

# Explotacion de Alcantarillados i Cremacion de Basuras

POR

MANUEL ALMEYDA

## I

La Explotacion de Alcantarillados es un tema tan vasto que hubiera sido imposible dominarlo en el corto tiempo de mi estadia en Europa. Hube pues, de concretarme al estudio de ciertos puntos que durante mi práctica profesional me parecian mas dignos de atencion.

La explotacion de un servicio de alcantarillado comprende el mantenimiento en perfecto estado de limpieza de las canalizaciones, el alejamiento rápido de las aguas servidas, i su depósito final en una corriente superficial en estado tal de depuracion que todo peligro de contaminacion ulterior haya desaparecido.

Al primer punto contribuyen, por una parte el lavado previsto de la red i por otra el servicio ordinario de inspeccion i limpieza para el arrastre de depósitos que aquel no hubiere realizado.

Se deben revisar periódicamente los aparatos automáticos de lavado i, para cerciorarse de su funcionamiento regular, tomar nota de los golpes de agua descargados en cierto tiempo lo que se consigue fácilmente colocando en la cámara de agua un inscriptor automático de nivel. Esperimentos realizados en Estados Unidos indican como máximum de accion de un golpe de agua de 2 000 litros en una cañería de 0,20 diam i 0,5% de pendiente, la distancia de 300 a 350 m, donde la velocidad se reducía a 0,60 m/s. Si el lavado es insuficiente se puede proceder como en Berlin a introducir agua por medio de una manguera conectada con un grifo de incendio i almacenarla en la cámara de inspeccion tapando las secciones de cañerías para descargarla bruscamente en el trozo deseado. En esta misma ciudad, donde el servicio de limpieza es tan escrupuloso, los jefes de cada uno de los 12 sistemas radiales en que está dividida la red deben pasar mensualmente al jefe superior de la explotacion un estado indicando el dia de la revision de cada tramo de canalizacion, cantidad de

terias sólidas estraidas, lavados efectuados, etc., estando obligados a hacer por lo menos una revision mensual de cada trozo. Se procede a la limpieza haciendo uso de reseros útiles i aparatos segun sea el diámetro o forma de la seccion interior. En jeneral se observa préviamente el interior del caño introduciendo una lámpara por una de las cámaras i mirando hácia ella desde las otras, i en seguida se hace pasar un escobillon cilindrico o un doble disco de goma montados sobre un eje de fierro. Uno u otro útil pueden ser tirados desde las cámaras estremas por medio de cuerdas una de las cuales se ha hecho pasar por el interior del caño haciendo flotar un corcho sobre el gasto de agua ordinario o con ayuda de un golpe de agua, corcho al cual se amarra un cordón liviano que sirve para hacer pasar las cuerdas de maniobra. Así se limpian caños hasta de 30 o 35 cm de diámetro. Para mayores diámetros o para cañerías de forma oval se usan compuertas móviles que obran como represa segun el principio que se hace tantos años puesto en práctica en los colectores de Paris. La misma fuerza de agua mueve el sistema de compuertas; sin embargo, como medida de seguridad i para controlar la marcha se amarran cuerdas de su parte anterior i posterior. En colectores fácilmente visitables se emplean las compuertas solo una o dos veces al año, usualmente se efectúa la limpia por operarios con rastrillos i los depósitos son esvaciados por las cámaras al exterior donde se cargan en carros. La limpia de los *Gullies* colocados en las cunetas de las calles corre tambien a cargo de los jefes de cada seccion.

De primordial importancia en la explotacion es el funcionamiento de las Instalaciones elevadoras. Se pueden dividir en dos clases: Instalaciones centrales e Instalaciones aisladas.

En las instalaciones centrales la fuerza motriz es jenerada en la misma estacion (o en el caso de bombas acopladas a motores eléctricos movidos por fuerza exterior). El agua al llegar a la planta elevadora pasa por rejillas que retienen las materias en suspension que pudieran perjudicar el funcionamiento de las bombas. Jeneralmente detras de las rejillas hai un pozo de decantacion el que se limpia periódicamente ya sea por una válvula de purga, ya sea con ayuda de una grua (Londres) o de una draga montada sobre un puente rodante (Willmersdorf-Berlin).

En las instalaciones mas modernas se suprime esta decantacion que aumenta considerablemente el volúmen de materias sólidas estraidas del alcantarillado con la siguiente incomodidad de su trasporte i depósito final.

Las rejillas de retencion son fijas i móviles. En las primeras la limpia puede efectuarse por un operario que con un rastrillo levanta las materias (método anticuado del sistema r. III), o mecánicamente por medio de rastrillos montados sobre una cadena sin fin que con su movimiento obliga a los rastrillos a levantar las sustancias retenidas. Al llegar arriba los rastrillos son limpiados por un escobillon cilindrico jiratorio. En la usina de Clichy (Paris) el detritus cae en seguida sobre un transportador continuo constituido por una faja de lona móvil que los lleva directamente sobre las cintas de trasporte en el Sena.

