

descubierto nuevas relaciones y se han desvanecido muchos errores en que han estado incurriendo por largo tiempo los economistas del antiguo sistema.

No hay que olvidar que la economía matemática, aunque ya bastante adelantada, está todavía en sus principios, y aun cuando así no fuese, es una equivocación suponer que el fin de sus aspiraciones es crear una mecánica social que permita prever cuantitativamente todos los fenómenos económicos. Su principal servicio en las aplicaciones es, por ahora al menos, limpiar el campo de falsas teorías, o de teorías solamente exactas en condiciones imprecisas, señalando los errores allí donde existan, proporcionando,

en suma, un excelente procedimiento de crítica, ya que una proposición inexacta en las hipótesis simplificadas de que parte no podrá ser nunca exacta en las condiciones más complejas de la realidad.

Es ésta una labor negativa, ciertamente; pero desde el momento que para realizarla posee medios de expresar con rigor las relaciones de dependencia mutua entre los distintos elementos que integran el fenómeno económico; que puede precisar las condiciones y fijar los límites de aplicación de los teoremas, demostrándolos con toda la exactitud que es peculiar del método, su labor es fructífera, y la economía matemática tiene un lugar señalado en el cuadro de las ciencias físicomatemáticas.

Carlos DE ORDUÑA

Profesor de la Escuela de C., C. y P.

Instalaciones de saneamiento para estaciones y dependencias ferroviarias

Uno de los extremos que más suele descuidarse en los proyectos y obras de instalaciones ferroviarias es el de la eliminación, en buenas condiciones higiénicas, de las aguas residuales de las mismas (viviendas, dormitorios, retretes, depósitos, etc.) en forma a completar un buen servicio de abastecimiento de aguas que, hasta ahora, tampoco ha merecido una exagerada atención por parte de los técnicos de las Empresas ferroviarias, preocupados solamente, o al menos con atención preferente, por los suministros de agua a las locomotoras, cosa que, desde luego, es esencial a la explotación ferroviaria.

La importancia de atender debidamente a mejorar las condiciones higiénicas de las instalaciones férreas no creo sea preciso encarecerla, puesto que de ellas depende la salubridad de los empleados y la posibilidad de sustraerles a multitud de enfermedades evitables y con ello rebajar los índices de mortalidad. La disminución de las enfermedades evitables traerá aparejado, no sólo el mayor rendimiento del empleado por el menor número de bajas por enfermedad (que si se consultan las estadísticas se puede apreciar que es una buena partida de sueldos desaprovechados), sino un mejor aprovechamiento de las energías y facultades de los agentes al verse libres de las secuelas que casi todas las enfermedades llevan consigo, que tanto debilitan las energías de los atacados.

La rebaja del índice de mortalidad vendrá a disminuir la cifra de óbitos y a descargar en proporción la cantidad de pensiones que con arreglo a los reglamentos han de ser abonadas.

Por interés material, pues, aunque sólo sea, las Compañías ferroviarias tienen necesidad de prestar atención preferente a la salubridad de sus instalaciones; pero además, por razones de ética social, tienen también la obligación de prestar el máximo interés a todo lo que redunde en beneficio de la salud de sus agentes, y por eso es de desear que la tendencia que va exteriorizándose en ellas a realizar obras de abastecimiento y saneamiento, y a preverlas en sus proyectos, se acentúe y se llegue a organizar a la perfección el servicio técnicosanitario a base de una íntima colaboración de ingenieros y médicos que se completen en sus esfuerzos y alcancen las soluciones

más adecuadas en cada caso, a las que seguramente no llegarán si sus esfuerzos son dispersos y no existe la debida penetración.

