

# REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

**Redactor-Presidente...** Excmo. é Ilmo. Sr. D. Leonardo de Tejada, Inspector general del Cuerpo  
**Redactores.....** Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.  
 D. Antonio Sonier, Profesor de la Escuela de Caminos.  
 D. Manuel Maluquer, Ingeniero del mismo Cuerpo, *Secretario*.  
**Colaboradores.....** Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

## ALCANTARILLAS

### Sus condiciones bajo el punto de vista higiénico.

Desde los brillantes trabajos de Mrs. Pasteur, Koch y otras eminencias médicas, proseguidos hoy por sus discípulos con el más brillante resultado, el origen de un gran número de enfermedades, y principalmente de las infecciosas, se considera debido á la intervención en la economía humana de esos organismos extraños ó parásitos que la destruye y envenena, llamados microbios.

En todos aquellos sitios en que existen deyecciones orgánicas provenientes de las aglomeraciones urbanas, ó en los que la materia viva entra en descomposición, y también en el cuerpo de los individuos atacados de enfermedades infecciosas, el examen microscópico revela la existencia de esos organismos infinitamente pequeños que tan profunda influencia ejercen en las condiciones de la vida. Unos, como las algas, hongos, etc., viven y respiran como los vegetales, y otros pertenecen al reino animal y están dotados de movimiento, denominándose especialmente *bacterias*. Las variedades principales son los micrococos que se presentan en forma de pequeñas celdas, redondeadas ú ovaladas, los *bacilos* que afectan la forma de bastoncillos, las bacterias propiamente dichas, cuyo aspecto aplastado y oblongo se asemeja á la forma de la suela de un zapato, los vivrones en forma de S, y los *espirilos* en la de una espiral animada de rápidos movimientos.

Estos microbios que se presentan aislados ó constituyendo colonias ó agrupaciones, y que están por completo conocidos en sus caracteres morfológicos, se multiplican con rapidez asombrosa, ya por división en partes, ó por la formación de *sporos* ó gérmenes vivos que pueden ser conducidos muy lejos y conservan casi indefinidamente la facultad de desarrollarse cuando encuentran condiciones favorables y un medio á propósito para ello.

Son los principales agentes de la fermentación y de la transformación de las materias, por cuyo auxilio ésta se descompone y recorre el ciclo necesario para hacer posible la continuación de la vida sobre la tierra.

Muchos de estos microbios son inofensivos é impunemente entran en nuestra economía, ya por el aire que respiramos, ya por el agua que bebemos, ya en los alimentos rancios; pero otros, los microbios patógenos, que en su mayor parte pueden vivir en medios desprovistos de oxígeno, son específicos de las enfermedades infecciosas ó *zymóticas*, y se encuentran siempre en el enfermo que las padece, en las deyecciones, etc., habiéndose clasificado perfectamente los que originan la rabia, el cólera, el tífus, el carbunco, las fiebres palúdicas, la difteria, y recientemente el de la peste bubónica, siendo sus condiciones de existencia y desarrollo, humedad, calor y falta de oxígeno.

La transmisión de estos organismos y contagio de estas enfermedades se cree que se ocasiona unas veces por contacto y otras por intermedio de la tierra, del agua, del aire ó de otro cuerpo que, sirviendo de vehículo, lleve los gérmenes de la enfermedad, si bien se ha demostrado que no salen los microbios del líquido que les contenga por simple evaporación.

Bastan las consideraciones expuestas para el objeto que nos proponemos en el estudio del alcantarillado, y no nos extenderemos más acerca de un punto bastante oscuro todavía, porque no se ha decidido aún si son los microbios los agentes específicos de la enfermedad ó sólo el vehículo de ella, y si se deben las infecciones á su acción directa ó á la producción por su intermedio de leucomainas y ptomainas ó alcaloides de origen orgánico.

*Infección del aire.*—Una alcantarilla mal construida puede ser un foco de infección que envenene por completo el aire, cambiando de todo su composición. A ella afluyen todas las deyecciones ó inmundicias de la población, y, mal trazada, y conservada han de producirse necesariamente estancamientos y detenciones, en los que con ayuda del ambiente húmedo y caliente que en ellas reina, se verifica pronto la fermentación pútrida, y con ella el desarrollo y multiplicación de los gérmenes infecciosos, microbios, bacterias, etc., con grave peligro de la salud pública.