Las rejillas móviles son formadas por una serie de alambres de acero tendidos en-

tre dos cilindros giratorios situados encima i debajo de los niveles extremos del agua. Las materias retenidas son limpiadas como el caso anterior. En las instalaciones muy modernas como la del sistema radial XI de Berlin, se procura evitar aun la estraccion de estas materias; en efecto, son arrojadas por el escobillon sobre un triturador constituido por dos tornillos sin fin, los que la despedazan i dejan caer en seguida sobre el líquido que va a las bombas.

La conveniencia de incorporar los desperdicios al servaje es de mayor importancia en las grandes plantas elevadoras dado el enorme cubo de materias que se colectan en la cámara de llegada. Así por ejemplo en la usina de Colombes (Paris) los depósitos son extraídos por una draga montada sobre un puente rodante i alcanzan a 200 m<sup>3</sup> diarios. Son cargados en vagonetes i vaciados en seguida a lanchas que las conducen por el Sena a los lugares de desecamiento. Permaneciendo a la intemperie varias semanas, la cantidad de agua desciende del 85 al 30% i en este estado se vende a los agricultores como abono a precios muy variables segun la estacion. Desgraciadamente la mayor parte del año el precio de venta no alcanza a pagar los gastos de transporte, cargas i descargas. Esto ha obligado a pensar en deshacerse del residuo de otra manera. Se han hecho ensayos de desecacion i cremacion. La desecacion se ha efectuado por compresion i por calentamiento. Las tortas obtenidas por un medio o el residuo seco en el otro han sido quemadas en un horno especial i se ha obtenido un rendimiento de 1 K de vapor por 1 K de combustible. El horno de cremacion instalado debe quemar 50 toneladas diarias con utilizacion de los gases calientes en una caldera multitubular, el vapor jenerado siendo enviado en seguida sobre una turbina-dinamo que produce la energía necesaria en ciertos servicios anexos. El procedimiento está lejos de ser económico. En el momento de mi visita esta instalacion estaba en curso de transformacion con el objeto de encontrar un sistema de desecacion mas económico i de cremacion mas eficiente.

Como una planta elevadora en un sistema misto de desagües debe elevar en un día de gran lluvia un gasto muy superior al de tiempo seco, resulta que el factor de carga de la instalacion (razon de la potencia media anual i de la potencia máxima) es muy bajo: 40% i aun ménos. Esto ha conducido en las instalaciones modernas a darles un carácter misto: parte de la instalacion es a vapor i las bombas acopladas tienen capacidad para elevar el gasto máximo de tiempo seco; parte es a gas pobre, gas de alumbrado, electricidad, etc., i su destino es trabajar en casos de lluvia. En estas condiciones un aumento brusco de las aguas servidas puede ser inmediatamente atendido, pues las bombas se hallan unidas directamente con la distribucion de gas o de fuerza eléctrica de la ciudad, o en caso de ser a gas pobre los gazójenos se hallan provistos de suficiente gas para abastecer el consumo mientras se ponen en marcha los aparatos productores. En Alemania se prefiere usar como fuerza motriz el gas de alumbrado que se obtiene a muy bajo precio, porque el consumo de la planta elevadora tiende a regularizar el consumo de la planta de gas. (Ejemplo de plantas mistas son las del sistema radial II i IX en Berlin). Plantas elevadoras antiguas se transforman en este sentido actualmente, como las de Crossness (Londres) i las de Clichy i Co-

mbeş (Paris). En éstas las obras de ampliacion consultan bombas acopladas a motores eléctricos movidos por la fuerza distribuida en las ciudades vecinas. En esa forma sólo se facilita la puesta en marcha rápida de las máquinas, sino tambien se simplifica la explotacion porque las unidades movidas a gas o eléctricamente son auto-reguladas i necesitan escasísima atencion.

En cuanto a las bombas mismas, las centrifugas están lenta pero seguramente stituyéndose a las de movimiento alternativo. Así en las ampliaciones de las instalaciones a que me he referido mas arriba, como en la del sistema radial II de Berlin, las nuevas bombas son del tipo centrífugo. La causa principal de esta preferencia es el bajo costo de mantenimiento en comparacion con las de movimiento alternativo.

El rendimiento de las bombas centrifugas modernas es comparable con el de las de tipo alternativo, así en Colombes las nuevas bombas centrifugas de caracol de celda han dado en las pruebas un rendimiento de 85% para una altura de elevacion de 12 m.

Las instalaciones elevadoras aisladas no están bajo la inmediata vijilancia del personal de explotacion. Los tipos principales son: el Eyector, el Elevador automático a planta motriz aislada.

El primero va adquiriendo cada dia mayores aplicaciones gracias a la simplicidad de su construccion i a la facilidad de su manejo. En Hampton (Inglaterra) visité un alcantarillado construido segun ese sistema. El distrito se haya dividido en ocho secciones, en cada una de las cuales el sewaje fluye gravitacionalmente hácia el punto de salida bajo donde se hallan colocados los eyectores que impulsan las aguas hácia la estacion depuradora. Los trabajos fueron terminados en 1898, i como desde entónces el sistema ha experimentado importantes adelantos, no creo de interes describirlos en detalle.