De acuerdo con este criterio, recibí órdenes de la Jefatura de revisar las instalaciones depuradoras de aguas residuales que se vienen empleando hasta ahora en la Compañía, y proponer las modificaciones que se precisará introducir para que éstas sean realmente instalaciones depuradoras y sirvan para sanear nuestras estaciones y grupos de viviendas, y, en su virtud, procedí a efectuar un detenido estudio sanitario, que me ha conducido a las conclusiones siguientes:

Las instalaciones que hoy día se efectúan en nuestros edificios, retretes, etc., para depuración de las aguas residuales son totalmente ineficaces desde el punto de vista higiénico, no sólo porque con ellas no se consigue efectuar la depuración mínima exigible bacteriológicamente, sino porque su capacidad no se determina científicamente con arreglo a las necesidades que han de servir.

En efecto, los depósitos que se construyen hoy día para recepción de las materias fecales no son más que unos simples fosos Mouras, cuyo empleo hoy día va quedando relegado como un recuerdo histórico en la evolución de las instalaciones de depuración, a pesar del gran predicamento que llegaron a tener tiempo atrás, por no permitir que en ellos se realice el ciclo completo de una depuración biológica racional.

Este ciclo debe constar realmente de tres fases principales, que son:

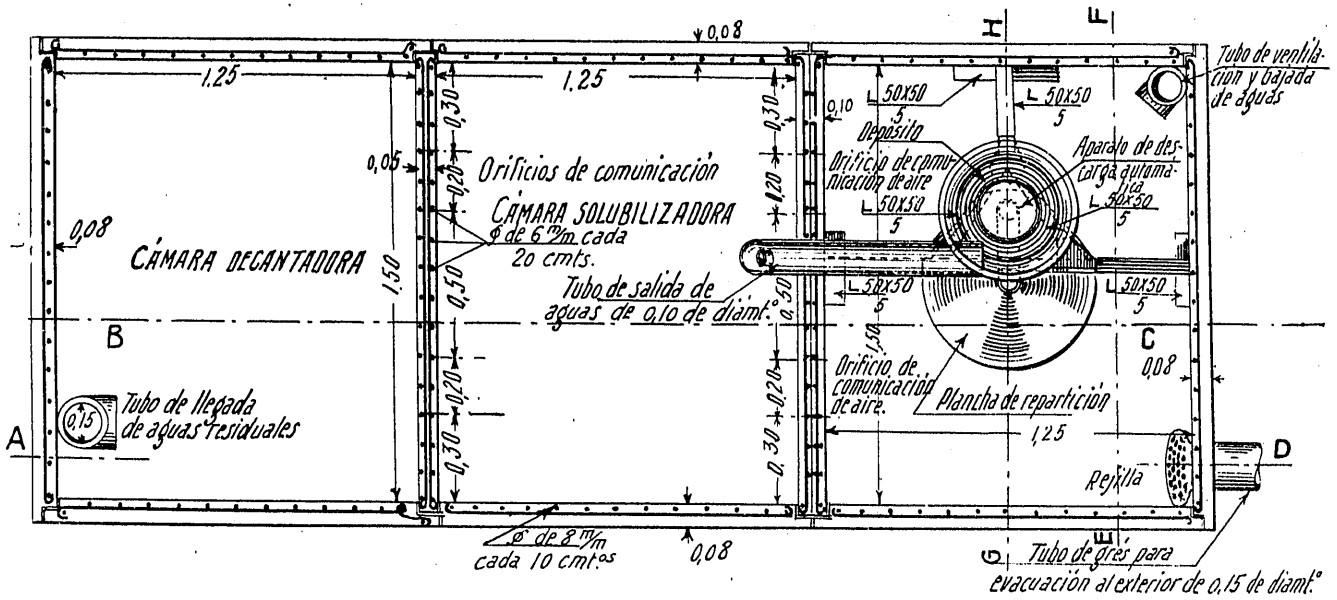
- 1.^a Eliminación de las sustancias en suspensión.
- 2.^a Desagregación y solubilización de la materia orgánica del agua residual; y
- 3.^a Oxidación de esa materia orgánica.

La primera fase, que se opera mediante una sencilla decantación, es claro que es cumplida por cualquier sistema de foso: negro, Mouras o séptico.

