MEMORIAL DE INGENIEROS

MEMORIAL
DE INGENIEROS
DEL EJÉRCITO.

COLECCIÓN DE MEMORIAS

CUARTA ÉPOCA.—TOMO XXV.

(LXIII DE LA PUBLICACIÓN.)

Año 1908.

MADRID
IMPRENTA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS
1908

ÍNDICE

de las obras sueltas que comprenden las entregas del MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO publicadas en el año de 1908.

Ensayos de carbones.

ENSAYOS DE CARBONES

POR

D. FÉLIX GONZÁLEZ

Primer Teniente de Ingenieros.

MADRID
IMPRENTA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS
—
1908

INTRODUCCIÓN

No nos parece fuera de lugar, advertir á nuestros lectores, sobre el alcance de estos modestos apuntes. Innecesario parece decir, que en ellos nada hallarán que no puedan encontrar, con más fruto, en los muchos y buenos tratados que existen de Química Analítica. Así, pues, los químicos de profesión, aquellos para quienes las manipulaciones de laboratorio son operaciones habituales, no deben perder su tiempo leyéndoles. Harto saben ellos lo difícil que es en el campo del análisis, encontrar sendas nuevas entre tanto camino trillado.

Más no todos los que han de hacer ensayos de carbones pertenecen á la categoría de profesionales. Para ellos juzgamos de alguna utilidad nuestro trabajo, que de otro modo, naturalmente, no hubiéramos publicado. Cuando hubimos de encargarnos de esta sección en el Laboratorio del Material de Ingenieros del Ejército, no contábamos con otros conocimientos, que un curso de Análisis Química general y algo leído en folletos y revistas. Aparte de los consejos (para nosotros valiosísimos) de los ilustrados compañeros, forzoso

nos fué hojear algunos autores que tratasen de esta materia. La labor no fué tan penosa como pensábamos, pues leídos dos ó tres de los clásicos, puede decirse que quedan leídos todos. Donde encontrábamos alguna dificultad era al hacer aplicación á la práctica, de los procedimientos estudiados.

Nótase gran diferencia, y no sólo sucede ésto en asuntos de química, sino en la mayor parte de las operaciones de laboratorio, entre los libros escritos por autores, que conocen muy bien las cuestiones, sólo por haberlas estudiado, y los que las han llevado á la práctica. Estos últimos, insisten en detalles, que los primeros pasan de largo y de los que á veces depende, el éxito ó fracaso de un análisis. Tal autor dice sencillamente, por ejemplo, "después se redisuelve el precipitado en ácido nítrico„ mientras que otro indica la forma en que ha debido hacerse la precipitación primera para que esta operación no resulte imposible, indicando las cantidades de ácido más convenientes, forma más apropiada de la vasija, aplicación de calor más ó menos fuerte, etc.

Además, frecuentemente ocurre, que para encontrar descriptas las distintas operaciones que constituyen el ensayo de un carbón, hay que recurrir á varios libros; pues los que se ocupan estrictamente de análisis químico, por ejemplo, no suelen hablar de la fusibilidad de las cenizas, densidad y alguna otra determinación, y en cambio los que estudian los carbones desde el punto de vista industrial, apenas detallan más que el poder calorífico, azufre y cenizas.

Por esto hemos creído de alguna utilidad reunir en unas cuantas páginas, los ensayos á que más comunmente se someten los carbones, indicando un sólo procedimiento (salvo ligeras excepciones) para hacer cada determinación, que ha sido siempre el que en la práctica nos ha dado mejores resultados.

No nos ocupamos de ciertas operaciones que deben preceder á todo ensayo, como arreglo de la balanza, determinación de constante en los termómetros, densímetros, bureta, etcétera, por ser bien conocidas, de todos los que han de leer estas líneas.

ENSAYOS DE CARBONES

Preparación de la muestra para el ensayo.

La preparación de la muestra que ha de servir para todos los ensayos que hayan de efectuarse, es una operación que requiere algunas precauciones, para que represente el término medio de la composición del producto. Cualquier error que aquí se cometa, se transmite á todas las operaciones siguientes.

Por la mala elección de la muestra pierden su valor, en gran parte, muchos ensayos, cuando se trata de ciertos productos de composición variable, como sucede con los minerales.

Refiriéndonos á los carbones, la muestra ha de elegirse del total de la masa cuya composición quiere averiguarse: es, pues, inútil tomar de ésta uno ó dos trozos escogidos al azar. Suponiendo que se trata de un vagón cargado, se tomará con una pala ó herramienta análoga, un cierto número de paletadas de cada uno de los sitios del vagón, tanto en el centro como en los extremos, en la superficie como en el fondo. De este modo se reunirán unos 500 kilógramos de materia, de la que se triturarán los trozos más grandes. De este carbón ha de salir la muestra, para lo que pueden seguirse distintos métodos, que todos ellos son análogos. Recomendamos el siguiente: fórmese un cono con el talud natural de la materia y valiéndose de una pala, aplástese su vértice,

reduciéndole á un disco ó cilindro que se dividirá en cuatro sectores iguales, por medio de dos diámetros perpendiculares. Tomando dos sectores opuestos, se formará, después de nueva trituración, otro disco de materia que dividido de igual modo que el precedente, nos servirá para tomar otros dos sectores opuestos, con los que seguiremos operando de igual modo. Cuando ya los trozos de carbón más grandes sean del tamaño de un garbanzo, se pulverizará toda la masa, tamizándola y recogiendo bien todo el polvo. Lo que no haya pasado por el tamiz volverá á pulverizarse, hasta lograr que todo el carbón atraviese las finas mallas. De esta manera, seguiremos tomando la muestra hasta reunirnos con tres kilogramos, por ejemplo, lo cual sucederá al cabo de siete ú ocho operaciones, puesto que no precisa que tomemos exactamente los 500 kilogramos, ni que finalmente hayamos de terminar con tres. La cantidad última se dividirá en tres porciones iguales, que se guardarán en frascos de cristal, bien tapados. Uno de ellos servirá para que haga el ensayo la casa que compra el carbón, el otro para que realice igual operación la que lo libra, sellando el tercero para hacer ulteriores ensayos si no hubiese acuerdo en los dos anteriores, ó por cualquier circunstancia fuere preciso repetir éste. Si el ensayo no fuese motivado por un suministro, claro es que bastará con una muestra; pero siempre es conveniente conservar una segunda, rotulada.

Puede suceder que la pulverización resulte en algunos casos muy difícil, consecuencia de algunas materias que acompañan al carbón, y no pueda hacerse pasar todo él por el tamiz. En este caso se tomarán, por ejemplo, tres kilos, en los cuales habrá cantidades variables de polvo fino, polvo grueso y granos de tamaño diverso. Se pasará por un tamiz de 4900 mallas, recogiendo y pasando el polvo que haya pasado. Anotaremos este peso p. El resíduo se pasará por otro tamiz de mallas algo más anchas, recogiendo y anotando el peso, que supondremos p', de lo que ha pasado. De este modo tendremos la muestra dividida en tres porciones, con pesos p, p' y p''. Para constituir la de ensayo, tomaremos de cada uno de ellos cantidades proporcionales á los pesos encontrados, de modo que para tomar, por ejemplo, 60 gramos, si p es doble de p', y p' igual á p'', se tomarán 30 gramos del primero y 15 de cada uno de los otros dos. La precisión de este método depende del número de tami-

zados que haya sufrido la materia aumentando con éstos. Para el objeto que nos ocupa nos parecen suficientes dos.

Determinación de la humedad.

En todos los ensayos de carbones, es el primer dato que suele encontrarse; mas en la mayor parte de los casos no hay que atribuirle un valor absoluto, por no precisar la manera cómo ha sido obtenido. Siendo los carbones bastante higroscópicos, la cantidad de agua que absorben y retienen varía con las condiciones de presión atmosférica, temperatura, ambiente y estado higrométrico del aire. Así, pues, es preciso indicar los valores de estos elementos en el momento en que fué guardada la muestra.

Respecto de cuando el carbón está completamente desecado, no hay un acuerdo entre los diversos químicos. Unos recomiendan tener la muestra dos horas á 100 grados centígrados, otros duplican el tiempo, y algunos elevan la temperatura hasta 140° para las hullas y 200° para el cok. Lo más racional es no fijar tiempo ni temperatura, sino asegurarse que el carbón ha perdido toda el agua, sean los que quieran uno y otra. La dificultad está en que, operando á la presión atmosférica y en contacto del aire, es necesario que la temperatura exceda de 100 grados centígrados para que toda la humedad desaparezca y á esta temperatura se presentan otros dos procesos químicos que falsean el resultado. Si así no fuera, bastaría prolongar la estancia de la muestra en una estufa á 110°, por ejemplo, y efectuar pesadas sucesivas hasta encontrar dos iguales. Para más seguridad, se elevaría luego algo más la temperatura, repitiendo las pesadas, hasta convencernos de que la muestra no perdía más agua.

Pero como hemos apuntado, pasados los 100° se manifiestan dos fenómenos, que son la oxidación del carbón, que hace á la muestra aumentar de peso, y la destilación de algunos hidrocarburos, que le hace disminuir. Es necesario evitarlos si se quiere operar con rigor. Para ello puede operarse á la temperatura ambiente colocando la muestra en una trompa de mercurio y haciendo el vacío. Varias pesadas, hasta encontrar

dos iguales, completan la operación. Recogiendo el aire expulsado y el vapor de agua, puede comprobarse que ningún hidrocarburo se ha volatilizado. Puede seguirse igual procedimiento; pero calentando el tubo que contiene el carbón mientras se hace el vacío. Nosotros hemos experimentado los dos; y siempre el segundo acusa cantidades de humedad, algo mayores que el primero.

Para evitar la oxidación tanto de las piritas que le acompañan como del carbón mismo, dando lugar á la formación de ácido úlmico algunas veces y de sulfatos metálicos y óxido de carbono, se puede desecar en baño maría y haciendo pasar una corriente de hidrógeno seco, que arrastra la humedad desprendida, recogiéndose en un tubo que contenga cloruro cálcico ó piedra pomez impregnada en ácido sulfúrico puro.

Los resultados que se obtienen con estas precauciones, difieren poco de los que resultan, de la desecación efectuada en una estufa á 105 grados centígrados. Se pesan de 2 á 4 gramos de carbón, se colocan en un tubo de cristal con tapón esmerilado y se dejan en la estufa á la temperatura citada. Efectuando pesadas de hora en hora, se encuentran pesos decrecientes, con rapidez al principio y muy lentamente después. A partir de una cierta pesada, la balanza empieza á indicar ligeros aumentos de peso. Tomando como bueno el mínimo observado, tendremos la cantidad de agua de la muestra con suficiente aproximación.

No hemos de advertir la necesidad de verificar escrupulosamente la balanza, rectificando su curva de sensibilidad y estableciendo, con una frecuencia proporcionada al uso que de ella se haga, las ecuaciones de corrección, de los pesos que la acompañan. Respecto de la manera de efectuar en este caso las pesadas, que siempre naturalmente han de hacerse por el método de substitución, recomendamos el procedimiento sencillísimo siguiente, que nos dá muy buenos resultados.

Si deseamos pesar una cantidad determinada de carbón desecado, 2 gramos por ejemplo, forzosamente hemos de proceder por tanteos en la caja de la balanza, exponiendo la sustancia al aire, y humedeciéndose rápidamente. Esto precisa volver á desecar lo que damos como peso exacto, comprobarlo y aumentar ó disminuir sustancia hasta completar los dos gramos precisos, lo que conseguiremos perdiendo mucho tiempo, aunque se tenga gran práctica operatoria, pues el cloruro cálcico que se coloca

en las balanzas no tiene eficacia alguna, si se exceptúa para conservar en buen estado el instrumento. La mayor parte de las veces, además, no tiene importancia alguna, que la cantidad pesada sea precisamente dos gramos, sino que lo que se necesita es una, alrededor de dos gramos; pero cuyo peso se conozca exactamente. Una sencilla proporción permite reducir los resultados á 100 gramos de materia que es como suelen expresarse los análisis. Así, pues, lo que haremos será introducir una cantidad próxima á la más conveniente, en un tubo con tapón esmerilado y averiguar lo que pesa, que es bien sencillo.

El detalle de una operación de desecación, tal como las efectuamos en el Laboratorio, es el siguiente:

Introducida en un tubo de cristal previamente desecado una porción de carbón de dos á tres gramos (lo que con un poco de práctica se hace enseguida), se tapa y deja en uno de los platillos de la balanza durante unos diez minutos, para que se establezca el equilibrio de temperatura. En el otro platillo colocaremos un peso algo mayor que el del tubo y carbón, restableciendo el equilibrio con pesos colocados al lado, cuyos pesos anotaremos, así como el peso preponderante colocado antes. Se lleva el tubo á la estufa, se destapa y se efectúan las sucesivas pesadas, dejando enfriar en un desecador y anotando los pesos, que colocamos en el platillo para establecer el equilibrio; pesos que, naturalmente, serán crecientes por el vapor de agua que desaparece. Cuando hayamos encontrado así uno menor que los anteriores, tomaremos como definitivo el último de los crecientes. Enseguida se vacía el tubo, se le lava bien con agua destilada, se le deseca y se repite la pesada, anotando igualmente el peso que colocamos para igualar los platillos. De este modo, con sólo tres pesadas tenemos las ventajas del método de substitución, que, aplicado como suele describirse, hubiera necesitado cuatro. No entramos en el detalle de leer la apreciación de la balanza observando tres semioscilaciones de la aguja, ni en alguno otro, que son bien conocidos por los que manejan balanzas de precisión.

A continuación copiamos los datos de una operación de desecación, de nuestro cuaderno de ensayos:

HULLA A., NÚM. 1.—*Desecación.*

Complemento á 20 gramos con el carbón húmedo	4,2785 gramos.	
Idem á íd. con el carbón desecado	4,3520 —	
Idem á íd. con el tubo vacío	6,2085 —	
Pérdida por desecación		0,0735 gramos.
Peso del carbón desecado		1,8565 —
Peso del carbón húmedo		1,9300 gramos.

Cantidad de agua por 100 gramos ..... $= \frac{0,0735 \times 100}{1,9300} = 3,8083$ —

Determinación de las cenizas.

Esta operación se efectúa colocando en un crisol de platino unos 5 gramos de carbón desecado y sometiéndole al calor, bajo la acción del aire en una mufla. Las precauciones que hay que tomar son: calentar lentamente la mufla para evitar proyecciones, tapando el crisol al principio de la operación (para más seguridad). Para facilitar el acceso del aire se removerá la masa con un hilo fuerte de platino, sacando el crisol de la mufla para hacerlo, con objeto de que la corriente de aire no arrastre algo de ceniza.

En algunos Laboratorios colocan los crisoles, con las muestras dentro de la mufla, por la tarde, teniéndolas encendidas toda la noche, dando por terminada la operación á la mañana siguiente. Para ver si todo el carbón está bien quemado, se echa en el crisol un poco de alcohol, en el que flotan las partículas de carbón si las hay; en este caso, se evapora el alcohol y se repite la incineración hasta hacerla completa.

Creemos que el fin de la incineración debe ser acusado por la constancia de peso, en dos pesadas consecutivas. Haciéndolas en la forma indicada al tratar de la desecación, tendremos la cantidad de cenizas por ciento. Las contenidas en el ensayo á que nos hemos referido en la determinación de humedad, resultan de los siguientes datos:

HULLA A, NÚM. 1.—*Cenizas.*

Complemento á 15 gramos con el carbón desecado	2,3627 gramos.	
Idem á íd. con el carbón incinerado	5,2870 —	
Idem á íd. en la cápsula vacía	5,4998 —	
Pérdida por incineración		2,9243 gramos.
Peso de las cenizas		0,2128 —
Peso del carbón desecado que se incineró		3,1371 gramos.
Cantidad de cenizas por 100 gramos	$x = \frac{0,2128 \times 100}{3,1371} = 6,7833$	—

Si, como ocurre algunas veces, el carbón fuera difícil de quemar, puede efectuarse la incineración dentro de un tubo, por el que se haga circular una corriente lenta de oxígeno.

Conviene observar, respecto de las cenizas que resultan, que éstas no representan las materias fijas tal y como estaban en el carbón de la muestra, ni en peso, ni en naturaleza, puesto que han sufrido oxidaciones. El carbonato de cal, por ejemplo, puede, según la marcha de la incineración, transformarse más ó menos completamente en cal ó en sulfato y silicato cálcicos. Esto explica las pequeñas diferencias que se encuentran, según el modo de operar, y que no suelen pasar de 0,1 por 100.

Materias volátiles.

Para hacer esta determinación hemos seguido dos procedimientos, ambos de uso muy frecuente, obteniendo resultados muy concordantes.

Introducidos en un crisol de platino ó porcelana unos diez gramos de carbón desecado, se tapa bien para evitar el acceso del aire y se coloca á la llama de un mechero Bunsen (1), escogiéndola de longitud suficiente para que alcance al borde del crisol. Bajo la acción del calor se verifica la destilación de los productos volátiles, que arden en contacto de la llama del mechero. La operación se continúa hasta la desaparición de la llama. Pesando en la forma que ya hemos indicado, obtendremos la

(1) Conviene colocar sobre el mechero una chimenea.

cantidad de productos volátiles. El resto, que es el *cok*, se llama también carbono fijo, aún cuando esta denominación no es rigurosa, pues allí se encuentran también las cenizas. Con objeto de expulsar del crisol los carburos destilados, que al fin de la operación ocupan la parte superior, recomiendan algunos autores aplicar durante un minuto el soplete. Si se hace pasado algún tiempo de la desaparición de la llama, se habrá producido algún enfriamiento y la consecuente absorción de aire, que quemaría algo de carbón bajo la acción del soplete, conviene, pues, hacerlo sin dar tiempo al enfriamiento.

Con algunos carbones hemos encontrado dificultades para hacer arder los productos de la destilación, que se apagaban á intervalos y no permitían conocer el término de la operación con aproximación. Lo hemos conseguido destilando en una bandejita de porcelana, tapada con una plancha de igual material, habiendo practicado un orificio en el centro. Entre ella y el borde de la bandeja interponíamos una roldana de amianto, sujetándolo todo con unas ligaduras y haciendo la destilación en la mufla, en lugar de hacerla en el mechero. El enfriamiento antes de la pesada debe hacerse, como siempre, en el desecador.

Otras veces, aunque pocas, empleamos el procedimiento llamado del doble crisol. Para practicarle se coloca la muestra en uno de porcelana, que se tapa con la suya, sujetándola al fondo con un alambre. En otro crisol mayor se coloca una capa, como de un centímetro, de carbón de madera en grano, y sobre ella el crisol con la muestra, y se llena el espacio entre los dos de carbón de madera, cubriendo también la tapa con esta sustancia. Se mete en el horno al rojo y allí se tiene durante un tiempo, que depende de la cantidad de muestra que se haya metido. Con cinco ó diez gramos, es suficiente una hora. La capa de carbón que rodea el crisol tiene por objeto calentarla por igual y evitar por completo el acceso del aire.

Para juzgar de la aproximación de los dos métodos, á continuación copiamos un ensayo hecho por ambos:

CARBÓN NÚM. 7.—*Destilación (con un crisol).*

Complemento á 30 gramos desecado.....	4,2681 gramos.	
Idem á íd. destilado.....	5,1725 —	
Idem á íd. con el crisol vacío.....	9,7070 —	
Peso de las materias destiladas.....		0,9044 gramos.
Idem de las materias fijas.....		4,5345 —
Idem del carbón desecado.....		5,4389 gramos.

Idem de las materias volátiles por 100 gr. $x = \frac{0,8044 \times 100}{5,4389} = 14,7897$

CARBÓN NÚM. 7.—*Destilación (doble crisol).*

Complemento á 40 gramos desecado.....	2,2055 gramos.	
Idem á íd. destilado.....	3,3100 —	
Idem á íd. con el crisol vacío.....	10,3260 —	
Peso de las materias destiladas.....		1,1045 gramos.
Idem de las materias fijas.....		7,0160 —
Idem del carbón desecado.....		8,1205 gramos.

Idem de las materias volátiles por 100 gr. $x = \frac{1,1045 \times 100}{8,1205} = 13,6013$ —

Análisis de las cenizas.

El análisis completo de las cenizas de un combustible es una operación de importancia secundaria y que pocas veces se efectúa. El público industrial debe entenderlo así, puesto que, de los carbones que hemos ensayado, nunca se ha pedido el análisis completo de sus cenizas. Por el contrario, la determinación de algunos de sus elementos conviene hacerla siempre. Entre ellos están el azufre y el fósforo, debiendo examinarse también el grado de fusibilidad de las cenizas.

Así, pues, no detallamos aquí el análisis, que, por otra parte, es exactamente igual que el de los demás silicatos. Su composición es muy variable, y los cuerpos que con más frecuencia se encuentran son la sílice, alúmina, óxidos de hierro, cal, magnesia, ácido sulfúrico, fósforo, potasa y sosa.

Su determinación cuantitativa es bien fácil, siguiendo los preceptos marcados en todos los tratados de Análisis Química. El método general consiste en someter á la acción del calor de dos á cuatro gramos de ce-

niza mezclada con un fundente, que pudo ser el flujo blanco ó más ventajosamente el carbonato cálcico puro.

Después de fundida, se ataca por ácido clorhídrico, calentando al baño de arena á 130° centígrados hasta sequedad, para hacer la sílice insoluble. Después de seco, se repite el ataque por ácido clorhídrico, añadiendo agua caliente, y al cabo de unos minutos, para que se disuelvan los productos solubles, se filtra, recogiéndose en el filtro la sílice, que se deseca, calcina y pesa. Al licor ácido filtrado, se añade amoníaco hasta reacción fuertemente alcalina, que precipita el óxido de hierro y el de aluminio, que se recogen en un filtro, se desecan, calcinan y pesan juntos, efectuándose la separación por uno de los varios métodos conocidos.

De no hacerlo volumétricamente, nosotros recomendamos disolver nuevamente los óxidos de hierro y aluminio en ácido clorhídrico, para lo cual es conveniente no haber prolongado mucho la calcinación del primero, añadir un ligero exceso de amoníaco y precipitar el hierro con sulfhidrato amónico. Filtrando, se recoge la sal de hierro, que se deseca y calcina hasta transformarla en óxido. Restando su peso del total, tendremos la alúmina por diferencia, aunque podemos hallarla directamente, evaporando el licor filtrado para recoger el hierro.

Volviendo al líquido amoníacal, procedente de filtrar los óxidos de hierro y aluminio juntos, se tratará por una solución de oxalato amónico saturada (próximamente al 4 por 100), precipitándose la cal bajo forma de oxalato, que se recoge en un filtro, se deseca y calcina hasta su transformación en cal, que se pesa. Sin embargo, no aconsejamos pesar así esta base, pues es difícil evitar su hidratación parcial. Nosotros la transformamos siempre en sulfato cálcico, del que se deduce la cal fácilmente. Esta manera de operar nos da mejor resultado que la reducción total del oxalato ó su transformación en carbonato. El líquido restante se trata por una disolución de fosfato de sosa, que precipitará la magnesia. Recogido el precipitado, lavado con agua amoníacal y transformado en el horno en pirofosfato de magnesia (1), tendremos el valor

(1) La reacción es la siguiente:

$$2\,PhO^4NH^4Mg = 2\,NH^3 + Ph^2O^7Mg^2 + H^2O.$$

de esta base. Este último reactivo debe echarse lentamente y agitar bien hasta que aparezca el precipitado, tomando en las demás operaciones los cuidados que son de rigor y generales para todas las de un análisis.

Los dos elementos más interesantes son el fósforo y el azufre; de ellos nos ocupamos separadamente á continuación y con detalles.

Determinación del fósforo. (1)

Para determinar el fósforo, atáquese 1 gramo de cenizas desecadas por unos 20 centímetros cúbicos de agua regia en una cápsula de porcelana, hirviendo para disolver todas las materias solubles en este enérgico reactivo. Si la incineración del carbón para obtener las cenizas fué muy prolongada, hay gran dificultad en disolver todos los fosfatos, pudiendo, en este caso, hacerse el ataque por ácido clorhídrico después de fundida la muestra con algún fundente, como indicamos al tratar del análisis de las cenizas.

Siguiendo igual marcha que allí, se llevará la cápsula al baño de arena, evaporando hasta sequedad para hacer la sílice insoluble. Se repite el ataque con unos 10 centímetros cúbicos de ácido clorhídrico y 20 centímetros cúbicos de agua, calentando para redisolver todo lo posible, y se separa la sílice por filtración, lavando bien el precipitado hasta que las aguas de loción no acusen la presencia de cloruros. Con cuatro veces que se llene el filtro de agua caliente, dejando que haya pasado bien todo el contenido antes de volver á llenarle, es suficiente casi siempre. Con objeto de transformar los cloruros en nitratos, se añaden al licor unos 10 centímetros cúbicos de ácido nítrico diluído á $^1/_{15}$, se evapora á sequedad al baño maría para que se desprenda el ácido clorhídrico, se disuelve el resíduo en igual cantidad de ácido nítrico y se añaden 10 centímetros cúbicos de agua, y 30 centímetros cúbicos de nitromolibdato amónico, dejando reposar. Se filtra el licor, recogiendo el precipitado y lavándole con agua acidulada con ácido nítrico y al final con agua pura. Conviene examinar si la precipitación del fósforo ha sido completa, añadiendo al licor filtrado una porción de nitromolibdato y viendo si se forma depósito,

(1) Este elemento parece que proviene de esporos y granos de polen de las plantas, que formaron la hulla.

que se añadirá al anterior. Desecado el filtro, se separará de él el precipitado, dejándole en la estufa á 100 grados centígrados hasta constancia de peso. El peso de fosfomolibdato ($MoNH_4PhO^4$) multiplicado por 0,0373, da el Ph^2O^5.

En algunos libros de Análisis Químico hemos visto que el fosfomolibdato amónico es disuelto antes de secarse en la menor cantidad posible de amoníaco de 0,96 de densidad, lavando bien el filtro con este reactivo para disolver las partículas á él adherentes. Se neutraliza el licor casi por completo con ácido clorhídrico, precipitando en seguida el fósforo bajo forma de fosfato amónico-magnésico con la mixtura magnesiana, recogiendo el precipitado como indicamos al tratar de la magnesia en el análisis de las cenizas. La mixtura magnesiana se prepara disolviendo en 32 gramos de amoníaco, al 10 por 100, 8 gramos de cloruro magnésico y 16 gramos de cloruro amónico, completando con agua hasta 100 gramos y filtrando después de reposo.

No hemos tenido ocasión de practicar este método, que no parece ofrecer dificultades.

Determinación del azufre.

Este elemento se encuentra en los carbones bajo tres formas distintas: en forma de sulfatos, en la de piritas y en compuestos orgánicos. El que está contenido en los sulfatos (generalmente cálcicos) es un producto fijo que en las calderas no produce desperfectos, contrariamente á lo que sucede con el azufre de los sulfuros. Así, pues, este último es el más interesante. Sin embargo, nos ha llamado la atención que en todas las peticiones de ensayo de carbones que han llegado á nuestras manos, siempre se ha solicitado la cantidad de azufre total, y nunca la volátil, ó las dos separadas.

Puede, fácilmente, dosificarse en cada una de las formas enumeradas el azufre; pero lo más frecuente es determinar el azufre total y el que está en forma de sulfatos; restando el segundo del primero, se obtiene el azufre volátil, que es el más importante.

Para la determinación del azufre total, seguimos siempre el método clásico de Eschka, modificado por Fresenius y Hundesagen, que consis-

te en transformar todo el azufre en sulfato. La operación se conduce del modo siguiente:

En tubo de cristal se pesa, como ya hemos dicho, una cantidad de carbón próximamente de un gramo. Se añade gramo y medio de una mezcla que contenga 10 gramos de magnesia calcinada, 2,5 gramos de carbonato sódico ó igual cantidad de carbonato potásico, secos. Se agita bien en el interior del tubo, vaciando todo en un crisol de platino, procurando con un pincel expulsar bien del tubo todas las partículas. Si se opera en un mechero de gas, conviene añadir encima 1 gramo de la mezcla ternaria citada ó de cal pura. Igualmente se tomará la precaución de introducir el crisol en el orificio practicado en una placa de amianto para detener la llama del gas. De ese modo evitamos que los sulfuros que esta suele contener penetren en el crisol y falseen el resultado. Se procurará calentar solamente el fondo del crisol, manteniendo éste inclinado para facilitar el acceso del aire. Con igual fin se moverá la masa con una espátula de platino, retirando el crisol del mechero para hacerlo.

Al cabo de una hora, algunas veces, y la mayor parte pasadas tres, la incineración es completa. Conviene no fiarse del tiempo que fijan unos ú otros autores; la mejor guía es el examen de la masa, que ha de presentar un tinte gris más ó menos claro, pero uniforme, sin que se presenten puntos negros de carbón aún no alterado. Conseguido esto, se dejará enfriar la masa, pasándola luego á un vaso, con auxilio de agua caliente, añadiendo después un poco de agua de bromo para oxidar algo de azufre, que no se hubiera transformado más que en sulfito. Se hierve, para expulsar el exceso de bromo, hasta que el líquido se decolore, y se filtra. Acidulado con ácido clorhídrico, se precipita el azufre con una disolución de cloruro bárico al 5 por 100, bastando generalmente con 15 centímetros cúbicos. Para evitar que el sulfato bárico se precipite en forma tal que atraviese los filtros y sea muy lento el recogerle, se echará el cloruro bárico mientras el líquido está hirviendo, continuando luego unos minutos la ebullición. Se recoge en un filtro, se seca, calcina y pesa. Multiplicando por el factor correspondiente, se tendrá la cantidad de azufre.

Es difícil proporcionarse la magnesia completamente exenta de

azufre, y aunque puede purificarse, conviene más hacer un ensayo preliminar, poniendo en el crisol, sólamente las cantidades de magnesia y carbonatos sódico y potásico que entran en un ensayo. Se conducirá este ensayo de comprobación de igual modo que hemos indicado y la cantidad de azufre que obtengamos, será la que deba restarse de los ensayos. Recomendamos substituir al mechero de gas, una lámpara de Bercelius.

Si el carbón ha de ensayarse al calorímetro, como luego estudiaremos, se puede evaluar el azufre, recogiendo el ácido sulfúrico formado en la bomba.

El azufre, que está en forma de yeso, se dosifica dejando en digestión durante tres ó cuatro días unos 10 gramos de carbón desecado, con un exceso de agua; teniendo en cuenta la escasa solubilidad del yeso y la proporción de éste que acompaña á los carbones, deberemos poner hasta un par de litros de disolvente, agitando con frecuencia para favorecer la disolución. Al cabo de este tiempo se filtra lavando bien el carbón hasta que las aguas no acusen trazas de sulfato. En el licor se precipita el azufre con el cloruro bárico. Restando el resultado que obtengamos, del encontrado en la operación anterior, resultará la cantidad de azufre volátil.

Si quisiéramos determinarla directamente, podríamos utilizar el carbón que ha quedado en el filtro después de separar el sulfato cálcico. Tomando de este carbón, después de desecado, una cierta cantidad, repetiríamos el procedimiento de Eschka. El azufre que encontrásemos sería el volátil por haber ya separado el fijo.

También llegaríamos al mismo resultado, colocando dos gramos de carbón en un tubo de vidrio poco fusible, calentado al rojo. Haciendo pasar una corriente de oxígeno seco, el azufre se convertiría en SO_2 y SO_3, cuyos gases recogidos en agua oxigenada formarían ácido sulfúrico que no habría más que dosificar, como tantas veces hemos repetido.

Fusibilidad de las cenizas.

La sencillez con que esta operación puede efectuarse y su importancia desde varios puntos de vista, hacen que cada día sea más practicada.

La composición química y el aspecto de la ceniza dá ya algunas indicaciones sobre su fusibilidad cuando se emplean, como en la práctica ocurre, con un tiro intenso; de todos modos, este examen puede inducir á error, pues si bien es cierto que en general las cenizas con gran proporción de óxidos de hierro y que presentan un color pardo rojizo más ó menos intenso, son las más fusibles y que por el contrario las blancas con grandes proporciones de sílice y alúmina resisten más, hay algunas veces que la presencia de otras bases, las hace muy fusibles sin colorearlas.

Ya se sabe que la fusión de un compuesto, como las cenizas, no es brusca á una cierta temperatura, como la de los cuerpos químicamente definidos, sino que comienza por un ablandamiento de la masa, que la da mayor fluidez á medida que la temperatura aumenta.

Así, pues, no obtendremos una temperatura precisa como punto de fusión, sino un intervalo que puede comprender bien 50 á 60°.

El procedimiento, tan conocido para apreciar la temperatura en los hornos, de colocar pirámides de arcilla que, bajo la acción del calor, se ablandan, dejando inclinar su vértice más ó menos, es el seguido para apreciar el punto de fusión de las cenizas. Para conseguirlo, se moldean con ellas, perfectamente pulverizadas, unas pirámides iguales á las que sirven de pirómetro ó testigo; se dejan desecar y se colocan con ellas en un horno cuya temperatura pueda elevarse hasta 1.500 grados centígrados, poniéndolas sobre una placa de tierra refractaria.

No hay necesidad de detallar la operación, pues si, por ejemplo, se han introducido en el horno cuatro pirómetros de arcilla, cuya punta se dobla una cantidad determinada á 1.100, 1.200, 1.300 y 1.400 grados, respectivamente, basta observar el momento en que la muestra moldeada de ceniza sufra igual alteración en su estructura y compararla con el último pirómetro ablandado para venir en conocimiento del punto de fusión.

Para conseguir el moldeo de la ceniza, que no es plástica, conviene añadir un poco de engrudo de almidón, que, al quemarse, no da cenizas que puedan falsear el resultado.

Determinación del carbono é hidrógeno.