Fuera de las ventajas anteriormente enunciadas, el sistema Shone tiene otras a las que la práctica ha dado importancia: 1.º, el sewaje es elevado sin necesidad de pasar necesariamente por rejillas de retencion ni cámaras de decantacion que son mas o menos indispensables en otros sistemas; i 2.º, la descarga del eyector produce en las cámaras un lavado haciendo las veces de un sifon automático. La capacidad de los eyectores varia entre 400 i 6 000 litros. La práctica ha aconsejado colocarlos de a dos en cada estacion, trabajando alternativamente. En cambio el sistema de elevacion por eyectores tiene la desventaja de su bajo rendimiento dinámico. Esperiencias llevadas a cabo en Karachi dieron para la razon

trabajo en agua elevada  
trabajo indicado en los motores

18; en Sidney el mismo rendimiento se lleva a 0.25; en Bombay a 0.21 a 0.24. El bajo rendimiento en Karachi ha sido explicado por la gran altura de elevacion que varia entre 60 i 70 piés, exigiendo una presion del aire en el eyector de mas de dos atmósferas, en tanto que la práctica ha indicado como presion de trabajo mas favorable 1 a 1.5 atmósferas. En todo caso parece difícil llegar a un rendimiento superior

a 0.25 en marcha normal. Esto se debe a pérdidas fortuitas subsanables i a pérdidas teóricas propias del sistema.

Entre las primeras son de consideracion las pérdidas por filtracion de aire en las cañerías de distribucion i en las válvulas automáticas del eyector. Un procedimiento espedito de determinar su importancia es cerrar las válvulas de admision de los eyectores i disminuir la velocidad de los motores hasta mantener la presion del aire constante. La cantidad de aire comprimido es igual a las pérdidas. En la práctica se tolera una pérdida de un décimo de atmósfera por hora, pero si fuese mayor se deben probar los diversos trozos por separado e investigar las fallas. Esto se puede conseguir introduciendo al comienzo de las cañerías un poco de aceite de menta i percibiendo el olor a traves de la capa de terreno en que está colocada. El método tiene éxito en cañerías colocadas bajo macadam. La pérdida teórica mas importante, fuera de las relativas al compresor del aire mismo, es la debida a la imposibilidad de hacer trabajar el eyector por expansion, es decir, se pierde el trabajo equivalente al calor poseido por el aire. Esta pérdida se ha calculado en 30%. Para calcular el rendimiento de una instalacion de eyectores se coloca un individuo en cada una de las estaciones de elevacion para que anote el número de descargas en un espacio de tiempo dado a la vez que se toma al indicador el trabajo realizado por los motores. Multiplicando el cubo de líquido elevado por la altura de elevacion se obtiene el trabajo útil en kilográmetros.

El sistema de elevacion con aparatos automáticos Adams no ha recibido tantas aplicaciones como el anterior porque se aplica a ciudades de configuracion especial en que una parte alta se halla contigua a otra plana i bajo cuyas aguas servidas deben ser elevadas para alejarlas a conveniente distancia. Precisamente este es el caso que se presenta con frecuencia en nuestros puertos i por eso estimo de interes dar algunas indicaciones respecto a su funcionamiento, los que me fueron proporcionados por la misma casa constructora, con uno de cuyos jefes tuve ocasion de visitar algunas instalaciones aisladas.

Los aparatos, cuya accion es conocida de todos los profesionales, se basan en el aprovechamiento de la diferencia de nivel entre las aguas de la parte alta i baja para comprimir un volúmen de aire que se emplea en la elevacion de una cierta cantidad de agua servida. El ejemplo mas importante i conocido de este sistema es el de Douglas, Isle of Man, en que todo el sewaje de la parte baja de la ciudad es elevado a un nivel intermedio por cuatro sistemas de elevadores automáticos. Cada elevador se compone de una cámara de aire i de una cámara de presion situadas respectivamente en la zona alta i baja. Los aparatos están en duplicado en cada estacion de manera que en caso de lluvia pueden ser puestos en marcha paralelamente. Toda la instalacion está en servicio desde 1901, dando su funcionamiento entera satisfaccion a las autoridades de la ciudad. Prácticamente no han necesitado ninguna reparacion, porque con escepcion de una sola válvula, no hai otras partes movibles. El costo de vijilancia se reduce a la atencion de las rejillas colocadas a la entrada del sewaje, cuya limpia se efectúa dos veces al dia. La capacidad de los cilindros de ele-

vacion es de 400 i 500 galones, la altura de elevacion varía entre 10.75 i 25 piés, resultando un rendimiento de los aparatos que oscila entre 50 i 30%. Se ha observado que mientras mas cerca se encuentren las cámaras de aire mayor es el rendimiento.

Siendo el costo de fuerza motriz absolutamente nulo se comprende la importancia que tiene este sistema de elevacion en la práctica i la conveniencia que su aplicacion sea debidamente considerada en los proyectos de saneamiento de las ciudades de nuestra costa.

