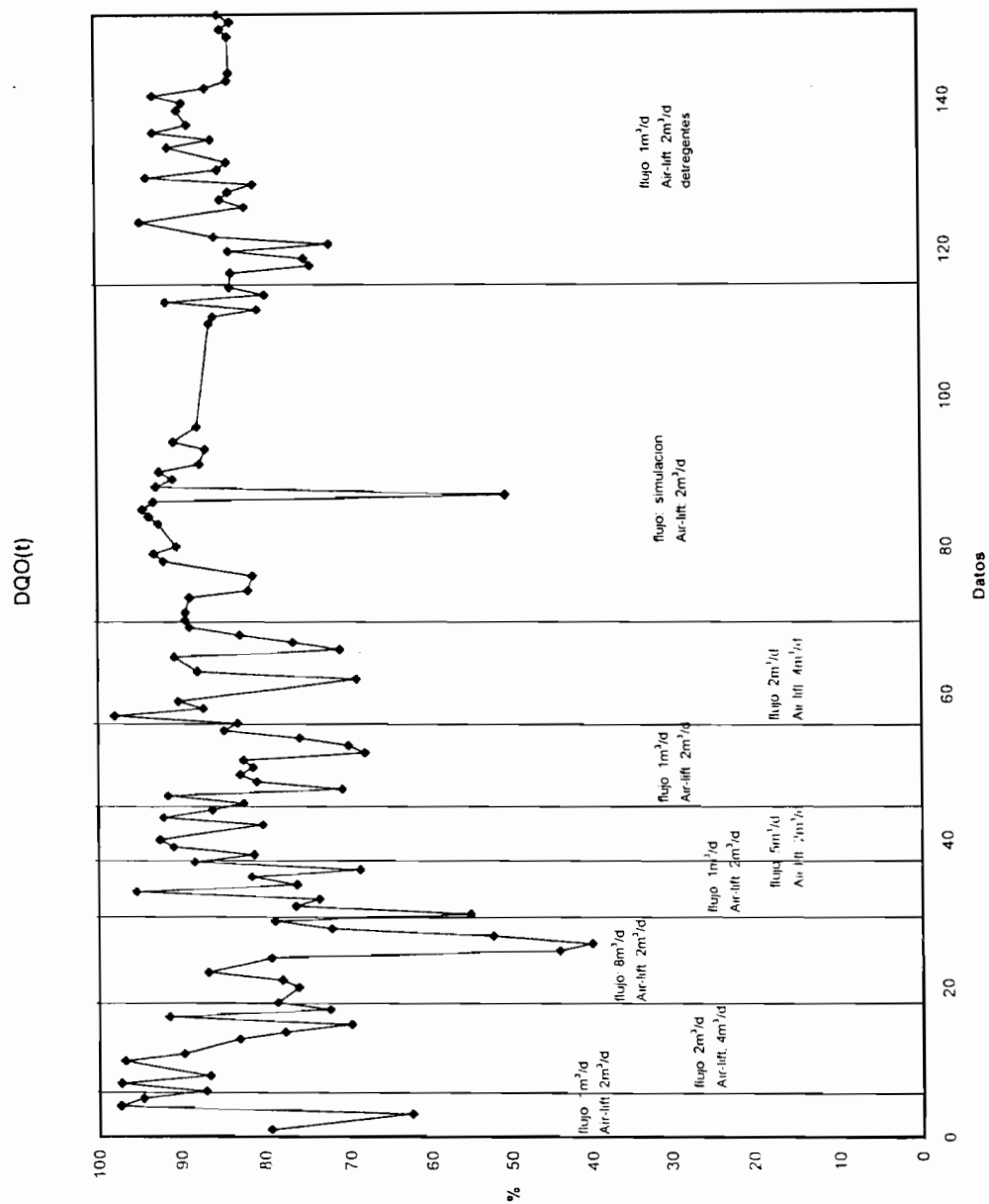


Fig. 10/17





Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

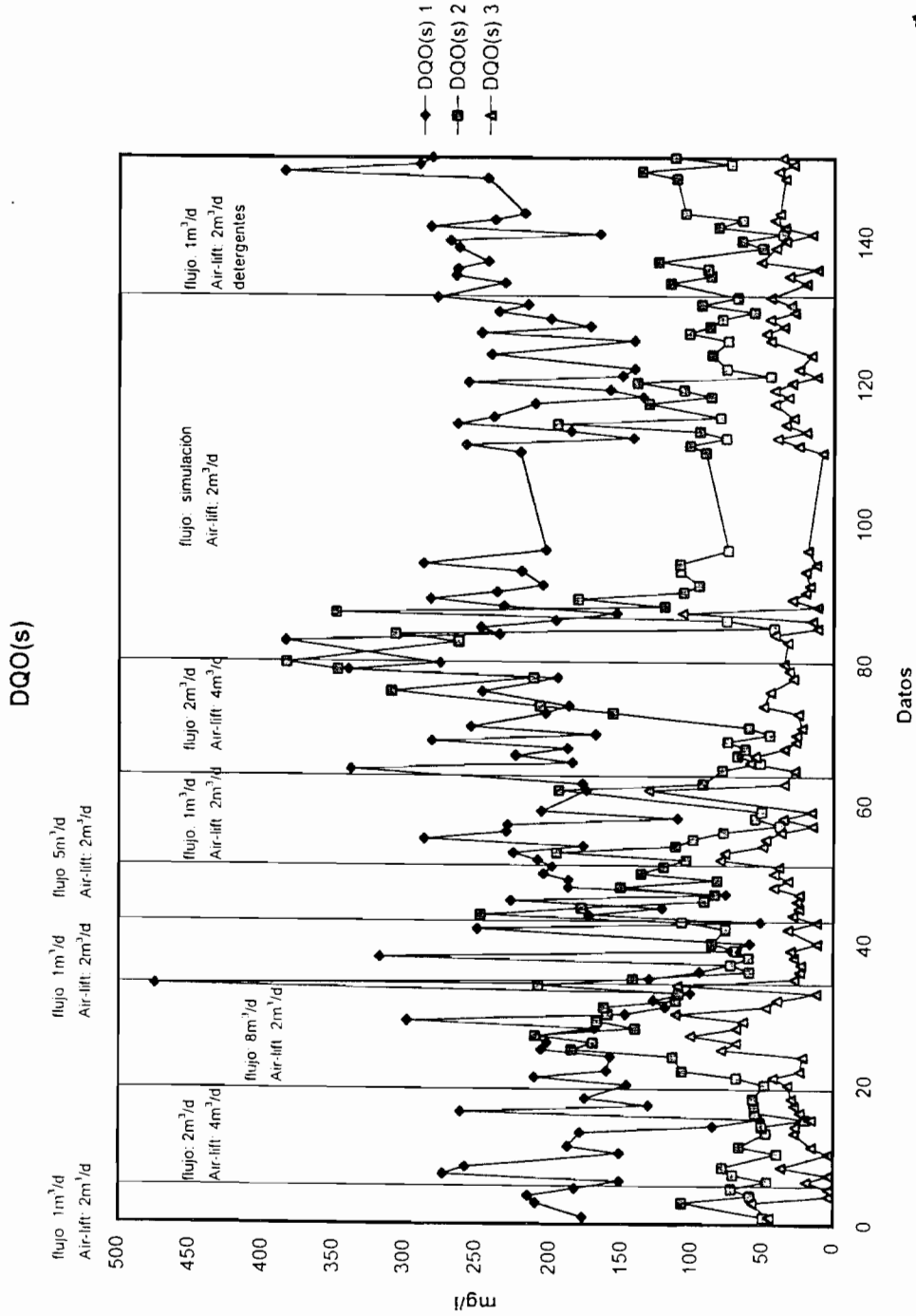


Fig. 11/17



Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

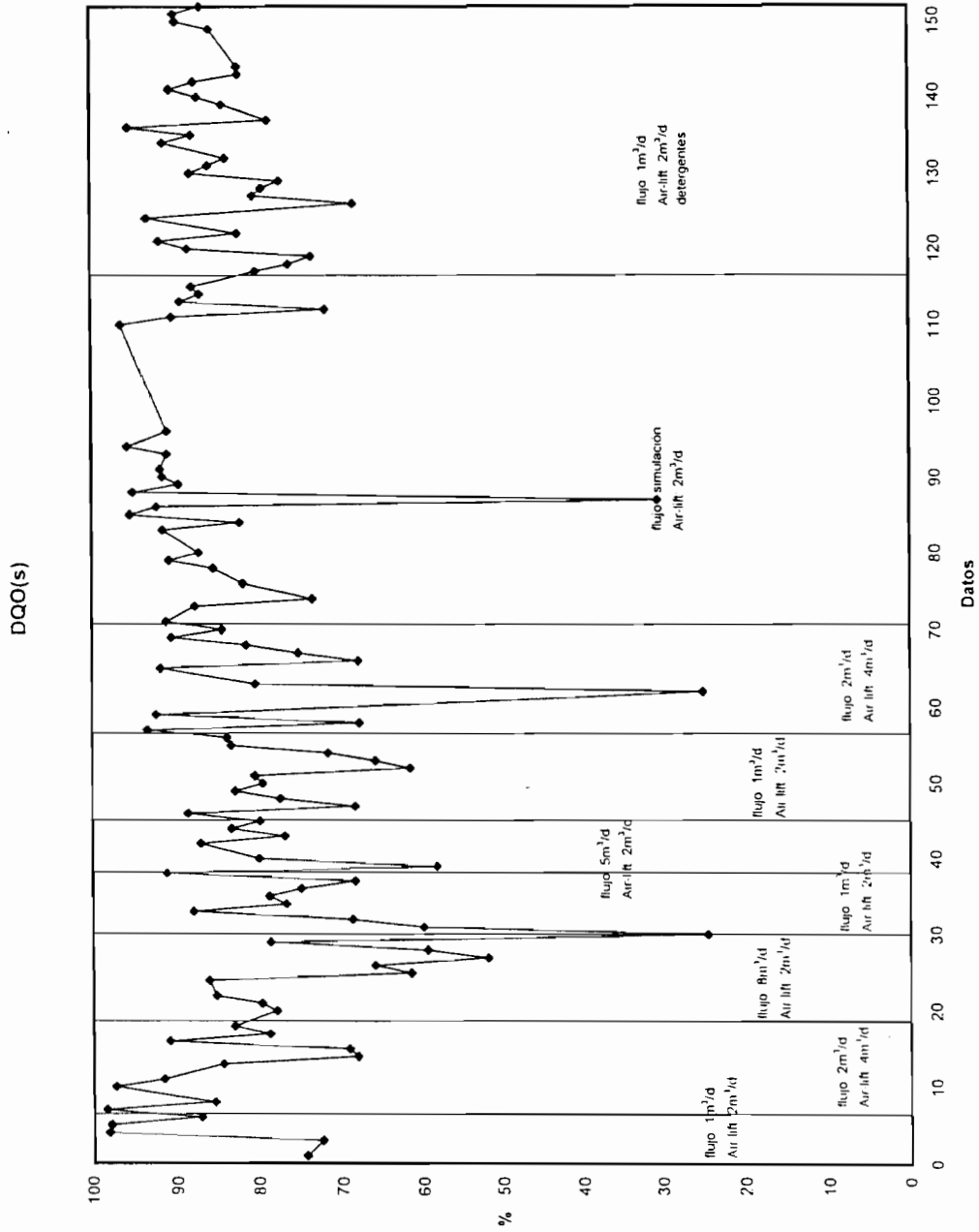