La composición química del aire se modifica hasta el punto que, cita Lecoy en su tratado de higiene, comprobado por él en el de una alcantarilla que tiene las siguientes proporciones: 2 por 100 de oxígeno, 94 por 100 de nitrógeno y 4 por 100 de ácido carbónico.

Pero no es esto sólo; las materias orgánicas en descomposición producen hidrógeno sulfurado, ácido sulfhídrico y sulfhidratos de amoniaco, gases á que se debe el olor acre irritante que se percibe en las profundidades de ciertos sumideros.

La cantidad de estos gases que puede producirse es enorme, pues, según Erisman, un metro cúbico de materias fecales y orina puede producir en veinticuatro horas 315 litros de ácido carbónico, 149 de amoniaco, 42 de hidrógeno sulfurado y 5,79 de hidro-carbonato de hidrógeno, absorbiendo en igual tiempo 769 gramos de oxígeno.

Respecto á la infección por el arrastre de micro-organismos, según los estudios de Nageli y Wernich, de un líquido en putrefacción no se desprenden por la sola evaporación, sino que hace falta que la corriente de aire sea bastante intensa para que al rozar la superficie del líquido arrastre partículas del mismo; pero en una alcantarilla de sección mil calculada y peor conservada, en que el nivel del líquido viscoso que por ella discurre es muy variable, y se originan frecuentemente detenciones y obstrucciones en la marcha normal, que pueden ocasionar en ciertos casos el que se sequen las paredes antes bañadas, entonces el aire puede arrastrar los esporos de los microbios y producir la infección si encuentran medio conveniente para desarrollarse. Cuando la red de galerías de saneamiento de una población se ha trazado y construido con arreglo á las leyes

de la ciencia de la higiene urbana, hay agua abundante, pendiente suficiente y la vehiculación acuosa arrastra continuamente todas las materias fecales, todas las inmundicias, entonces no hay temor de que tales efectos se produzcan.

Hablando del gran saneamiento de Londres, dice Mr. Freycinet que se ha demostrado por experiencias múltiples:

1.º Que la putrefacción de las aguas negras de las alcantarillas, cuando se estancan no empieza á manifestarse, aun en las condiciones más desfavorables, hasta el segundo día; pero si las materias están en movimiento, el momento de la putrefacción se retrasa siempre.

2.º Que con una pendiente de 0,0002 las aguas toman una velocidad de 0,60 metros por segundo, y que á esta velocidad, las materias en suspensión, es decir, aquellas que entran en la composición ordinaria de las aguas de las alcantarillas, no se depositan en las galerías. Por debajo de esta velocidad, los depósitos empiezan á formarse.

Se deduce de aquí, que la pendiente de dos diez milésimas, siempre que las circunstancias permitan adoptarla, resuelve la cuestión del saneamiento. En efecto, á la velocidad de 60 centímetros por segundo que le corresponde ó de 2.400 metros por hora, los líquidos de las alcantarillas recorren en un día 57 kilómetros, ó sea una longitud mayor que la impura red de alcantarillas, medida entre sus puntos extremos. A no acudir á la limpieza artificial, no debe descender la pendiente de aquel límite, para que en ninguna parte tengan tiempo los depósitos de entrar en putrefacción.

En tales condiciones, con una ventilación activa y frecuente, no se altera ni puede alterarse la descomposición del aire de las alcantarillas, y numerosas observaciones así lo demuestran; en las de Francfort y Dantzic, la proporción de oxígeno es la normal y la de ácido carbónico baja á 0,53 por 100, y de las que en Londres se encontraban en peores condiciones, el análisis ha dado el siguiente resultado:

	Nitrógeno.	Oxígeno.	Acido carbónico.
Aire de la alcantarilla.....	78,79	20,71	0,51
Aire normal.....	79,00	21,00	0,0004

En cuanto á los micro-organismos infecciosos, aunque se presenten bajo forma de tanta fuerza y resistencia como la de los *sporos*, tienen que ser arrastrados por la corriente de las aguas que en sus minimum de gastos, correspondientes á las costumbres de vida locales ó al régimen de las lluvias lava el fondo y las paredes de las galerías.