El sistema de plantas motrices aisladas ha conquistado poco hasta ahora el favor de los técnicos debido a la imperfeccion de los motores que necesitan siempre una vijilancia mas o ménos cuidadosa. Considerando en este grupo las instalaciones de bombas centrifugas acopladas a motores eléctricos, los ensayos efectuados no han dado resultado, pues aparte de la necesidad de vijilancia el rendimiento del grupo es ínfimo debido a que siendo su marcha continúa trabaja en jeneral a mui baja carga. Hai numerosas patentes en Inglaterra i otros países de grupos cuyo rendimiento se dice mas o ménos constante para cualquier carga, pero hasta la fecha ninguno ha sido sancionado con la práctica. Adams Hydraulics Limited tiene dos modelos de sistemas elevadores aislados, uno es una pequeña planta compresora con eyector; el otro es una adaptacion del elevador automático en que el aire comprimido se obtiene por un pequeño compresor accionado por un motor de agua. Este grupo elevador, que ya ha tenido numerosas aplicaciones, una de las cuales visité en Kew, deberá ser empleado siempre que no se disponga de suficiente sewaje a conveniente altura para elevar el de la zona inferior, i en cambio se puede hacer uso de agua en presion a bajo precio. Estas circunstancias se reunian en Antofagasta para cuyo alcantarillado propuse la adopcion de este aparato. El agua de mar a alta presion, obtenida de la red anexa al alcantarillado podia elevar un volúmen 5 a 8 veces superior de servaje, de 3 a 4 m.

---

El destino final mas fácil i espedito de las aguas servidas, aunque no el mas recomendable bajo el punto de vista hijiénico, es el de su incorporacion a un curso de aguas donde los microorganismos que éste contiene contribuyen a transformar poco a poco las materias orgánicas en compuestos minerales imputrescibles. El grado de dilucion necesario para hacer inapreciable la accion infecciosa de las aguas cloacales es mui variable, segun la calidad de ellas, la estacion i la naturaleza misma del curso de agua. En Inglaterra se estima que aun en condiciones favorables una dilucion menor de 1 a 30 es inaceptable i en jeneral no deberia bajar de 1 a 50.

Pero si las cercanias del rio, aguas abajo de recibir los desagües de una ciudad, son poblados i otras poblaciones emplean sus aguas para su distribucion urbana, tal solucion es totalmente inadmisibile i debe procederse a la depuracion de las aguas servidas por otros medios. Hasta ahora se ha estimado en nuestro país que estas circunstancias desfavorables no se presentan en tal forma que reclamen con urgencia la adopcion de un sistema de depuracion; sin embargo, el aumento progresivo de la

poblacion i las mayores exigencias hijiénicas obligarán la adopcion de los métodos de depuracion por filtracion empleados en Europa i Estados Unidos.

El primero de éstos i el mas empleado en el continente es el método de depuracion agrícola, cuyo ejemplo mas antiguo es el de Edimburgo que data de 150 años. Sin entrar a considerar la teoría i realizacion práctica de esta depuracion voi a resumir las principales consideraciones que es necesario tener presente en su eleccion entre todos los que pudieron aplicarse.

La existencia de terreno poroso apropiado para la irrigacion i en suficiente estension para poder recibir el caudal de aguas servidas es la base para la confeccion de un proyecto de depuracion agrícola. La «Royal Comision on Sewage Disposal» de Gran Bretaña ha llegado a la conclusion de que el mejor terreno con ese objeto es constituido por una capa de 40 m de tierra de migajon sobre una altura indefinida de terreno de cascajo bastante poroso. La arcilla impermeabiliza el suelo debiendo mezclársela con arena para llegar a obtener un terreno de segunda calidad para la irrigacion. Sólo en caso de existir una capa de terreno impermeable debajo del cascajo es necesario establecer un drenaje del terreno. La comision fijó como base para calcular la estension de campo necesaria, 100 personas por acre de terreno favorable a la irrigacion (250 personas por ha), pero esta base depende tanto de las particularidades del terreno i de la clase de cultivo a que se les destina, como de la naturaleza de las mismas aguas servidas. La comision declara que «un juicio correcto sobre este punto puede sólo establecerse con ayuda de una prolongada esperiencia...» Así se ha podido aceptar a veces 750 personas por ha, sin perjuicio de la depuracion ni del beneficio económico. En Edimburgo se obtiene el mejor rendimiento con un riego de 2 galones por yarda cuadrada por día, cantidad que corresponde aproximadamente al límite de 40 000 m<sup>3</sup> por ha i por año fijada por lei al servicio del saneamiento del Sena. Sin embargo, en la practica este límite suele ser sobrepasado, lo que ha obligado a la Municipalidad de Paris a emprender la ejecucion de obras importantes de depuracion por filtracion artificial, de que hablaré mas adelante. Actualmente Paris cuenta con 5 130 ha de campos de depuracion, correspondiendo un promedio de 520 personas por ha. Como hasta la fecha parte de las aguas cloacales se vacian directamente al Sena, se ha decidido la ampliacion de los campos de depuracion sobre los terrenos de aluvion antiguos del valle del Sena, mas allá de Triel. Los campos de depuracion de Berlin alcanzaban en Mayo de 1912 una estension de 17 565 ha de los que la mitad aproximadamente se destinaban a la irrigacion propiamente tal, correspondiendo 250 personas por ha.