Fig. 12/17

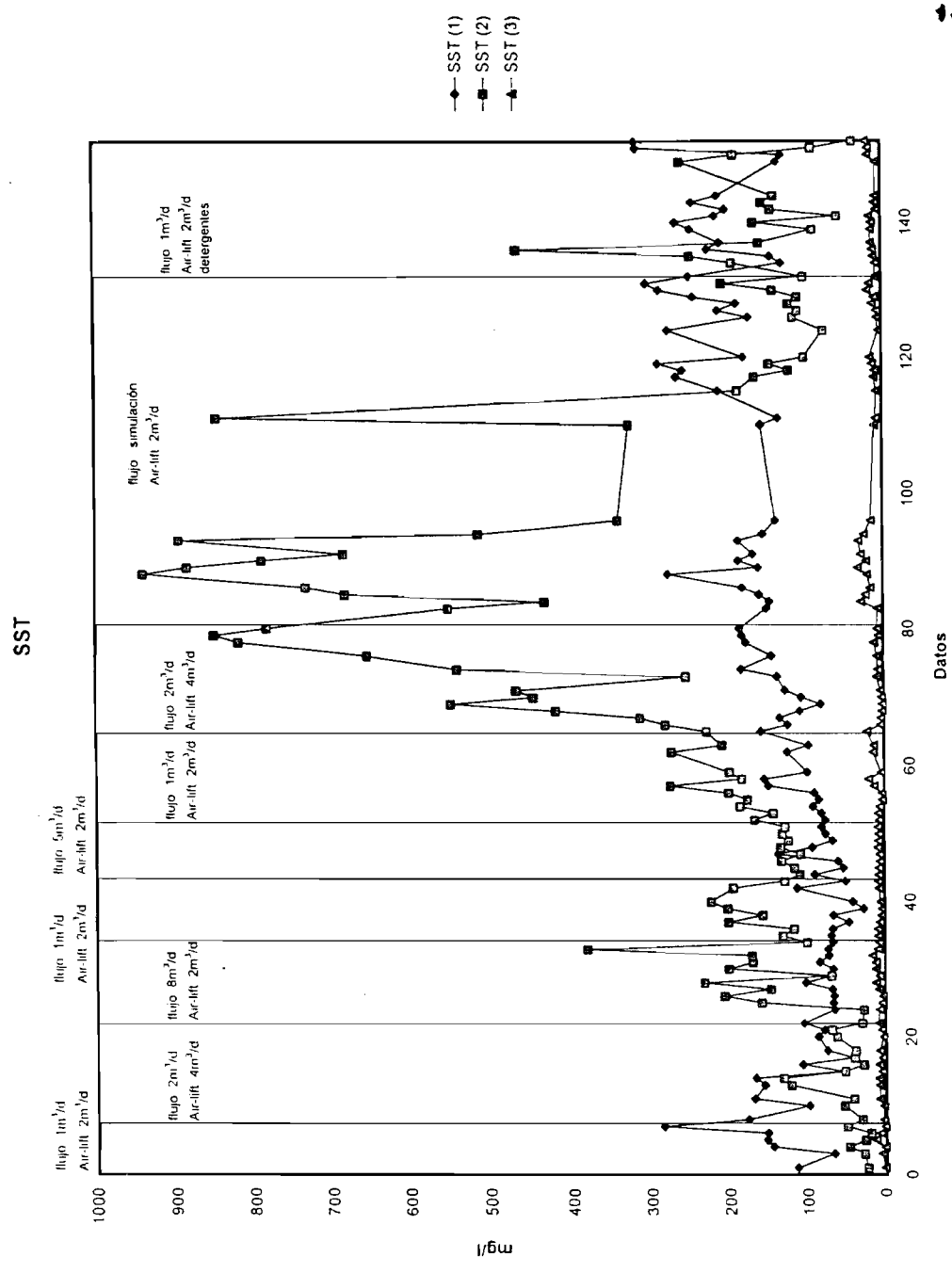


Fig. 13/17



Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

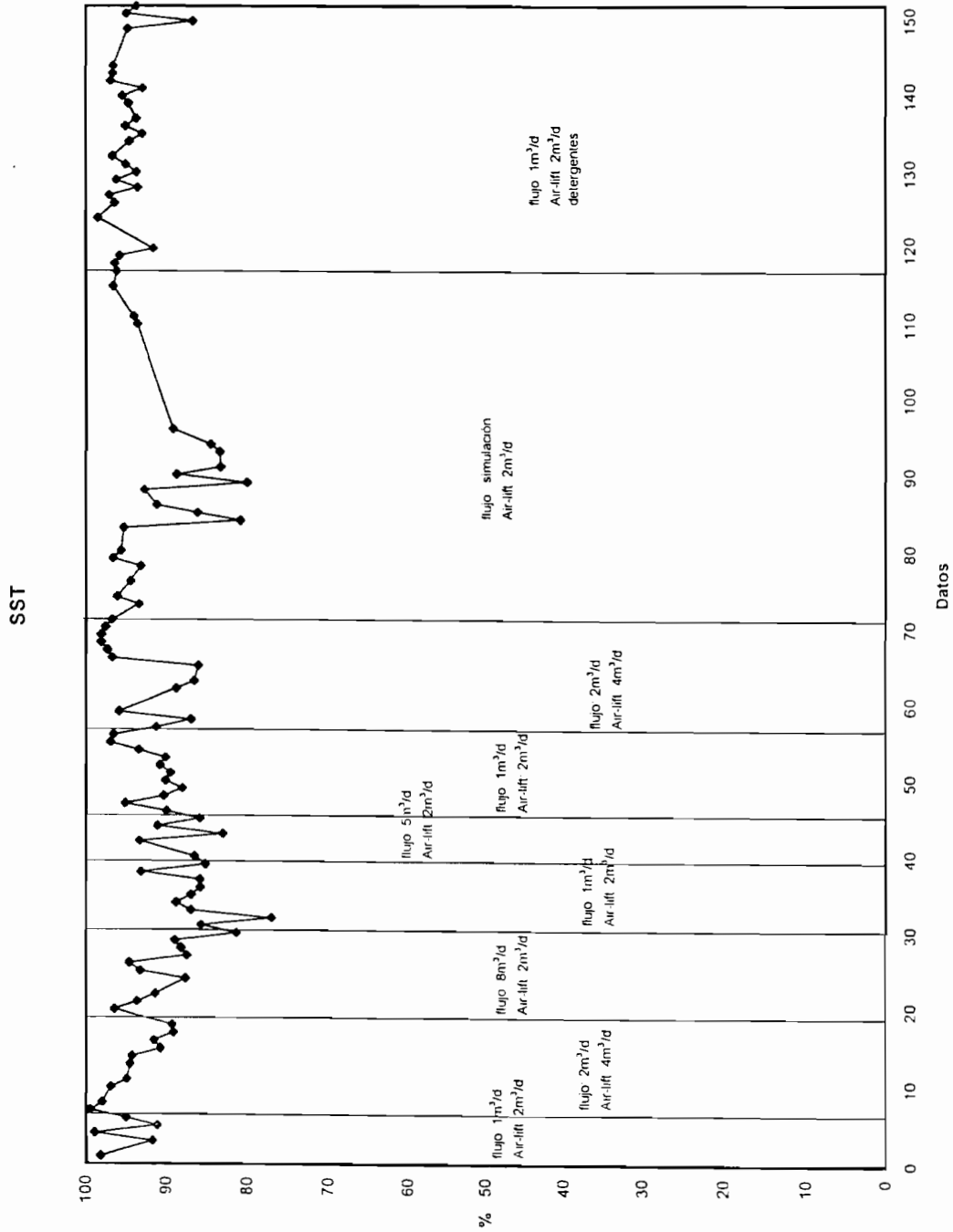