Por otra parte, una circulación continua de agua mantiene la humedad de la atmósfera y los gérmenes patógenos quedarán siempre pegados á las paredes, cuando baje el nivel, sin que haya que temer ni aun remotamente el peligro que algunos higienistas indican, de que se escapen en los tiempos secos, como dice Durand Claye, los microbios más ágiles, entre los que arrastra la onda impura.

Estos hechos lo comprueba la observación en numerosas ciudades, y en los que la red de galerías está en completa comunicación con la atmósfera, sin que se observe olor alguno, ni el menor perjuicio para la salubridad pública, y las experiencias de Miquel, eminente bacteriólogo, que dice que el aire de las alcantarillas está desprovisto de gérmenes, siendo en muchas ocasiones más puros que el de las mismas calles.

Kocti y Locka han probado también que el aire de las alcantarillas es muy pobre en microbios, y los ensayos practicados en Postdam, en el aire de un colector muy cargado de aguas negras, han demostrado que era casi puro, hasta el punto de que en 50 litros apenas se encontraban uno ó dos microbios. Finalmente, el vapor acuoso que se ve salir en invierno por los embornales,

no contiene mayor número de organismos, del mismo modo que según dice Pornill, no está más infeccionado el aire que exhala en invierno el ser humano, ya se encuentre en estado de salud ó enfermo.

Aun con estas condiciones, si el sistema de galerías estuviese aislado de la atmósfera, se viciaría bien pronto el aire interior, pues las materias orgánicas al oxidarse alterarían por completo su composición.

Y por otra parte, esta comunicación es necesaria en las alcantarillas visitables, para permitir la respiración de las brigadas de limpieza, y como acabamos de demostrar, no presenta inconveniente alguno, de modo que debe admitirse como una ley ya axiomática, como una regla evidente de higiene pública.

Así, existiendo entre las alcantarillas y la atmósfera una corriente de aire que se establece con pequeña intensidad, ya en un sentido ya en otro, pero casi siempre según las marchas de las aguas y por las bocas y registros, cuando aquéllas tienen las condiciones que la ciencia aconseja, no hay peligro ni inconveniente alguno para la salud del vecindario.

En el caso de que en los cambios atmosféricos se produjese alguna corriente más violenta que arrastrase algún micro-organismo, éste moriría y se destruiría en la masa enorme de la atmósfera de la vía pública.

Pero como no sucede lo mismo con el aire interior de las habitaciones, cuyo volumen es limitado en general, y la ventilación no es muy activa, deben estar éstas en completa incomunicación con las alcantarillas.

*Infección de las capas de agua del subsuelo.*—Una alcantarilla mal construída, de tal modo que sus paredes sean permeables, puede inficionar por completo las capas de agua del subsuelo, permitiendo el paso por filtración de las aguas negras que poco á poco se difunden en la masa de agua que les rodea.

Cuando ésta, como ocurre en la generalidad de los casos, se emplea en el servicio doméstico elevándola á la superficie por medio de pozos, bombas, etc., y sobre todo cuando se usa como bebida, si han sido contaminadas con las materias que arrastran las alcantarillas, para las que no es una cifra muy elevada 80.000 microbios por centímetro cúbico, pueden ocasionar el desarrollo de enfermedades infecciosas, pues los microbios, tan abundantes en aquéllas, no encuentran en su camino, hasta llegar al individuo, ningún obstáculo ni la menor valla ó causa de atenuación ó de muerte.

Pudieran citarse numerosos hechos y observaciones en apoyo de esta circunstancia, principalmente por lo que se refiere al tífus abdominal y al cólera, cuyo contagio se verifica sirviendo el agua de vehículo al germen patógeno por medio del tubo digestivo, como está demostrado por modo preciso, según dijo Brouardel.

En Nápoles observó Fario el desarrollo del cólera debido al uso de aguas de pozo contaminadas, en las que se encontraron 14.500 micro-organismos por centímetro cúbico, y lo mismo en Palermo durante la epidemia de 1866-67.