En general la irrigacion no podrá efectuarse, durante todos los dias del año sin perjuicio de los cultivos; en tiempo lluvioso la depuracion se llevara a cabo de manera deficiente debido a la saturacion con agua del suelo. Se ha recurrido a veces al expediente de desviar temporalmente las aguas servidas hácia los cursos de agua, que por hallarse en crece pueden recibir las con menor inconveniente, i otras se ha tenido que recurrir a la filtracion artificial.

En cuanto al aspecto económico de la irrigacion la Comision de Gran Bretaña

llegó a la conclusión de que aun cuando «en general un campo de depuración no dejará beneficio si el interés i amortización del capital son tomados en cuenta, el hecho de que en muchos casos favorables los gastos de explotación queden cubiertos por el producto de las cosechas es una circunstancia a favor del cultivo en conexión con el tratamiento por irrigación de las aguas servidas». En Berlín las entradas alcanzan apenas a cubrir los gastos de explotación, en París el déficit es considerable. Además, tomando en cuenta que cerca de las grandes ciudades el precio de los terrenos es exorbitante se comprende que el resultado de una depuración agrícola bajo el punto de vista económico deje casi siempre de desear.

Respecto a la forma de explotación, en Inglaterra i Alemania, con pocas excepciones, se lleva a cabo por administración por los municipios de que depende la obra de saneamiento; en cambio en París i otras ciudades de Francia se ha procedido ya sea por contrata, por administración o simplemente concediendo las aguas fertilizantes a discreción a particulares.

---

Los métodos de filtración artificial se basan en el paso de las aguas servidas a través de filtros preparados artificialmente, después de hacerles experimentar una o varias preparaciones previas. Los filtros son de tres tipos principales:

Filtros de arena,  
Filtros o lechos de contacto i  
Filtros o lechos percoladores.

Las operaciones previas son:

Decantación,  
Precipitación química i  
Procedimiento séptico.

La decantación se verifica en la misma forma que para la provisión de agua potables. Poco frecuente como procedimiento aislado, es empleado en Inglaterra después del tratamiento químico, en París antes de la filtración por arena, en Wilmerstorf antes de los lechos percoladores, etc.

La precipitación química constituye a veces un método definitivo de depuración, por ejemplo en Londres. En las estaciones de Abbey Mill i Crossness el sewaje es tratado por una lechada de cal i en seguida por una disolución de sulfato de hierro. No siempre la depuración se obtiene de igual manera: en Ealing se empleen 7 granos de cal i 3 granos de cadferalun (sal férrica) por galón, en Richmond se usa cal i sulfato de alúmina i hierro. Los anteriores son los precipitantes mas empleados pero existe un gran número de otros constituidos en gran parte por los mismos cuerpos. Como

resultado se obtiene la precipitacion de la mayor parte de las materias orgánicas en suspencion i el 5 a 15% de las en solucion. Esta depuracion es poco comun fuera de Inglaterra debido al precio elevado que alcanzan los sulfatos de alúmina i hierro. En su lugar es mui empleado en Alemania el procedimiento de Degener-Rothé que se basa en la precipitacion que se produce agregando una emulsion de carbon gris (especie de turba) a las aguas servidas. En Potsdam el precipitante se agrega en forma de un líquido espeso en proporcion de 1,5 k por m<sup>3</sup> i en seguida se añade un aglomerante constituido por tierra de greda en proporcion de 0,25 k por m<sup>3</sup>.

El procedimiento séptico se basa en la liquefaccion de las materias orgánicas sólidas en suspencion en el líquido por la accion de los bacterios anaeróbicos verificada en ausencia de aire i luz. Se construyen estanques en que el sewaje permanece 24 horas en tratamiento séptico, 30 a 50% de las materias orgánicas son liquidadas; 25% desaparece en forma de gases carbónico, sulhifídrico, etc., provenientes de la putrefaccion que acompaña al procedimiento. En Hampton-on-Thames, donde por primera vez se aplicó el procedimiento, éste sustituyó a los lechos de contacto que no daban buenos resultados. El sewaje es conducido primero a un estanque cubierto, de decantacion, dividido en dos compartimientos que se usan alternativamente. De estos estanques pasa el líquido decantado a la cámara hidrolítica que se halla dividida en 3 compartimientos, los laterales son de sedimentacion, el central de reduccion de los depósitos orgánicos que en él se reunen. Un vertedero determina la cantidad relativa de líquido que pasa a cada compartimento. La ventilacion del sistema se obtiene por un ventilador que aspira el aire de las cámaras i canales i estraee los gases a medida que suben a la superficie del líquido.

Un procedimiento semejante al del estanque séptico pero realizado al aire libre es el que se presenta en el decantador Kremer de frecuente empleo en las instalaciones de depuracion alemanas, un modelo habiéndose instalado tambien como ensayo en uno de los campos de irrigacion de Paris. El aparato Kremer realiza la separacion de las materias en suspencion haciendo circular el agua por estrechas canaletas que le imprimen bruscos cambios de direccion. El líquido pierde así su viscosidad i deja precipitar rápidamente las finas particulas en suspencion que se acumulan en el fondo tubular del aparato. Un Kremer de 25 m<sup>2</sup> de superficie puede clarificar 2 000 m<sup>3</sup> por dia i las aguas clarificadas pueden pasar perfectamente a los filtros definitivos de depuracion.