Fig. 14/17

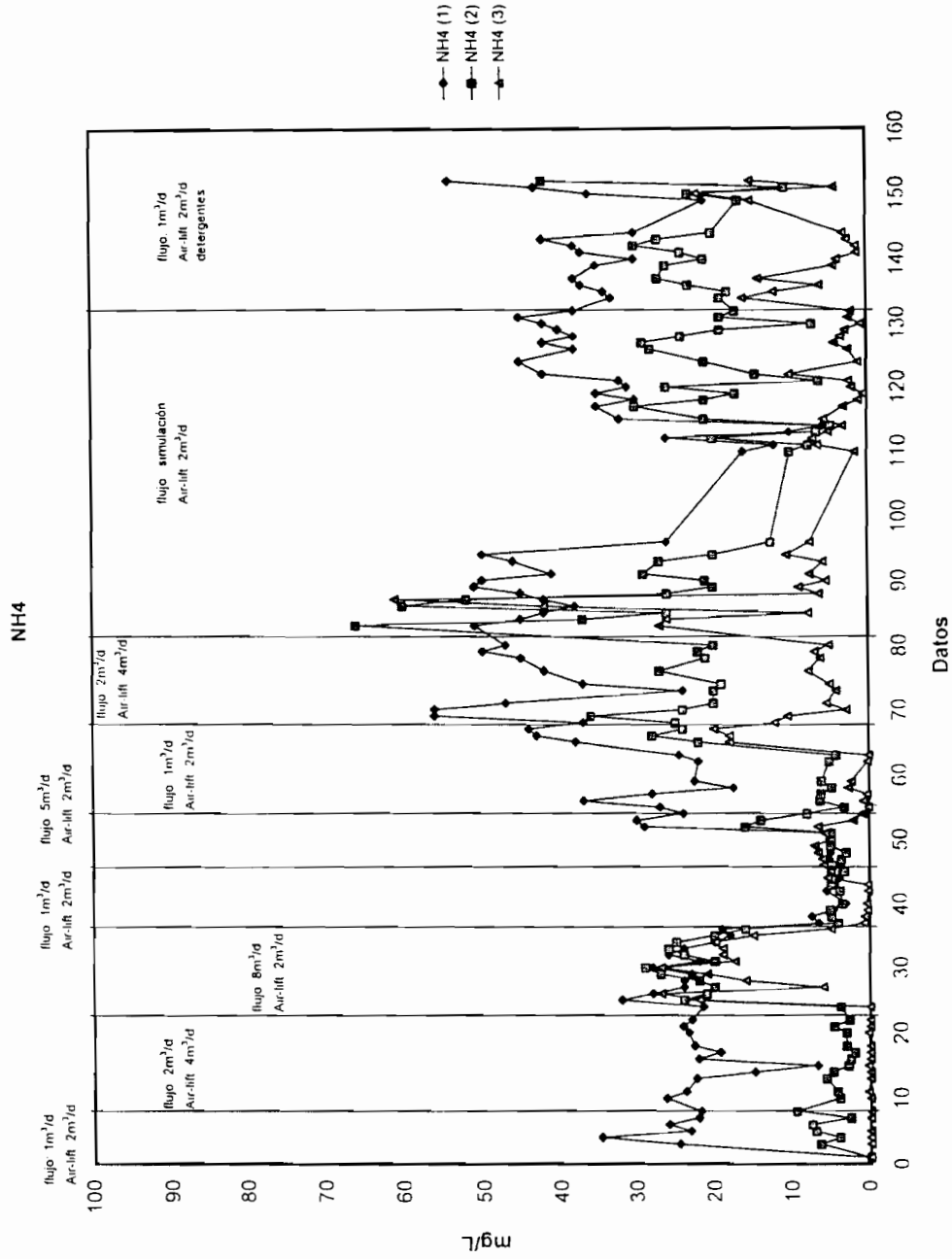


Fig. 15/17