Hasta que los procedimientos calorimétricos han entrado de lleno en la práctica industrial, se determinaba la potencia calorífica de los combustibles valiéndose del calor de formación de los compuestos á que daba lugar su incineración. Se necesitaba, por lo tanto, hacer el análisis de los elementos contenidos en el carbón.

Más exactos y sencillos son los ensayos al calorímetro; así es, que el análisis de los elementos únicamente se hace para conocer la temperatura de combustión del producto ensayado, de cuya temperatura depende directamente el régimen del hogar.

La determinación de estos dos elementos combustibles se hace exactamente igual que en análisis orgánico. Es sencilla en extremo; pero necesita no descuidar ningún detalle y verificar y comprobar bien todos los elementos de los aparatos. La preparación del análisis lleva mucho más tiempo que éste.

El principio del procedimiento es simplemente quemar el carbono y el hidrógeno, recogiendo el anhídrido carbónico y el agua formados. Pesando separadamente estos productos, deduciremos la cantidad de cada uno de los combustibles que la muestra encierra.

El oxígeno necesario para esta combustión es proporcionado por óxido de cobre, que, calentado al rojo, se descompone. Como la cantidad de carbono es muy elevada en los carbones, pudiera ser insuficiente el oxígeno del óxido de cobre reducido para quemarle, y se aumenta la dosis del comburente haciendo pasar una corriente de oxígeno por la cámara de combustión.

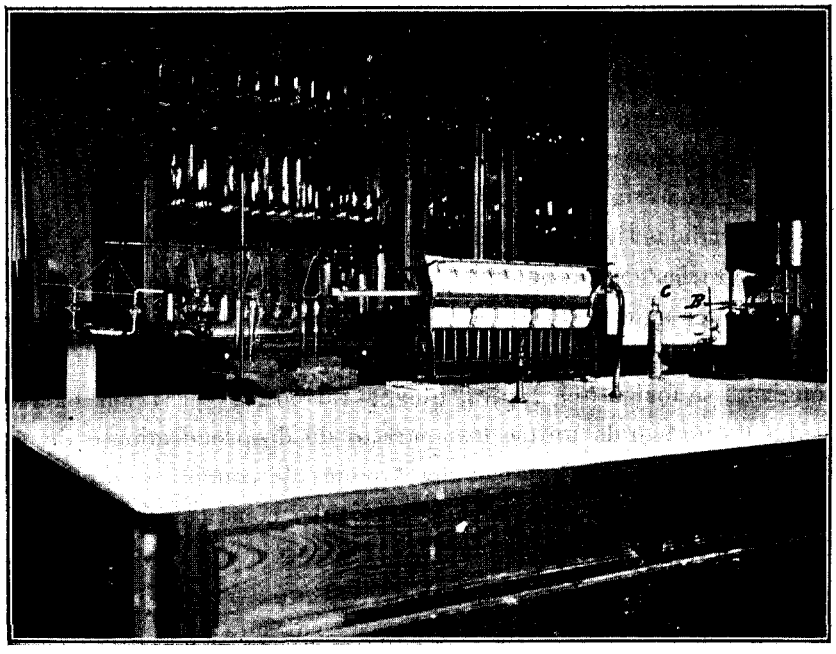
La figura 1 representa la instalación de que nos valemos para esta operación en el Laboratorio de Ingenieros del Ejército. Los detalles pueden variar según el material disponible; pero el aparato completo se compone de tres partes, que son: aparato productor de la corriente de oxígeno y su purificación, tubo de combustión y recipientes para absorber los gases formados.

El primero es un gasómetro de Regnault, previamente lleno de oxígeno, que se purifica haciéndole pasar por un tubo de bolas con ácido

sulfúrico, que le deseca, y otro tubo en U, con potasa caústica, para absorber el ácido carbónico que pudiera contener.

El tubo es de vidrio poco fusible, de 1^{m},20 de longitud y unos 13 milímetros de diámetro, que se coloca en una rejilla de mecheros de gas,

FIG. 1.—APARATOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL C. Y DEL H.



A. Gasómetro.
B. Lavador de oxígeno.
C. Desecador de oxígeno.
D. Rejilla de combustión.
E. Tubos de absorción de agua.
F. Tubo de absorción de anhídrido carbónico.
G. Tubo de comprobación.

provistos cada uno de su llave, que permite tener encendidos solamente los necesarios. Descansa en ella por intermedio de una rejilla metálica y unas tiras de amianto. La preparación del tubo para el ensayo se hace del modo siguiente: Para evitar que los bordes cortantes de los extremos deterioren los tapones, se les lima un poco ó se les pasa unos momentos por la llama del soplete; á unos 8 ó 10 centímetros de uno de los extremos, que será el unido á los aparatos de absorción, se coloca un li-

gero tapón de amianto que deje paso á los gases, y por el otro extremo se introducen trocitos de cromato de plomo fundido ó de piedra pómez, bien mezclada con cromato en polvo, hasta que ocupen una longitud de tubo de 10 ó 12 centímetros. Se sujeta un poco con otro tapón análogo de amianto y á continuación se introduce óxido negro de cobre en granos de unos 2 ó 3 milímetros hasta ocupar una longitud de 30 á 40 centímetros, aplicando á continuación un tapón formado por tela de cobre arrollada en espiral que ocupe una longitud de un par de centímetros. Después se coloca la bandejita con el carbón que ha de quemarse. Es semicilíndrica, de porcelana y de apropiados tamaños, según la cantidad que hayan de contener. Para el ensayo que nos ocupa, ésta es de un medio gramo, y la bandeja más conveniente de unos 8 centímetros de longitud é igual número de milímetros de diámetro.

Estas bandejas tienen un asa en forma de anillo que permite empujarlas ó retirarlas con un gancho de alambre. La bandeja con el carbón no se introduce en el tubo hasta el momento oportuno que ya indicaremos. Finalmente, con una tela ó rejilla de cobre de unos 15 centímetros de longitud, se forma una espiral que se introduce cerca del extremo del tubo al que han de unirse los aparatos de desprendimiento de oxígeno. Los dos extremos se tapan con tapones de caucho ó corcho atravesados por tubos de vidrio, quedando el tubo constituído como indica la figura 2.

FIG. 2.

Al poner el tubo al rojo el óxido de cobre y el cromato de plomo se descomponen en esta forma:

$$CuO = Cu + O \quad » \quad 2\,CrO_4Pb = 2\,PbO + Cr_2O_3 + O_3,$$

cediendo su oxígeno para quemar el hidrógeno y el carbono de la muestra, á lo que coopera la corriente de oxígeno, oxidando además los productos reducidos. El cromato de plomo tiene como principal objeto fijar el azufre que tiene el combustible, que de otro modo sería retenido por los tubos de absorción falseando el resultado. Este azufre, convertido

con el oxígeno en SO_2 y SO_3 se transforma con el cromato de plomo en SO_4Pb, que es fijo á la temperatura del rojo. La espiral de cobre, que muchos autores suprimen, sirve para evitar que pudiera formarse algún compuesto oxigenado del nitrógeno.

El aparato para recoger los gases de la combustión, que son vapor de agua y anhídrido carbónico, se compone de un tubo en **U** (en nuestra instalación hemos colocado dos en serie), lleno de piedra pómez, en la que se ha impregnado ácido sulfúrico que retiene el vapor de agua y un tubo de Liebig, ó de Schloesing, conteniendo una disolución de potasa caústica (1 de hidrato potásico y 2 de agua). Por si algo de humedad pasara aún á través del tubo de potasa, se coloca á continuación otro con piedra pómez sulfúrica. Para preparar ésta, se impregnan los trozos de piedra pómez en ácido sulfúrico concentrado, se calcina y luego se deja que se bañen bien en ácido sulfúrico puro. En lugar de cerrar los tubos en **U** con tapones de caucho ó corcho enlucidos de un mastic cualquiera nos servimos de tapones esmerilados que llevan los tubos abductores.

Cuando se haga por primera vez este ensayo es preciso revisar cuidadosamente cada uno de los elementos de la instalación, probando al montarles si existe alguna fuga, para lo que basta aspirar ligeramente por uno de los extremos, creando una contrapresión que debe subsistir bastante tiempo. Si los tubos de absorción en que han de pesarse los gases recogidos no tienen llaves de cristal esmerilado, se cierran los tubos abductores, poniéndoles unos manguitos de caucho tapados por una varilla de cristal, maciza. Estos tapones se pondrán sobre la mesa para usar de ellos tan pronto como termine el ensayo, evitando que entre la humedad.

Una vez dispuesto el ensayo, la marcha operatoria es bien sencilla.

Preparado el tubo como hemos indicado, sin colocar en él la muestra de carbón, ni añadirle los tubos de absorción, se le coloca sobre la rejilla de gas y se le une al aparato de salida del oxígeno. Se calienta al rojo en toda su extensión y hace pasar una corriente enérgica de oxígeno que al mismo tiempo que deseca el tubo y su contenido, quema la materia orgánica que el óxido de cobre pudiera contener y oxida el cobre metálico. Al cabo de diez minutos puede darse esta operación por terminada. Pasado este tiempo, se dejan encendidos solamente los mecheros

que calientan la porción del tubo que contiene el óxido de cobre y el cromato de plomo y se unen los tubos de absorción de gases, disminuyendo la corriente de oxígeno, que satura la solución de potasa y los pone en las condiciones en que han de estar al final de la operación.

Conseguido ésto en unos minutos, se separarán los tubos de absorción, y tapándolos con los manguitos de caucho se dejarán enfriar en un desecador tarándoles después en la balanza en la forma y con las precauciones que ya hemos indicado. Después se volverán á colocar unidos al tubo de combustión, cuyo extremo más próximo al gasómetro se habrá ido ya enfriando por haber apagado los mecheros. Cuando esté próximamente á unos 80° ó 90°, se interrumpirá la comunicación con el oxígeno por el tiempo preciso para retirar la espiral de cobre, y colocar la bandejita con la muestra de carbón (próximamente 0,5 gramos) previamente desecada y pesada con toda precisión. Poniendo nuevamente en su lugar la espiral de cobre y restableciendo la corriente de oxígeno, empieza la combustión de la materia.

En los primeros momentos, que es cuando la destilación de los carburos volátiles tiene lugar, debe hacerse pasar poco oxígeno para dar lugar á que los gases desprendidos sean absorbidos por el ácido sulfúrico y la disolución de potasa.

La llave del gasómetro permite regular la cantidad de oxígeno, procurando que cada dos segundos sólo atraviese una burbuja por el tubo de bolas.

Al empezar la combustión, se habrán encendido los mecheros apagados, empezando por los que calientan la parte de tubo donde está la espiral de cobre; es decir, el extremo próximo al gasómetro y continuando por los situados debajo de la muestra. A medida que la operación avanza, se va aumentando la corriente de oxígeno, que podrá llegar á burbuja por segundo.

El final de la operación se conoce por el aspecto de las cenizas y porque el oxígeno ya no es consumido por las materias ávidas de él, pudiendo encenderse una cerilla recién apagada, y todavía incandescente, colocada junto al orificio del último tubo. Se prolonga aún la corriente unos minutos, separando después los tubos de absorción, que, tapados, se dejarán enfriar en los desecadores. Restando del peso que acusen el obte-

nido anteriormente, se tendrán las cantidades de agua y anhídrido carbónico absorbidas, que, multiplicadas por 0,1111 y por 0,2727 respectivamente, nos indicarán el hidrógeno y el carbono contenidos en la muestra. Toda la operación, incluyendo el montaje y comprobación de los aparatos, puede durar unas tres horas.

A continuación copiamos el resultado obtenido en una determinación de las que venimos ocupándonos:

HULLA NÚM. 8.—*Carbono é hidrógeno.*

		Gramos.
Peso de la muestra desecada.	Complemento á 10 gramos con el carbón	2,3060
	Idem á íd. con la cápsula vacía	2,7580
	Peso del carbón	0,4520
Cantidad de CO_2 absorbido (tubo de bolas)	Complemento á 60 gramos antes de la combustión	4,5000
	Idem á íd. después	3,2070
	Aumento de peso (CO_2 absorbido)	1,2930
Cantidad de agua absorbida (tubos en U)	*1.er tubo.*—Complemento á 40 gramos antes de la combustión	4,2447
	Idem á íd. después	4,0072
	Aumento de peso (H_2O absorbida)	0,2375
	2.º tubo.—No experimentó aumento sensible de peso.	

Cantidad de C. en la muestra ..... $= 1,2930 \times 0,2727 =$ 0,3526

Idem de íd. por 100 gramos ..... $= \frac{0,3526 \times 100}{0,4520} =$ 78,0088

Idem de H. en la muestra ..... $= 0,2375 \times 0,1111 =$ 0,02639

Idem de íd. por 100 gramos ..... $= \frac{0,02639 \times 100}{0,4520} =$ 5,8384

Determinación del nitrógeno.

No suele hacerse esta determinación en los ensayos de carbones por no ser de gran importancia. Generalmente, la cifra que indica las proporciones de nitrógeno y de oxígeno juntos, se obtiene restando del total de materias volátiles el hidrógeno y el carbono.

Como este ensayo puede hacerse rápidamente, vamos á dar de él una idea detallada. Varios son los procedimientos que pueden seguirse, entre ellos los de Dumas (acaso el más usado), Will y Warrentrapp, Peligot y Kjeldahl.

Este último nos parece el más expedito y á él vamos á referirnos:

El principio en que descansa es la transformación en amoníaco del nitrógeno contenido en la materia ensayada cuando se trata por el ácido sulfúrico concentrado y en caliente. Del sulfato amónico formado se desplaza luego el amoníaco, que se destila y dosifica volumétricamente.

La manera de conducir la operación es la siguiente:

Se introducen en un matraz de unos 200 centímetros cúbicos de cabida, la muestra desecada (de 0,50 á 1 gramo), 20 centímetros cúbicos de ácido sulfúrico concentrado y un poco de mercurio metálico ó sulfato de cobre (próximamente 1 gramo, que hacen el papel de oxidante). Cualquier matraz sirve, pero son más convenientes los de cuello largo, para precaver la ebullición tumultuosa, y muy apropósito los construídos especialmente para este análisis llamados *matraces de Kjeldahl*, semejantes á los conocidos en análisis de minerales con el nombre de *matraces de ensayador*. Se calienta suavemente, sobre todo al principio, sobre una tela metálica y con el cuello algo inclinado. Se debe procurar no elevar mucho la temperatura, produciendo una ebullición tranquila. Algunos autores aconsejan no llegar á la ebullición del ácido sulfúrico. La mezcla, que se ennegrece al empezar, va poco á poco limpiándose y perdiendo color hasta quedar con un amarillo muy claro ó casi decolorada, lo que se consigue al cabo de dos ó tres horas. Se deja enfriar y se añaden poco á poco 100 centímetros cúbicos de agua destilada, agitando para disolver bien todo el sulfato de mercurio.

Se traslada todo al matraz del aparato destilador de Schloesing, de un litro próximamente de volumen, poniendo en él trozos de piedra pómez ó unas perlas de vidrio para regularizar la ebullición. Se satura el ácido sulfúrico con una lejía de sosa (previamente decarbonatada para que no haya formación de carbonato amónico) que contenga una parte de hidrato sódico por dos de agua. Se conoce la neutralización vertiendo algunas gotas de tintura de tornasol. Se alcaliniza con exceso, añadiendo 30 ó 40 centímetros cúbicos de la misma lejía, é inmediatamente, para no perder nada de amoníaco, se une el matraz al serpentín del destilador; como en los cuerpos minerales el único álcali volátil que se encuentra es el amoníaco, éste es perfectamente separado por la destilación. El agua del refrigerante condensa una pequeña parte del vapor de agua

arrastrado por el gas amoníaco (la mayor parte vuelve por el serpentín al matraz), que la disuelve, y es recogido en un frasco que contiene ácido sulfúrico.

La ebullición debe regularse de modo que pasen unas quince gotas de disolución amoníacal por minuto. Cuando el líquido del matraz comienza á hervir con sobresaltos, puede darse la operación por terminada (1). No queda más que dosificar la cantidad de amoníaco destilado.

Para evitar que el mercurio forme sales dobles de amoníaco y mercurio, que retendrían algo del gas que queremos destilar, se le precipita añadiendo al matraz, al propio tiempo que la lejía de sosa, unos 20 centímetros cúbicos de disolución de sulfuro sódico (2).

El ácido sulfúrico que recoja el amoníaco destilado ha de estar en cantidad suficiente para que no llegue á saturarse en el curso de la operación, puesto que, pasado este momento, ya no podría absorber más amoníaco. Poniendo unas gotas de tornasol se verificará con facilidad la constante acidez.

Algunos operadores, para no perder nada de amoníaco, no echan en el matraz el exceso de lejía de sosa hasta después de haberle unido al serpentín, introduciéndola por un segundo tubo embudo que atraviesa el tapón y provisto de llave.

La evaluación del nitrógeno contenido en el ácido sulfúrico es bien fácil. Supongamos que hemos preparado este reactivo de tal modo, que 10 centímetros cúbicos de disolución encierran p gramos de SO_4H_2, y que para neutralizar esta cantidad de ácido son necesarios N centímetros cúbicos de una solución de sosa caústica. Retirado el vaso, después de terminada la destilación, añadiremos de esta solución de sosa la cantidad necesaria para neutralizar el ácido sulfúrico que no lo haya sido por el

(1) Todo el amoníaco ha pasado al frasco de absorción, según indica la reacción siguiente:

$$SO_4(NH_4)_2 + 2NaOH = 2NH_3 + SO_4Na_2 + 2H_2O.$$

(2) Para prepararla basta saturar 100 centímetros cúbicos de una solución concentrada de sosa caústica por el hidrógeno sulfurado, añadiendo luego otros 100 centímetros cúbicos de igual solución:

$$NaOH + SH_2 = NaSH + H_2O.$$
$$NaSH + NaOH = SNa_2 + H_2O.$$

amoníaco, y supongamos que, para conseguirlo, necesitamos n centímetros cúbicos; claro es que $(N - n)$ centímetros cúbicos de lejía de sosa equivalen al amoníaco que ha destilado.

Examinando los pesos moleculares del ácido sulfúrico y del nitrógeno, se ve que 49 gramos del primero saturan 14 del segundo en forma de amoníaco; de modo que para saturar p gramos de SO_4H_2 necesitaremos una cantidad de nitrógeno X, que será igual á

$$p \times \frac{14}{49} = p \times 0{,}2875.$$

Así, pues, $p \times 0{,}2875$ de nitrógeno, equivalen á N centímetros cúbicos de solución de sosa, puesto que ambos saturan igual peso de SO_4H_2, y por tanto, para encontrar la cantidad X de nitrógeno equivalente á las $N - n$ centímetros cúbicos de sosa, bastará establecer la proporción

$$p \times 0{,}2875 : N : : X : N - n \quad » \quad X = \frac{p \times 0{,}2875 \times (N - n)}{N}.$$

Determinación del poder calorífico.

Sin duda alguna, es la operación más importante de cuantas integran el ensayo completo de un combustible, pues, como dice muy bien Mahler en su libro *Etudes sur les combustibles*, fuera de ciertos casos especiales, lo que más interesa saber de un combustible es la energía que desprende durante su combustión; energía que viene medida por el número de calorías desarrolladas.

Varios son los métodos que se han usado para determinar el poder calorífico de los combustibles, basados en el análisis químico de los mismos. Hoy todos ellos están completamente desechados, aunque alguno de ellos dá resultados muy aproximados. Fueron destronados por la aparición de la bomba calorimétrica de Berthelot, modificada por Malher, que permite obtener resultados precisos en muy pocos minutos y por escasa que sea la pericia del operador. Cualquiera que no tenga siquiera nociones de Termoquímica, ni tenga idea de la composición de un carbón, con sólo que se ejercite un poco en leer un termómetro y hacer una pesada, obtendrá resultados que nada dejarán de desear, pues, repetimos,

es un ensayo sin dificultad alguna. Además, la operación está descripta con sobrados detalles en todas las obras que se ocupan de combustibles, que en su mayor parte la copian del trabajo de Mahler antes citado (1), y de buen grado aquí daríamos por terminados estos apuntes, pues nada nuevo hemos de añadir. Por no dejarlos incompletos, reseñaremos una operación de este género tal como la hemos practicado en el Laboratorio del material de Ingenieros que posee una doble instalación de calorímetros (fig. 3).

La cantidad de calor desprendida por un gramo de combustible, cuando su combustión ha sido completa, es lo que se llama *poder calorífico*, que viene medido en calorías.

El procedimiento Berthier para determinarle, se funda en suponer que es proporcional á la cantidad de oxígeno empleado para quemarle. Los resultados son tan poco exactos como el citado principio; por lo cual, no hemos de ocuparnos de él. Sólo indicaremos que se efectúa el ensayo quemando un poco de carbón con un exceso de litargirio. Pesando el botón de plomo reducido y multiplicando su peso por 234, se tiene el número de calorías desarrollado por el combustible.

Más racional y exacto es el procedimiento, consecuencia de la ley de Dulong, que se deriva del calor de formación de los compuestos á que la combustión da lugar y del análisis de la hulla. Esta ley expresa que el calor desarrollado por un combustible, es igual, á la suma del calor desarrollado por los elementos que la constituyen al quemarse. Hay que exceptuar la parte del hidrógeno necesaria, para formar agua, con el oxígeno que el carbón contenga. Un gramo de carbono al quemarse desprende 8.080 calorías; igual peso de hidrógeno, 34.500 calorías, y el mismo peso de azufre, 2.162. Teniendo á la vista los datos del análisis del combustible, es bien fácil determinar el poder calorífico.

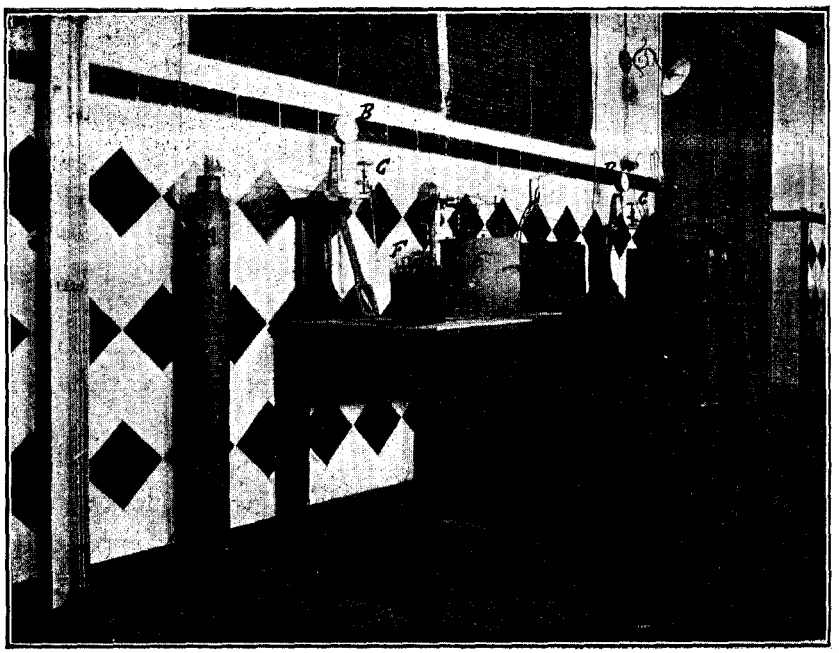
Parece que el error que así se obtiene no pasa del 5 por 100.

Pasando por alto las primeras experiencias verificadas en los calorímetros, nos ocuparemos de la bomba ó granada de Mahler, que sólo es una modificación de la ideada por Berthelot y Vieille hace unos veinti-

(1) Algunos de los muchos autores que copian los ejemplos que el sabio ingeniero de minas publica, lo hacen con tal exactitud, que insertan una errata de imprenta deslizada en un cálculo de la página 20.

cinco años. Esta última estaba forrada interiormente de platino para poder resistir la oxidación y la acción de los ácidos nítricos y sulfúricos; Mahler ha substituído tan caro revestimiento por un enlucido de esmalte, que, con un precio baratísimo, da igual resultado.

FIG. 3.—INSTALACIÓN DE CALORÍMETROS.



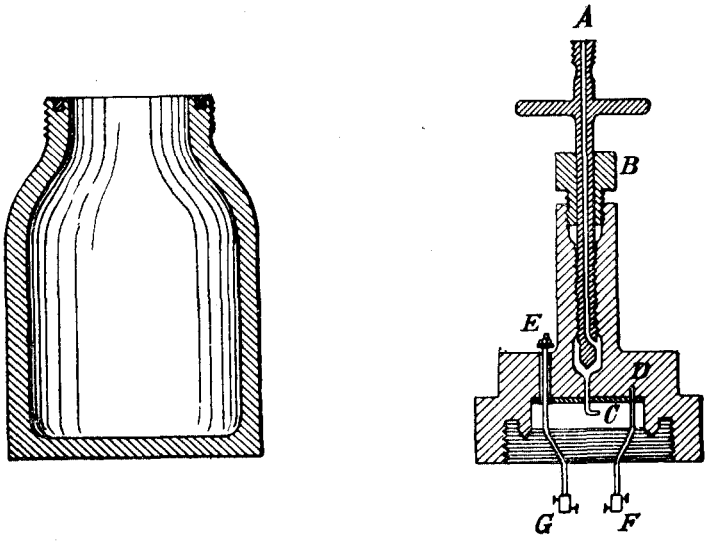
A. Tubos de oxígeno comprimido.
B. Manómetros.
C. Llaves de paso para llenar las bombas.
D. Motor para el agitador.
E. Calorímetros.
F. Pila eléctrica para dar fuego.

El principio del aparato es bien conocido de todos; al quemar un peso de carbón en una cámara herméticamente cerrada é introducida en un baño de agua, el calor desarrollado por la combustión se transmite al líquido, por cuyo aumento de temperatura venimos en conocimiento del poder calorífico.

La cámara de combustión (fig. 4) es de acero, de unos 650 centímetros cúbicos de capacidad y de forma parecida á los proyectiles que emplea la artillería. Por fuera está niquelada y por dentro esmaltada,

como ya hemos indicado. La tapa, de igual material, ajusta á tornillo, obturando perfectamente gracias á una roldana de plomo colocada en el borde.

FIG. 4.—BOMBA DEL CALORÍMETRO.



A. Canal de entrada del oxígeno.
B. Tornillo-prensa.
C. Entrada del oxígeno en la bomba.
D, E. Electrodos y soporte de la cápsula.
F, G. Tornillos de presión para la cápsula.

En la tapa van colocados los elementos para sostener el carbón que ha de quemarse y para iniciar la combustión por medio de la electricidad. Como se ve en la figura, consisten en dos varillas verticales, de platino, á una de las cuales se une el vástago de la cápsula, también de platino, por medio de un tornillo de aprieto. Esta varilla se une directamente al metal de la tapa, mientras que la otra lo hace atravesándola, rodeada de una substancia aisladora. Para introducir el oxígeno que ha de efectuar la instantánea combustión, atraviesa la tapa por su centro un canal, que puede ser cerrado por una llave taladrada según su eje, cuyo taladro termina por su parte inferior lateralmente. Haciendo pasar el oxígeno por este canal y teniendo abierta la llave, el gas penetra en la bomba por el orificio de la tapa. Para cerrar bien tiene la llave un disco, que permite hacer cómodamente el aprieto. Lleva, además, en su parte superior una rosca para unirla á la tuerca del tubo que almacena el oxí-

geno. La figura hace comprender bien tan sencillas disposiciones. Sujeta á la varilla de platino la cápsula con el carbón, y tendiendo de una á otra varilla, un alambre fino de hierro de modo que toque á la masa de combustible, si unimos los dos polos de una fuente de electricidad de intensidad apropiada, uno á la tapa de la bomba y otro directamente al extremo exterior de la varilla que la atraviesa, pasará la corriente enrojeciendo el alambre y poniendo fuego al carbón. La bomba se coloca sobre un soporte, que está en el fondo de una vasija cilíndrica de latón, que se llena de agua y es el verdadero calorímetro. Para evitar la irradiación del calor, el calorímetro está introducido dentro de otra vasija, que está rodeada exteriormente de una gruesa capa de fieltro. Para efectuar rápidamente el equilibrio de temperatura, lleva el calorímetro un agitador helizoidal movido mecánicamente ó á mano, y la temperatura es apreciada con un termómetro, que permite leer hasta centésimas de grado. El oxígeno puede provenir de distintos orígenes; pero frecuentemente se tiene almacenado á una presión de 120 á 150 kilogramos, en un tubo de acero.

Los detalles operatorios no tienen dificultad alguna. Se pesará con precisión una cantidad de carbón próxima á un gramo, sirviéndose para ello de la misma cápsula donde ha de verificarse la inflamación. Para evitar el riesgo de que la corriente de oxígeno al entrar en la bomba no arroje algo de carbón pulverizado fuera de la cápsula, aconsejan algunos físicos, moldear con el carbón sin desecar, una pastilla que se pesa después de desecada, ó ensayar el carbón en granos de un milímetro. La entrada del oxígeno en la bomba está muy bien preparada para que esto no ocurra, á poca práctica que se tenga, para dar paso lentamente al gas. La cápsula con su contenido se conservará en un desecador hasta el momento de emplearse. Limpio y seco todo el aparato, se coloca el calorímetro dentro de su envolvente y se echa la cantidad de agua destilada suficiente para cubrir la bomba: próximamente unos 2 litros.

Es conveniente dejar el agua destilada en la sala del calorímetro desde el día anterior para que se ponga en equilibrio de temperatura con ella. Se destapa la bomba, sujetándola con una brida recubierta de plomo y aflojando la tuerca de la tapa con una llave, y se procede á colocar el hilillo de hierro que ha de servir de cebo á la combustión. Se

escoge alambre de una décima de milímetro de grueso próximamente y se corta en trozos de unos 10 centímetros de longitud. Se pesan juntos unos cuantos y dividiendo por el número de ellos, tendremos el peso de cada uno, que anotaremos. Es una práctica corriente arrollarle alrededor de un alfiler grueso y formar una hélice, dejando los dos extremos sin arrollar.

Nosotros hemos prescindido de este detalle, sujetando sencillamente los extremos del hilo, á los de las varillas que sirven de electrodos, dejándole con forma de catenaria. Una vez hecho esto, y convencidos de que el hilo está suficientemente sujeto, se apoya la tapa sobre un soporte y se coloca la cápsula con el carbón, apretando el tornillo que oprime su vástago. Procurando no hacer movimientos bruscos, se coloca la bomba debajo y se atornilla lentamente á mano, terminando la operación con la llave de tuerca hasta ejercer fuerte presión. Se introduce la bomba en el calorímetro, se atornilla á su llave-punzón el tubo del oxígeno, y abriendo la llave muy poco se da entrada al gas, observando el manómetro que irá subiendo hasta marcar 25 atmósferas, en cuyo momento se cerrará el grifo del tubo de oxígeno, haciendo enseguida lo mismo con la llave de la bomba. Para conocer si el cierre es hermético, bastará echar una gota de agua sobre el orificio de la llave. Enseguida se coloca el termómetro y pone en movimiento el agitador, procurando que éste al moverse no choque con aquél. Al aparato suele acompañar un juego de termómetros con intervalos de temperaturas distintas; se coloca el más apropiado á la del agua, en el momento de hacer la observación.

Al cabo de unos cuantos minutos se empezará ésta, consistente en la lectura del termómetro de minuto en minuto, procurando evitar el error de paralaje y anotando la indicación en el cuaderno. En el momento de acabar de hacer la sexta observación, se hace pasar la corriente eléctrica, aplicando los reóforos de una pila de unos 8 voltios á la tapa de la bomba y á la varilla que la atraviesa. En la instalación del Laboratorio donde hemos trabajado suele hacerse uso de la canalización eléctrica general, intercalando una resistencia. La combustión es casi instantánea, y el termómetro empieza á subir en seguida.

Pasados treinta segundos desde que se dió fuego, se hace la primera observación de esta segunda serie, continuando las lecturas de medio en medio minuto hasta la temperatura máxima que se observe, pasada la

cual se continuará observando de minuto en minuto, hasta que transcurran otros cinco ó seis.

Hecho esto, se saca la bomba del calorímetro, se abre la llave para dar salida á los gases, se destapa y examina si la combustión ha sido completa, recogiendo los extremos del alambre si no se han quemado, lavando el interior de la bomba con agua destilada y recogiendo el líquido en una probeta. La operación queda terminada, quedando sólo que hacer el sencillo cálculo y las correcciones que nos han de dar la cifra del poder calorífico.

Si todo el calor desarrollado por la combustión pasara íntegramente al agua y lo hiciera instantáneamente, bastaría leer la temperatura marcada por el termómetro, restar de ella la que indicaba al iniciar la combustión y multiplicar la diferencia, por el número de gramos de agua contenidos en el calorímetro para tener la cuestión resuelta.

Pero una fracción del calor desprendido pasa á elevar la temperatura de la bomba, del agitador, del calorímetro y del termómetro, lo que obliga á conocer el *equivalente en agua* de este sistema. Puede conseguirse conociendo los pesos de cada una de las materias que le constituyen y sus calores específicos; mas este método es difícil de practicar, y está expuesto á errores por la incertidumbre que existe acerca del valor exacto del calor específico de los aceros.

Hay un procedimiento mucho más expedito, que tiene además la ventaja de aplicarse en iguales condiciones en que han de hacerse los ensayos calorimétricos, eliminando así varios errores.

Si efectuamos en el aparato la combustión de 1 gramo de una materia, cuyo poder calorífico Q haya sido determinado exactamente por otros procedimientos, y llamamos x el equivalente en agua del sistema que vamos buscando, suponiendo que la elevación de temperatura, ya corregida, como en seguida vamos á indicar, sea Δt y que hayamos colocado en el calorímetro un peso M de agua; podremos escribir $Q = (M + x)\,\Delta t$, de cuya ecuación obtendremos fácilmente el valor x, que deberá comprobarse por varias experiencias, efectuadas con gran precisión, puesto que es el dato fundamental del ensayo. Dos cuerpos muy á propósito para ello son el alcanfor y la naftalina, cuyos poderes caloríficos son 9.288 y 9.622 calorías, respectivamente.