En Croydan, según dice Babburri-Lathan, se desarrollaron diferentes epidemias de fiebre tifoidea por el uso de aguas contaminadas por las alcantarillas.

Esta, en tales condiciones construída, no es en resumen más que un pozo negro, un sumidero cuya superficie de filtración es muy grande, y sabidos son los terribles efectos de infección que producen estos depósitos permeables que la ciencia higiénica ha desechado en absoluto sin que la más débil voz se haya levantado en su defensa.

Tampoco puede admitirse, á pesar de la respetabilidad de los nombres de los que proponen el sistema Porfield, Petten, Kofer y Virchou, construir alcantarillas permeables á un nivel inferior al de las capas de aguas subterráneas, y cuyo fundamento consiste en que con tal disposición se establecerá siempre una corriente del subsuelo á la alcantarilla que impedirá la salida de las materias que ésta arrastre y saneará aquél.

No es exacta la base en que se funda. La corriente del sub-

suelo á la alcantarilla puede alterarse por un aumento de presión en ella ó por un cambio de régimen producido por una causa exterior, y ocasionarse, en la medida que hemos dicho, la infección del agua subterránea.

*Infección del subsuelo.*—Se produce en una alcantarilla mal construida y permeable del mismo modo que la de la capa acuifera.

Los gases deletéreos que pueden producir la fermentación pútrida en los depósitos y estancamientos, ácido carbónico, hidrógeno sulfurado, ácido sulfhídrico y sulfhidrato de amoniaco, pasan á través de las fábricas al subsuelo exterior, infeccionando el aire que éste encierra en sus poros y mezclándose con él, dependiendo el fenómeno de la tensión relativa de los gases y del aire, de la temperatura, de la presión barométrica, etc.

De este modo puede modificarse por completo la composición química del aire subterráneo que llega á través de los sótanos á las habitaciones y patios interiores.

Citaremos en apoyo de esto, las observaciones de Todor, que encontró en el aire del subsuelo de los patios de la Universidad de Klansembourg, una cantidad de ácido carbónico cuatrocientas veces mayor que la que contiene el aire atmosférico.

Las aguas negras que pasan á través de las paredes permeables, alteran también la composición química del terreno, como lo demuestran los análisis practicados por Wurts, de los que resulta para un kilogramo de tierra tomada cerca y lejos de una mala alcantarilla, lo siguiente:

PARA UN KILOGRAMO DE TIERRA SECA	Próxima á la alcantarilla.	Lejos de la alcantarilla.
Pérdida al fuego.....	140,00	40,00
Carbono de las materias orgánicas..	9,800	1,050
Amoniaco de las sales amoniacales.	0,013	0,002
Amoniaco libre de las materias nitrogenadas.....	0,098	Trazos.
Acido nítrico.....	0,316	0,019

Con las aguas negras pasan también los micro-organismos infecciosos que las contienen, extendiéndose por todo el terreno, sobre todo si la capa acuifera subterránea ayuda á su difusión,

El nivel de ésta es sabido que tiene oscilaciones en la mayor parte de los casos, siguiendo un régimen que varía con el de las lluvias y con las estaciones; al bajar dejan en seco capas de terreno cuajadas de micro-organismos, que al perder toda su agua deja á éstos en libertad, y una corriente de aire, cualquier cambio en la tensión relativa de la atmósfera del subsuelo y de la exterior, puede lanzarlos á éstos en busca de oportunidad morbosa donde desarrollar sus terribles efectos. Asi se explica el hecho alguna vez observado de suceder á una lluvia torrencial después de una fuerte sequía, el desarrollo de una epidemia, porque el aire subterráneo completamente intoxicado es empujado al exterior por el agua.

El fenómeno de la infiltración no tiene en estos casos suficiente intensidad para destruir los efectos de la infección, porque en el subsuelo de una ciudad el aire no se renueva con bastante frecuencia para permitir su desarrollo completo ó intervenir en cantidad suficiente para permitirla.

M. DIZ BERCEDÓNIZ.

(Se continuará.)