Las materias sólidas separadas por alguno de los procedimientos previos contienen valiosas propiedades como abono i por eso se las recoje para entregarlas a los agricultores. Las materias son jeneralmente aprensadas en aparatos especiales i reducidas a tortas. En Hampton el cieno es depositado en zanjas abiertas en el terreno i cubierto por tierra, estado en que permanece durante varios meses, al cabo de los cuales se saca i vende como abono. En Lóndres el cieno conteniendo 92% de aguas es impulsado por bombas a vapores que lo conducen a la boca del Támesis i lo desparraman por el fondo en una estension de 10 millas. Cada vapor lleva 1 000 toneladas, depositándose al año de esta manera 1 500 000 toneladas.

*Filtracion a traves de arena.*—Este sistema de depuracion ha tenido su origen en Estados Unidos, i representá una etapa mas avanzada de la filtracion intermitente sobre terreno natural, llamada tambien irrigacion sobre campo muerto, es decir, sin tomar en cuenta el beneficio agrícola. Se establecen estanques formados por el terreno natural escabado en cierta profundidad, estanques que se llenan de aguas servidas las que se dejan filtrar a traves de las paredes, mediando entre cada dos llenadas cierto número de horas. De esta manera se han llegado a purificar 500 m<sup>3</sup> por ha i por dia.

Los filtros de arena se construyen comunmente en igual forma que los para agua potable. La manera de operar estos filtros depende de la dimension de los granos de la primera capa de material: si es de arena fina, toda la superficie se cubre con el líquido; si es de arena gruesa o gravilla el líquido se distribuye ya sea por canaletas que forma la misma arena o por cañerías perforadas de fundicion, greda vidriada o cemento. La alimentacion es siempre intermitente, pero los períodos de filtracion i de descanso varían enormemente de un lugar a otro. Con los sifones alimentadores automáticos Adams la intermitencia es de alrededor de una hora. La cantidad de servaje susceptible de ser filtrada por ha depende principalmente del procedimiento previo a que haya sido sometido: si ha sido una simple decantacion pueden recibirse diariamente de 500 a 1 500 m<sup>3</sup> por ha, pero si el líquido ha experimentado una precipitacion química esa cantidad puede elevarse a 15 000 o 20 000 m<sup>3</sup>.

En las nuevas obras de depuracion de Paris en Carrières-Triel se han construido filtros de arena de una forma orijinal. Son tres estanques rectangulares de fondo tronco cónico de 200, 300 i 400 m<sup>2</sup> de superficie destinados a retener las materias en suspension que persisten despues de las repetidas decantaciones espermentadas por el líquido en Clichy, Colombes i Triel mismo. Para esto se hallan provistos de una capa de filtrante constituido por ripio de 5 cm en el primer decantador, por ripio de 2,5 cm en el segundo i en el tercero de arena gruesa. Estos materiales se hallan colocados sobre una hoja de palastro perforada i a media altura de los estanques. La alimentacion se hará alternativamente por abajo i por arriba con el objeto de obtener una limpia parcial de la capa filtrante. La limpia directa se hará por aire comprimido que se distribuirá por cañerías directamente sobre las hojas de palastro. El aire removiendo los granos de filtrante efectuará la limpia.

*Lechos de contacto.*—Son los filtros artificiales de mas antigua aplicacion. Son construidos por material poroso de 4 a 6 cm de dimension, siendo los mas usados coque i escorias de horno metalúrgicos o crematorios. Su accion está principalmente basada en el trabajo de oxidacion realizado por los bacterios aerobios. Los lechos de contacto se tratan siempre intermitentemente. Segun las esperiencias llevadas a cabo desde hace cerca de veinte años en Barking (Lóndres) se llega a obtener una depuracion máxima de 75% con un contacto de 2 horas. Los filtros son operados en períodos de 8 horas: 1 hora de carga, 2 de contacto i el resto de descarga i descanso. Segun el grado de depuracion requerida i la calidad del líquido afluente los lechos de contacto se emplean por accion simple, doble o triple, es decir el agua obtenida por

una primera filtracion es tratada de nuevo en un segundo filtro i a veces en un tercero. Término medio se pueden tratar por doble contacto 6 000 a 10 000 m<sup>3</sup> por ha.

A pesar de muchos resultados satisfactorios los lechos de contacto son cada dia ménos empleados. En casi todas las nuevas instalaciones depuradoras se consultan otros sistemas de depuracion, especialmente por medio de lechos percoladores, actualmente mui en boga.