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

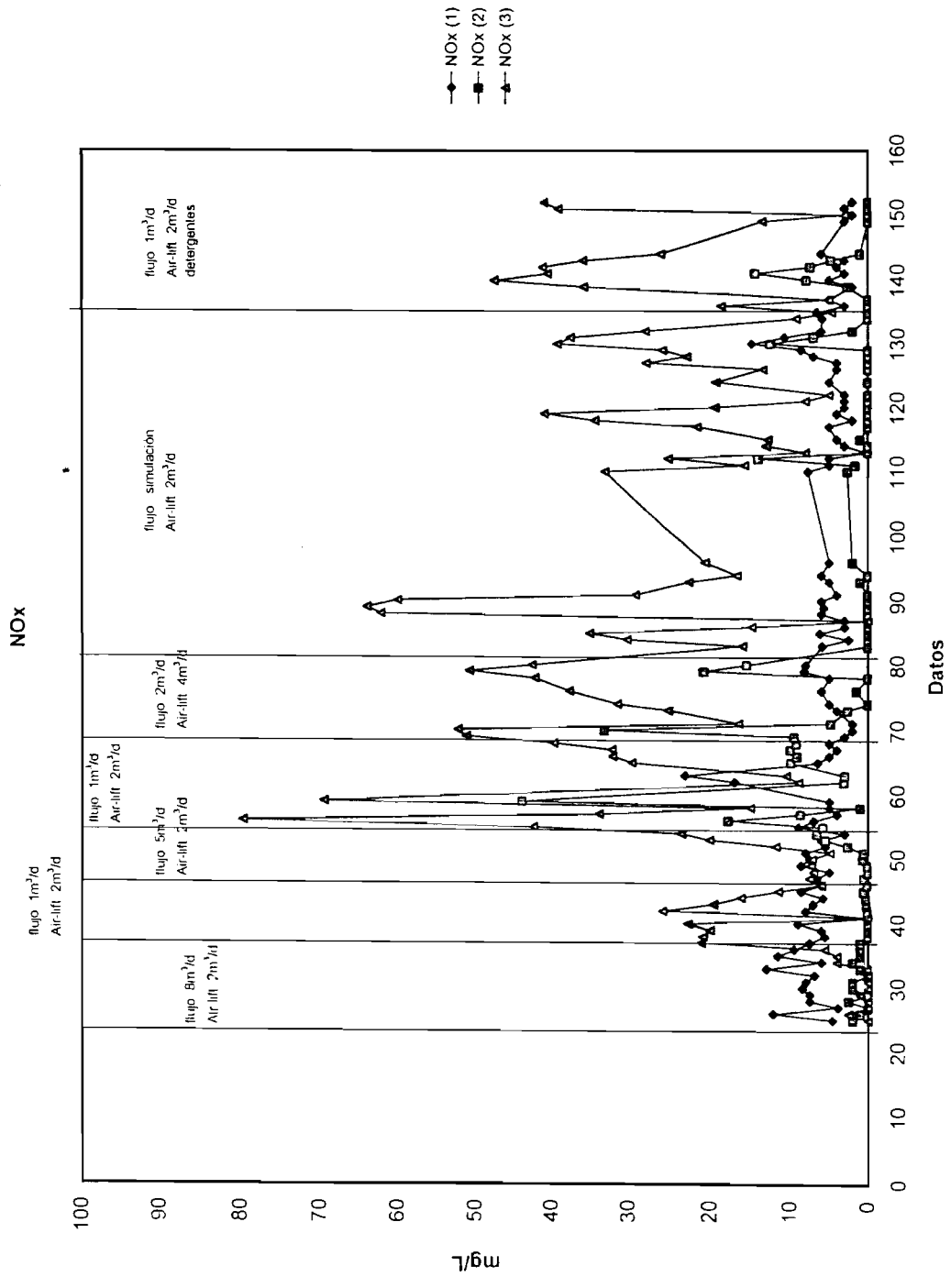