El equivalente en agua de las distintas piezas del calorímetro que hemos empleado en el Laboratorio, ha sido determinado con precisión por un inteligente ingeniero afecto al mismo, y es de 481 gramos. Introduciendo 2.000 gramos de agua destilada en el calorímetro, basta multiplicar la elevación de temperatura por 2.481 para tener el número de calorías, que el combustible ensayado desarrolla.

Sólo nos queda para terminar con este asunto, indicar las correcciones que han de sufrir las temperaturas directamente observadas.

Desde que se efectúa la combustión hasta que el termómetro marca la temperatura máxima del agua del calorímetro, transcurren algunos minutos, y durante ellos el aparato está cambiando calor con el aire ambiente, dependiente, como es natural, de la diferencia de temperaturas que haya entre el local y el agua.

Se comprende, por lo tanto, que la temperatura máxima leída no sea la verdadera, sino mayor ó menor que ella, según que el aire esté más ó menos caliente por el agua del calorímetro.

Ya dijimos, al exponer el procedimiento operatorio, que antes de dar fuego se observaba el termómetro de minuto en minuto durante cinco ó seis. Si la marcha ascendente ó descendente es regular (y si no lo fuera se proseguirían las lecturas durante otros cinco), dividiendo la diferencia entre la última y la primera temperatura observadas por el número de minutos, tendremos la ley de enfriamiento medio anterior á la experiencia, que podrá ser nulo, positivo ó negativo. Suele ser lo primero cuando se deja el agua un día antes en el local del calorímetro. Para mejor seguir tan sencilla cuestión, la aplicaremos á un ejemplo, copiado del cuaderno de ensayos:

	Grados.
Primera lectura	14,13
1.er minuto	14,13
2.º »	14,14
3.er »	14,14
4.º »	14,14
5.º »	14,14

Llamando Δ_i esta corrección, su valor será:

$$\Delta_i = \frac{14{,}14 - 14{,}13}{5} = 0^{\circ}{,}002.$$

Al hacer la última lectura se establece la corriente eléctrica, leyendo el termómetro á los 30 segundos, haciendo las lecturas siguientes, también cada medio minuto, para leer con más exactitud el máximo:

Estas lecturas son las siguientes:

			Grados.	
5.°	minuto,	30 segundos	15,40	
6.°	»		16,84	
»	»	30 segundos	17,21	
7.°	»		17,30	
»	»	30 segundos	17,34	
8.°	»		17,36	máximo.
»	»	30 segundos	17,36	
9.°	»		17,36	
10.°	»		17,35	
11.°	»		17,34	
12.°	»		17,33	
13.°	»		17,32	

Si dividimos la diferencia entre la última temperatura leída y la máxima (17°,36 — 17°,32) por el número de minutos transcurridos, tendremos la ley de enfriamiento medio posterior á este máximo, que será:

$$\Delta_f = \frac{17,36 - 17,32}{5} = 0^\circ,008.$$

Se hace la hipótesis de que, desde que el termómetro empezó á subir, hasta que llegó al máximo, la pérdida de calor se ha verificado, según esta misma ley, posterior al máximo, y esto para cualquier minuto de este período, siempre que la temperatura en este minuto, no se diferencie de la máxima leída en más de un grado, pues en este caso, el valor de Δ_f se rebajará en 0°,005. Esta hipótesis supone que las influencias que rigen el cambio de calor se han ejercido del mismo modo durante todo el tiempo de la operación, lo que debe ser muy próximo á la verdad por su poca duración.

Así, pues, para aplicar la corrección á este caso no tendremos más que aumentar lo perdido en temperatura desde el 6.° al 8.° minuto, que será:

$$2\Delta_f = 2 \times 0^\circ,008 = 0^\circ,016,$$

y lo perdido durante el medio minuto (5 minutos y medio al 6.°), que será:

$$\frac{1}{2}(\Delta_f - 0^\circ,005) = 0^\circ,0015$$

(puesto que 15°,40 excede al máximo en más de un grado), ó sea en total una pérdida de 0°,075. Pero desde el quinto al quinto y medio minuto le es aplicable al sistema la ley obtenida antes del máximo, y habrá ganado

$$^1/_2\, \Delta_i = 0°,0010.$$

Restando esta ganancia de la pérdida resultará una corrección aditiva de 0°,0165, que habremos de añadir á la diferencia de temperatura leída (17°,36 — 14°,14 = 3°,22), resultando, finalmente, para el cálculo:

$$3°,22 + 0,0165 = 3°,2365,$$

que, multiplicada por 2.481, nos da el número de calorías desarrollado por la combustión.

Pueden también obtenerse estas correcciones valiéndose de una sencilla construcción gráfica, que consiste en tomar sobre una recta las distintas temperaturas desde la inicial hasta la máxima, tomando una escala apropiada, por ejemplo, un decímetro por grado, y representando el origen la primera lectura. Sobre el origen y el final de la recta se levantarán ordenadas que representen la corrección inicial que hayamos encontrado y la correspondiente al último período de lecturas. Uniendo los extremos de estas ordenadas por una recta, la corrección correspondiente á una temperatura cualquiera de las intermedias se obtendrá levantando la ordenada correspondiente hasta encontrar á la recta mencionada.

El número de calorías que hayamos encontrado, es justamente el desarrollado por el fenómeno químico ocurrido en la bomba; mas hemos de descontar, para quedarnos solamente con el que corresponde á la combustión del carbón, las calorías á que hayan dado lugar la formación de algo de ácido nítrico por el aire contenido en la bomba, y la combustión de la espiral de hierro que sirvió de cebo.

Esto último se hace inmediatamente sabiendo que la combustión de 1 gramo de hierro desarrolla 1,6 calorías. Al abrir el calorímetro después de terminada la operación, vemos si se ha quemado todo el hierro ó medimos la longitud de alambre que no lo haya hecho. En uno ú otro

caso, como conocemos el peso del alambre quemado, multiplicándole por 1,6 tendremos las calorías desarrolladas.

Para recoger el ácido nítrico, lavaremos la bomba con agua destilada y reuniendo las aguas de loción, dosificaremos el peso de ácido nítrico con una solución alcalina y le multiplicaremos por 0,23 calorías, que es el calor de formación de 1 gramo de ácido nítrico. Al hacerlo así, despreciamos alguna cantidad de vapores nitrosos que salieron de la bomba al destaparla después de la operación; pero dada la índole de ésta podremos prescindir de esta corrección, que, en último caso, sería fácil de calcular recogiendo los gases contenidos en la bomba. En ella se forma también, al propio tiempo que ácido nítrico, ácido sulfúrico; procedente de la combustión del azufre que el carbón pueda tener. Generalmente, su peso se engloba en el del ácido nítrico y todo se valúa como tal; el error es insignificante; mas si se quiere operar con todo rigor, se dosificará el ácido sulfúrico, valiéndose del cloruro de bario ó por cualquier otro procedimiento, y su peso se multiplicará por 0,73, que es el calor de formación de un gramo de este ácido.

Repetimos que, tratándose de ensayos industriales de carbones, se prescinde de esta corrección.

Como precauciones especiales del ensayo calorímetro, debemos señalar: la cuidadosa colocación del alambre de modo que esté en íntimo contacto con el carbón; el llenado lento de la bomba con oxígeno, para no proyectar partículas de carbón fuera de la cápsula, caso de no haberse moldeado en pastillas, y el detenido estudio previo del termómetro, determinando bien todas las correcciones, por los procedimientos que se encuentran descriptos en todos los libros de Física.

Determinación del peso específico.

Se hace por el procedimiento del frasco, no ofreciendo la operación nada de particular. Uno de los frascos que con más ventaja pueden emplearse es el de Poulene, que tiene una forma casi esférica y lleva en la boca un tapón esmerilado, que es, al mismo tiempo, termómetro; permitiendo tomar con precisión la temperatura del agua del interior en el

momento de operar. Hay que hacer cuatro pesadas, suponiendo que no se conoce la tara del frasco. La primera, con él vacío; la segunda, después de haber introducido un peso de carbón pulverizado de un par de gramos aproximadamente; la tercera, después de haber añadido al carbón la cantidad de agua destilada necesaria, para llegar hasta el trazo de enrase; y la última, con el frasco lleno solamente de agua destilada. La diferencia que acusen estas dos últimas da el peso de agua que el carbón desaloja, ó sea su volumen; y la diferencia de las dos primeras el peso de la muestra introducida en el frasco.

Dividiendo el peso por el volumen tendremos la densidad. Claro, es, que el peso del frasco vacío y lleno de agua puede determinarse de una vez para todas las operaciones.

La corrección que hay que aplicar es la de temperatura, leyendo en una tabla, la densidad del agua destilada, á la que marcaba el termómetro del frasco en el momento del ensayo.

Como precaución debemos señalar el cuidado que ha de tomarse en que desaparezcan las burbujas de aire. No basta hervir el agua destilada momentos antes de operar, como indican algunos autores, ni dejar pasar algún tiempo, para que las burbujas de aire adheridas al carbón se desprendan. De este modo no sale todo el aire, y para convencerse de ello, no hay más que transportar el frasco bajo la campana de una máquina pneumática, y, á poco que bajemos la presión, veremos formarse burbujas de aire que van aumentando de volumen. Recomendamos (pues á nosotros nos ha dado muy buen resultado) hacer el vacío durante un buen rato, teniendo el cuidado de colocar el frasco (si se usa el de Poulene) sobre un soporte que permita su inclinación, para que las burbujas no se acumulen junto al orificio, de donde es punto menos que imposible hacerlas salir.

Examen microscópico y radiográfico.

Uno y otro se usan en el estudio de los carbones, aunque el primero en mayor grado que el segundo. Más que á las hullas, se aplica el microscopio á los lignitos y á las turbas, deduciéndose datos importantes, sobre todo respecto de las plantas que concurrieron á su formación.

Por la permeabilidad á los rayos X del carbono, se comprende, que el estudio radiográfico de estos combustibles sea importante; puesto que los silicatos y piritas, no dejan pasar los referidos rayos. Puede, aproximadamente, deducirse por este medio, la proporción de cenizas de los carbones.

De todos modos, nada diremos en concreto de estos procedimientos porque no hemos tenido ocasión de seguirlos personalmente.

FIN

ÍNDICE

LOS

NUEVOS CUARTELES DE INFANTERÍA

DE PAMPLONA

LOS
NUEVOS CUARTELES DE INFANTERÍA
DE
PAMPLONA

POR

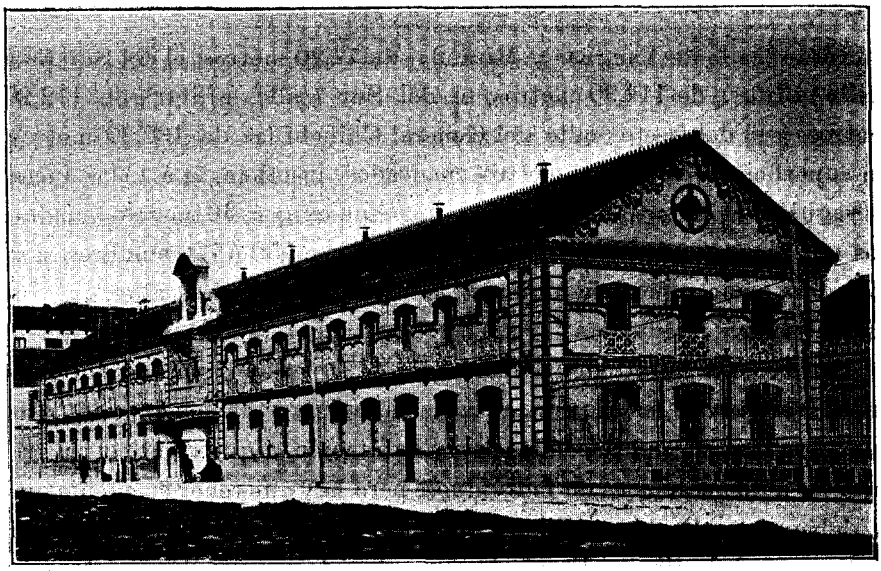
D. ANTONIO LOS ARCOS Y MIRANDA

Teniente Coronel de Ingenieros

MADRID

IMPRENTA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO

1908



Cuartel del General Marqués del Duero.—Dependencias generales.

CAPÍTULO I

Estudio del proyecto en general.

SITUACIÓN.—La ley de 22 de Agosto de 1888 dispuso, entre otras cosas, que al derribar el frente interior de la ciudadela de Pamplona, se reservara, el ramo de Guerra, los solares necesarios para erigir los nuevos cuarteles, en substitución de los viejos conventos de la Merced y del Seminario, en que estaban alojados dos regimientos de Infantería, careciendo de las más imprescindibles condiciones de comodidad, seguridad é higiene; conventos que, una vez desocupados se debían entregar al Ayuntamiento de Pamplona, en virtud de la misma ley.

CAPACIDAD.—El solar que se nos designó, en Noviembre de 1895, para proyectar los cuarteles para dos regimientos de Infantería (fig. 1, pág. 9), es un pentágono irregular, con dos ángulos rectos, y cuyos lados son: el del Norte (calle de D. Pascual Madoz), de 153 metros de longitud; el del

Nordeste (calle de Yanguas y Miranda) de 77,20 metros; el del Sur Este (calle militar), de 114,90 metros; el del Sur (calle militar) de 112,20 metros, y el del Oeste (calle del General Chinchilla) de 132,30 metros. Su superficie es de 22.000 metros cuadrados, insuficiente á todas luces, de seguirse el criterio de los higienistas, que exigen 40 metros cuadrados por plaza, y por tanto, sólo podrían alojarse 550 ó 700 hombres, si se considera como superficie higiénica la mitad de la de las calles que rodean al solar.

Claro es que los 40 metros cuadrados de superficie, por individuo, es un *desideratum* de los higienistas ingleses, belgas y alemanes, para atenuar ó evitar las enfermedades de la habitación, á que rinden gran tributo las aglomeraciones de individuos; pero hay que tener en cuenta que no deben ser aplicables á España al pie de la letra esos preceptos, por la diversidad de climas. En efecto, los países de aquellos higienistas son, por regla general, muy nebulosos y de escasa altitud; el aire que en ellos se respira es, además de denso, muy cargado de humedad; allí el sol está como empañado durante casi todo el año y hasta también en los días de verano, que tan largos son en aquellas regiones. En nuestra península, en cambio, si se exceptúan las de las costas, las poblaciones se encuentran á más ó menos altura sobre el nivel del mar; el cielo está casi siempre despejado y un sol esplendoroso alegra, en general, la naturaleza, y raro es el día en que no sopla el viento, con más ó menos violencia; y como á medida que es mayor la altitud más enrarecido está el aire y las variaciones de temperatura son, por consiguiente, más repentinas, se engendran corrientes atmosféricas del interior al exterior de las habitaciones ó en sentido inverso, que ejercen las funciones de renovador automático, del aire confinado. El calor de nuestro clima y los vientos que suelen reinar, son factores de sequedad, mientras que muy contadas son las veces en que la atmósfera contiene agua condensada. Si el remedio contra las enfermedades de la habitación consiste en la luz solar, la sequedad y la ventilación, en condiciones incomparablemente mejores que aquellos países está España para conseguirlo; y por consiguiente, si para ello, los países del Norte, necesitan por término medio 40 metros cuadrados de superficie, por individuo, á nosotros los españoles debe bastarnos muchísimo menos y por ello no hemos dudado en la posibilidad

de que podían proyectarse edificios capaces de alojar dos regimientos, en condiciones higiénicas aceptables, dentro del limitado solar de que se disponía. Desde otro punto de vista no cabía esta discusión previa, más que en el caso de demostrarse la imposibilidad absoluta de proporcionar, en el solar de que se trata, y con arreglo á las condiciones impuestas por la superioridad, alojamiento mejor que el actual; imposibilidad que no existe á nuestro juicio.

Instrucciones recibidas.—Las instrucciones recibidas para la redacción del proyecto prevenían, que la disposición general de los edificios fuera la designada por los ingleses con el nombre *block-system*, ó sea de edificios aislados, con dos pisos habitables, á lo sumo; que se empleara el hierro en los entramados de pisos y cubiertas y que se proyectase un sistema de alcantarillas, para la pronta evacuación de las aguas á la alcantarilla general de la población, que recorre tres de las calles que circuyen el solar, empleando el método conocido en Francia con el aforismo *tout á l'egout:* es decir, que vayan á verter sin intervención de pozo alguno. En todo lo demás quedaba bastante latitud al Ingeniero y no podía menos de suceder así, para no hacer totalmente insoluble el problema.

Pretender que se proyectaran estos cuarteles con la amplitud y desahogo de cualquiera de los que figuran entre los *Cuarteles tipos*, es pretender un imposible; que salta á la vista con sólo tener en cuenta, que nos harían falta 50.000 metros cuadrados, empleando el *Cuartel tipo* que exige menor superficie, y tan sólo disponemos de 22.000. Además, aunque dispusiéramos de un solar de 50.000 á 60.000 metros cuadrados, tampoco escogeríamos como modelo uno de aquéllos, porque dentro de una plaza fuerte, de las condiciones de Pamplona, sería un absurdo emplear solares de tanta extensión, en acuartelar tan poca fuerza. Otras necesidades se podrían cubrir con el terreno restante. Por otra parte, no hay que olvidar la constante penuria de nuestro tesoro y hay que ahorrar á la nación todo lo que se pueda, en lo que pudiéramos llamar gastos supérfluos, reduciendo los programas de necesidades del acuartelamiento á lo meramente preciso, si se quiere resolver el problema de dotar á todo el ejército español de cuarteles que reúnan condiciones higiénicas; pues el factor, quizá más esencial, que entra en su resolución, es la cantidad

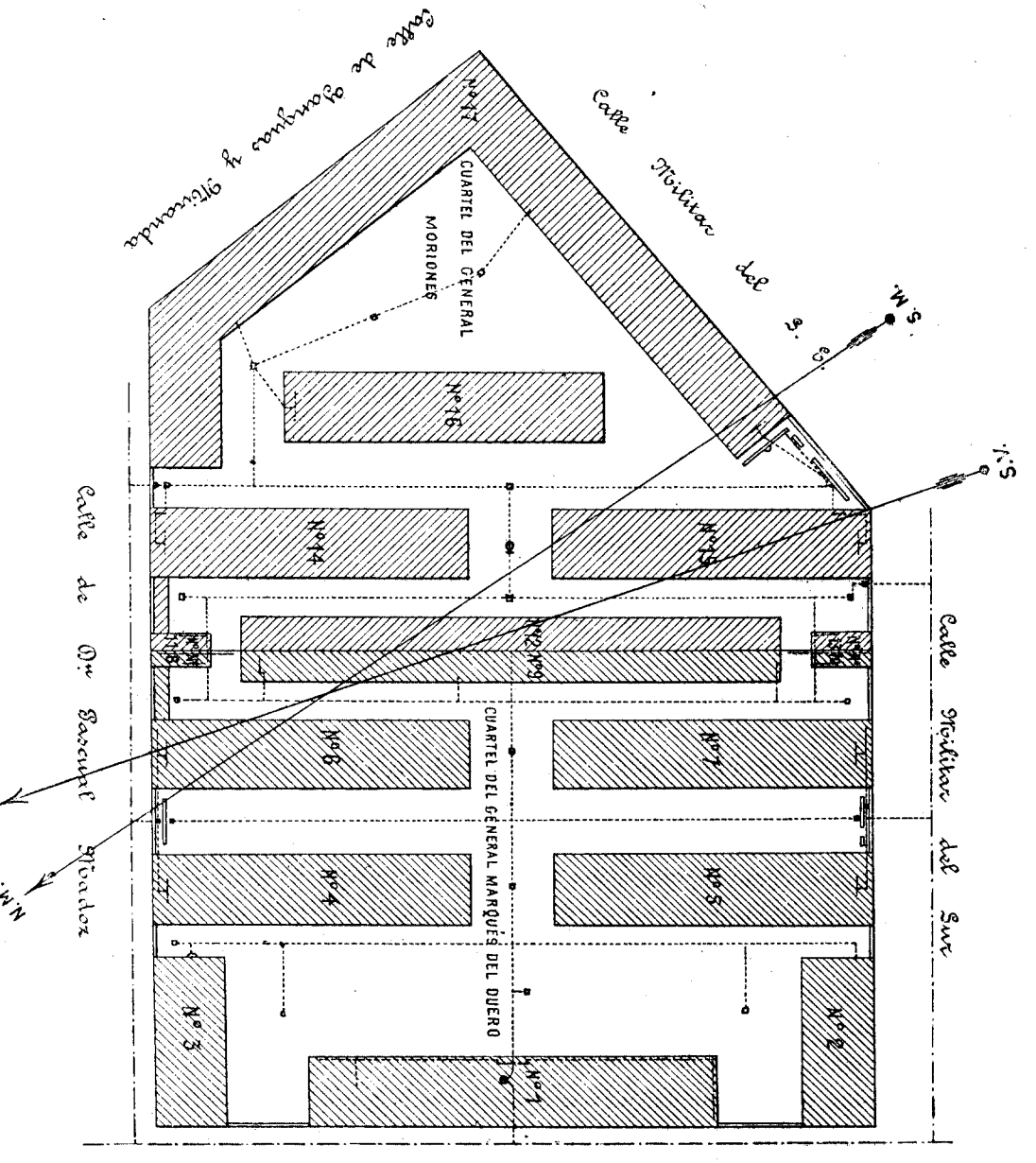
que cada año puede asignarse para estas atenciones. Sin contar con ese factor no veremos nunca acabado un regular sistema de acuartelamiento, que siempre es preferible, á tener nada más que media docena de cuarteles modelos. Nuestra pobreza no da para más y la realidad exige, que, ya que es modesta la comida del soldado, lo sea también su alojamiento, sin que esto quiera decir que se olviden las condiciones higiénicas.

Descripción del solar.—Rodean el solar las calles del General Chinchilla, de 16 metros de anchura, por el Oeste; de D. Pascual Madoz, de 10 metros, por el Norte; de Yanguas y Miranda, de 15 metros, por el Este, y la Militar, de 20 metros, por el Sur y Sur Este. Las rasantes de los lados del pentágono son: de nivel las de las calles del General Chinchilla, Yanguas y Miranda, y la Militar del Sur Este: estas dos últimas calles están 3 metros más altas que la del General Chinchilla y por lo tanto resulta para la de D. Pascual Madoz una pendiente de $^{3}/_{153}$, y para la Militar del Sur la de $^{3}/_{112,20}$.

Está situado en el paraje más elevado de la ciudad y más distante del río, entre toda una barriada de edificios militares y alejado de las pobres viviendas de la gente jornalera. Las tres calles del Municipio están perfectamente urbanizadas y tienen un buen sistema de alcantarillado, que permite alejar, con poco coste, las materias fecales que se produzcan en el cuartel. También pasa por las mismas calles la cañería de conducción de aguas potables, procedente del manantial de Artela, con presión suficiente para que pueda subir el agua hasta los tejados; circunstancia muy de apreciar, para el caso de un incendio y con la que se logrará dotar de agua potable al cuartel, para todos los usos y necesidades, con poco gasto de cañerías propias.

Aislado como se encuentra el solar y defendido de los fríos vientos del Norte por las casas de la calle de D. Pascual Madoz, está en condiciones de recibir el sol, desde que sale hasta que se oculta; circunstancias muy convenientes, para un país frío en que dominan los vientos del Norte. La forma y relativa amplitud del solar, permite que puedan trazarse los edificios dejando calles, para que el aire penetre y barra las fachadas, sin obstáculos, como recomienda la higiene.

El terreno sobre el que se han levantado los edificios está formado en gran parte por tierra virgen, y en otra menor, por las tierras de aca-



Calle del General Chinchilla

Fig. 1.

rreo con que se rellenaron los fosos, al hacer el derribo del frente interior de la Ciudadela el año 1890, para el ensanche de la población. Al hacer la explanación, se observó que los bancos impermeables de arcilla petrificada se encuentran próximamente á unos 5 metros por debajo de la superficie del suelo con una marcada pendiente hacia el río; la que asegura la salubridad del terreno por la evacuación á aquél de todas las aguas pluviales, por lo que no hay temor de que su estancamiento dé lugar á humedad que, transmitida á través del terreno á los pisos habitables, produzca enfermedades, que tan terribles son, por los microorganismos que los higroteluros llevan en suspensión, si se han descompuesto las materias orgánicas por su contacto con el agua. A pesar de estas circunstancias favorables, se han tomado las precauciones que se verán para la rápida evacuación de las aguas pluviales que se recojan dentro del solar, y también para impedir el ingreso en los dormitorios de los gases subterráneos.

Solución adoptada.—Debiendo estar formado el cuartel por edificios aislados, la forma, dimensiones, rasantes y orientación del solar, hacen que forzosamente sea la mejor solución la de colocar los dormitorios de tropa con sus fachadas principales, paralelas á la calle del General Chinchilla. Así se consigue que la luz solar bañe sucesivamente, durante el curso del día, las dos fachadas principales y una de las de piñón, quedando la que mira al Norte, resguardada de los vientos por las edificaciones vecinas. En punto á orientación de los edificios, no puede encontrarse otra más conveniente; y como también por la forma del solar, es como se aprovecha mejor el terreno, queda como punto de partida el que los dormitorios de tropa han de tener sus fachadas paralelas á la calle del General Chinchilla por las dos poderosas razones, de mejor orientación y de mayor economía, de que se ha hecho mérito.

Con este pie forzado se hicieron muchísimos tanteos, para ver la mejor manera de situar en el solar, los edificios que consideramos indispensables, para alojar decorosamente los dos Regimientos de Infantería. Al efecto se trazó la planta de un dormitorio de tropa, de crujía sencilla y otro de doble, con anchuras respectivas de 7 y 13 metros, para dos y cuatro filas de camas. Otro tanto se hizo para los accesorios, dependencias generales y de tropa, etc., etc. Se fueron combinando todos

estos elementos con los demás que entran en la solución del problema, como son: forma y dimensiones del solar, anchura de las calles, en función de la altura de los edificios, para que el sol bañe á todos y para que el aire barra sus fachadas y penetre en los dormitorios con libertad cuando convenga; situación relativa de los edificios para el mejor servicio interior; manera de lograr la independencia tan absoluta como se pueda, entre los dos cuarteles con la mayor economía, etc., etc.; y por fin, después de muchos estudios y de pesar las ventajas é inconvenientes de las diversas soluciones, nos decidimos por la que figura en los planos, que á nuestro juicio es no sólo la mejor, sino la única aceptable.

Podría acompañarse una lámina con las figuras de los distintos tanteos, para hacer la discusión de las diversas soluciones, en que se combinan edificios de una y de dos crujías; pero aún nos consideramos relevados de este trabajo si se observa la manera con que se han escatimado las anchuras de las calles para colocar los edificios, dando á la mayoría de éstos la orientación más apropiada; llevando los edificios hasta el perímetro del solar para economizar muros de cerca, y por último, colocando el edificio núm. *17* en la disposición indicada en la figura, para que las irregularidades del solar, afecten, en su mayor parte, á un patio y no redunden en perjuicio de la edificación. Puede decirse que no se desperdicia nada de terreno y esta categórica afirmación, cuya prueba no es precisa porque salta á la vista, unida al hecho también evidente, de que los edificios tienen la mejor orientación, prueban las excelencias de la solución adoptada y su superioridad sobre cualquiera otra que se intente; pues aun dado el caso de que fuera posible encontrarla, sería inferior á ésta, bien sea por la peor orientación ó menor independencia de los edificios; ya por la menor anchura de las calles, ya por fin, por el mayor coste de aquéllos al situarlos en las líneas de máxima pendiente que obligarían á considerables desmontes.

Razones que obligan, á adoptar edificios para cuatro filas de camas.—Resueltamente hemos aceptado para dormitorios de tropa edificios de doble crujía, para que se puedan colocar cuatro filas de camas en vez de dos, que son las que exclusivamente preconiza la Comisión que redactó los Cuarteles tipos y esta circunstancia, nos obliga á razonar los fundamentos de esta variante.

Hemos dicho antes que el lado del solar correspondiente á la calle del General Chinchilla tiene 132 metros. El dormitorio de una compañía con sólo dos filas de camas, exige una planta de cien metros por siete comprendiendo el espesor de los muros. Habiendo de colocar estos edificios para su buena orientación paralelos á la calle del General Chinchilla, no puede ponerse más que uno en cada fila, quedando un espacio de 32 metros de anchura y de una longitud igual á la de la calle de D. Pascual Madoz, en el supuesto de que los dormitorios de tropa lleguen hasta apoyar sus piñones, en la calle militar del Sur. En ese espacio de 153 por 32 metros, podríamos colocar de mala manera, las dependencias de tropa y accesorios de ambos Regimientos con poca independencia, dejando una calle interior paralela á la de D. Pascual Madoz, para el tránsito, y en la cual se apoyaran los otros piñones de los dormitorios de tropa. Quedarían por colocar en el resto del solar dos edificios para las dependencias generales y ocho para dormitorios, puesto que partimos de la base de habitar los dos pisos de cada edificio. Suponiendo que la anchura de los edificios destinados á dependencias generales, sea de 13 metros, dejando un patio de 20 en cada cuartel, y haciendo las calles entre los dormitorios de una anchura de 12 metros, sería preciso para colocar todos estos edificios, un rectángulo de 100 en sentido de la calle del General Chinchilla, que es lo que le resta, y de

$$2 \times 13 + 2 \times 20 + 7 \times 8 + 7 \times 12 = 206 \text{ metros,}$$

en dirección de la calle de Madoz. En una palabra, para el conjunto de edificios de dos cuarteles se necesitaría un solar rectangular de 132 por 206 metros ó sean 27.192 metros cuadrados cuando sólo disponemos de 22.000 en planta irregular; que no se presta tan bien para el aprovechamiento del terreno como la rectangular.

Esto mismo se comprende á la vista del plano: la perpendicular bajada á la calle del General Chinchilla, desde el encuentro de las de Yanguas y Miranda y Militar del Sur Este tiene 200 metros; de manera que trazando por dicho punto una paralela á la calle del General Chinchilla hasta su encuentro con las prolongaciones de las calles de Madoz y Militar del Sur y añadiendo á nuestro solar, si pudiera ser, los dos triángulos que se forman, aún resultaría un solar deficiente para colocar los

edificios de ambos cuarteles, empleando dormitorios de tropa con sólo dos filas de camas.

A igual resultado llegariamos poniendo los accesorios y dependencias de tropa en dos edificios paralelos, con sus fachadas, el uno á la calle de Madoz y á la Militar del Sur el otro; dejando el centro para los dormitorios de tropa, que se colocarían perpendicularmente á los anteriores. Siempre se necesitaría un rectángulo de 206 metros de lado mayor, y si bien es cierto que con esta segunda solución, estarán más desahogados los accesorios y dependencias de tropa y el servicio se hará mejor, por contar con dos calles interiores perpendiculares á la del General Chinchilla, en cambio la higiene resultará más desatendida, por cuanto los edificios cuyas fachadas están en la calle Militar del Sur, impedirán que entre libremente el sol, y quedará en sombra gran parte del cuartel.

En cambio, aceptando dormitorios con cuatro filas de camas como lo hacemos, caben perfectamente en el solar tal cual es, los diferentes edificios que son necesarios para los dos cuarteles; es posible darles más amplitud y las calles y patios resultan de mayores dimensiones, que las aceptadas en la hipótesis anterior. Esto se debe á que para alojar una compañía con cuatro filas de camas, basta una longitud de fachada de unos 50 metros ó 59 con comedores; de manera que en la longitud de 132 que tiene la calle del General Chinchilla caben dos edificios y queda una amplia calle central de 14 metros, para el servicio interior.

En resumen, con edificios de simple crujía no caben dos regimientos en el solar y aceptando los de doble crujía, pueden colocarse con holgura. Este hecho nos releva de enfrascarnos en amplias discusiones, para demostrar las ventajas económicas ó los inconvenientes desde el punto de vista higiénico, de una solución sobre otra; porque de nada sirve que todas las ventajas estén á favor de los edificios de simple crujía, si por las razones expuestas, no podemos emplazar los suficientes, dadas la forma, dimensiones y situación del solar. La realidad impone edificios de doble crujía y el problema hay que aceptarle tal cual es, procurando lograr para los edificios de doble crujía las ventajas ó condiciones higiénicas y económicas, que puedan tener los de simple crujía. Esto no obsta para que afirmemos, que nuestra solución de dormitorios de tropa es tan económica como pueda serlo cualquier otra en que se acepte el dormi-

torio con dos filas de camas; y respecto á la higiene, se procura la conveniente ventilación por medio de tabiques que, apoyados en las columnas, no llegan al techo ni al suelo y dejan circular el aire por arriba y por abajo, y sirven para que se apoyen las camas centrales y para la colocación de las tablas perchas mochileras.

Creemos que basta con lo dicho para justificar la adopción de los dormitorios con cuatro filas de camas, y en tal concepto vamos á describir el conjunto del proyecto y la distribución del solar entre los dos regimientos, para lograr la apetecida independencia dentro de la más estricta economía.

Programa de necesidades.—Para alojar modestamente un regimiento, juzgamos indispensable proporcionar habitaciones, que permitan satisfacer el siguiente programa de necesidades.

Dormitorios para ocho compañías y para la música.

Comedores.

Almacenes generales de prendas y repuesto de cartuchos.

Escuelas de sargentos, cabos y soldados.

Dependencias generales. Pabellón para el Coronel. Oficinas.

Dependencias de tropa, como son: barbería, zapatería y sastrería.

Accesorias de tropa. Cantina, cocinas, cuadras, talleres de maestros armeros.