La segunda fase, es decir, la labor de desintegración y solubilización de la materia orgánica, llevada a cabo por los microbios anaerobios, se realiza en iguales condiciones en un foso Mouras, cuya característica esencial es el cierre hermético al aire, que en

otro séptico dotado siempre de un sistema de ventilación; pero ni uno ni otro son capaces de permitir la realización de la tercera fase. (de oxidación de la

en la que puedan realizarse las tres fases de la depuración ya citadas, y esto es lo que he hecho, sin descubrir el Mediterráneo, sino sencillamente haciendo



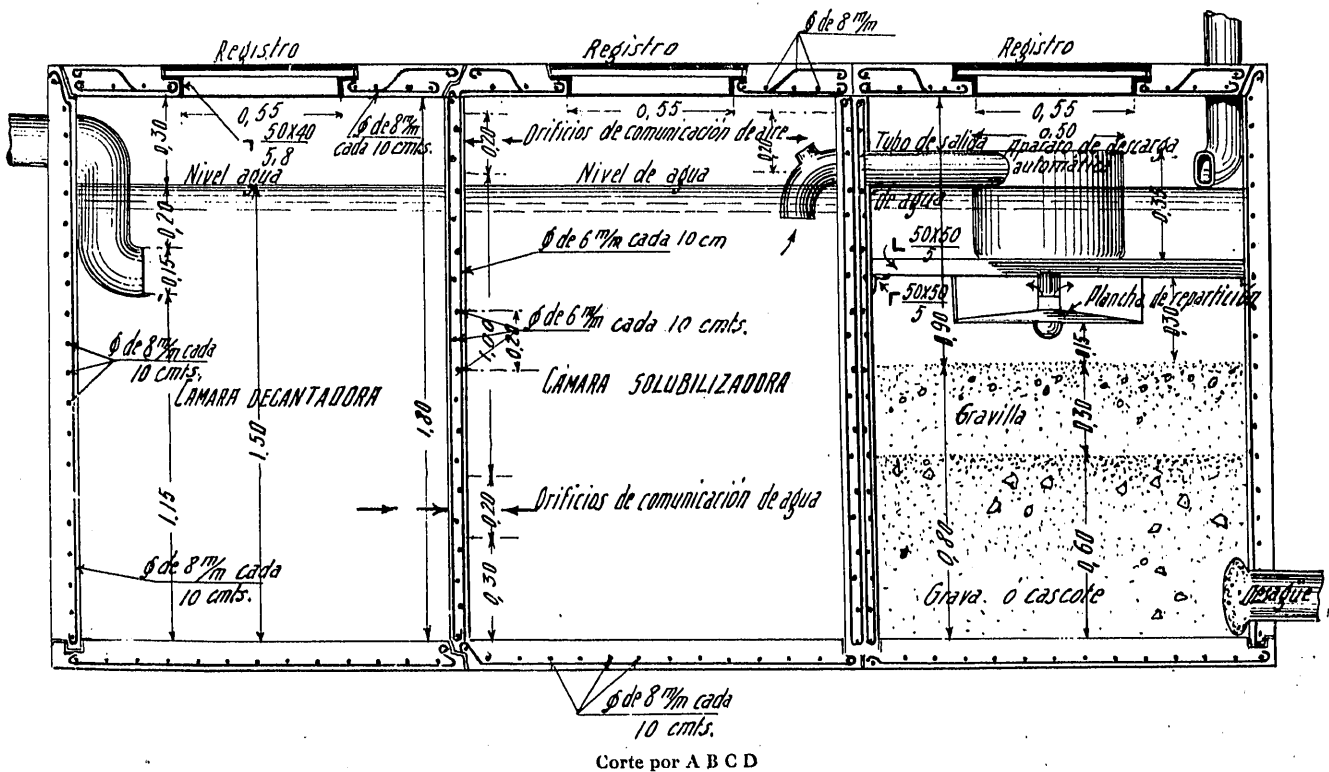
Proyecto de instalación depuradora simplificada. Planta.

materia orgánica), la cual sólo tiene lugar en presencia de los microbios aerobios actuando en determinadas condiciones.