*Lechos percoladores.*—Son simples lechos de contacto en que los períodos de alimentacion i descanso se suceden con rapidez. El líquido se reparte por toda la superficie mecánicamente por medio de aparatos especiales llamados «sprinklers», de los que hai jiratorios i translatorios. Los primeros se ponen en movimiento jeneralmente por la reaccion del agua que se escurre como en una fuente de Heron; en los segundos se aprovecha la fuerza del mismo caudal afluente haciéndolo accionar una turbina cuya rotacion se comunica al carro que se traslada a lo largo del lecho, regando por medio de un tubo perforado o una canaleta toda la superficie. A veces se ha empleado fuerza motriz para mover sprinklers de grandes dimensiones.

Los lechos percoladores pueden fabricarse con coque, clinker, ladrillos quebrados o grava, habiendo dado en todas partes los mejores resultados los dos primeros materiales. En la práctica producen el mismo efecto que los lechos de contacto, pudiendo filtrar a igual superficie una cantidad doble de líquido. Los percoladores tienen aun la ventaja de que su colmatacion es ménos rápida i su limpia mas fácil por encontrarse sobre el nivel del suelo i limitados por trozos únicamente sobrepuestos. En efecto, se construyen jeneralmente elevados sobre el terreno, siendo retenido el filtrante por paredes de ladrillo o gruesos trozos del mismo material interior que dejan entre sí espacio para la circulacion del aire.

Entre las instalaciones de lechos percoladores mas modernas que tuve ocasion de visitar se distingue la de Paris en Triel i la de Wilmersdorf. La primera, recientemente puesta en explotacion, consta de 10 lechos de 15 m  $\times$  70 m rellenos con escoria de altos hornos, provistos de aparato distribuidor translatorio i regulado automáticamente de manera a dejar un tiempo de descanso igual al de cada riego. La instalacion de Wilmersdorf, dota solo de 1908 i se compone de estanques de decantacion i lechos percoladores circulares de 20 m diámetro, rellenos con coque i alimentados por distribuidor rotatorio. La intermitencia en la distribucion se obtiene por medio de un gran estanque automático regulado por flotador, estanque que se descarga cada 5 minutos.

## II

El saneamiento de una ciudad no constituye solo el alejamiento de las inmundicias líquidas, sino tambien de los desperdicios sólidos a que da oríjen la vida colectiva. Estos desperdicios se dividen en dos clases: desperdicios domésticos i desperdicios o basuras de la calle. Siendo de distinto carácter, son distinto a la vez los métodos empleados para deshacerse de ellos. El mas económico, sencillo, pero tambien el mas reprochable bajo el punto de vista sanitario, i el único conocido hasta ahora

entre nosotros, es el de arrojarlos en montones en los alrededores de las ciudades. Los desperdicios domésticos, por ser una acumulacion heterojénea de sustancias orgánicas e inorgánicas, muchas de las cuales contienen ya un principio de descomposicion, depositadas libremente a la intemperie i al sol por tiempo indefinido, entran en fermentacion i putrefaccion dando oríjen no solo a gases malsanos sino tambien, i mui especialmente, a la propagacion de microbios patójenos con ayuda de la enorme multiplicacion de moscas, pulgas i otros parásitos que en los botaderos se efectúa i a cuya propagacion contribuyen tambien no poco los perros que acuden a rebuscar su alimento entre las basuras i las personas desvalidas que nunca dejan de encontrarse en esos lugares seleccionando una que otra cosa aprovechable. Afortunadamente este sistema va siendo abandonado en los países adelantados i reemplazado por otros mas conformes con los preceptos hijiénicos.

El mas comunmente empleado hasta ahora en el continente europeo es el de aprovechar los desperdicios, tanto domésticos como públicos, en el abono de las tierras. Este método, si bien tiene la ventaja de destinar las basuras a un fin provechoso, lleva el inconveniente de las numerosas manipulaciones de carga, descarga, desparrame, etc., a que debe ser sometido, operaciones todas que, por el gran volúmen de las materias, resultan fatigosas i reducen su estimacion como abono.

Habiéndose hecho difícil su venta en estas condiciones, se procedió en Francia i Alemania a obviar los inconvenientes referidos efectuando la trituracion previa de los desperdicios domésticos ántes de entregarlos al consumidor, procedimiento que tuvo su cierto auge en estos países hace unos diez años. La trituracion, ademas de reducir el volúmen del abono hace utilizables bajo el punto de vista agrícola la mayor parte de las sustancias orgánicas i minerales contenidas en los desperdicios. El costo de una instalacion completa trituradora, incluyendo edificios i demas accesorios, lista para trabajar i capaz de triturar 12 500 toneladas anuales, alcanza en Europa a 2 500 libras. El costo anual de explotacion, incluyendo reparaciones, intereses i amortizacion del capital, es en término medio de 1 500 libras, es decir, 2½ chelines por toneladas. En Paris, donde varias compañías instalaron usinas de trituracion, el precio de venta alcanzaba a 3 francos dejando un pequeño beneficio, pero como resultado de la crisis de la industria azucarera, que empleaba grandes cantidades de este abono, el precio bajó en tal forma que las compañías trituradoras hubieron de disminuir considerablemente su produccion. Para hacer mas fácil aun la colocacion de los desperdicios en la agricultura se ha procedido hace pocos años a llevar la trituracion hasta reducir las materias a polvo, obteniéndose un abono que se expende en el comercio bajo el nombre de poudro, pero cuyo empleo limitadísimo no ha correspondido a las espectativas de los fabricantes.