Cocinas y comedor de sargentos.

Retretes generales, lavadero, abrevadero, basurero.

Calabozos, cuarto de reconocimiento y botiquín.

Cobertizo para carros.

Parece lo más conveniente que uno de los regimientos tenga su entrada principal por la calle del General Chinchilla y el otro por la de Yanguas y Miranda. La línea divisoria entre los dos cuarteles es una paralela á la calle del General Chinchilla á 89 metros de distancia, de manera que, para el cuartel del Oeste, llamado del General Marqués del Duero, queda un solar rectangular de 132 por 89 metros, con un área de 11.748 metros cuadrados y para el del General Moriones uno pentagonal de 10.252.

Cuartel del General Marqués del Duero.—El edificio de dependencias generales, oficinas y pabellón del Coronel se sitúa dando frente

á la calle del General Chinchilla, con la puerta central en el eje del solar. Este edificio, señalado con el número *1*, consta de dos pisos. En el ángulo de las calles de Madoz y Chinchilla situamos el edificio número *2*, también de dos pisos, destinados á dependencias de tropa y á escuelas. Simétricamente á éste disponemos en el encuentro de las calles de Chinchilla y Militar del Sur, el número *3*, que se destina á almacenes y alojamiento de la música. Los cuatro edificios, de dos pisos, señalados con los números *4*, *5*, *6* y *7*, sirven, cada uno, para alojar dos compañías; tienen sus fachadas paralelas á la calle de Chinchilla; apoyan sus piñones en los muros de cerca y dejan una calle, enfilando la puerta de entrada al cuartel. Los dos primeros se han colocado á 24,5 metros de distancia del de dependencias generales, para que quede un patio amplio. La calle que separa al *4* del *6*, tiene 12,50 metros de anchura, ó sea próximamente vez y media la altura de dichos edificios.

El edificio de accesorios número *9*, de un sólo piso, está separado de los anteriores por una calle de 7 metros. En los puntos extremos, apoyando sus fachadas en la línea divisoria y los piñones en la cerca, colocamos los retretes generales números *8* y *10* y por fin el repuesto de cartuchos metálicos, lavadero, abrevadero y basurero en los puntos que indica el plano.

Cuartel del General Moriones.—Los edificios *11*, *12* y *13* son iguales y están simétricamente colocados á los *8*, *9* y *10* del cuartel anterior. Por economía, el muro divisorio es común á todos ellos, de manera que, por lo que respecta á la construcción, forman un sólo edificio los *8* y *11*; *9* y *12*; *10* y *13*, y así se han construído.

Los pabellones de tropa números *14* y *15* dejan entre sí una calle de 14 metros y están separados del de accesorios por otra de 7, y del dormitorio número *16*, por otra de 12,50 de anchura. El edificio número *17*, acomodado á la forma del solar, equivale á los *1*, *2*, *3* y *4* del cuartel anterior. Resulta un dormitorio de tropa, no tan bien orientado como los otros siete; pero no hay medio de colocarlo mejor.

Para acabar de describir el conjunto sólo nos resta decir que modificamos ligeramente el terreno, á fin de que los ejes de las calles paralelas á la de Chinchilla, sean horizontales, lo que se logra fácilmente conservando en la calle de Madoz, hasta el pabellón número *14*, la misma ra-

sante de la calle Militar del Sur, y haciendo horizontal el resto del solar, con las tierras procedentes de los cimientos. De esta manera los edificios *16* y *17* se han asentado sobre un plano horizontal, y todos los demás sobre otro inclinado, cuya línea de máxima pendiente tiene la de $^{3}/_{114}$. Así se facilita mucho la construcción y gana en estética el conjunto, sin que por ello se aumente el coste, porque las tierras de los cimientos se habrían de transportar á otro lado. Al exterior de la calle de Madoz nada se nota; por cuanto el muro de cerca sigue á la rasante de la calle, que queda algo más baja que el plano de asiento del cuartel, hasta los puntos de encuentro con las calles de Chinchilla y Yanguas en que se confunden. En resumen, así como los 3 metros de diferencia de nivel entre estas dos calles, los gana la de Madoz, en una rasante única de 155 metros, nosotros hemos hecho que dentro del solar, se gane con una de 114 metros, y el resto sea horizontal.

Cuartel del General Moriones. — Dependencias generales.

CAPÍTULO II.

Saneamiento del solar.

Ya se ha dicho antes, que una parte del solar es de reciente formación y de acarreo; puesto que se formó rellenando los fosos con tierras procedentes del derribo de las obras del frente interior y glasis de la ciudadela; circunstancia que por sí sola y si no se tuvieran en cuenta otras, que modifican é influyen favorablemente en las condiciones higiénicas de dicho solar, bastaría para calificarlo de impropio é inconveniente para edificar sobre él, viviendas destinadas á colectividades tan numerosas, y hace indispensable, por consiguiente, un completo y bien entendido saneamiento; pero, las condiciones particulares del subsuelo, en el que la profundidad de la capa impermeable, y la inclinación que afecta hacia el río favorecen la evacuación de las aguas filtradas á través de las capas superiores, permiten proceder con menos rigor y contentarse con un saneamiento menos absoluto, tomando las precauciones convenientes para evitar los peligros á que la indicada circunstancia, pudo dar lugar.

La capa de agua subterránea, que aquí coincide con la de arcilla petrificada, llamada *tufa* en el país, y sirve de asiento á la construcción; además de que no se halla sujeta á pronunciadas fluctuaciones de nivel, que sólo varía por las aguas meteóricas, encuéntrase á una profundidad media de 5 metros, superior á la de 4,50 que, según Putzeys, es suficiente para calificar de sano é higiénico el lugar escogido para una construcción; teniendo para ello en cuenta, que el efecto de la capilaridad, por virtud del cual se eleva el agua subterránea, sólo alcanza á la inmediatamente superior de las tres en que Hofman supone dividido el terreno y en una altura de ésta, de 1,85 metros cuando más. Construyendo los cimientos con la piedra dura y poco porosa de Ezcaba y empleando mortero hidráulico, creemos posible impedir que el agua se eleve por capilaridad, en el espesor de los muros.

Los verdaderos y también los mayores peligros para la salud de las personas que habitan locales de planta baja, provienen de la zona de terreno intermedia, llamada de transición, y de la superficial; la primera de ellas, sustraida por completo á la evaporación por las corrientes de aire, recibe de la segunda el agua que excede de la capacidad hidrológica de ésta; de donde resulta, que la de transición contiene de ordinario tan considerable volumen de agua, que en los terrenos de grano fino basta un espesor de 1 á 2 metros, para guardar las precipitaciones meteóricas de un año; y como por otra parte, á medida que aumenta la profundidad, se hacen menos sensibles las diferencias de temperatura exterior y se avanza hacia la constante; ambas condiciones, humedad y calor relativo, favorecen la pululación de organismos inferiores, nocivos á la salud, que por la dificultad de aireación, tanto más entorpecida cuanta más agua contiene el terreno, disminuyen el poder nitrificador de éste, que convierte en inofensivos los gérmenes patógenos.

Respecto de la capa superficial, expuesta, á recibir los resíduos, inmundicias y despojos de toda clase; á la infección, además por los gérmenes de enfermedades, y últimamente á la acción é influencia directa del calor solar, su importancia desde el punto de vista higiénico es indudable. Contra los peligros efectivos que estas dos zonas ofrecen, es absolutamente indispensable prevenirse, extremando las precauciones; y adoptando, sin omitir ninguna, cuantas medidas prescriba la higiene:

porque es sabido, que las negligencias en punto tan capital se pagan siempre caras.

La descomposición de las materias orgánicas que se verifica en el subsuelo, hace que el aire interior tenga menos cantidad de oxígeno y más de anhídrido carbónico que el exterior, permaneciendo constante el ázoe. El anhídrido carbónico se va acumulando en los puntos, en que la ventilación es insuficiente. Siendo impuro el aire subterráneo y estando probado que no permanece estacionario, los cambios de temperatura, las variaciones de presión, las lluvias y los vientos, ejercen marcada influencia sobre su circulación; y puede haber el peligro, de que se propague á través del pavimento é infeccione los locales de planta baja. Está generalmente reconocido por los higienistas, que para evitar la penetración de los gases subterráneos, basta en rigor con ventilar el subsuelo.

Como esto supone mayores gastos, se estudiaron tres soluciones distintas respecto á la manera de cimentar los pisos bajos de los dormitorios de tropa, á saber: 1.ª Establecer sobre el terreno natural una capa de hormigón hidráulico, sobre ésta una chapa de asfalto y encima el entarimado. 2.ª Conservando la cota de éste excavar por debajo el terreno, para dejar una cámara, ventilada por chimeneas y tubos de toma de aire, y 3.ª Elevar el piso bajo dejando un sótano, ventilado por vanos abiertos en los muros.

En la página 12 del tratado *Higiene de las aglomeraciones militares*, dice Putzeys, que el aire subterráneo por su movimiento extremadamente débil y su constante saturación por el vapor de agua, es incapaz de transportar los microorganismos que en el subsuelo existan para introducirlos en las habitaciones; añadiendo, que aun en el caso de corrientes bastantes violentas, para arrancar las bacterias de las capas profundas, las superficiales harían el papel de filtro, y las retendrían. Afirmación es ésta, que en su primera parte contesta el mismo autor en la página 34 de su citado libro, en la que ocupándose de los microorganismos del suelo, dice, que *siendo este el receptáculo natural de las bacterias, y capaz además, no sólo de conservar los microbios patógenos, sino de constituir en determinadas circunstancias un medio propio para su multiplicación, y toda vez que en ciertos casos puede cederlos á la atmósfera, es inútil insistir respecto de la posibilidad de su intervención, en el gé-*

nesis de muchas enfermedades infecciosas. Soykas estima, que *la velocidad del aire subterráneo será suficiente en todos los casos, para transportar micro-organismos; puesto que una corriente de aire que con la velocidad de 0,008 metros por segundo atraviesa un líquido, es capaz de transportar las bacterias que en él se encuentran.* Renk asegura, que *durante el invierno, se establece entre el suelo y el interior de las habitaciones, una corriente bastante poderosa, para arrastar polvos que contengan gérmenes de hongos microscópicos;* y en fin Pettenkofer manifiesta, que *en las habitaciones mal ventiladas, el aire subterráneo se diluye infinitamente menos y permite que se depositen las materias que con él arrastre;* materias que bien pueden ser organismos inferiores, esporas ptomainas etcétera; gérmenes verdaderos de enfermedades infecciosas, que no es, en nuestro concepto, cierto, queden totalmente retenidos por las capas superiores del terreno obrando como filtro, pues hasta el presente ninguno de los filtros conocidos, tiene la virtud de dar constante é indefinidamente, un agua privada de gérmenes. Prueba de ello incontestable son los resultados de repetidos experimentos realizados por eminentes bacteriólogos, que han evidenciado la necesidad indispensable, de esterilizar los aparatos, de tiempo en tiempo. En todos los filtros, es un hecho comprobado, que las bacterias llegan á abrirse paso á través de la membrana filtrante, pór un fenómeno de vegetación, independiente de la filtración misma; y las observaciones bacteriológicas de Richard, confirman que algunas veces el agua filtrada á través de las bugías Chamberland, contiene tantos ó mayor número de gérmenes que la impura; debido á que estos se cultivan en el espesor de la sustancia filtrante, y por ese fenómeno de vegetación citado, llegan á pasar al interior. En los filtros de arena, precisa no exceder nunca la velocidad de 0,125 metros por hora, pues á medida que esta velocidad aumenta crece el número de bacterias en el agua filtrada, y con la de 0,80, que es bastante menor de la señalada por Soykas, el agua contiene tantos gérmenes como la impura; lo cual prueba su paso íntegro á través de la arena, paso que el mismo Putzeys acepta como seguro por la corriente ascendente, debida á la capilaridad (Soykas Offelman) y por los gusanos de tierra (Pasteur). Por último Putzeys en su tratado *Higiene de la construcción de las habitaciones particulares,* página 40, dice: *Si el gas del alumbrado penetra en*

las viviendas ¿no es lógico prevenirse contra otros enemigos igualmente intangibles, cuales son los gérmenes de ciertas enfermedades infecciosas que el suelo contiene?

Con lo dicho queda, á nuestro juicio, suficientemente refutada la afirmación de Putzeys, puesto que demostrada la posibilidad de que pasen ó salgan á la superficie del terreno los microorganismos que éste contiene, no es dudoso que en circunstancias dadas, puedan producirse tanto el grado de desecación, necesario en el suelo, como de violencia en las corrientes de aire, para que el subterráneo arrastre é introduzca en las habitaciones, numerosos gérmenes de enfermedades infecciosas; pero aun cuando así no fuera, bastaría para justificar cuantas medidas preventivas se adoptasen, para evitar la introducción del aire subterráneo, la enorme proporción de anhídrido carbónico que contiene y le hace perjudicial y nocivo. Es, pues, indudable que cuanto tienda á alejar de los pisos habitados, este manantial fecundo de enfermedades y este terrible enemigo de la salud, es ventajoso desde el punto de vista higiénico.

Desde este exclusivo punto de vista, la solución tercera es superior á las otras dos, y si á ello sólo se opusiera el mayor gasto que supone; si creyéramos que la economía era la razón única que pudiera aducirse para renunciar á un procedimiento, reconocido como el más propio para mejorar las condiciones higiénicas de los pisos bajos y las en que ha de vivir la tropa que los habite; seguramente que no sería suficiente para modificar la profunda convicción que tenemos, de que la economía deja de serlo para traducirse pronto en aumento de gasto, cuando para lograrla se descuidan las prescripciones y sabios preceptos de la higiene; mientras que la observancia y riguroso cumplimiento de ellos, es prenda segura de salud que en la tropa, aun mirando la cuestión desde mezquino punto de vista, se traduce para el Estado en grande economía; pero en muchos casos ocurre y uno de ellos es el de que tratamos, que el cumplimiento de alguno de estos preceptos, origina inconvenientes para la satisfacción de otros igualmente interesantes, de donde nacen dudas y vacilaciones para optar por uno ú otro procedimiento.

La superficie del solar ha obligado á limitar á 12,50 metros la anchura de las calles que separan unos de otros pabellones de tropa y siendo 8,80 metros la altura de éstos hasta la parte superior de la cor-

nisa, resulta para la relación $\frac{L}{H}$ de ambas cantidades, un valor 1,42, que aun con la excelente é inmejorable orientación meridional de estos edificios, limita su insolación á unas tres horas y cuarenta minutos al día en los más cortos del año; es decir, precisamente cuando es más necesaria una abundante y durable insolación, disminuída todavía, por la disposición que obliga á dar á los edificios, la pendiente que el solar tiene hacia la calle de Chinchilla. Siendo de $^{3}/_{114}$ esta pendiente, el terreno comprendido entre el pie de las fachadas posteriores de dos edificios contiguos, bajará 0,67 metros, lo que al par que aumenta la altura relativa del pabellón posterior, disminuye la insolación del que le precede en cuarenta minutos.

En tales circunstancias, si para sanear y mejorar las condiciones higiénicas del piso bajo, lo eleváramos sobre el terreno y con él todo el edificio lo necesario, que había de ser cuando menos 0,50 metros, este aumento de altura disminuiría nuevamente el tiempo de insolación, que resultaría de dos horas y cuarenta minutos. Calculando por las fórmulas de Vogt la altura de la fachada posterior, que en cada edificio dejaría de recibir una insolación suficiente, entendiendo por tal la que en el solsticio de invierno, sea menor de cuatro horas; se vé que se halla en estas desventajosas condiciones una gran parte del piso bajo, en el que precisamente es más necesaria. De aquí nacen, como antes hemos dicho, las dudas y vacilaciones, porque si bien es cierto que elevando el piso sobre el terreno natural y ventilando activamente la cámara libre, se gana en condiciones higiénicas y hay grandes probabilidades de alejar de las viviendas los higroteluros y con ellos las causas de numerosas enfermedades, y de mortalidad tan crecida siempre, en los pisos bajos; también es cierto que lleva consigo una defectuosa é insuficiente insolación que bien pudiera compensar muchas de las mencionadas ventajas; pues sabido es hasta qué punto es beneficiosa la acción de los rayos del sol, excelente purificador, que además de obrar como tal, produce en las capas de aire contiguas á los muros que calienta, movimientos que favorecen la aireación, no sólo en las calles, sino en el interior de las habitaciones; en las que el rozamiento ocasionado por el movimiento ascensional de la capa de aire y el aumento de temperatura de la pared, tienen por efecto

avivar los cambios á través de los materiales porosos, y favorecer, en último término, la ventilación natural de los locales.

Quizás la excesiva mortalidad que en los pisos bajos registra la estadística, no sea exclusivamente debida á la cercanía del terreno natural y á la acción de los higroteluros, que de este provengan; sino también, á la falta de la conveniente insolación que la estrechez de las calles dificulta ó en absoluto impide; y posible es también, que la mortalidad en los citados locales no fuera tan elevada, si aun no estando separados é independientes del terreno gozaran de una amplia insolación.

Para conciliar las dos exigencias higiénicas, á primera vista antagónicas, se ha adoptado la segunda solución, esto es: la de excavar en forma de sótano la cavidad destinada á cámara de aire, sin variar la cota del piso bajo, pero ventilándola por medio de tubos y chimeneas, aunque esta ventilación no sea tan eficaz como cuando se verifica por medio de ventanas al exterior; en cambio adoptando el sistema elegido no se disminuyen las horas de insolación que proporciona la primera solución.

Interior de un dormitorio de tropa.

CAPÍTULO III

Pabellones de tropa.

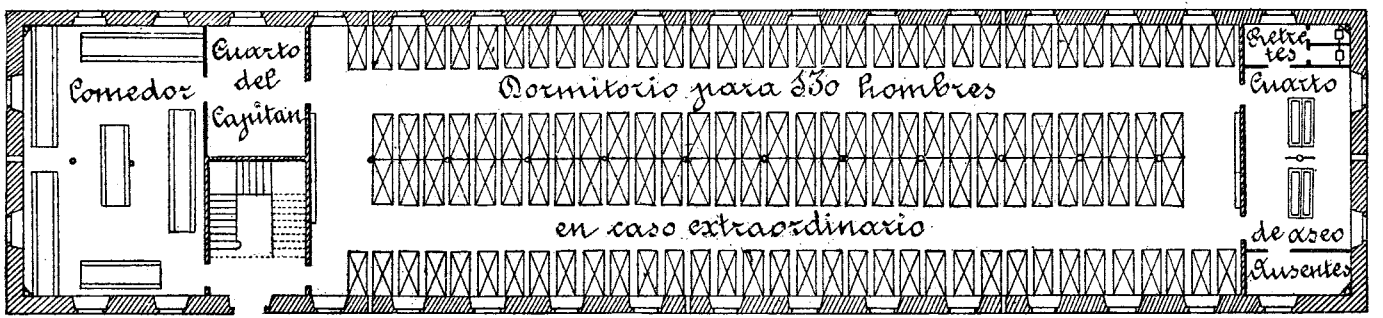
LOCALES DE CADA COMPAÑÍA (figs. 2 á 14).—Siendo ocho las compañías del Regimiento destinamos cuatro edificios con dos pisos habitables; y en cada piso se disponen los locales correspondientes á una compañía, que son: dormitorio, cuarto de aseo, cuarto de los sargentos ó para el capitán, otro para guardar la ropa de los ausentes, retrete nocturno y comedor. Todos los edificios son iguales en dimensiones, variando únicamente la situación de la escalera, pero en todos ellos se coloca á un lado de ésta el comedor; al otro el resto de los locales y en la media crujía que deja libre la escalera, el cuarto de los sargentos, con comunicación al dormitorio y al comedor y vistas á la escalera, para vigilar perfectamente cuanto ocurra.

Las dimensiones de estos edificios son: 58,80 metros de longitud por 13 de ancho contando con el espesor de los muros. Estas dimensiones no son arbitrarias, sino que se han deducido teniendo en cuenta para los dormitorios la superficie que por regla general se admite como necesaria

PABELLÓN PARA DOS COMPAÑÍAS

PLANTA BAJA.—Escala 1 : 300.

Fig. 2.



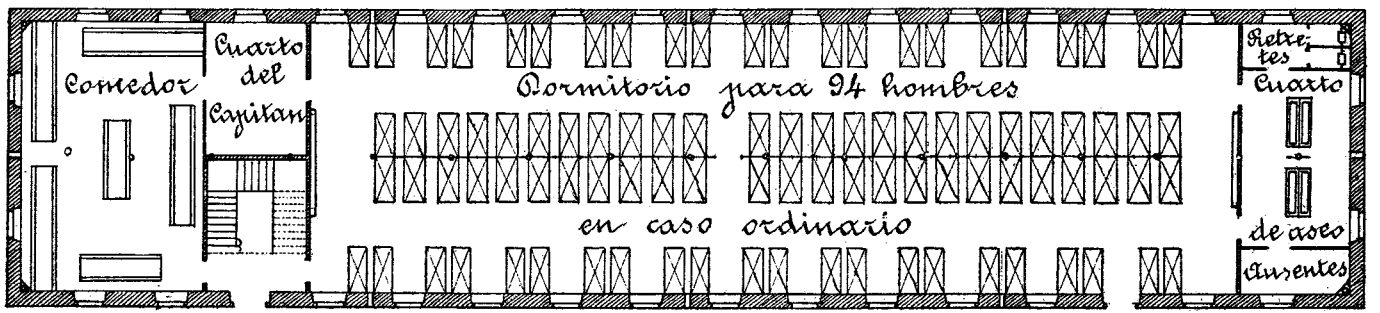


Fig. 3.

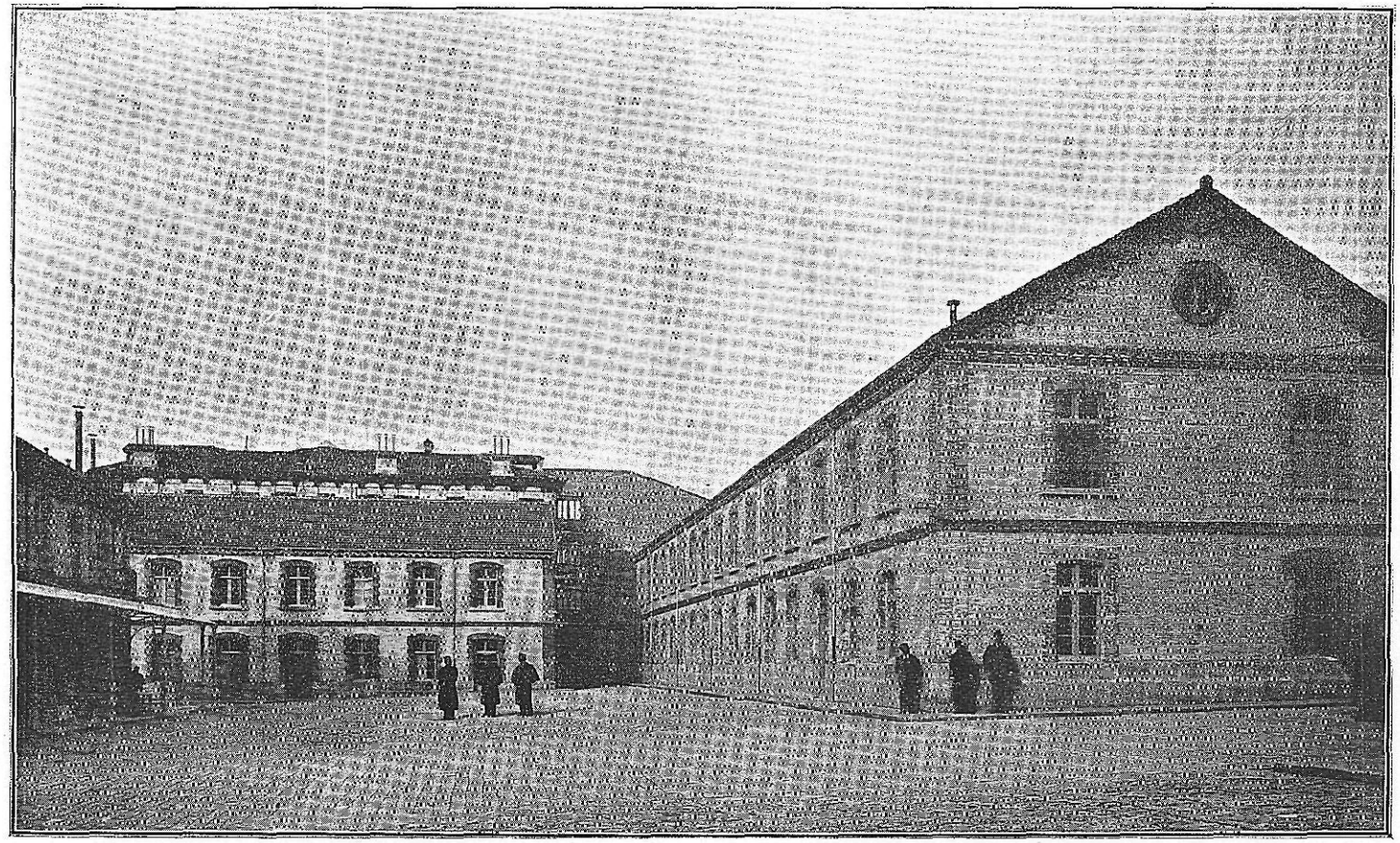


Fig. 4.—Cuartel del General Marqués del Duero.—Pabellones de tropa y Escuelas.

para cada soldado; el número de éstos, la colocación de las camas y las arcas que son precisas para establecer con desahogo los demás servicios, como escalera, cuarto de aseo, comedor, etc. Se parte del supuesto de

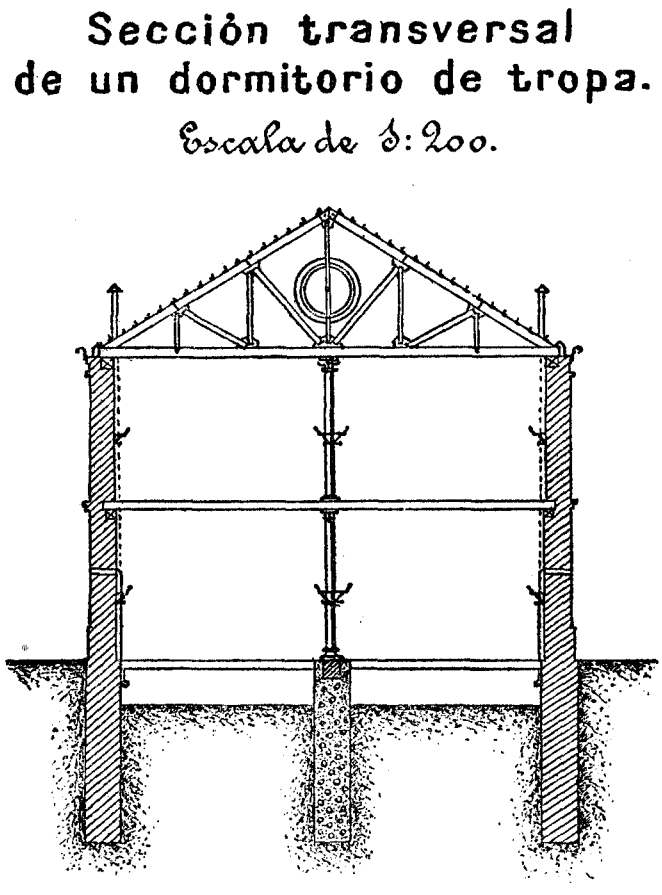


Fig. 5.
(El detalle del suelo en la figura 6.)

que, en circunstancias normales, se alojarán 94 soldados por compañía y cuatro sargentos, pudiéndose elevar á 130 el número de los primeros en circunstancias extraordinarias, como indica la colocación de las camas en las plantas del edificio.

Dormitorios.—El local destinado á dormitorio tiene 39,60 por 11,60 metros de ancho en planta baja y 39,60 por 11,80 metros en planta prin-

cipal, lo que da superficies respectivas de 459,36 y 467,28 metros cuadrados, correspondiendo un área por plaza de 5,10 en circunstancias normales y de 3,55 en casos extraordinarios; que corresponden á cubos

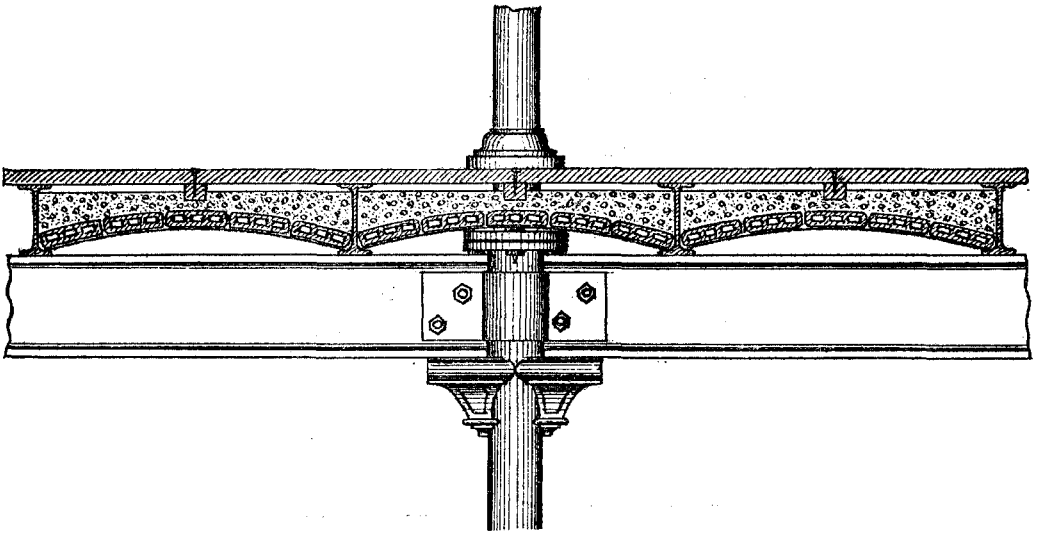


Fig. 6.

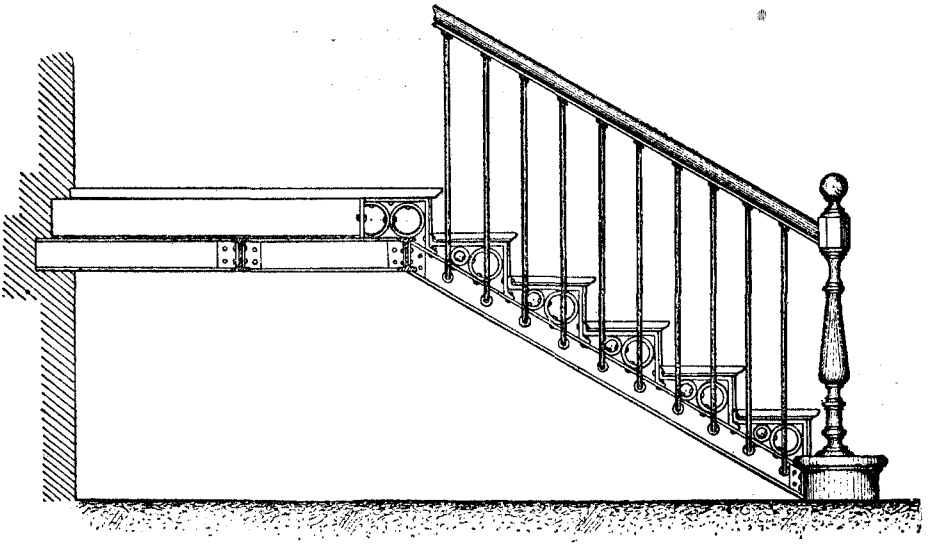


Fig. 7.

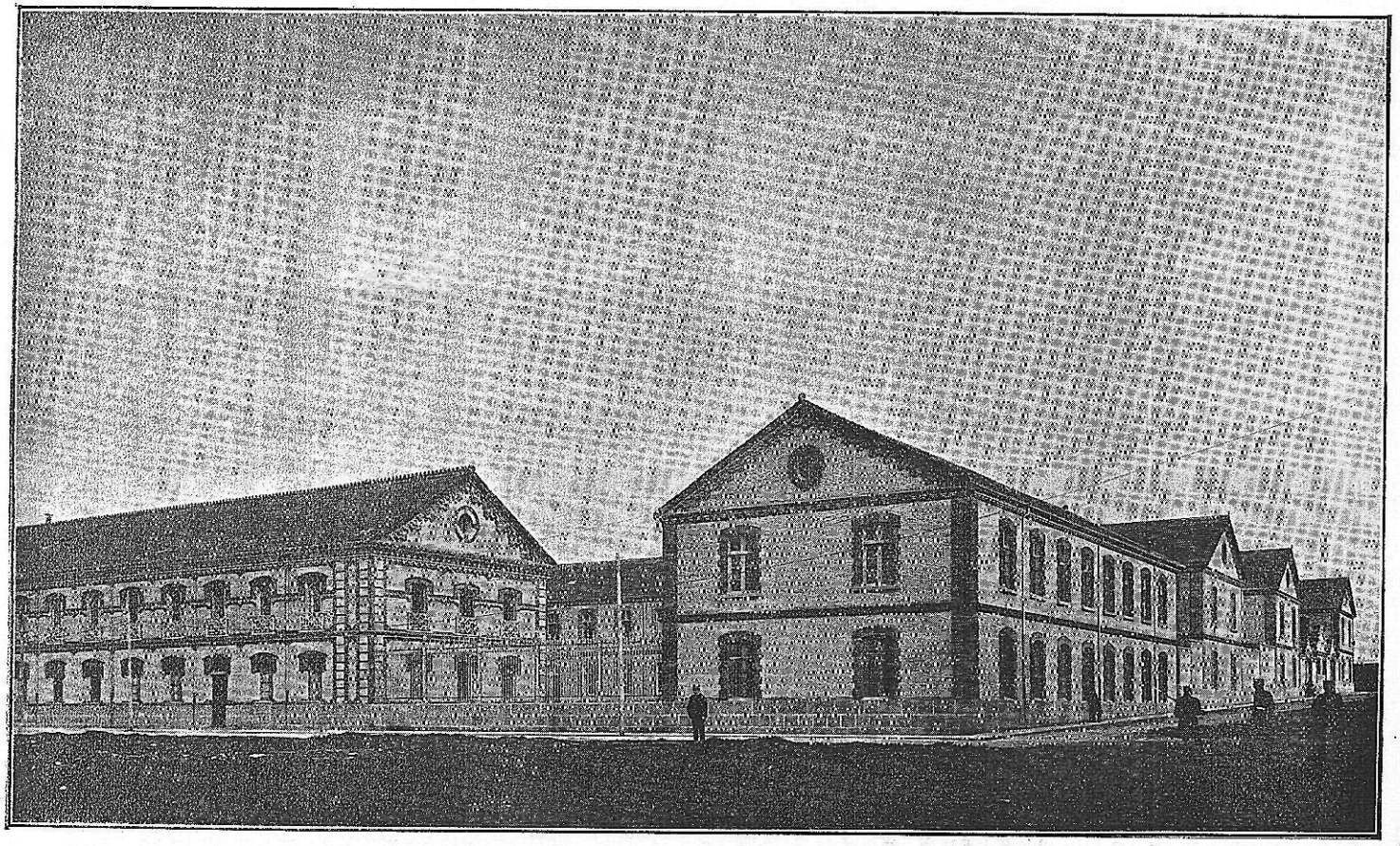


Fig. 8.— FACHADAS Á LA CALLE MILITAR.

de aire respirable de 21 y 14,650 metros cúbicos por hombre, en cada caso; cifras superiores á las que se asignan en Francia, Prusia, Bélgica y otras naciones.