Por eso el agua que sale hoy día de las instalaciones que vienen construyéndose en la Compañía sale tan cargada o más de microbios que cuando entró, y aunque se le conduzca en muchos casos a un pozo absorbente, no por eso se eliminará el peligro de con-

práctica una solución tan conocida y empleada como es la de foso séptico y filtro de contacto.

La instalación proyectada consiste en una cámara, que llamamos decantadora, porque en ella, en efecto, tiene lugar la decantación de las aguas residuales que a la misma llegan por la tubería de evacuación de los edificios a que ha de servir, pero que no sólo produce esta decantación, sino que, en unión de la



Corte por A B C D

taminación del terreno (con todos los graves inconvenientes que ello trae aparejado), o bien el de los cursos de agua donde se vierta el efluente en los casos en que esto ocurra.

Era, pues, preciso estudiar una instalación mínima

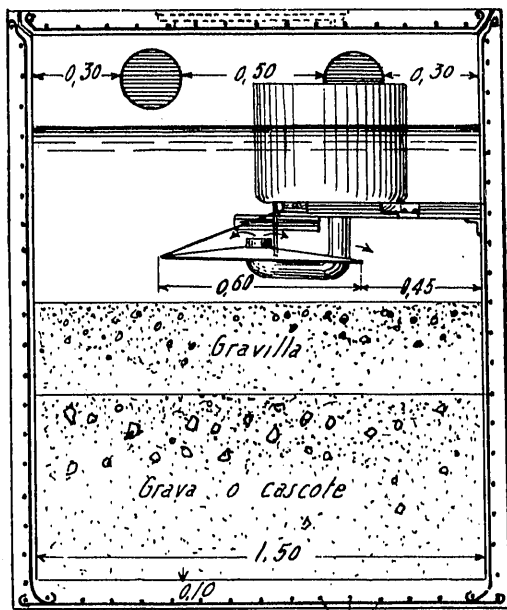
otra cámara, con la que comunica libremente por dos orificios, actúan de foso séptico y producen, por consiguiente, la fase de desintegración y solubilización.

De estas cámaras pasa el agua a otra en la que vierte en un depósito de 50 litros provisto de un

aparato de descarga automática que, al vaciar aquél, esparce su contenido, bien repartido por un platillo circular, sobre un lecho filtrante compuesto de una capa superior de gravilla y otra inferior de grava, escorias o cascotes de ladrillo.

En esta cámara es donde tiene lugar la oxidación de la materia orgánica merced al filtro bacteriano formado por los elementos porosos del lecho que, al estar alternativamente secos y mojados, permite la llegada fácil y abundante del aire preciso para la existencia y trabajo de los microbios aerobios, que, al destruir a los anerobios que se han multiplicado en la fase anterior, producen la nitrificación de los productos amoniacales fabricados en las cámaras sépticas.

La comunicación de las tres cámaras con el exterior tiene lugar por un tubo que sale de la cámara



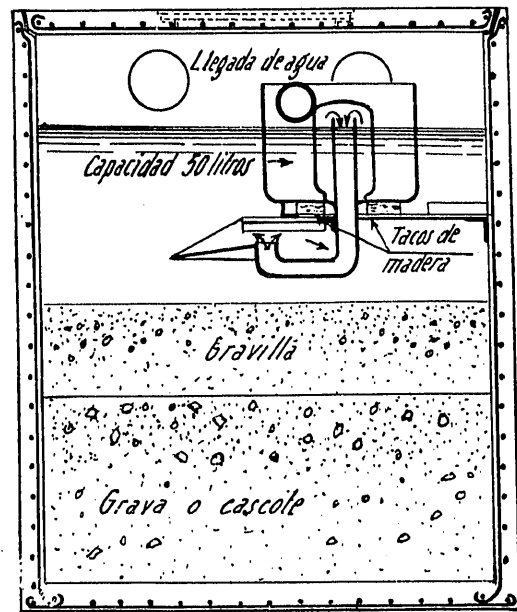
Corte por E F
 ϕ de 8 $\frac{1}{4}$ m
 cada 10 cms.

bilizadora y limpieza y reposición de los materiales del filtro, está asegurada por un registro en cada celdilla cubierto con tapa circular de palastro.