Fig. 16/17

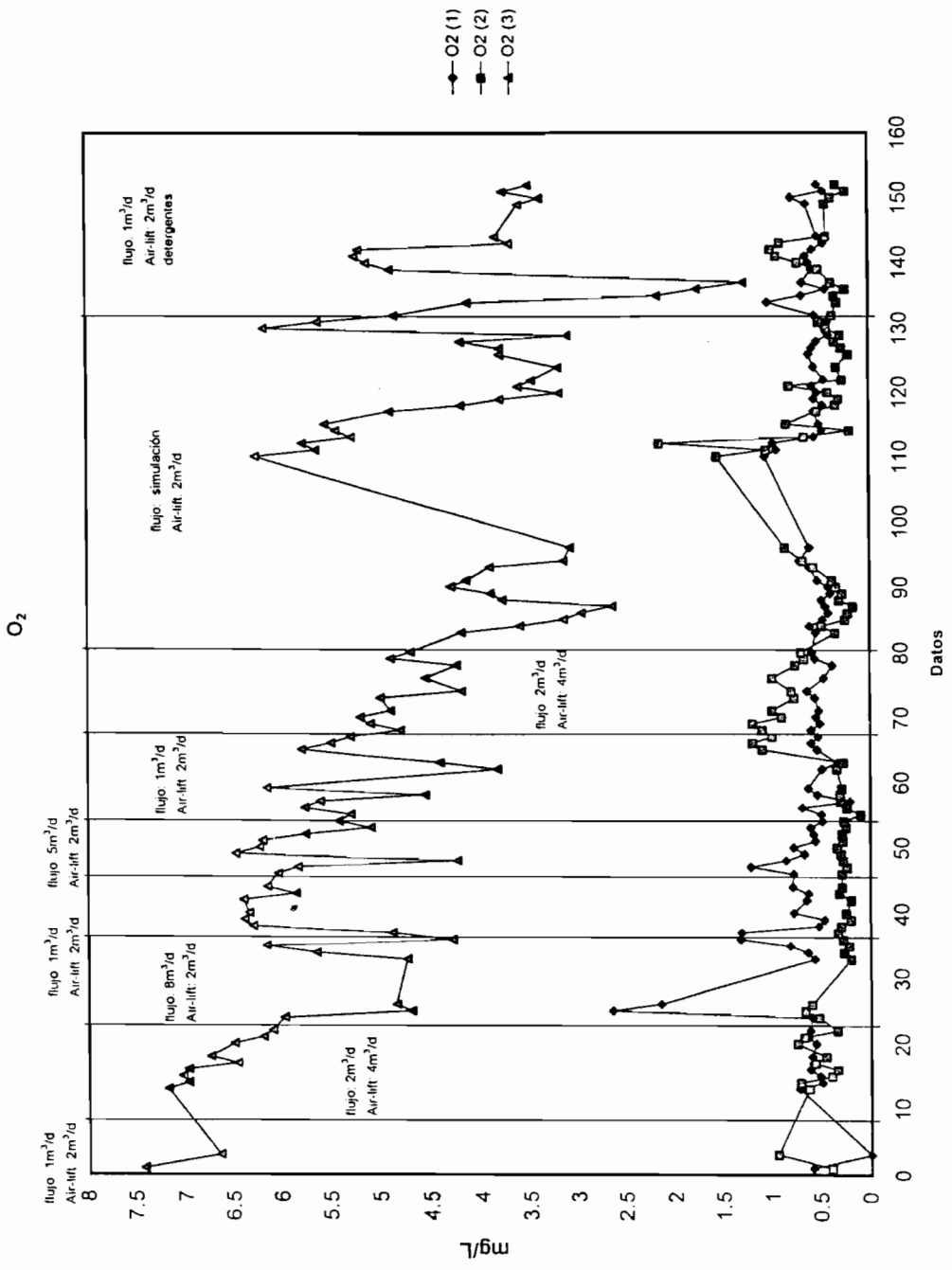


Fig. 17/17