Comedores independientes para cada compañía (figs. 2 y 3, página 26).—Una novedad tienen estos edificios, que requiere alguna explicación. Consiste en situar el comedor en el mismo edificio, de manera que hay ocho, ó sea uno para cada compañía, en vez de destinar uno solo, para todo el Regimiento, como figura en los *Cuarteles tipos.*

Con este objeto el comedor se ha situado en uno de los extremos del local, con la escalera (fig. 7) por medio, pero colocada ésta en forma tal que al subir por ella puede irse, bien al comedor ó al dormitorio, mediante la disposición del descanso, á cuyos extremos están las puertas de ambos locales. Mide una superficie de 96 metros cuadrados y en las seis mesas de pizarra (fig. 9) que se han puesto, pueden comer sentados

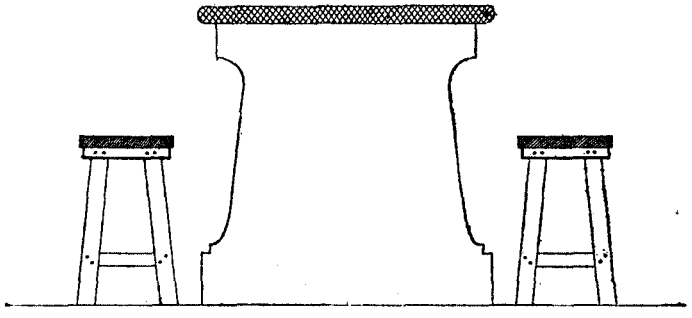


Fig. 9.

75 hombres, disponiendo cada uno de éstos de una longitud de mesa de 0,80 metros, que es muy suficiente y superior á la que se asigna en otros proyectos. Las dos ventanas del testero y cuatro de las fachadas, proporcionan la luz y aire necesarios para que este departamento, del que se ha de hacer tanto uso, no sea insano. En él deberán pasar sus ratos de ocio los soldados; en las mesas podrán escribir sus cartas, leer libros, etc., etc., y así podrá conseguirse que los dormitorios estén siempre limpios y que no se estropeen las ropas de las camas por escribir sobre ellas, como acontece con frecuencia. El suelo está asfaltado, las paredes revestidas de azulejos, hasta 1,20 metros de altura.

Esta colocación del comedor cerca del dormitorio, permite que en aquél puedan hacer la vida comunmente los soldados, sin echarse sobre las camas ni viciar el aire que han de respirar por la noche, con lo que se logrará una mayor limpieza de los dormitorios y una menor infección; además no hay inconveniente en dotar á los comedores de suelos menos contumaces que los pavimentos de madera que, precisamente y muy á disgusto, tenemos que poner en los dormitorios, dado el frío que hace en esta localidad. Por otra parte no cabe duda que un comedor para todo un Regimiento y aun para un Batallón es excesivamente grande; se corre el riesgo de que se armen barullos y disputas muy perjudiciales; la vigilancia no puede ser muy eficaz y la atmósfera tiene que contaminarse con una tan grande reunión de gente; y si para evitarlo se dan exageradas dimensiones al local, se corre el riesgo de que se enfrien los soldados en invierno; y todos sabemos lo muy saludable que es, comer á una temperatura regular.

Además, en caso de apuro, pueden destinarse los comedores á alojar soldados, cuando se aumente la fuerza de las compañías; y con la solución que proponemos y la forma que damos al dormitorio, cabe, en cada piso una compañía de 160 hombres, perfectamente vigilados y sin necesidad de dividir las compañías, en locales de distintos pisos, como, con aumento del servicio interior y perjuicio de la vigilancia y buen orden, tiene que hacerse en ocasiones, cuando momentáneamente se aumenta la fuerza de las compañías.

Hay además otra razón especial en favor de esta idea y es: que siendo 132 metros la longitud de la calle de Chinchilla y necesitándose 100 metros para los pabellones de tropa, sin comedores, quedaría un hueco libre de 32 metros, que es mucho para calle y poco para dos calles, y un edificio de comedores que siempre resultaría caro; mientras que dando 59 metros de fachada á cada uno de los pabellones, pueden situarse con holgura los comedores de compañía, con las ventajas ya expresadas, con gran economía también, y dejando una calle central de 14 metros, bastante á satisfacer las necesidades higiénicas y del servicio interior.

Ventilación (fig. 10).—Los vanos y entrepaños están dispuestos con uniformidad, se corresponden en ambas fachadas y tienen las dimensiones convenientes para que en cada entrepaño, puedan colocarse dos

camas y una más en cada vano, en circunstancias extraordinarias. Las dimensiones de éstos se determinan de modo que proporcionen la mayor cantidad de luz y ventilación, sin comprometer la estabilidad de la construcción ni afear, por sus excesivas dimensiones, el aspecto de la fachada.

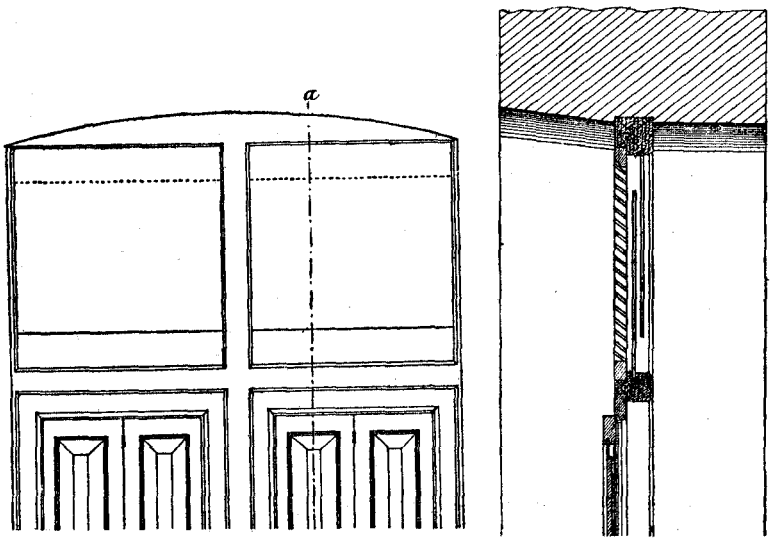


Fig. 10.

Tienen 1,20 de anchura por 2,20 metros de altura ó sea una superficie de 2,64 metros cuadrados por ventana y 63,36 metros cuadrados la de las veinticuatro ventanas del dormitorio, que aproximadamente es la séptima parte de la superficie del local.

Un importante cometido llenan las ventanas, cual es el proporcionar la ventilación necesaria, porque no cabe pensar en aplicar alguno de los sistemas de ventilación que combinados con la calefacción se usan para determinadas viviendas, puesto que resultaría inadmisible, económicamente considerado. Sabido de todos es, que la renovación del aire es elemento indispensable para la vida del hombre y el problema que hay que resolver consiste, en hacer salir el aire viciado de las habitaciones y substituirlo por otro puro, para que la atmósfera sea respirable. No se nos ha ocurrido para lograrlo emplear otro procedimiento que el muy práctico y sencillo, que cuenta con la sanción de la experiencia y que tam-

poco carece de defensores su teoría, de poner en el montante de algunas ventanas dos cristales, separados entre sí á distancia de centímetro y medio; el cristal exterior deja una abertura por abajo y en toda su anchura de 5 centímetros de altura: en cambio el interior deja análoga abertura por su parte superior. De este modo se logra, como la práctica lo ha comprobado en diversas ocasiones, que el aire exterior, más puro que el del interior del dormitorio, penetre constantemente por la caja formada entre ambos cristales, en corriente ascendente hacia el techo, sin provocar corrientes sensibles dentro del dormitorio, que, podrían ser más perjudiciales y dar origen á inconvenientes más graves que los males que se quieren evitar. Se obtiene también así, una ventilación que funciona á todas horas del día y de la noche, sin que sea fácil al soldado el impedirla, sobre todo durante la noche, que es cuando precisamente más falta hace acudir á la renovación del aire ambiente por la mayor aglomeración de individuos en el dormitorio. La diferencia de temperatura entre el interior y el exterior hará que se establezca la corriente de aire, saliendo el viciado y entrando el puro, con lo que conseguiremos nuestro objeto, no de un modo absoluto, porque por perfecto que sea el sistema de ventilación jamás podrá asegurarse que sale la totalidad del aire viciado, sino muy al contrario, siempre quedará una parte que irá contaminándose más y más. Pero pasada la noche, no hay inconveniente, sino al contrario, gran ventaja, en abrir todas las puertas y ventanas del edificio para que se establezcan potentes corrientes de aire, sea en sentido transversal ó sea en el longitudinal, para lo que se presta la disposición de puertas y ventanas, que arrastren al exterior todo el aire impuro.

Tabiques de palastro.—El mayor defecto que se suele achacar á los edificios de doble crujía, y el de más fundamento sin duda alguna, es el de que el muro central impide la libre circulación del aire; interpuesto aquél como se halla, entre los longitudinales de fachada en que están abiertos los vanos que dan al exterior y por los que debe entrar el aire atmosférico. Es una verdad tan evidente, que prácticamente se ha visto en el cuartel del Seminario, de esta plaza, en el cual se disminuyó considerablemente el contingente de la hospitalidad merced á la apertura de ventanas en el muro central, para la libre circulación del aire. Creemos conseguir esta última ventaja, mejorando las condiciones del local

por la disposición que damos al tabique divisorio, que no llega al techo ni al suelo: por tanto los huecos para el libre paso del aire son bastante amplios para que no haya lugar á su estancamiento. La situación de las columnas centrales se presta bien para sostener el tabique de pa-

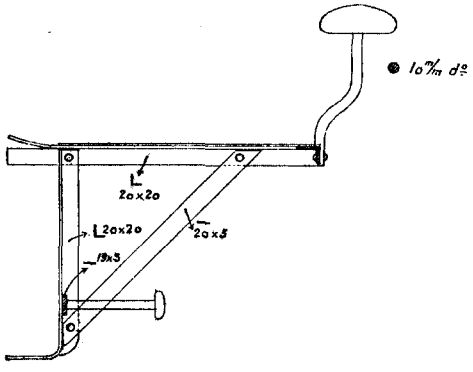


Fig. 11.

lastro, cuyo objeto es que se apoyen en él las cabeceras de las dos filas centrales de camas proporcionando el abrigo conveniente á los soldados, que bien lo necesitan por la noche, y fijar en él las tablas perchas mochileras de palastro (figs. 11 y 12) que corresponden á las camas centrales.

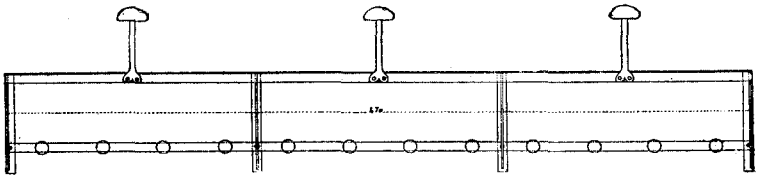


Fig. 12.

Cuarto de aseo (figs. 2, 3, pág. 26, 13 y 14).—El cuarto de aseo, cuya necesidad á la inmediación del dormitorio es evidente, tiene 8 por 5 metros, ó sea 40 metros cuadrados de superficie, suficiente para el objeto á que se le destina. Ampliamente ventilado por las dos ventanas del muro de piñón; con dos puertas al dormitorio, para que el acceso sea fácil, puede afirmarse que reune buenas condiciones de iluminación, desahogo y ventilación. Para la limpieza y aseo personal del soldado se han colocado en

el centro del cuarto, á los lados de la columna, lavabos de pizarra con diez y seis grifos que se abren á voluntad, para lavarse directamente del chorro; el agua es recogida en las artesas de pizarra y va á parar á la alcantarilla por cañerías con cierres de sifón, para evitar los malos olores; también hay en cada cuarto de aseo dos duchas de regadera, adosadas á la columna. Por este sistema creemos que se evita el peligro de que se trasmitan unos á otros soldados sus enfermedades, caso que puede ocurrir cuando se lavan en una misma jofaina varios, si no se tiene cuidado en limpiarlas bien. A la vez pueden lavarse diez y seis individuos y por tanto en menos de media hora toda la compañía. Al suelo se le han dado pendientes para la rápida evacuación del agua y se ha puesto pavimento impermeable de asfalto. Las paredes están forradas con un revestimiento de azulejos, de 1,20 metros de altura.

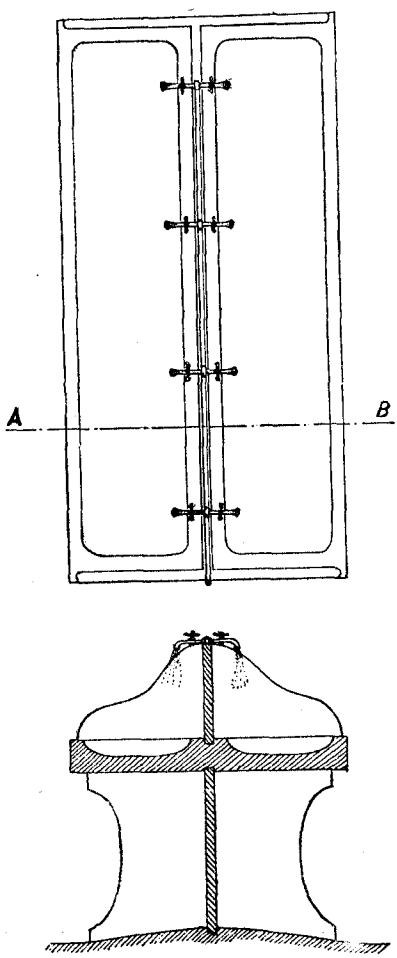


Fig. 13.

Retrete nocturno.—Generalmente se aceptan hoy día los retretes nocturnos de compañía, por ser mayores las ventajas que los inconvenientes que presentan. Hay que suponer desde luego que el uso que de ellos ha de hacerse es el adecuado, en el cual caso caen por su base la mayor parte de las objecciones que contra su establecimiento á la inmediación del dormitorio se hacen. Procurando no abrirlos más que desde el toque de silencio al de diana; guardando, si es preciso, la llave de la puerta bajo

la más estrecha responsabilidad del guardián; dotándoles de sifón con cierre hidráulico y ventilación de corona, con abundante agua, por medio de depósitos de descarga, se evitan los peligros de la contaminación del aire de los dormitorios y se consiguen indudables ventajas para

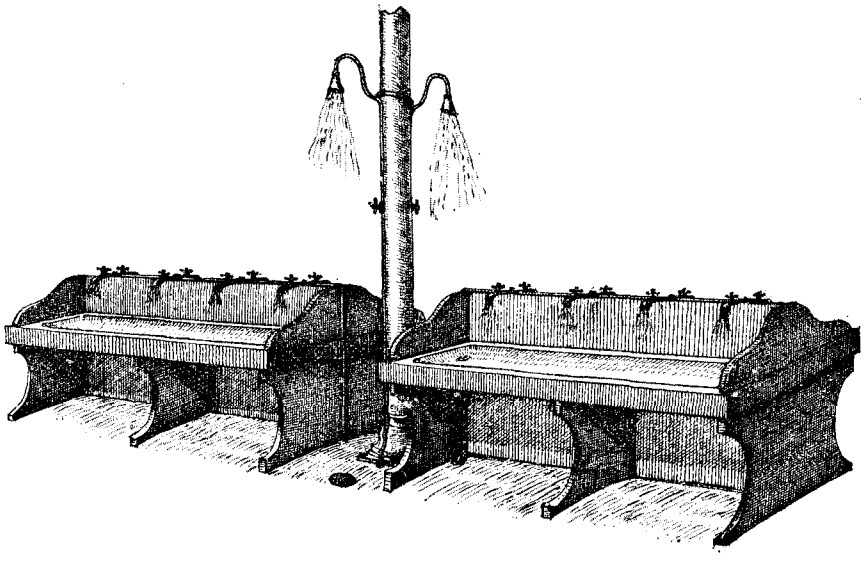
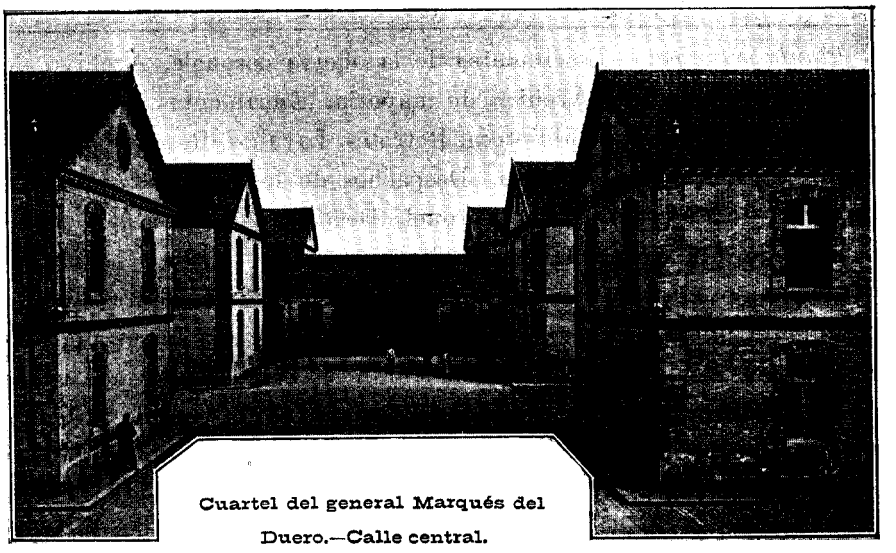


Fig. 14.

la salud del soldado, que podrá hacer uso de ellos en momentos de apuro sin salir á la intemperie. Su situación y dimensiones pueden verse en las figuras y aquélla parece la más propia, á la inmediación del cuarto de aseo y muy cerca de los colectores ó alcantarillas generales. El suelo es de baldosín de cemento y las paredes están revestidas de azulejo hasta una altura de 2 metros.



Cuartel del general Marqués del Duero.—Calle central.

CAPÍTULO IV

Dependencias generales.

Cuartel del General Marqués del Duero.—Ya se ha dicho que este edificio tenía su fachada principal en la calle del General Chinchilla, por ser la calle que pone en comunicación la Ciudadela con la población. Las dependencias que comprende el programa que nos hemos propuesto para satisfacer las necesidades, son las que siguen:

Planta baja.—Vestíbulo de la entrada principal.

A la derecha.—Cuerpo de guardia de tropa. Sargento de guardia. Sala de orden. Pabellón del conserge, sin comunicación con el cuartel. Retretes para la guardia. Imprenta. Corrección de sargentos. Calabozo de incomunicados. Arrestados en la prevención.

A la izquierda.—Oficial de guardia. Cuarto de banderas. Sala de justicia y Academias. Escalera del pabellón del Coronel. Ordenanzas de banderas. Comedor y lavabos de Oficiales. Retretes. Dormitorios para los Oficiales de semana; dos en cada cuarto. Dormitorio para el Capitán de cuartel. Dormitorio para el Jefe de cuartel. Escalera de las oficinas.

Planta principal.—Escribientes de la oficina coronela. Archivo de la misma. Ordenanzas. Archivo de mayoría. Escribientes de mayoría. Escribientes de la Caja. Biblioteca. Retretes. Lavabos. Ropero colgador. Cajero y Habilitado. Mayoría. Despachos de los Jefes de Batallón. Despacho del Secretario del Coronel. Despacho del Coronel. Antedespacho del Coronel. Pabellón del Coronel.

Con este programa cremos llenar cumplidamente las necesidades del Regimiento, que podrá instalar con desahogo todas sus oficinas y dependencias generales. Los oficiales encontrarán las comodidades adecuadas en días de retén y el Coronel podrá vigilar todo lo que ocurra, teniendo, por otra parte, la necesaria y conveniente independencia. Su pabellón se ha colocado cerca de la población y puede entrar en él, por su escalera particular, sin pasar por la puerta principal.

La planta del edificio, que es el número *1* (figs. 15, 16, 17 y 18), es un rectángulo de 75 por 13 metros, contando con el espesor de los muros. Estas dimensiones se han fijado teniendo en cuenta la superficie necesaria para los locales que han de establecerse en sus plantas. El lado mayor se ha escogido en relación con la longitud de la calle del General Chinchilla y de los edificios que van á sus lados para que queden espacios, que guarden cierta armonía con el conjunto de las construcciones y permitan entrar libremente el aire, á través de las verjas de hierro que los cierran.

La distribución de vanos y entrepaños, se ha hecho para lograr la equidistancia de las cerchas, que, naturalmente se han de apoyar en el centro de los últimos, con lo que se uniformarán las dimensiones de todos los elementos que entran en la composición de las armaduras. Esta uniformidad es causa de que el aspecto exterior de la fachada resulte algo monótono; pero no es obstáculo, tratándose de un cuartel, donde no debe buscarse la belleza arquitectónica, sino la sencillez y modestia, que, no carece de elegancia, si se guardan las proporciones y se hace con esmero la construcción. Además se ha roto la monotonía del conjunto merced á la gran portalada de sillería, con su coronamiento del mismo material, y con las cadenas verticales de ladrillo prensado rojo; de cuyo material son también las jambas y dinteles de las ventanas que resaltan mucho sobre los muros de ladrillo prensado, blanco. La combinación de

Edificio núm. 1 — Dependencias generales.

Planta baja.

Escala de 1 : 300

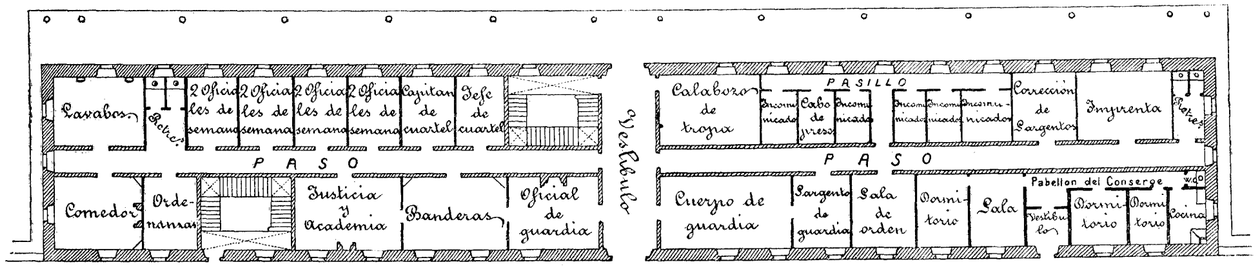


Fig. 15.

Planta principal.

Escala de 1 : 300

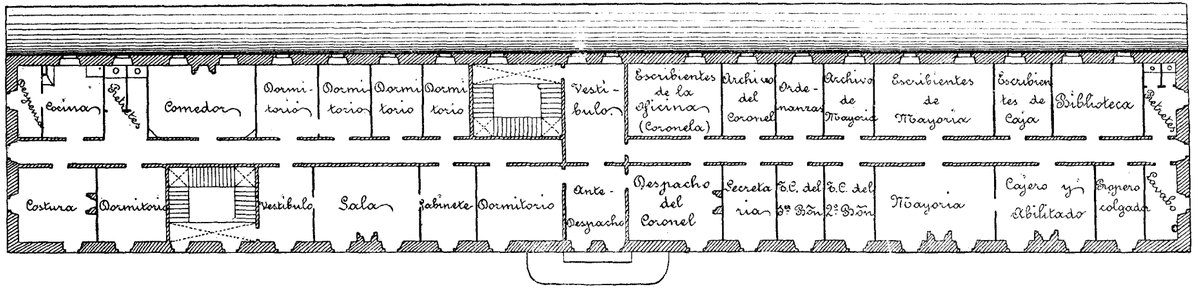


Fig. 16.

Sección transversal del edificio núm. 1, por el vestíbulo.

Escala de 1 : 100

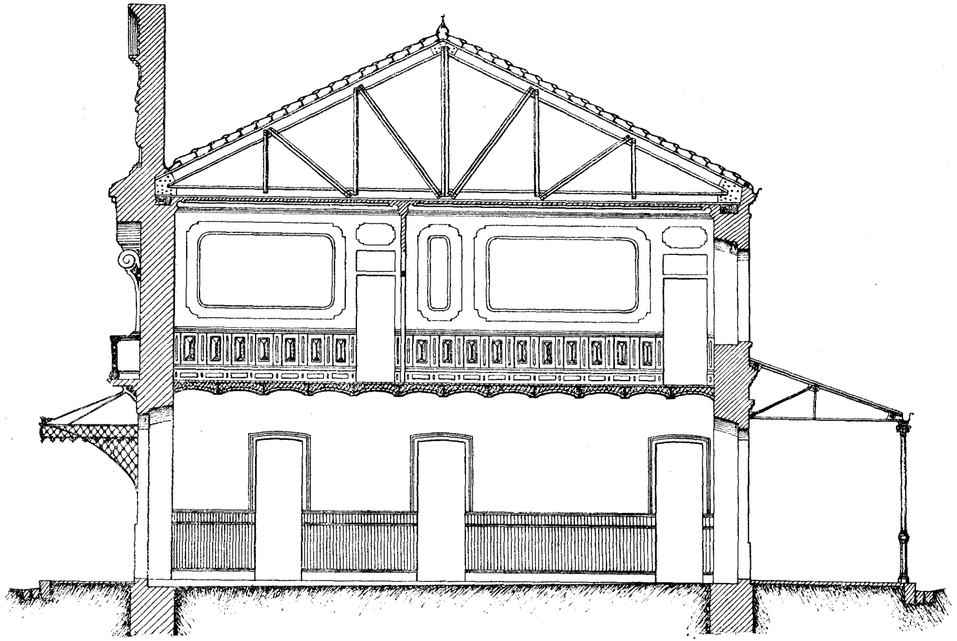


Fig. 17.

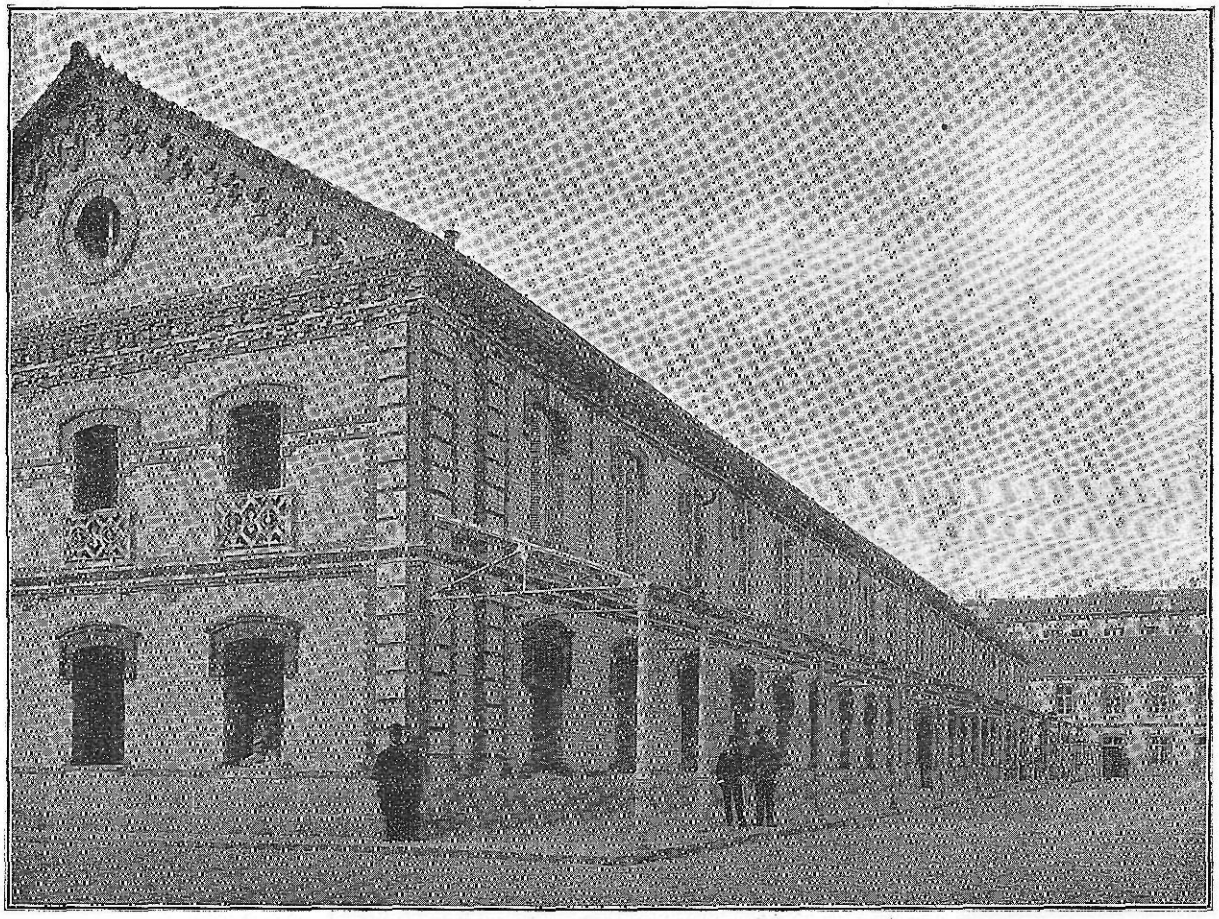


Fig. 18.—Cuartel del General Marqués del Duero.—Vista de la fachada interior, del edificio de Dependencias generales.

Edificio núm. 2 — Escuelas y dependencias de tropa.

Escala de 1:300

Planta baja.

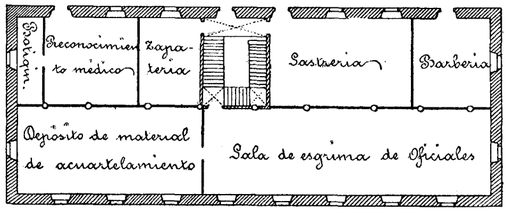


Fig. 19.

Planta principal.

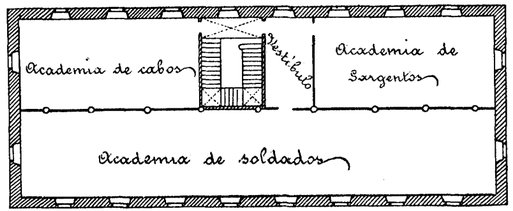


Fig. 20.

Edificio núm. 3 — Almacenes y música.

Escala de 1:300

Planta baja.

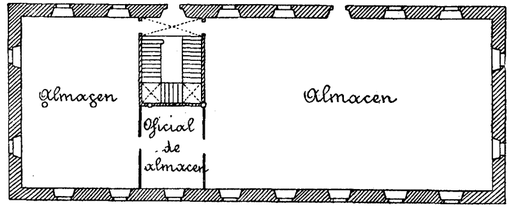


Fig. 21.

Planta principal.

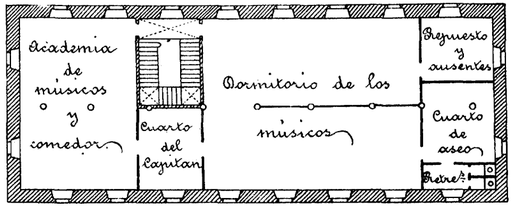


Fig. 22.

Edificio de accesorios.

Escala de 1:300

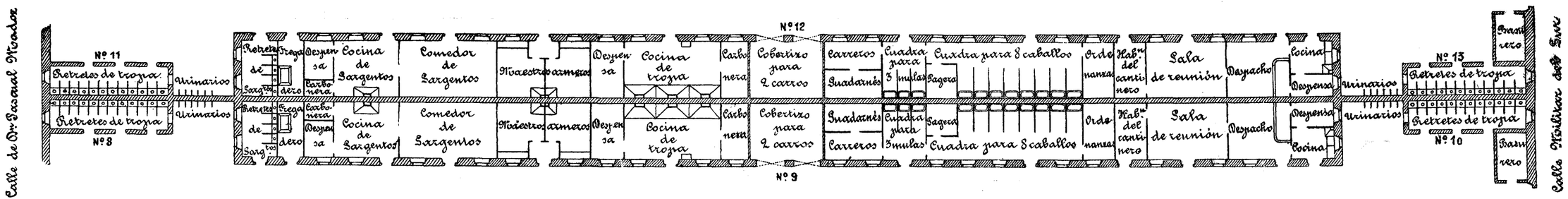


Fig. 23.

los dos colores favorece el regular aspecto del conjunto, á lo que se presta también la simetría con que están colocadas las puertas y ventanas, con relación al eje del edificio.