## RIEGOS (1)

La falta de riegos es general en toda España; pudiendo asegurarse que muchas de sus provincias, entre las que figuran la mayor parte de las andaluzas, carecen casi en absoluto de ellos. Provincias hay en Andalucía, como ocurre en la de Cádiz, en

donde podrían beneficiarse con los riegos más de 40.000 hectáreas. Aun teniendo, pues, en cuenta las pocas provincias en que los riegos alcanzan casi su completo desarrollo; y las otras pocas en que existen algunos, no es aventurado suponer existen en España un millón de hectáreas, que siendo susceptibles de ser regadas, carecen en la actualidad de este beneficio.

El aumento de valor que alcanza una hectárea de terreno al pasar de secano á regadío, oscila entre el triplo y el décuplo de su valor de secano, y aun en casos excepcionales á más de lo representado por este último límite. Teniendo, pues, en cuenta que la región andaluza, que es una de las más desprovistas de riegos, es en la que los terrenos son más férciles y aumentan más en su valor, no es exagerado suponer que el aumento de valor de cada hectárea sea por término medio de *dos mil pesetas* para todos los terrenos regables dentro de las condiciones de este plan.

Tenemos, pues, en nuestra España un capital latente de *dos mil millones de pesetas*, que si pudiera hacerse ingresar en las arcas del Tesoro, sin perjuicio ni gravamen para nadie, y antes por el contrario con beneficio general para el país y con aumento de los ingresos ordinarios, á virtud de una operación legal, el estado de cosas que por ello se creara proporcionaria al Tesoro tan cuantiosos ingresos, que consentirían ya desde luego, en determinado y no lejano plazo, fomentar en gran escala nuestra marina de guerra, defender nuestras plazas principales y desarrollar nuestras obras públicas, contribuyendo al mismo tiempo á amortizar el último empréstito sin gravamen ni perjuicio para nadie; y antes por el contrario proporcionando, como queda ya indicado, y es la base de mi plan, el inmenso beneficio que representa la transformación en terrenos de regadío de un millón de hectáreas de secano.

Es, sin embargo, un hecho que todos presenciamos el que las empresas de riego no prosperan en la mayoría de los casos, y que en muchos dejan hasta de subsistir como consecuencia de su ruina, á pesar del auxilio con que la Administración coopera á su planteamiento y desarrollo. ¿Sucede esto acaso porque las empresas de riego sean esencialmente ruinosas? No, en manera alguna; pues evidente es el beneficio de los riegos y el considerable aumento que ellos producen en la propiedad y en la riqueza. ¿Dependerá acaso tan funesto resultado de la manera poco acertada con que se proyecten y realicen estas obras? Ingenieros inteligentes las estudian, y particulares ó empresas siempre celosas del mejor empleo de su capital, son las que las realizan y construyen. No está, pues, ni en lo esencial ni en lo accidental de estos negocios la causa de los desastres que lamentamos. La causa verdadera de ellos está en que ni las empresas que destinan á riegos sus capitales, ni la Administración que para su objeto las auxilia, trabajan para ellas y en su beneficio, sino que, por el contrario, reservándose la peor y más costosa parte de la empresa, ceden injusta y gratuitamente los fabulosos beneficios que alcanzan, por el mayor valor que las tierras regadas toman, á favor de los propietarios de estas tierras, que, no sólo no contribuyen en la mayor parte de los casos á este éxito con sacrificio alguno de su parte, sino que hasta llegan á veces á imposibilitar estas empresas con protestas y obstáculos inmotivados.

Es, pues, contraria á lógica y á razón la práctica seguida para el planteamiento y desarrollo de las empresas de riego; y razonado y lógico sería, por lo tanto, y aconsejado por la pública utilidad que con su desastre sufre, que de no existir en las leyes vigentes disposiciones que permitieran la expropiación de los terrenos regables en beneficio de la Administración, se formularsen y publicasen estas leyes en evitación de perjuicio tan considerable. Pero en el caso actual, no sólo no existe esta necesidad, sino que fácilmente puede demostrarse que, si antilógica é irracional la práctica seguida, es á más abiertamente contraria al espíritu y aun á la letra de las leyes establecidas.

La ley de expropiación forzosa que en la actualidad rige, autoriza á expropiar por causa de utilidad pública, y aun establece

(1) Del folleto publicado por el autor.