Y, por último, la resistencia a la flexión de las losas de hormigón armado que constituyen las celdillas permite emplazar éstas en terraplenes relativamente consolidados, sin obra ninguna de cimentación.

Las normas sanitarias que han servido de base para el cálculo de la capacidad de los diferentes elementos de la instalación depuradora son las siguientes:

Dotación de agua.—Aunque hoy día existen bastantes estaciones mal dotadas de agua, es lógico prever la instalación para una dotación media de las viviendas, provistas de «water» y fregaderos, y por esto fijamos la dotación de 40 litros por habitante y día, o sea una cifra de $5 \times 40 = 200$ litros por



Corte por G H

filtrante, que podrá ser el de bajada de aguas pluviales del edificio inmediato, y mejor aún un tubo independiente que, adosado al citado edificio más próximo, se eleve un metro por encima del tejado, actuando así de tubo de ventilación.

La disposición que hemos adoptado para la construcción de dichas cámaras tiene, a nuestro juicio, las siguientes ventajas:

Siendo todas las cámaras de igual tipo y dimensiones, pueden construirse en serie y disponer del número de ellas que se precisen con arreglo a las necesidades que hayan de servir, de acuerdo con los cálculos que determinan su capacidad, de modo que si la instalación requiere tres o cuatro cámaras de solubilización, pueden situarse una a continuación de la otra y al final la o las cámaras de oxidación o filtrantes.

Además pueden fabricarse horizontalmente y, por tanto, con el mínimo de gasto para moldes las paredes y la tapa, y como su peso oscila alrededor de 80 kg, armar, por así decirlo, la celdilla, recibiendo las juntas con mortero fluido.

La facilidad de acceso para la debida conservación y vigilancia, así como para la extracción de los fangos depositados en las cámaras decantadora y solu-

vivienda o familia servida por la instalación y día.

En cuanto a los retretes de tipo pequeño provistos de descarga automática de agua para la limpia se les asigna una dotación mínima de 500 litros diarios.

Para los del tipo mediano esta dotación se eleva a 1 000 litros diarios, y a 2 000 para los grandes.

Capacidad del foso séptico.—Este es asunto muy discutido entre los higienistas, pues mientras unos preconizan la necesidad de una estancia de tres o cuatro días para evitar con la prolongación los fenómenos de superseptización, los otros aconsejan un plazo más largo, de quince días. Nosotros hemos adoptado como tiempo de permanencia del agua en los fosos seis días, tiempo suficiente, según los ensayos realizados con los diferentes tipos de fosos sépticos más o menos patentados, para que los fenómenos de fermentación se produzcan, las materias sólidas sean licuadas y gaseificadas y el líquido efluente no contenga más que ligeras partículas en suspensión. Los gases que dicha fermentación producirá serán disueltos en parte, eliminándose el resto por el tubo de salida.

Así, pues, la capacidad tipo de los fosos será de $40 \times 6 = 240$ litros por individuo a servir, o sea $200 \times 6 = 1\ 200$ litros por vivienda.

En cuanto a las aguas procedentes de la limpieza de los retretes de servicio, como su dilución será mucho mayor, sería exagerado aplicar ese coeficiente; casi bastaría considerarlas por su valor en volumen estricto; pero para prevenir la falta de dilución consideramos preciso para el foso una capacidad doble del volumen diario aportado por los trenes.

Es decir, que para los del tipo pequeño correspon-

na (dos celdillas sépticas y la bacteriana), que será la más empleada en la mayoría de las estaciones, es de 900 pesetas.