A lo largo de su fachada interior se ha colocado una gran marquesina, elemento indispensable, en este clima lluvioso, para establecer á cubierto las reuniones que diariamente se verifican á la inmediación de la guardia, como son: el relevo de la guardia, provisiones, banda, entradas y salidas de hospital, etc., etc.

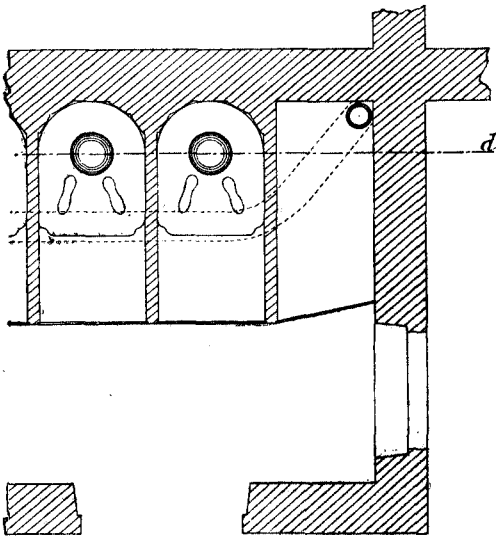


Fig. 24.

Escuelas y dependencias de tropa.—A estos servicios se destina el edificio número *2* (fig. 19) de planta rectangular de 31,6 por 13 metros y cuya constitución es análoga á la de los dormitorios de tropa, si bien carece de sótano.

En planta baja, hacia el interior del patio y recibiendo por tanto el sol del mediodía, están la barbería, zapatería, sastrería, cuarto de reconocimiento médico y botiquín. En la otra crujía, con vistas á la calle, hay dos amplios locales destinados á sala de esgrima de oficiales y material de acuartelamiento.

En el piso principal están los locales para las escuelas de sargentos, cabos y soldados (fig. 20).

Almacén y música (figs. 21 y 22).—En el edificio número *3*, igual en dimensiones al número *2*, se ha puesto el almacén en planta baja y la música en la alta, con las distribuciones que pueden verse en los planos. Al almacén se le ha dotado de un cuarto que sirva de despacho al capitán. El dormitorio de la música tiene capacidad para 30 hombres, en circunstancias normales y 42 en extraordinarias. Un pequeño retrete nocturno, un cuarto de aseo, otro para guardar los objetos de los ausen-

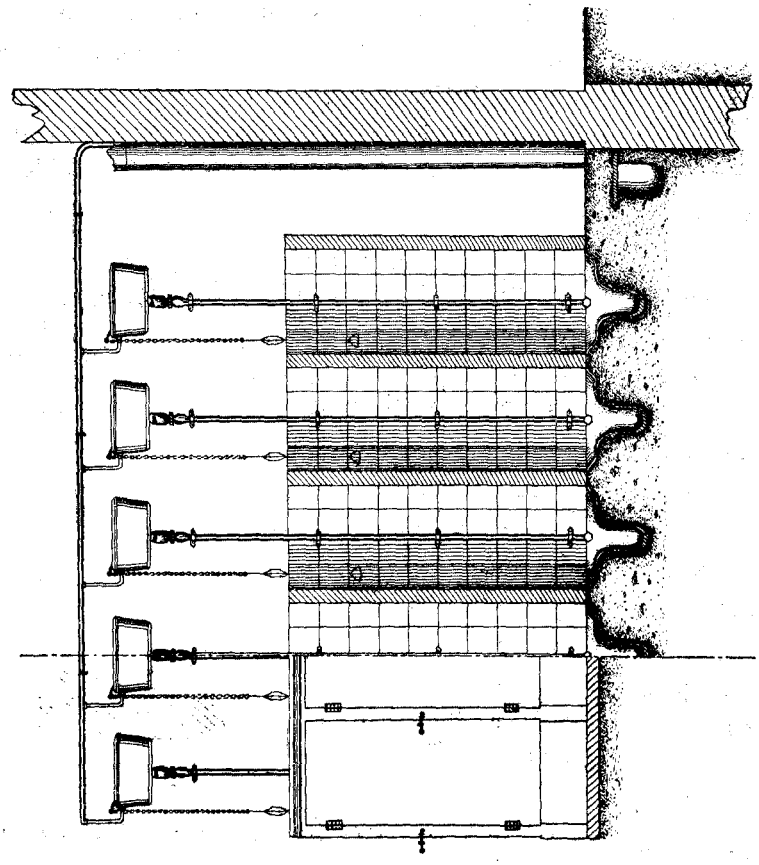


Fig. 25.

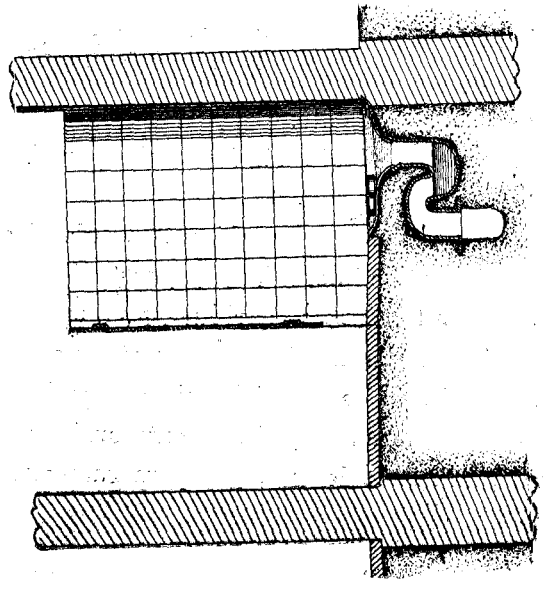


Fig. 26.

Retretes generales.

Fig. 25.—Corte longitudinal *d* de la figura 24.

Fig. 26.—*Idem* transversal en ídem.

tes y la música de repertorio, y un amplio local para sala de ensayos y comedor, completan el programa de las necesidades de la música.

Accesorios (fig. 23).—Se comprenden bajo este título la cantina, cuadras de caballos y mulas, cobertizos para los carros, cocinas, talleres de los maestros armeros, cocina y comedor de los sargentos, fregadero y retretes de sargentos. Todo ello se ha colocado en el pabellón número *9*, que es la mitad del edificio de 99 por 12 metros, que sirve para los dos cuarteles, con la distribución que puede verse en la planta y que releva de entrar en explicaciones.

Retretes generales (figs. 24 á 34).—La forma del solar y la colocación de los edificios que hemos descripto, marcan la situación que hay que dar á los retretes diurnos. Enemigos de la aglomeración en estos lugares, para evitar potentes focos de infección, se han dividido entre dos locales, bastante separados, los retretes que destinamos á cada Regi-

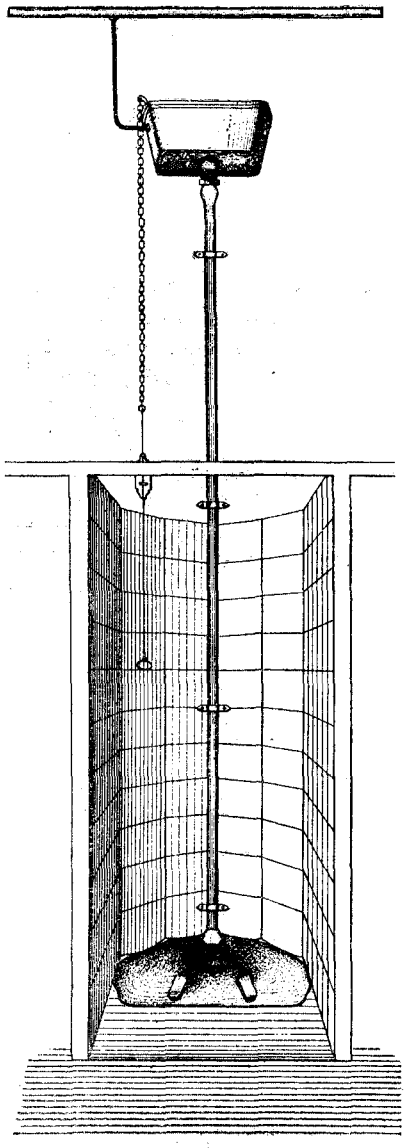


Fig. 27.

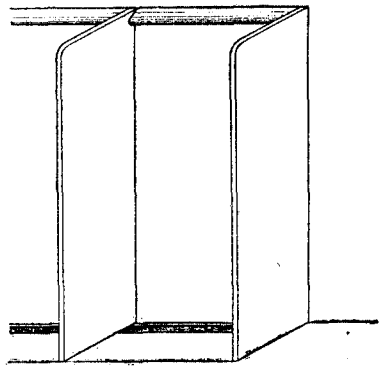


Fig. 28.

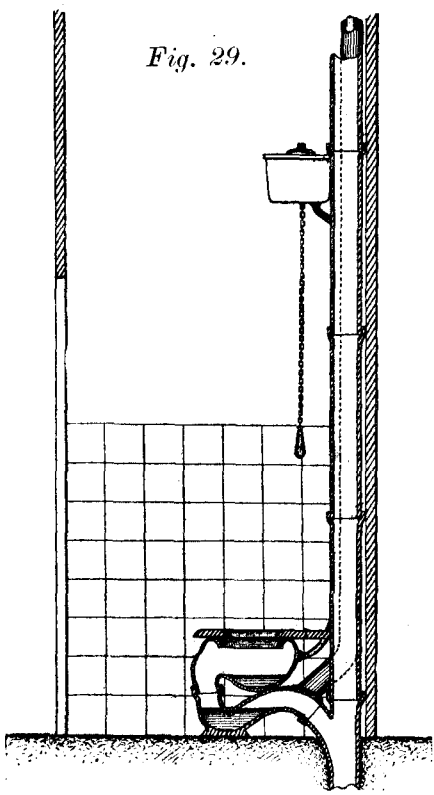


Fig. 29.

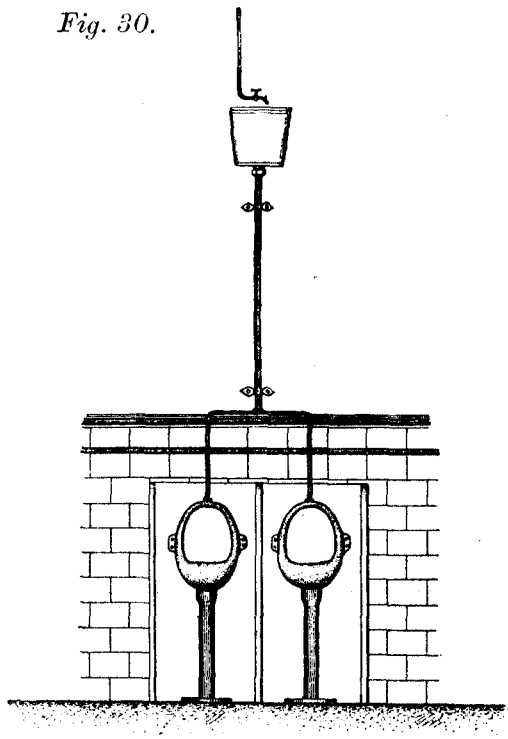


Fig. 30.

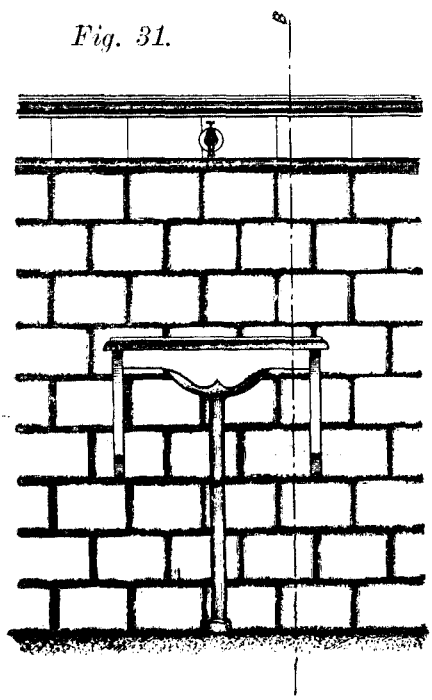


Fig. 31.

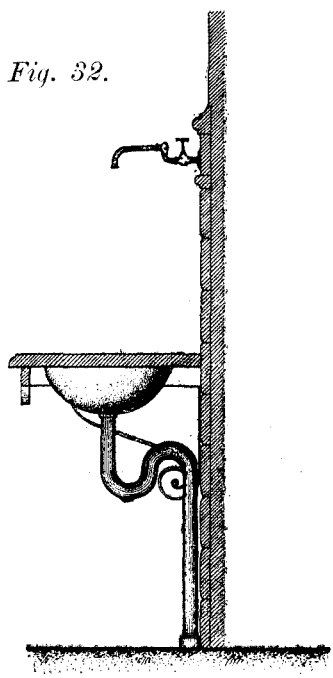


Fig. 32.

miento. Su situación no cabe mejorarla, pues colocados en los extremos del cuartel y próximos á las alcantarillas urbana y militar, asegura un rápido alejamiento de las materias inmundas, cualidad esencial en todo retrete para ser bueno.

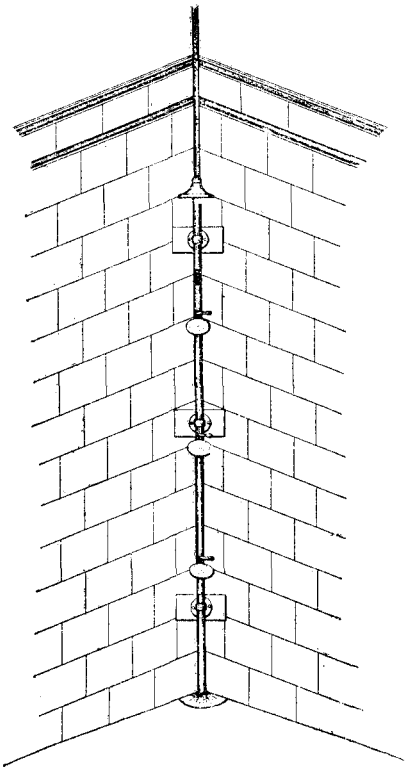


Fig. 33.

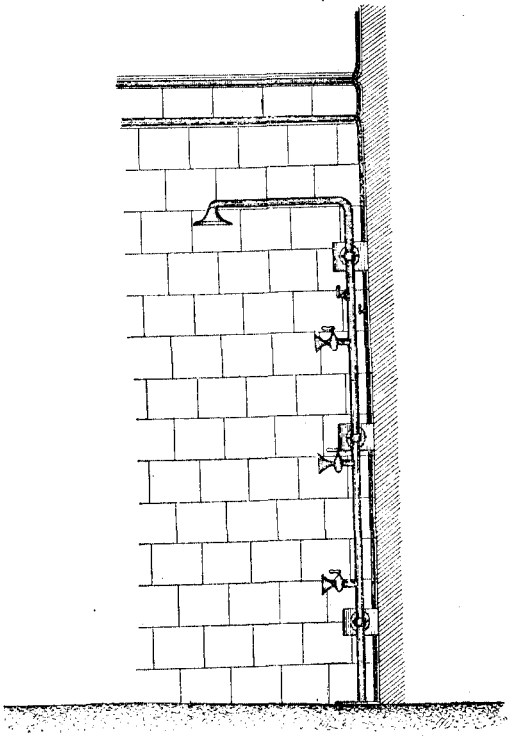


Fig. 34.

Cada uno de estos locales tiene 10,30 por 2,70 metros de planta interior y por medio de tabiques se han formado doce departamentos independientes, para la debida decencia; corresponden, por tanto, 24 retretes individuales para cada Regimiento. A lo largo del muro de división, corre una tubería de gres que, por un extremo comunica con la atmósfera por medio de una chimenea, y por el otro con la alcantarilla ó colector, interponiendo antes un sifón interruptor. Las tazas de los retretes individuales son de gres esmaltado, para posición á la Turca, y ocu-

pan toda la superficie del departamento; están en comunicación con el tubo general por medio de sifones del mismo material. Cada uno tiene su depósito de descarga de 10 litros, con válvula de flotador y tirador de tope; el tubo de caída es de plomo, terminado por una concha de bronce que esparce el agua por toda la taza. Las paredes de los tabiques están chapeadas, en toda su altura, con azulejos; se han achaflanado todos los ángulos entrantes para efectuar mejor la limpieza; dichos tabiques no tienen más que 2 metros de altura para favorecer la ventilación, y las puertas de los departamentos sólo llegan á 0,30 metros del suelo. Para que el lavado de éste sea eficaz, se ha puesto un pavimento de grandes losas de pizarra, con fuerte inclinación hacia las tazas; basta enchufar una manga de riego á una boca que hay en la pared, para efectuar el lavado del suelo y paredes del local, que cuenta con tres puertas y dos ventanas, para que penetre el aire. En la parte exterior, adosados al muro divisorio y cerca de los retretes, se han colocado urinarios de pizarra para seis plazas, con agua corriente, iguales á los de las estaciones de ferrocarril.

Repuesto de cartuchos metálicos.—Aunque con el uso de los cartuchos metálicos y su envase en cajones no existe el mismo peligro que existia antes, no está bien que se conserven las municiones en el almacén, y por eso se ha construído con ese destino un pequeño edificio, en el punto menos transitable del solar, adosado al muro de cerca.

Basurero.—Frente á la puerta de los carros se ha dispuesto un local para el indicado fin.

Dependencias generales del Cuartel del General Moriones (figuras 35 á 38, edificio núm. *17*).—Brevemente hemos consignado, con anterioridad, que los pabellones núms. *11*, *12*, *13*, *14*, *15* y *16*, así como el repuesto de cartuchos metálicos, son enteramente iguales á los del Cuartel del General Marqués de Duero, que están destinados á análogo servicio. Queda tan sólo describir el edificio núm. *17*, que reemplaza á los *1*, *2*, *3* y *4*.

La entrada principal se le da por la calle de Yanguas y Miranda, á la cual tiene otras dos puertas colocadas con simetría, que sirven: la de la izquierda para entrar al almacén, y la de la derecha, la más próxima á la población, para el pabellón del Coronel.

El terreno disponible, después de situar los demás edificios, y la forma del solar, han impuesto la forma y dimensiones de este edificio, así como la necesidad de dejar calles de separación ha limitado algo las dimensiones que fuera preciso darle, para que todos los servicios estuviesen con el mismo desahogo que en el otro Cuartel.

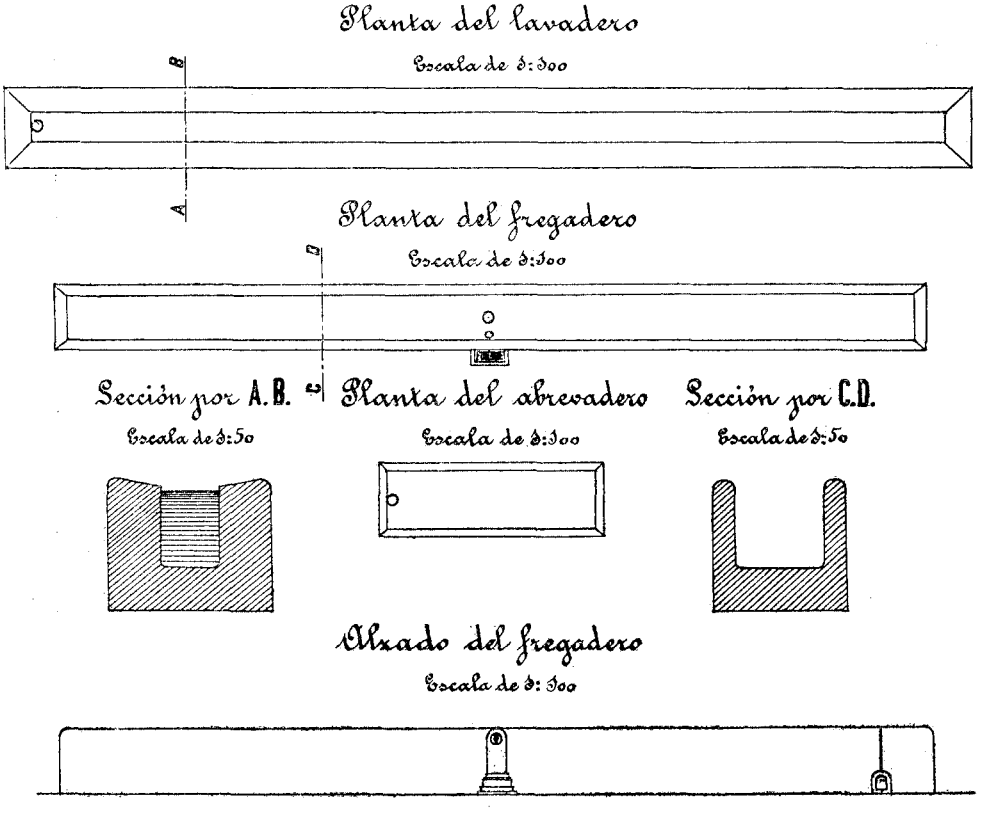
Aunque el edificio es uno, puede considerarse dividido en cuatro partes perfectamente deslindadas, por los muros ó tabiques de separación. Una es la que da á la calle de D. Pascual Madoz, dedicada á escuelas y dependencias de tropa. La segunda, con fachada á la calle de Yanguas y Miranda, sirve para instalar las dependencias generales, oficinas y pabellón del Coronel. La tercera, con fachada á la calle Militar, contiene los almacenes en planta baja, y los locales de la música en planta principal; y, por fin, la cuarta á continuación de la anterior y con fachada á la misma calle, es para pabellón de dos compañías, uno en cada planta.

Nada nuevo hay que añadir á lo dicho en la descripción del otro Cuartel para formarse completa idea del edificio núm. *17*, pues todo es lo mismo en líneas generales, y con las figuras á la vista se pueden explicar las pequeñas discrepancias necesarias para aprovechar las irregularidades del encuentro de las crujías en una distribución regular. En las mismas figuras está escrito el destino de cada una de las distintas habitaciones, y huelga, por lo tanto, que hagamos la explicación en el texto.

Servicio de aguas.—Desde hace varios años cuenta la población de Pamplona con un abundante caudal de agua procedente del manantial de Arteta y con presión suficiente, para alcanzar á los pisos más altos del Cuartel. Alrededor de todo el solar pasan las cañerías de la Sociedad explotadora del negocio, proporcionando la comodidad de poder acometer desde los puntos más convenientes sin gastar en cañerías exteriores al solar, más que lo que supone la anchura de la calle.

Cuanto mayor sea la cantidad de agua de que disponga un Cuartel, tanto mayor será la salubridad del mismo, porque se podrá emplear, sin escatimarla, en los retretes, alcantarillas, cuartos de aseo, etc., etc. Razones de economía serán las que obliguen á limitar el caudal de agua por plaza que se conceda. Creemos que asignando 40 litros diarios por

soldado hay suficiente para todas las necesidades fisiológicas: limpieza personal, retretes, lavado de utensilios y riego de calles y patios. La Sociedad de aguas de Arteta no ha admitido otra forma de pago que por contador, por lo cual, y á fin de que una avería local no deje sin agua á



Figs. 39 á 44.

todos los edificios, se han hecho para el Cuartel del General Moriones, tres acometidas, por las calles de Madoz, Chinchilla y Militar, con sus correspondientes contadores; y para el del General Moriones, dos, por las calles de Madoz y Militar. Las redes de distribución de agua hasta los diversos puntos en que se necesita, están dibujadas en la figura 1 (página 9). Además de llevar el líquido á los cuartos de aseo, retretes diurnos y nocturnos, urinarios, cocinas y fregaderos (figs. 39 á 44), pa-

bellones y lavabos de Oficiales, bocas de riego é incendio situadas en las calles y patios, lavaderos de prendas menudas, abrevaderos y fregaderos de platos, se han dispuesto en puntos convenientes, fuentes de vecindad, provistas de vasos con cadena, para mayor comodidad de la tropa.

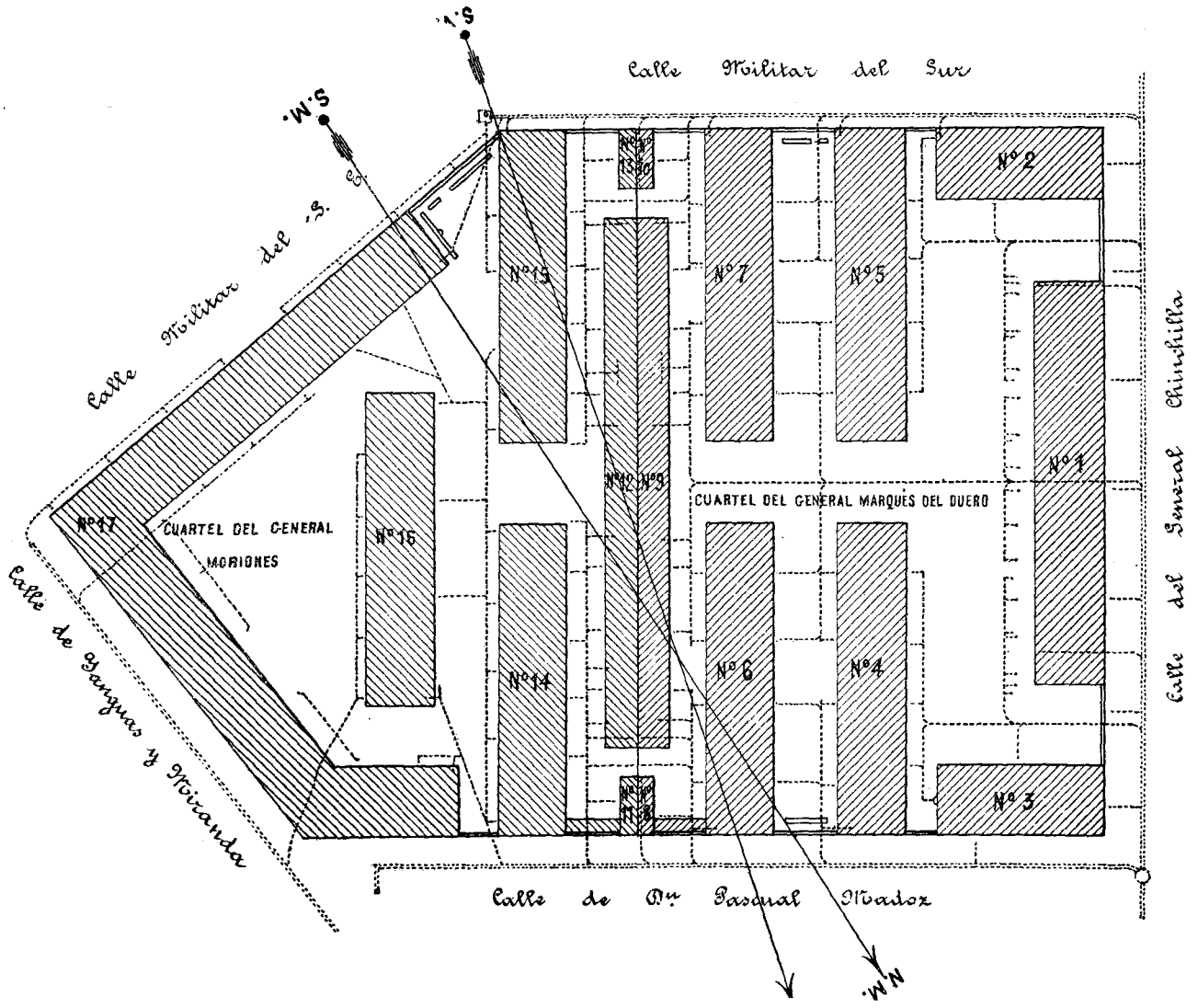
Calles y patios.—Tratándose de una construcción nueva, hay que tomar cuantas precauciones sean precisas para evitar que las calles y patios se conviertan en inmundos basureros difíciles de limpiar, con grave riesgo de la salud y perjuicio grande de los edificios por las humedades que retienen. Hay que contar con que los soldados son, en general, desaseados y arrojan á la calle todo lo que les sobra, y con objeto de que la limpieza se haga en buenas condiciones, es preciso que el suelo se preste, sin un gran gasto de entretenimiento, á que los barridos y el contínuo tránsito no lo estropee.

Como la superficie del solar es grande y en esta población llueve á menudo, hay que procurar la rápida evacuación de las aguas pluviales, para lo que se dispone suficiente número de absorbederos, con cierres hidráulicos, que las conducen á las alcantarillas, evitando á la vez que salgan los malos olores de éstas.

Todos los edificios están rodeados de aceras de asfalto, con cordón de sillería y contra-cordón de adoquín para defenderlos de la humedad, y el resto de las calles y patios está adoquinado y empedrado, entre cuadros de adoquín y con pendiente hacia los absorbederos, colocados, por regla general, en los cordones de las aceras.

Creemos que con las precauciones adoptadas se conseguirá pronto, y de una manera eficaz, la desecación de la superficie y se preservan los edificios de la humedad.

Alcantarillado (fig. 45).—Las construcciones prescribían, de una manera ineludible, que el sistema de evacuación de las materias fecales fuera, el de echar todo á la alcantarilla, sin interposición de pozo alguno. Es el sistema mejor cuando se dispone de alcantarillado urbano en la población. Sin entrar en disquisiciones teóricas, que á nada conducen, y ciñéndonos en absoluto á las órdenes de la Superioridad, hemos procurado que la red de alcantarillas llene la doble misión del rápido alejamiento de las deyecciones sólidas y líquidas y la evacuación de las aguas meteóricas que reciba la superficie del solar, así como las domésticas de


S.
S.W.
N.W.
Calle Militar del Sur
Calle Militar del S.
Calle de Ganguas y Miranda
Calle de Dn. Pascual Alvarez
Calle del General Chinchilla
CUARTEL DEL GENERAL MARQUES DEL DUERO
CUARTEL DEL GENERAL MORIONES
Nº 1
Nº 2
Nº 3
Nº 4
Nº 5
Nº 6
Nº 7
Nº 8
Nº 9
Nº 10
Nº 11
Nº 12
Nº 13
Nº 14
Nº 15
Nº 16
Nº 17

todas clases; procurando á la vez que no haya contacto entre el aire de la alcantarilla y la atmósfera de los lugares habitados, lo cual se logra merced á los sifones interruptores con cierre hidráulico, y á las chimeneas de ventilación elevadas sobre los tejados.

El alejamiento de las inmundicias á medida que se producen, es otra condición igualmente social, que se cumple, haciendo las cañerías impermeables y lisas, dándolas la inclinación suficiente y procurando lavados periódicos, que eviten la formación de depósitos en cualquiera de los puntos de su recorrido.

Las calles del General Chinchilla, D. Pascual Madoz y Yanguas y Miranda tienen alcantarillado urbano. Todos los retretes y cuartos de aseo que dan á estas calles no necesitan más que pequeñas tuberías para desembocar en las alcantarillas urbanas dándoles la curvatura conveniente para que la acometida se haga en el sentido de la corriente. Para tan cortos trayectos, basta, á nuestro juicio, dotarles de los sifones interruptores, pues con la cantidad de agua de cada retrete ó cuarto de aseo, según sea el caso, y ventilados de corona los sifones particulares de aquéllos por tubos que sobresalen del tejado, no son de temer los malos olores, ni la detención de las materias sólidas.

La calle Militar carecía de alcantarillado y ha sido preciso construirlo, dándole sección suficiente para que pueda ser recorrido por un hombre, á fin de ejecutar las reparaciones que sean precisas. La solera y la bóveda son de hormigón hidráulico, y las paredes de mampostería con mortero hidráulico. Se han redondeado los contornos y se han enlucido con mortero de cemento Portland, buscando la impermeabilidad y lisura de las superficies que han de estar en contacto con las materias fecales. Al colector militar se le ha podido dar la pendiente del 3 por 100, que es muy superior á la que tiene la alcantarilla municipal en que desemboca en la calle del General Chinchilla. Todos los conductos de aguas sucias que acometen al colector se han hecho de secciones reducidas, cual aconsejan los ingleses, para que las aguas de los retretes y cuartos de aseo bañen por completo las tuberías y eviten los estancamientos; también se han puesto en todas las acometidas sifones interruptores. Las minetas para la recogida de aguas pluviales se han hecho de fábrica de ladrillo, con mortero hidráulico y tapas de losa.

En la cabeza del colector se ha dispuesto un depósito automático de oleadas, sistema Doulton (figs. 46 y 47), que consiste en una capacidad, en cuyo centro se coloca un sifón llamado de limpieza automática, el que realmente está compuesto por sólo dos tubos, de los que el exterior hace el oficio de campana donde se comprime el aire. La diferencia de

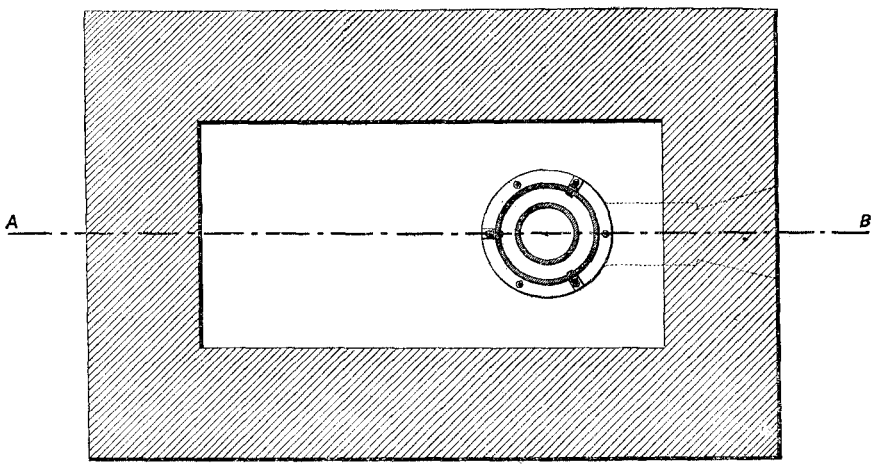


Fig. 46.