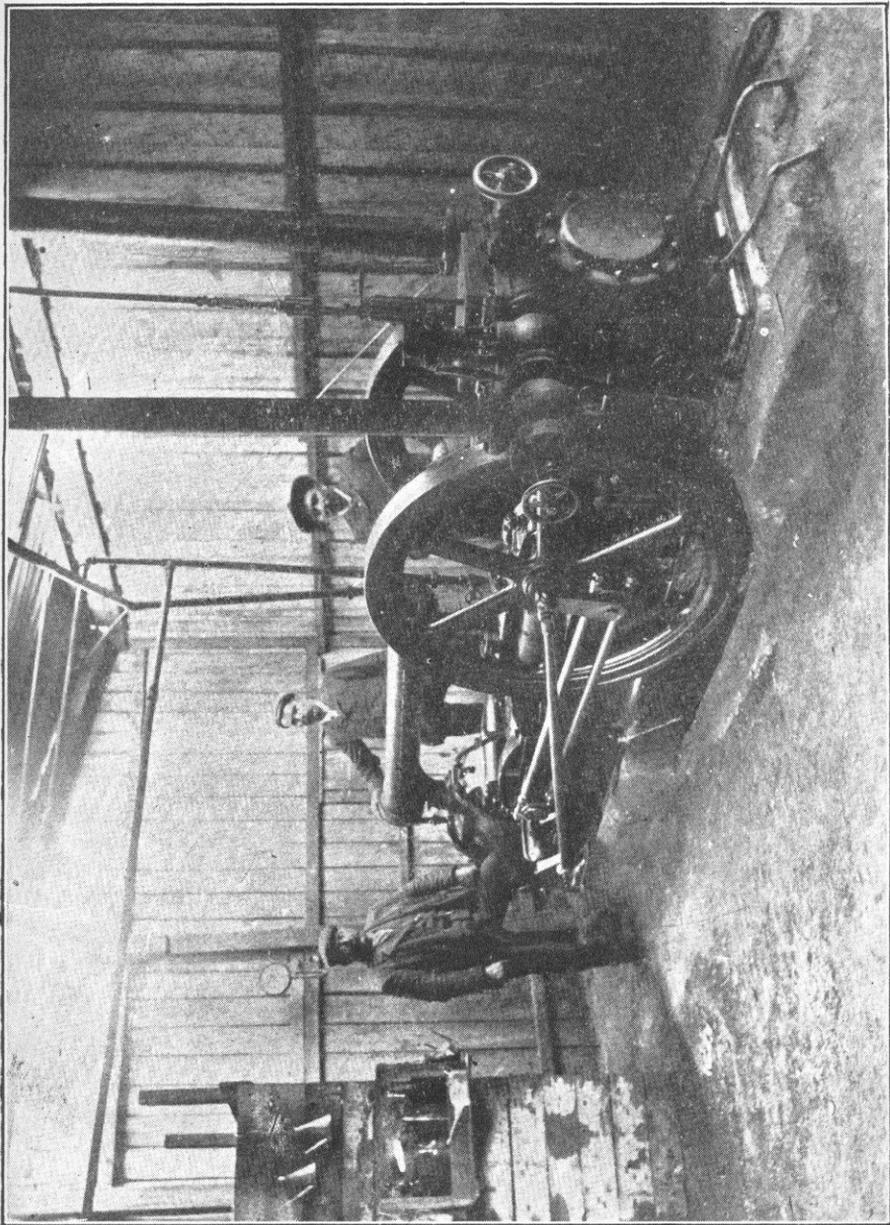
Por fin, tanto en Francia como en Alemania los procedimientos de trituracion i pulverizacion son cada vez ménos empleados i aun varias de las instalaciones han sido clausuradas para tratar las basuras por el único método que satisface todas las condiciones hijiénicas deseables a la vez que reduce el costo de explotacion con la

venta de los productos secundarios i la utilizacion de la enerjía calorífica en los desperdicios, cual es la cremacion en hornos apropiados.

No hai para qué hacer notar que en nuestro pais, donde se hace un uso casi nulo de los abonos para mejorar las tierras, los productos de la trituracion o pulverizacion de las basuras no tendrian salida alguna haciendo desde luego imposible económicamente la implantacion de estos sistemas de tratamiento. De igual manera seria escusado querer implantar en nuestras ciudades el tratamiento por dijestion de vapor usado en algunas ciudades de Estados Unidos, los productos de cuya operacion se venden a fábricas químicas. En fin, otra forma de tratamiento de las basuras que se ha abierto campo en algunas rejiones de Inglaterra, es la fabricacion de briquetas con desperdicios pulverizados i mezclados con alquitran; pero entre nosotros, donde no ha podido implantarse ni la fabricacion de briquetas de carbon no podrá seguramente surjir.

*(Concluirá).*

---



COMPRESORA DE AIRE PHENIX CON MOTOR A VAPOR