Cuando la instalación requiera más de dos celdillas se colocará la tercera entre las dos actuales con otro tabique divisorio más, y si además requiere otra celdilla bacteriana, podrá situarse ésta al lado de la última séptica en la forma indicada en el cro-

N.º de viviendas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Observaciones
<i>Sin retretes</i>	1200	2400	3600	4800	6000	7200	8400	9600	10800	12000	N.º de celdas sépticas (1) (2) (3) (4) (5) (6) (I) (II)
<i>Retretes tipo pequeño</i>	2200	3400	4600	5800	7000	8200	9400	10600	11800	13000	
<i>Id. mediano</i>	3200	4400	5600	6800	8000	9200	10400	11600	12800	14000	
<i>Id. grande</i>	6200	6400	7600	8800	10000	11200	12400	13600	14800	16000	

Cuadro gráfico indicador de la capacidad y constitución de las instalaciones.

derán $2 \times 500 = 1\ 000$ litros de cabida; 2 000 para los del tipo mediano, y 4 000 para los del tipo grande.

Con estos datos hemos formado el cuadro adjunto que da el número de celdillas sépticas que se precisan en función de las viviendas a servir y retretes públicos que a ellos viertan.

Claro está que este número de celdillas en función de las viviendas a servir varía en el momento en que la dotación de agua sea diferente a la supuesta, que, como hemos dicho, consideramos como conveniente, y a la que debe aspirarse. Por tanto, los compañeros que quieran aprovechar este modesto trabajo habían de partir de la dotación de agua y determinar así la capacidad de los fosos, que les dará el número de elementos (fosos y celdillas).

La profundidad del foso se ha fijado en 1,80, con una altura de agua de 1,50, reconocida como más conveniente por las autoridades sanitarias

Asimismo la planta es rectangular, por estar declarada más conveniente que la circular.

En cuanto a la celdilla filtrante o lecho bacteriano, aunque tampoco existe unanimidad entre la superficie que ha de tener y el caudal a depurar, he adoptado la cifra de un metro cuadrado de filtro por cada diez habitantes, o sea por cada 2 400 litros de capacidad del foso séptico.

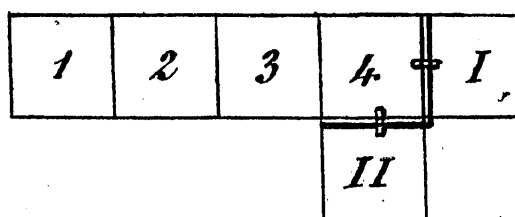
Como profundidad más conveniente se le da la de 0,90 m a la capa filtrante, de acuerdo con lo preconizado para esta clase de lechos bacterianos.

La diferencia de nivel entre la salida del líquido efluente del foso y la capa filtrante es de 0,60 m, conveniente y necesaria para el buen funcionamiento del aparato de descarga.

El presupuesto de una instalación mínima (con una sola celdilla séptica y la bacteriana) es de 700 pesetas, con los precios medios a que pueden resultar en nuestras estaciones, y el de una instalación ordi-

quis adjunto, a fin de que la comunicación sea simultánea a ambas y funcionen conjuntamente.

Estas instalaciones depuradoras que he proyectado tienen aplicación únicamente en casos de estaciones, viviendas aisladas y todo lo más algún grupo pequeño de viviendas; pero en cuanto éstas pasan de diez, ya no serían prácticas, siendo entonces necesario proyectar estaciones de depuración más completas, previendo la existencia de alcantarillado con cámaras de limpia, que harán aumentar la dotación de agua y modificar, por tanto, el funcionamiento de la instalación y estudiar en cada caso particular el sistema más adecuado, bien sea con este mismo fundamento de fosos sépticos y filtros de contacto



o percoladores o con tanques Imhoff, lodos activados, etc., cualquiera de los sistemas de depuración de aguas residuales que emplea hoy día la moderna ingeniería sanitaria.

Si los ensayos que se realicen con estas instalaciones producen los resultados que son de esperar y la Compañía adopta para sus instalaciones el tipo proyectado, creemos se dará un gran paso para el debido saneamiento de las mismas y podrán servir para los actuales ferrocarriles en construcción en España. Por mi parte, la idea queda lanzada, siendo de desear que los que están más capacitados que yo la recojan, perfeccionen y completen y se llegue a un tipo único, que no existe hoy día, sin gravar por patentes de ninguna clase, que tanto perjudican.