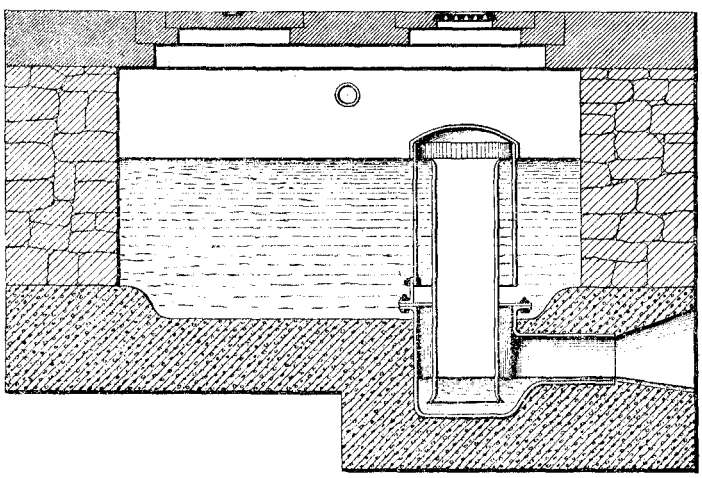
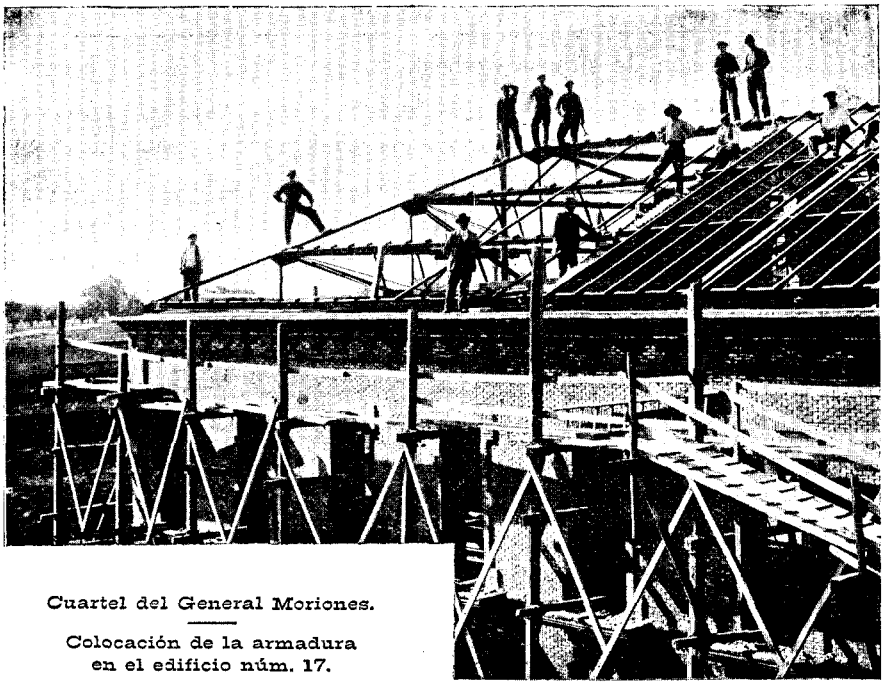


Fig. 47.

presiones que se va produciendo entre el interior y exterior de esta campana, á medida que se va llenando de agua el depósito, hace que llegue un momento en que la segunda sea superior á la primera, y entonces se precipita un gran volumen de agua por los tubos que, hallándose en correspondencia con el colector, entra en éste, y da lugar al arrastre que se busca. El agua necesaria para la marcha y funcionamiento del sifón nos la hemos proporcionado haciendo que los desagües de los cuartos de aseo del edificio núm. *17*, del abrevadero-lavadero y fuente de vecindad del Cuartel del General Moriones, vayan á parar al citado depósito, con lo que se consigue que haya cuando menos tres oleadas diarias. La utilidad de este aparato es incontestable y evita el recorrer el colector con exagerada frecuencia, pues las grandes corrientes de agua á que da lugar arrastran todas las materias fecales que puedan depositarse.



Cuartel del General Moriones.

Colocación de la armadura en el edificio núm. 17.

CAPÍTULO V

Naturaleza y calidad de los materiales.

CIMIENTOS.—Se ha empleado la mampostería ordinaria, hecha con mortero hidráulico, para prevenir las influencias de la humedad, por capilaridad, en los muros interiores de los locales. Las cimentaciones de las columnas se han hecho de hormigón hidráulico, que se endurece con rapidez y hace el asiento completo, antes de la colocación de aquéllas. Aunque, modernamente, se va aceptando, como procedimiento de preservación contra la humedad del suelo, la interposición entre cimientos y zócalos de placas de asfalto; como la bondad de estos medios no está del todo acreditada y son costosos y de difícil aplicación, nos hemos limitado, para prevenir aquellas influencias, á interponer una ligera capa ó enlucido de Portland, á medida que se iba sentando la primera hilada de los zócalos, con lo que se han evitado las grietas que suelen producirse en dicho enlucido después de fraguar á la intemperie.

Los zócalos son de sillería desbastada, de San Cristóbal ó Ezcaba, tanto porque es más económica que la de Tafalla, empleada para este objeto en la localidad, cuanto por ser material mucho menos higrométrico y consecuentemente más higiénico. Cierto que la piedra de San Cristóbal, por su dureza y fragilidad, no admite labra fina; pero en nuestro caso, esto no puede ser inconveniente, porque la que se le ha dado es tosca y sin molduras. Los que corresponden á las calles del Municipio se han hecho de sillería de Tafalla.

Todos los muros de fachada se han construído de fábrica de ladrillo ordinario blanco, excepto los del edificio núm. *1* en los que se ha empleado ladrillo prensado. Las jambas y arcos ó dinteles de los vanos, así como los miembros arquitectónicos esenciales como plintos, impostas y cornisas, se han ejecutado con ladrillo rojo para romper la monotonía del conjunto y dar aspecto más agradable á las fachadas.

La extensión de los suelos, la importancia de las cargas que han de soportar y las condiciones higiénicas á que han de satisfacer, son circunstancías que imponen el empleo del hierro en los entramados de piso. Estos se han formado con viguetas laminadas de acero, sección doble T, y forjados con bovedilla de ladrillo hueco, que quedan al descubierto, sin cielo raso, en todos los locales, si se exceptúan aquellos que exigen decoración, como cuartos de banderas, sala de justicia, etcétera, etcétera, medio el más económico y no desprovisto de buen aspecto y agradable vista. En los edificios de dependencias generales las viguetas se apoyan sobre los muros de fachada y del pasillo, y van asentadas y sujetas con escarpias sobre soleras de roble, que, á su vez, se engatillan á trechos con barrotes de hierro, embebidos en las fábricas. En los dormitorios de tropa el entramado del piso se ha constituído del modo siguiente (fig. 6, pág. 30): viga puente ó jácena, paralela á las fachadas y sostenida por las columnas centrales y muros de piñón, y viguetas apoyadas en aquélla y en los muros de fachada Las jácenas extremas se apoyan en los muros de piñón descansando sobre placas de fundición y engatillándolas por medio de una pletina doblada, fija al alma por roblones, y por cuyo ojo pasa un barrote de hierro, que se embebe en la fábrica y sirve de ancla. El enlace con las columnas se ha hecho descansando sobre los ensanches de los capiteles, reforzados por cantoneras;

para que no se separen, se han colocado bridas de chapa rodeando á las columnas y aseguradas á las jácenas por medio de pernos con tuercas. Las viguetas son de una pieza que se apoya en tres puntos: sobre los muros de fachada en la forma anterior, y sobre la jácena central, á la que se asegura con un perno pequeño para que guarden la equidistancia conveniente.

Las columnas de hierro fundido economizan el espacio que robarían, en otro caso, los pilares de fábrica á los dormitorios. La relación de sus diámetros y espesores con las alturas se halla dentro de los límites recomendables para este material y con los que en los modelos corrientes dan los constructores y se hallan sancionados por las experiencias. Estas columnas son sencillas, sin adorno alguno, ensanchados sus extremos en forma de pedestal y capitel, para favorecer la estabilidad, repartir las presiones y con el fin de que se presten mejor al apoyo de las jácenas que sostienen. La base lleva una placa taladrada por cuatro agujeros, para otros tantos pernos, recibidos con plomo en la sillería, que consiste en un dado de piedra de Tafalla, empotrado en el hormigón de cemento. El extremo superior de las columnas del piso bajo termina en un ancho platillo que lleva cuatro taladros para recibir y sujetar la columna superior, cuya base es otro platillo análogo al anterior para que la unión se haga en buenas condiciones y se repartan con regularidad las presiones, interponiendo entre ambos platillos una chapa de plomo.

En los dormitorios de tropa se han puesto pavimentos de tabla estrecha de roble machiembrado y cepillada; con gusto hubiéramos desistido de su empleo por no desconocer los defectos de que adolecen los suelos de madera; pero las exigencias económicas por un lado, la tradicional rutina por otro y, por fin, el evitar que sufra la salud del soldado al saltar de la cama y poner los pies en el frío suelo, son circunstancias que nos han obligado á adoptarlo.

Para todas las escaleras de los distintos edificios se ha adoptado un sistema mixto de madera y hierro. Las piezas principales son viguetas de sección doble **T** de acero laminado; sobre las zancas van escuadras de hierro forjado para el asiento de las huellas de roble; las contrahuellas son de chapa de palastro y la barandilla de hierro; debajo de cada escalera hay un cuartito para enseres de limpieza.

Las armaduras son de acero, del tipo llamado inglés. Su distribución corresponde á la división de interejes en cada uno de los edificios para que las cargas insistan sobre los macizos de los muros y no sobre los vanos. Siendo distinta la organización de los edificios, puesto que unos tienen columnas centrales y otros no, distinta ha sido la composición de las cerchas para aprovechar el tercer punto de apoyo que proporcionan las columnas. La cubierta propiamente dicha es de teja plana de color rojo vivo, que se fabrica de excelente calidad en la gran tejería mecánica pamplonesa, modelo de Marsella, que entran 13 tejas en un metro cuadrado. Las ventajas son de todos conocidas, y basta indicar que pesan menos que las lomudas; puede suprimirse el enlatado y cuestan menos que las 28 lomudas que se necesitan para cubrir el metro cuadrado.

Los cielos rasos están formados por medios tablones, apoyados en los tirantes de las cerchas; los listones van clavados á los tablones.

La carpintería de taller, reducida casi exclusivamente á la construcción de puertas y ventanas, se ha ejecutado con pino tea y pino rojo del Norte. Las puertas principales llevan montantes y las ventanas están constituídas por vidrieras con contraventanas. Los herrajes empleados, esto es, fallebas, visagras, pasadores, pernos, cerraduras, picaportes y cerrojos, son los corrientes en el comercio. Las ventanas que dan á las distintas calles del exterior, llevan rejas de hierro; las correspondientes á los almacenes, tienen, además, alambradas; las de los cuartos de aseo, persianas fijas de palastro.

Toda la carpintería de taller ha sido cubierta con tres manos de pintura al óleo, previa imprimación; el hierro de pisos, escaleras, rejas y armaduras, con tres capas de minio, necesarias para evitar los destructores efectos de la oxidación.

Como regla general, las cañerías de distribución de agua son de hierro forjado y galvanizado, por ser el material que ofrece más ventajas para los pequeños diámetros:

CAPÍTULO VI

Entramados de cubierta.

PARA no fatigar á nuestros lectores, se hace caso omiso de los cálculos de resistencia de los distintos elementos que componen la edificación de que se trata; todos ellos son los ordinarios y corrientes, y juzgamos que con las figuras que se presentan hay datos sobrados para formar idea del conjunto.

Hacemos una excepción presentando, con todo el detalle gráfico, los entramados de cubierta del edificio núm. *17*, por ser el que tiene más variedad, ya por sus dos cerchas diagonales *A* y *B* (figs. 38 y 38'), en el encuentro de las crujías, ya también por el nudo del frontón de coronamiento de la puerta principal, que da lugar á una limatesa y dos limahoyas (fig. 37); la manera de ejecutar los enlaces ó uniones en estos casos particulares no suele verse en los libros, y por esta circunstancia presentamos los dibujos concernientes á esta cubierta.

COMPOSICIÓN.—La armadura es de las llamadas completas, formando el entramado de la cubierta: 1.°, las cerchas ó cuchillos; 2.°, viguetas ó correas embrochaladas en los nudos y con el alma normal á la vertiente; 3.°, cabios apoyados en las correas, fuertemente asegurados á éstas y espaciados 0,68 metros, y 4.°, listoncillos cosidos á los cabios para apoyo directo de las tejas y á 0,355 metros uno de otro.

Ya que por los dibujos pueden apreciarse las disposiciones adoptadas, bastará dedicar cuatro palabras al cálculo de los distintos elementos, li-

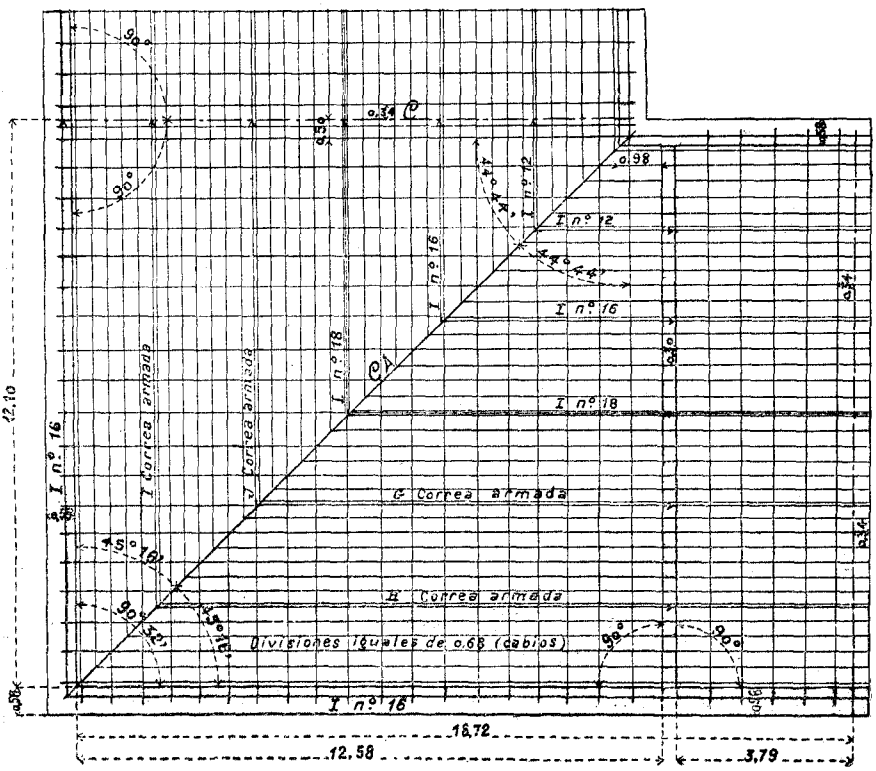
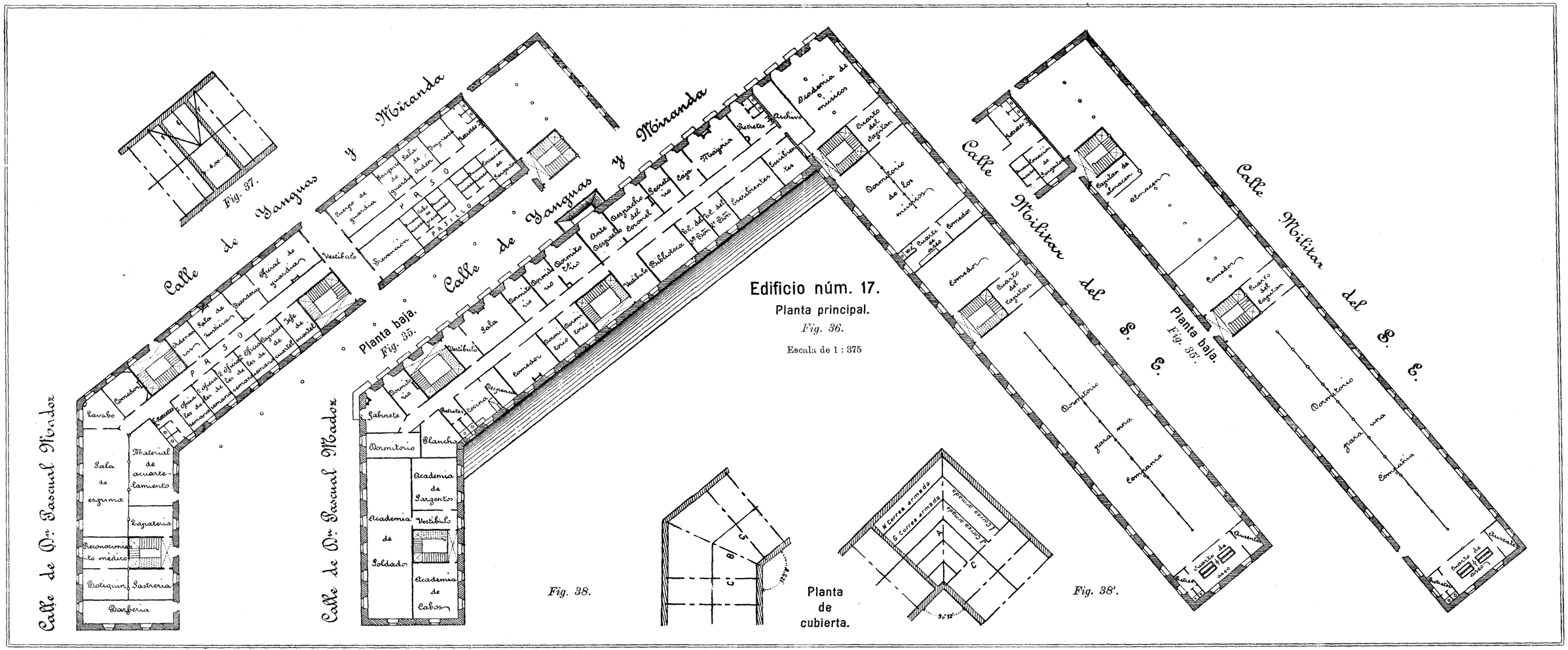


Fig. 48.

mitándolo al de una *cercha diagonal*, una *correa normal* y otra *armada*, á un *cabio* y á un *listoncillo*.

Cálculo de las cerchas.—Se ha partido del supuesto para el cálculo de las cerchas ó cuchillos, que la carga total, viento y nieve inclusive, es á razón de 170 kilogramos por metro cuadrado; de 150 para el de las correas; 140 el que soportan los cabios; y por fin, de 135 para los listoncillos.

En el edificio núm. *17*, que venimos estudiando, hay 44 cerchas normales *C* (figs. 38 y 38', y 48) y dos diagonales *A* y *B*; el cálculo se hizo de la *A* por ser la mayor, y á los hierros de la *B* y á los de las tres *C* adya-



Cuartel del General Moriones.

Cercha diagonal A.

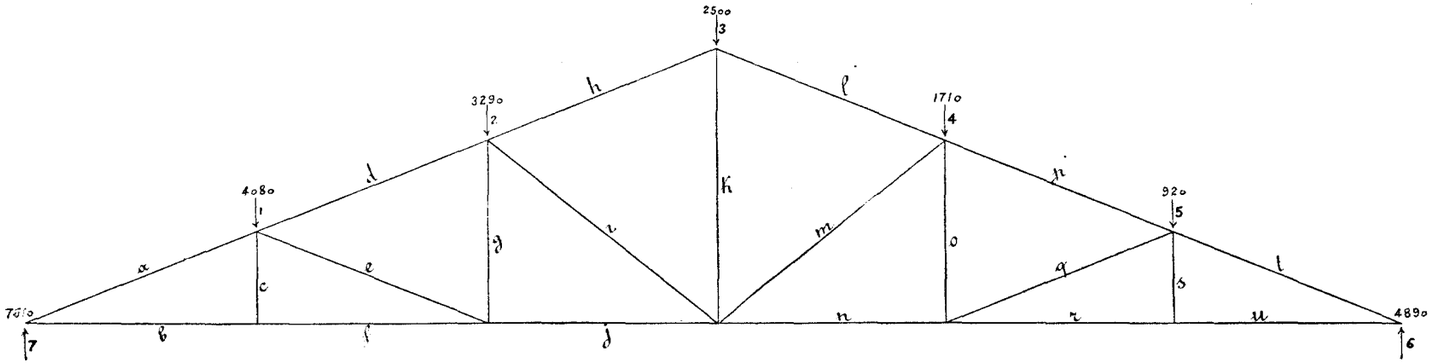


Fig. 49.

Diagrama de la cercha diagonal A.

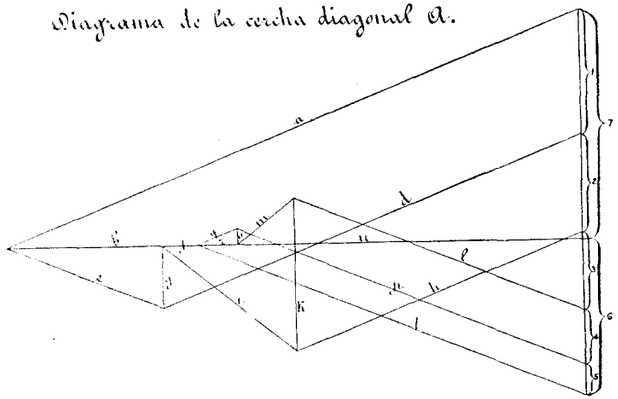


Fig. 50.

Fig. 52.

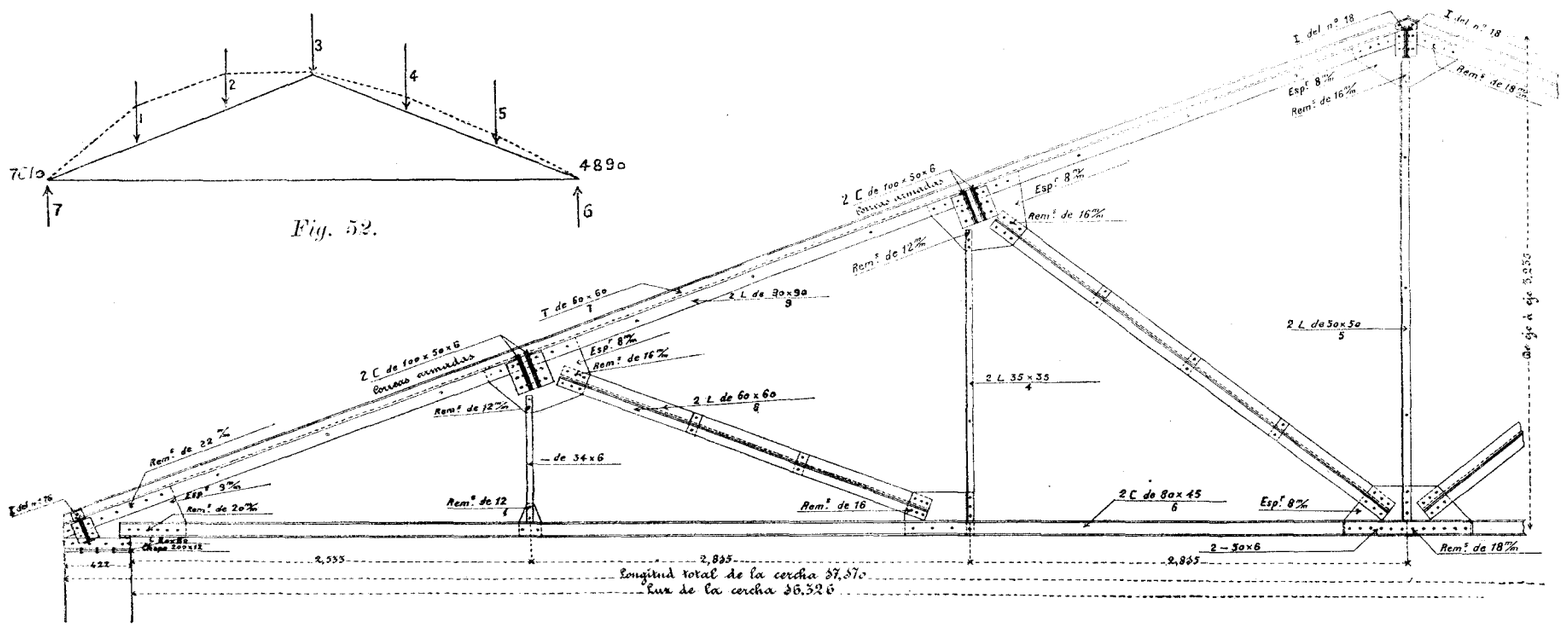


Fig. 53.

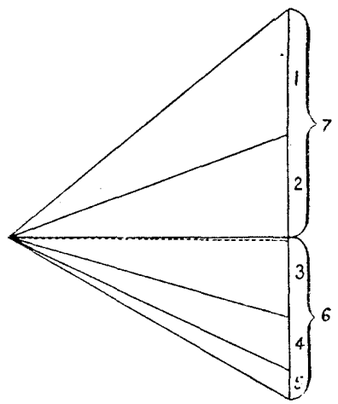


Fig. 51.

centes á las diagonales se les dieron los mismos perfiles que á los de la *A*, por la facilidad de los enlaces.

La luz de la *A* (fig. 53), entre apoyos, es de 16,326 metros, y su longitud total 17,170. Para que no resultaran hierros de grandes perfiles, se organizó un cielo raso, independiente de las cerchas, en los encuentros de las crujías; en el resto del edificio el cielo raso está apoyado sobre los tirantes de las cerchas.

Teniendo en cuenta las respectivas áreas de ambas vertientes en las dos crujías, se ve que sobre el primer nudo del par carga una superficie de 23,999 metros cuadrados; sobre el segundo, 19,339; sobre el tercero, 14,679; sobre el cuarto, 10,019, y sobre el quinto, 5,359, que, á razón de 170 kilogramos por metro cuadrado, dan los pesos siguientes redondeando las cifras: 4080 kilogramos; 3290; 2500; 1710, y 920. Formando el polígono funicular para el cálculo de las reacciones, cuya dirección y punto de aplicación se conocen, resulta un valor de 7610 kilogramos para la reacción de la izquierda y 4890 para la del apoyo derecho; conocidas ya todas las fuerzas exteriores, se determina, por medio del esquema y diagrama de la cercha, la repartición de esfuerzos entre las distintas barras, obteniéndose por medio de las figuras 49 á 52, los resultados que aparecen en el cuadro siguiente:

	EXTENSIÓN — *Kilogramos.*	COMPRESIÓN — *Kilogramos.*
a	»	19850
b	18350	»
c	0	»
d	»	14500
e	»	5350
f	18350	»
g	2000	»
h	»	10000
i	»	5500
j	13450	»
k	5000	»
l	»	10000
m	»	2350
n	11050	»
o	500	»
p	»	11950
q	»	1350

	EXTENSIÓN *Kilogramos.*	COMPRESIÓN *Kilogramos.*
r	12300	»
s	0	»
t	»	13300
u	12300	»

A continuación se detallan los cálculos, de los distintos elementos que forman estas cerchas, cuyo conjunto representa la figura 53.

Par.—Como de costumbre, se calcula el perfil de los hierros teniendo en cuenta la parte más fatigada, que es, en el par de limatesa, el trozo próximo al alero. Está sujeta á la compresión de 19850 kilogramos, y como hay temor de que se produzca flexión lateral, se emplea la fórmula de Rankine:

$$R = \frac{F}{\omega}\left(1 + \beta\,\frac{\omega\, l^2}{I'}\right),$$

en la que

$$F = 19850, \quad l^2 = 9 \quad \text{y} \quad \beta = 0{,}000045,$$

porque se supone que el par tiene un extremo fijo y el otro libre.

Escogiendo para solución dos escuadras ⊓|⊔ de $\frac{90 \times 90}{9}$, por la facilidad con que se pueden efectuar los distintos enlaces, y substituyendo en la fórmula anterior los valores de

$$\omega = 2 \times 1550 = 3100 \text{ milímetros cuadrados} \quad \text{é} \quad I' = 0{,}00000236$$

en metros, se tiene:

$$R = \frac{19850}{3500}\left(1 + 0{,}000045\,\frac{0{,}0031 \times 9}{0{,}00000236}\right) = 9{,}80 \text{ kgs. por mm.}^2$$

Tirante.—Sujeto á una extensión de 18350 kilogramos. Formado por ⊐⊏ de $\frac{80 \times 45}{6 \times 8}$. Se emplea la fórmula $F = R\omega$,

en la que

$$F = 18350, \qquad \omega = 2 \times 1104 = 2208 \text{ mm.}^2,$$

y por tanto,

$$R = 8{,}3 \text{ kgs. por mm.}^2$$

Primera péndola.—Llanta de 34×6 metros. Se pone para dar rigidez al conjunto.

Segunda péndola.—$F = 2000$ kilogramos. Dos escuadras ⊓ de $\frac{35 \times 35}{4}$

$$\omega = 2 \times 264 = 528 \text{ mm.}^2, \qquad R = \frac{2000}{528} = 3{,}8 \text{ kgs. por mm.}^2$$

Pendolón.—$F = 5000$ kilogramos. Dos escuadras ⊓ de $\frac{50 \times 50}{7}$

$$\omega = 2 \times 651 = 1302 \text{ mm.}^2, \qquad R = \frac{5000}{1302} = 3{,}8 \text{ kgs. por mm.}^2$$

Primeras tornapuntas.—$F = 5350$ kilogramos. Se consideran los dos extremos libres para el caso de la flexión lateral producida por la compresión $l = 2{,}90$, $l^2 = 8{,}41$.

Se compone de dos escuadras ⊓ de $\frac{60 \times 60}{6}$

$$\omega = 2 \times 684 = 1368 \text{ mm.}^2, \quad I' = 7438 \text{ en centímetros.}$$

$$R = \frac{5350}{1368}\left(1 + 0{,}00006 \frac{0{,}001368 \times 8{,}41}{0{,}0000007438}\right) = 7{,}50 \text{ kgs. por mm.}^2$$

Segundas tornapuntas.—$F = 5500$, $l = 3{,}2$, $l^2 = 10{,}24$

$$R = \frac{5500}{1368}\left(1 + 0{,}00006 \frac{0{,}001368 \times 10{,}24}{0{,}0000007438}\right) = 8{,}50 \text{ kgs. por mm.}^2$$

Viguetas ó correas sobre los nudos.—La distancia entre cerchas contiguas es, en general, 3,40 metros; la separación de correas, 2,30, y suponiendo que el peso por metro cuadrado es 150 kilogramos, resulta:

$$P = 150 \times 3{,}40 \times 2{,}30 = 1173{,}20 \text{ kilogramos}$$

es la carga uniformemente repartida sobre la correa. Esta se descompone en dos: una $P \cos \alpha$ normal á la vertiente y otra $P \operatorname{sen} \alpha$ en el sentido de la vertiente, y que por intermedio de los cabios se transmite al muro impidiendo los mismos que la correa se flexe en ese sentido.

Aunque la correa, por estar embrochalada entre las cerchas y cosida á los pares, puede considerarse como pieza empotrada, se ha calculado

como viga apoyada y cargada con un peso

$$P \cos \alpha = 1173{,}20 \times 0{,}87 = 1020{,}68 \text{ kilogramos.}$$

El máximo momento flector es

$$M_0 = \frac{1}{8}\, 1020{,}68 \times 3{,}40 = 433{,}80 \text{ kilográmetros.}$$

La ecuación de resistencia es

$$R \frac{I}{V} = M_0 = 433{,}80.$$

La vigueta, sección I núm. 12 del catálogo de Altos Hornos $\frac{120 \times 58}{5{,}1 \times 7{,}7}$, que se ha escogido, tiene un momento resistente $\frac{I}{v} = 55{,}1$ en centímetros y da para coeficiente de resistencia:

$$R = \frac{433{,}80}{55{,}1} = 7{,}87 \text{ kgs. por mm.}^2$$

Correas armadas.—Las correas del faldón de limatesa alcanzan longitudes hasta de 10,80 metros, y es conveniente armarlas en obsequio á

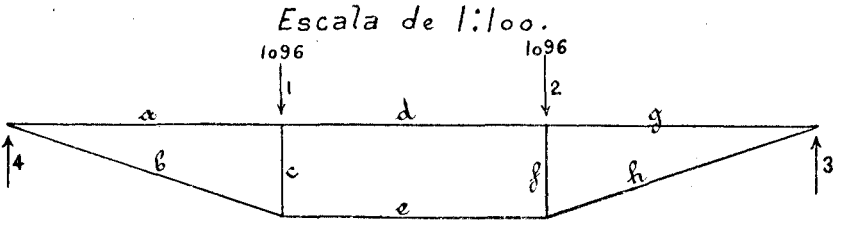


Fig. 54.

la economía del metal, pues en caso contrario habría que emplear una vigueta del perfil 32, con peso de 65 kilogramos por metro, y sería muy difícil efectuar buenos enlaces con las cerchas en que se apoya. Se ha estudiado una viga armada interiormente, con dos manguitos y tres tirantes, calculando la distribución de los esfuerzos en las diferentes piezas por medio del esquema y diagrama (figs. 54 á 56), que en unión del cuadro siguiente dan á conocer la distribución de las cargas:

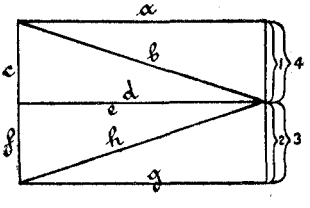
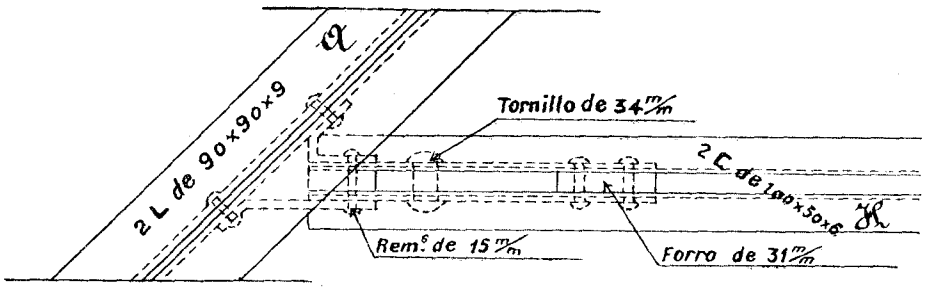


Fig 55.

	EXTENSIÓN — Kilogramos.	COMPRESIÓN — Kilogramos.
a.....	»	3300
b.....	3600	»
c.....	»	1096
d.....	»	3300
e.....	3300	»
f.....	»	1096
g.....	»	3300
h.....	3600	»

Correa propiamente dicha.—Sufre una compresión de 3300 kilogramos, y al propio tiempo está sujeta á flexión por la carga de 1096 kilogramos uniformemente repartida.



Unión de la correa *H* con la cercha *A*.

Fig. 56.

La ecuación de resistencia es

$$R = R_1 + R_2 = \frac{M_0 v}{I} + \frac{F}{\omega}\left(1 + 0{,}00006\,\frac{\omega l^2}{I}\right).$$

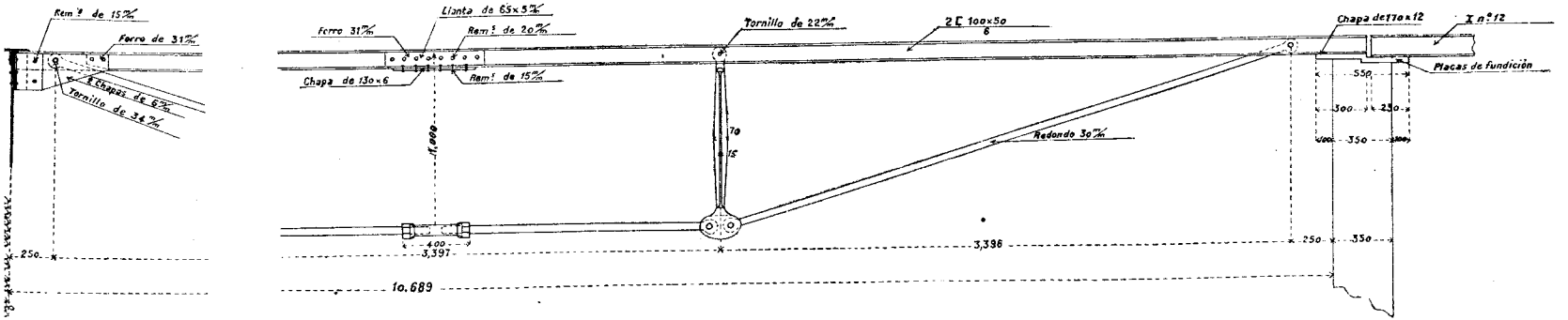
Atendiendo sólo á la *flexión*, resulta:

$$M_0 = \frac{1}{8}\,1096 \times 3{,}6 = 493{,}2 \text{ kilográmetros,}$$

y formando la correa dos][de $\frac{100 \times 50}{6 \times 8{,}5}$, en la que el momento resistente es $\frac{I}{v} = 82{,}4$, en centímetros,

$$R_1 = \frac{493}{82{,}4} = 5{,}98 \text{ kgs. por mm.}^2$$

Fig. 57.



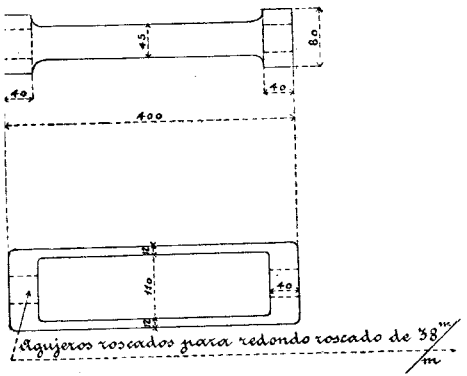


Fig. 58.

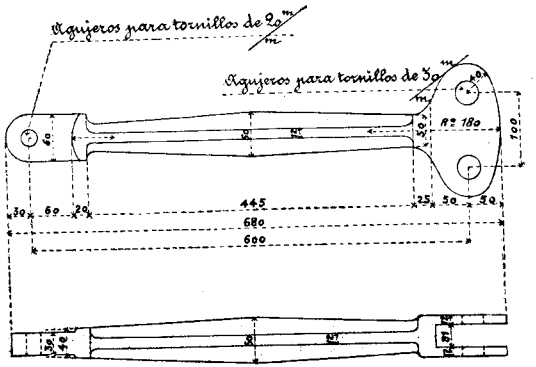


Fig. 59.

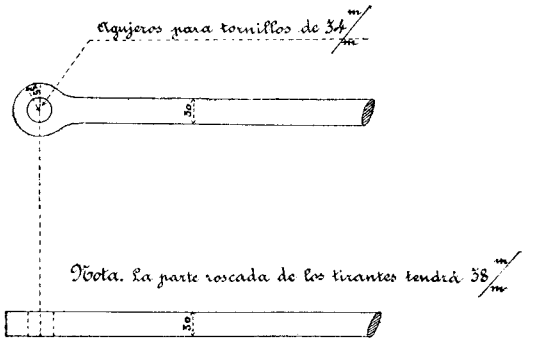


Fig. 60.

En cuanto á la *compresión* en dirección del eje, no hay temor á la flexión lateral por impedirlo los cabios; pero como puede efectuarse en el otro sentido, siendo $I = 414$ en centímetros (máximo momento de inercia), se tiene:

$$R_2 = \frac{3300}{2700}\left(1 + 0{,}00006\,\frac{0{,}0027 \times 12{,}96}{0{,}00000414}\right) = 1{,}84 \text{ kgs. por mm.}^2$$

y en definitiva

$$R = R_1 + R_2 = 7{,}82 \text{ kgs. por mm.}^2$$

Los tirantes y manguitos no ofrecen ninguna dificultad. Las figuras 57 á 60, indican con detalles los de las varias piezas que constituyen las correas.

Cabios (Figs. 61, 62 y 63).—Son piezas inclinadas, cargadas uniformemente y sujetas, por tanto, á la flexión y á una compresión máxima, dada por la fórmula

$$Z' = \frac{pch^2}{2f} + pcf,$$

en la que

$$p = 140 \text{ kgs.},\ c = 0{,}68,\ f = 3{,}50 \text{ y } h = 6,$$

por tanto,

$$Z' = 822 \text{ kilogramos.}$$

Dado el enlace que existe entre los cabios por medio de los listoncillos, no puede temerse la flexión lateral de los primeros, y por tanto, la ecuación de resistencia es

$$R = \frac{M_0' v}{I} + \frac{Z'}{\omega} = R' + R''.$$

Considerando el trozo de cabio comprendido entre dos nudos, cuya longitud es de 2,25 metros y su proyección horizontal $h' = 2$ metros, se tiene para momento máximo flector:

$$M_0' = \frac{1}{8}pcl \times h' = \frac{1}{8}\,140 \times 0{,}68 \times 2{,}25 \times 2 = 53{,}55 \text{ kgms.}$$

EDIFICIO NÚM. 17

DISPOSICIÓN DE LOS CABIOS

Fig. 61.

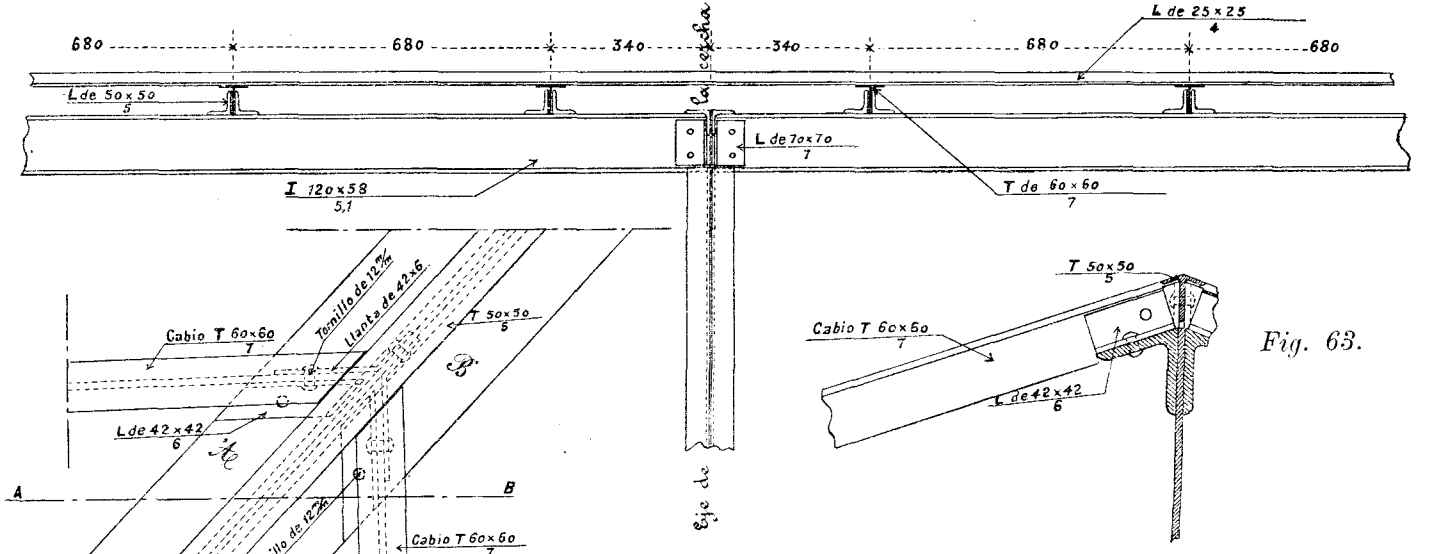


Fig. 63.

Fig. 62.

Adoptando la vigueta T de $\frac{60 \times 60}{7}$ cuya sección es $\omega = 791$ milímetros cuadrados y un momento resistente $\frac{I}{v} = 6{,}23$, resulta:

$$R = \frac{53{,}55}{6{,}23} + \frac{822}{791} = 9{,}63 \text{ kgs. por mm.}^2$$

Listoncillos para sostener las tejas. — Espaciados á 0,355 metros: $l = 0{,}68$.
Carga uniforme á razón de 135 kilogramos por metro cuadrado:

$P = 135 \times 0{,}68 \times 0{,}355 = 32{,}6$ kgs. que se descompone en dos.
$P \cos \alpha = 32{,}6 \times 0{,}87 = 28{,}36$ kgs. normal á la vertiente.
$P \operatorname{sen} \alpha = 32{,}6 \times 0{,}50 = 16{,}3$ kgs. en sentido de la vertiente.

Como los listoncillos pueden sufrir la flexión, en ambos sentidos, el máximo momento flector es:

$$M_0 = \frac{1}{8}(P \cos \alpha + P \operatorname{sen} \alpha)\, 0{,}68 = 3{,}80 \text{ kgms.}$$

y adoptando un hierro de escuadra |_ de $\frac{25 \times 25}{4}$, cuyo momento resistente $\frac{I}{v} = 0{,}599$, resulta:

$$R = \frac{3{,}8}{0{,}599} = 6{,}30 \text{ kgs. por mm.}^2$$

No descendemos al cálculo de las roblonaduras, chapas y escuadras de unión, pernos y pasadores; pero acotadas sus dimensiones, en las figuras, fácil es comprobar que los coeficientes de trabajo están, en todos los casos, dentro de límites prudentes.

A primera vista parece que hay barras poco fatigadas, y por tanto, que se debían haber escogido para formarlas hierros de menores secciones; pero téngase en cuenta que la necesidad de que puedan verificarse las costuras, con ramales, obliga á adoptar determinados perfiles, mayores que los que resultan del cálculo.

Aunque la sección doble T es la que á peso igual mejor resiste á los esfuerzos de flexión, por su mayor momento de inercia, en la práctica

hay que componer una barra con dos ⊓ ó dos ⊔, porque se prestan mejor estos perfiles á los enlaces, especialmente en las cerchas y hay que sacrificar alguna economía en el peso á la mayor perfección y baratura de la mano de obra.

Peso y coste, de una armadura para pabellón de tropa.—A título de curiosidad, estampamos el coste de las cubiertas de dos pabellones de tropa, los señalados con los números 6 y 7. Las cerchas se calcularon contando con el apoyo central, además de los extremos en los muros: el cielo raso carga sobre los tirantes. Los perfiles empleados fueron:

Pares	⊓	de	$\frac{55 \times 55}{6}$	
Tirantes	⊔	de	$\frac{80 \times 45}{6 \times 8}$	
Primeras péndolas	—	de	34×6	
Segundas íd.	⊓	de	$\frac{35 \times 35}{4}$	
Montante (pendolón comprimido)	⊔	de	$\frac{50 \times 50}{5}$	
Primera tornapunta	⊔	de	$\frac{45 \times 45}{5}$	
Segunda íd.	⊔	de	$\frac{50 \times 50}{7}$	
Correas	I	de	$\frac{120 \times 58}{5,1 \times 7,7}$	
Cabios	T	de	$\frac{60 \times 60}{7}$	espaciados 0,68 metros.
Listoncillos	L	de	$\frac{25 \times 25}{4}$	íd. 0,355 íd.

Placas de asiento en ambos muros.

Rodillos de dilatación.

Construidas las cerchas por la Sociedad de Altos Hornos de Bilbao, facturó el material metálico siguiente y para completar la cubierta se emplearon los jornales y materiales que se expresan:

	Kilogramos.
68 medias cerchas con un peso de	20.840
196 correas perfil núm. 12, de 3,39 metros 28 » » de 2,75 » 28 » » de 2,59 »	11.260
344 cabios perfil $^6/_6$ de 7,05 »	15.464
1040 listones perfil $2\frac{1}{2}/_5$ de 3,40 » 160 » » de 3,34 » 160 » » de 2,75 » 160 » » de 1,30 »	6.892
68 placas fundidas para asiento	1.700
68 juegos de rodillos de dilatación	820
14500 remaches de 24 × 7	164
170 » de 31 × 14	12
260 » de 48 × 17	34
1200 » de 66 × 17	185
1450 pernos de 40 × 16	236
12 » de 70 × 16	29
Suplementos de llanta	240
Peso total del material metálico	57.876

El gasto ocasionado fué el siguiente:

	Pesetas.
57.876 kilogramos, á 44,50 pesetas los 100 kilogramos	25.754,82
Portes desde la fábrica á la estación de Pamplona, por tarifa militar	928,00
Idem hasta el pie de obra	197,20
23.250 tejas planas y 124 medias tejas, á 125 pesetas el millar	2.921,75
380 caballetes	114,00
144 tejas de alero	216,00
8 remates de alero	24,00
4 frontones de león	32,00
10 kilogramos de alambre galvanizado	10,00
195 kilogramos de pintura	243,75
6 lumbreras	108,00
Jornales de carpintero ayudando la colocación	30,00
Idem de albañil para encarcelar las placas y colocar tejas	220,00
Idem de pintor y brochas	100,00
Importe total	30.899,52

Siendo por unidad, los siguientes:

Metro cuadrado de planta cubierta..... $= \frac{30.899,52}{1.500} = 20,60$ pesetas.

Id. íd. de superficie de vertiente..... $= \frac{30.899,52}{1.758} = 17,58$ pesetas.

Peso del hierro por metro cuadrado de planta... $= \frac{57.876}{1.500} = 38,58$ kilogramos.

Id. íd. íd. de vertiente $= \frac{57.876}{1.758} = 32,92$ kilogramos.

Que se descomponen en la forma que sigue:

	Kilogramos.	
Cerchas.....	11,85	
Correas.....	6,40	
Cabios.....	8,79	
Listones.....	3,92	
Placas y rodillos.....	1,44	
Remaches, pernos y suplementos....	0,52	
Total.....	32,92	kgs. por m.²

Peso y precios de la cubierta del edificio núm. *1*.—La cubierta del edificio núm *1*, dependencias generales, se diferencia de los anteriores en que, como no hay columnas centrales, las cerchas se han calculado como ordinariamente, ó sea apoyadas en sus extremos. Los perfiles empleados fueron:

Pares..... ⅃[de $\frac{70 \times 70}{7}$

Tirantes.....]L de $\frac{80 \times 45}{6 \times 8}$

Primeras péndolas..... — de 34×6

Segundas íd. ..... ⅃[de $\frac{35 \times 35}{4}$

Pendolón..... ⅃[de $\frac{50 \times 50}{5}$

Primera tornapunta..... ⊣[de $\frac{45 \times 45}{5}$

Segunda íd. ..... ⊣[de $\frac{50 \times 50}{5}$

Correas.—Cabios y Listones.—Como los anteriores.

Placas de asiento.

Rodillos de dilatación.

Se economizaron dos cerchas, porque los muros del vestíbulo se elevaron hasta la cubierta, en la que se empleó el material siguiente:

	Kilogramos.
40 medias cerchas con un peso de	14.680
7 correas perfil núm. 12, de 4,370 metros 98 » » » de 3,380 » 14 » » » de 2,850 » 14 » » » de 2,580 » 14 » » » de 2,500 »	7.377
220 cabios perfil $^7/_7$ de 7,10 »	10.080
80 listones perfil $2\frac{1}{2}/_5$ de 4,300 » 480 » » de 3,400 » 160 » » de 3,050 » 40 » » de 2,680 » 120 » » de 2,040 »	4.351
40 placas fundidas para asiento	1.180
40 juegos de rodillos de dilatación	580
9300 remaches de 24 × 7	104
130 » de 31 × 14	8
160 » de 48 × 17	25
700 » de 72 × 17	150
950 pernos de 40 × 16	152
160 » de 50 × 16	34
Suplementos de llanta	130
Peso total del material metálico	38.851

El gasto ocasionado fué el siguiente:

	Pesetas.
38.851 kilogramos, á 44,50 pesetas los 100 kilogramos	17.288,69
Portes desde la fábrica á la estación de Pamplona	624,00
Idem hasta el pie de la obra	132,60
14.600 tejas planas y 60 medias, á 125 pesetas millar	1.832,30
240 caballetes para florón	144,00
292 florones de caballete	146,00
70 tejas de alero	105,00
4 remates de alero	12,00
2 frontones de león	16,00
247 kilogramos de plomo en chapa y su colocación junto al frontón	260,00
2 lumbreras á 18	36,00
2 rollos de alambre	8,00
130 kilogramos de pintura	162,50
Jornales de carpintero	27,50
Idem de albañil	162,70
Idem de pintor y brochas	92,00
Importe total	21.049,29

El coste por unidad fué el siguiente:

Metro cuadrado de planta cubierta..... $= \frac{21.049,29}{955} = 22,04$ pesetas.

Id. íd. de superficie de vertiente..... $= \frac{21.049,29}{1107} = 19,02$ pesetas.

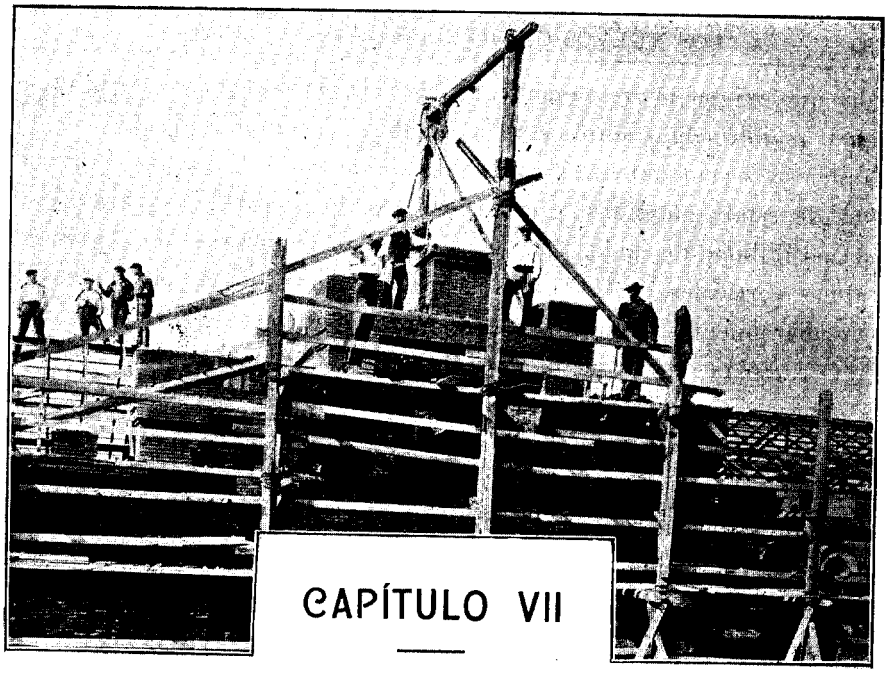
Peso del hierro por metro cuadrado de planta cubierta..... $= \frac{38.851}{955} = 40,68$ kilogramos.

Id. íd. íd. de vertiente $= \frac{38.851}{1.107} = 35,09$ kilogramos.

Que se descomponen en la forma siguiente:

	Kilogramos.	
Cerchas.....	13,26	
Correas.....	6,66	
Cabios.....	9,10	
Listones.....	3,93	
Placas y rodillos.....	1,55	
Remaches, pernos y suplementos....	0,55	
Total.....	35,09	kgs. por m.²

A la Sociedad de Altos Hornos costó el montaje á razón de 5 pesetas los 100 kilogramos, según convenio hecho con sus operarios.



CAPÍTULO VII

Obras de precaución y ornato.

Las obras de precaución se han reducido á evitar la exposición de los operarios, en la ejecución de la caja de cimientos, así como las necesarias á precaver las caidas desde los andamios, en la elevación de la fachada y desde los pisos. En los cimientos, porque se trataba de trincheras de 5 metros de profundidad, que, en ciertos sitios llegaron á 9 metros, teniendo que agotar día y noche el agua, al propio tiempo que con fuertes acodalamientos se contenía el terreno flojo, para evitar su derrumbamiento: á este fin á medida que se iban profundizando las referidas excavaciones, se colocaban las filas de tablones y codales para contener el terreno. É inversamente se quitaban cuando la mampostería de los cimientos iba alcanzando la altura de las filas de tablones, si bien es verdad que algunos de estos tuvieran que quedar enterrados, por la dificultad de sacarlos y el peligro de un prematuro desprendimiento. Afortunadamente no hubo que lamentar ningún siniestro, merced á las precauciones adoptadas.

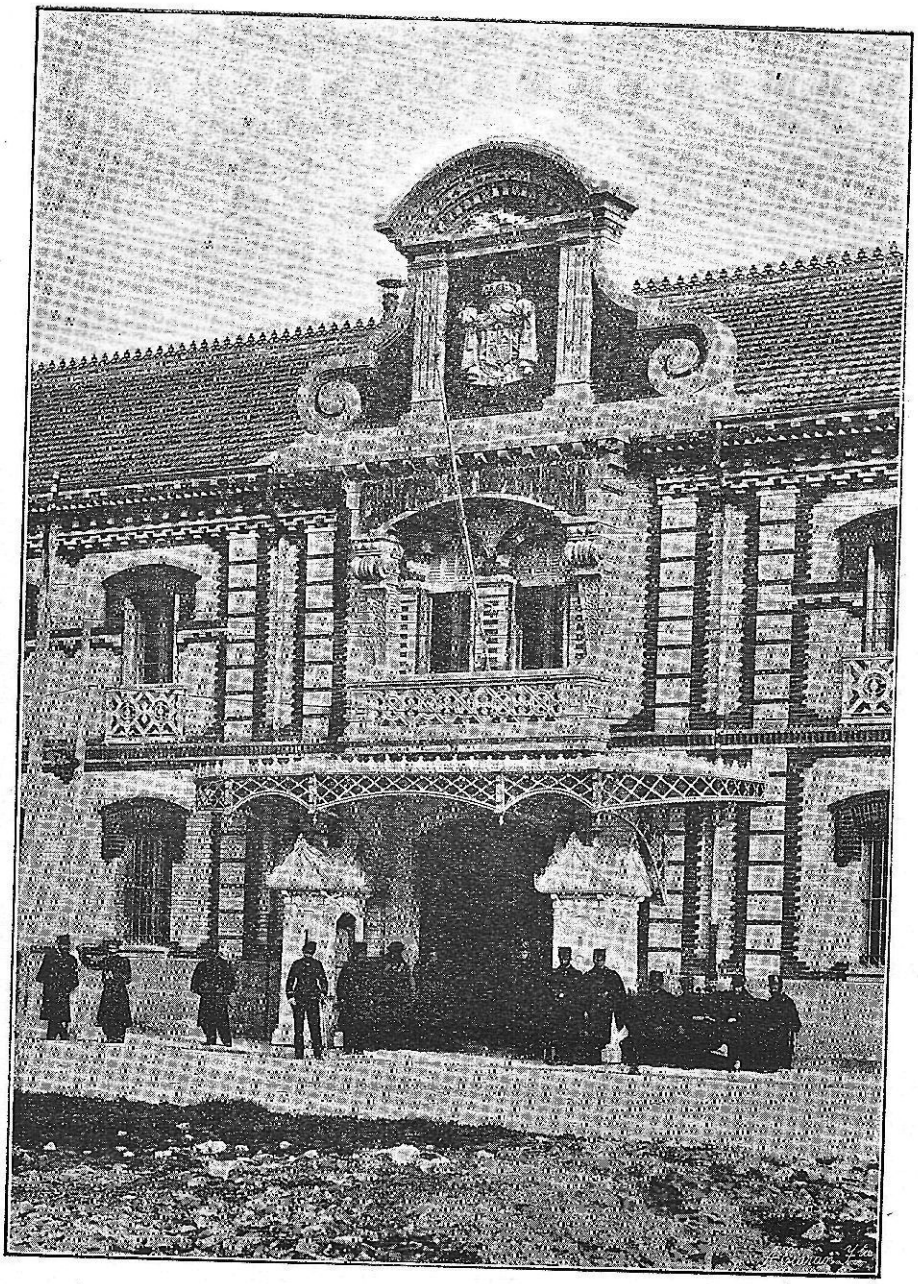
Respecto de los andamios, sólo cabe decir, que se tomaron las me-

didas que exigen los reglamentos de policía y reclama la misma humanidad, estableciendo amplios andamios bien asegurados, después de un minucioso reconocimiento y con las condiciones de resistencia á que habían de estar sometidos, guarneciéndolos de guardalados para evitar toda posibilidad de caida. En general, estaban compuestos de espárragos ó almas verticales, de 0,14 metros por 0,14, colocados á 3,40 metros de distancia; puentes ó mechinales, de piezas rollizas, de 0,15 metros de diámetro, para apoyo de una triple fila de tablones, de 0,08 metros de grueso, con antepecho salvavidas, de dos filas de ensamblaje de 0,10 × 0,05 y arriostrado con cruces de San Andrés. La ejecución sucesiva de la obra, permitió reducir la adquisición de estos materiales, al mínimum indispensable para dos pabellones de tropa.

Para la colocación de las cerchas en obra, se hizo uso de una cabria situada sobre un piso de tablones apoyados en el entramado de hierro del piso principal, al que se izaban las medias cerchas, por el intervalo entre dos viguetas; en dicho piso, se cosían con roblones las medias cerchas y con ayuda de un torno y de la cabria se elevaban hasta dejarlas presentadas en su sitio, asegurando la primera al muro de piñón y las sucesivas entre sí, por medio de correas, para evitar el abatimiento de alguna, que hubiera causado el de todas las demás; la cabria estaba provista de rodillos y sucesivamente si iba corriendo al punto adecuado.

Obras de ornato.—Tratándose de la clase de edificios que nos ocupa, no hay que esforzarse en evidenciar la necesidad de ser parcos en la ornamentación de las obras. Siendo de ladrillo ordinario las fachadas de los edificios, las obras de ornato de ellas están fundadas, especialmente, en la proporción que guardan entre sí los elementos de todas ellas y en la buena ejecución.

Por eso las referidas obras se han reducido á las indispensables para dar un decoroso y agradable aspecto á los distintos edificios que constituyen el cuartel, sin las exigencias de costoso entretenimiento que suelen llevar consigo las obras de ornato. Así todas las fábricas se han dejado al descubierto, esmerándose en el retundido de juntas, dejando la belleza de las fachadas, al contraste y disposición de los materiales. La combinación del ladrillo rojo, de que se han hecho los cercos do los vanos, con las repisas de sillería de las ventanas, con la imposta de separa-



Cuartel del General Marqués del Duero.—Entrada principal.

ción de pisos y la cornisa del remate, también de ladrillo rojo, sobre el fondo de la fachada, hecha con ladrillo ordinario blanco, forman un conjunto modesto, pero agradable, y hasta los mismos tubos bajantes de agua sirven para romper la monotonía.

Ninguna decoración interior exige la índole de la mayor parte de los edificios que forman el cuartel, cuyo objeto lo llenan los enlucidos y encalados propios de los locales y su destino. Solamente en los pabellones se han estucado todos los dormitorios y se han pintado al óleo todas las habitaciones ó locales destinados á los oficiales y empapelado algunas otras de pabellones.

CONCLUSIÓN

Datos históricos.—La orden para comenzar el estudio del proyecto, lleva la fecha de 27 de noviembre de 1895 y se terminó el 30 de julio de 1896, cursándose por el Ingeniero Comandante el 28 de agosto. El Comandante General ordenó en 26 de septiembre que se ampliara presentando tres presupuestos referentes á otras tantas soluciones para la cimentación y saneamiento del piso bajo de los pabellones de tropa, ampliación que se cursó el 19 de octubre; por Real orden de 13 de febrero de 1897 se aprobó el proyecto.

El Ayuntamiento de Pamplona debía al ramo de guerra, en virtud de la Ley citada al principio, 351490 pesetas que se habían de destinar, precisamente, á la construcción de estos Cuarteles y debía entregarlas, en plazos, á medida que fuera adelantando la construcción de los mismos. Sin embargo, se hizo un contrato con el mismo, aprobado por Real orden de 27 de enero de 1898, en virtud del cual, el Ayuntamiento se comprometió á entregar 40000 pesetas en el ejercicio de 1897 al 98; 161490 en el de 1898 á 1899 y 150000 en el de 1899 á 1900; obligándose el ramo de Guerra á asignar, para esta atención, 88510 el año 98-99; 100000 el 1899 al 1900 y en los años siguientes á razón de 250000 hasta terminar las obras.

Principiaron éstas el día 4 de abril de 1898 y continuaron sin interrupción hasta el 31 de julio de 1905, en que quedaron completamente terminadas. El día 27 de junio de 1902 se entregaron á la Plaza los locales correspondientes al primer Cuartel, que desde aquella fecha lo ocu-

pa el Regimiento de América, Cuartel que se llama del General Marqués del Duero, según Real orden de 22 de septiembre de 1903. El otro, denominado del General Moriones, por Real orden de 7 de mayo de 1904, sirve de alojamiento al Regimiento de la Constitución, desde el día 9 de agosto de 1905.

Gasto anual.—Las cantidades invertidas en cada uno de los ejercicios fueron las siguientes:

		Pesetas.
Ejercicio	de 1897 á 1898	40.000,00
»	de 1898 á 1899	250.000,00
Primer semestre	de 1898 á 1900	147.429,47
Año	de 1900	256.597,10
»	» 1901	150.000,00
»	» 1902	250.000,00
»	» 1903	250.000,00
»	» 1904	235.910,00
»	» 1905	46.828,78
	Suma total	1.626.765,35

Presupuesto.—El presupuesto del proyecto aprobado era el siguiente:

	Pesetas.
Edificio núm. 1	215.536,68
» » 2	99.553,51
» » 3	71.597,75
» 4-5-6-7-14-15 y 16, 7 á 144.000 pesetas	1.008.000,00
» 8-11 y 10-13, 2 á 15.116,52	30.223,04
» 9-12	102.727,01
» 17	442.482,52
Zócalos y Verjas. Muros de cerca y división. Aceras exteriores	18.799,46
Repuestos de cartuchos metálicos	6.422,12
Alcantarillado	28.681,00
Calles y patios	31.110,00
Servicio de aguas	11.828,00
Medios auxiliares	60.970,92
Maquinaria	34.400,00
Suma	2.162.342,01
Imprevistos 3 por 100	64.877,99
Total	2.227.220,00

En el presupuesto del edificio núm. 2 había una partida de 30000 pesetas para experiencias de cemento armado mandadas ejecutar por la Real orden aprobatoria del proyecto: no se pudo construir dicho edificio de hormigón de cemento armado, pero las experiencias se efectuaron construyendo el entramado del piso principal del edificio núm. 16, sin gastar aquella partida que quedó intacta, utilizando los créditos que en el mismo edificio existían para el entramado ordinario: de esta manera se cumplió sin aumento de gastos la Soberana disposición, se probó el nuevo material de construcción y queda al descubierto á la vista de todos el entramado y se podrá notar y remediar cualquier avería que ocurra en el mismo, andando el tiempo, si este material no reuniera las condiciones y garantías de solidez que generalmente se le supone.

Tampoco se adquirió la maquinaria economizándose las 34400 pesetas presupuestas para ese objeto.

La rapidez con que se han ejecutado estas obras, y el saber con tiempo la cuantía de las asignaciones han sido los factores que más han influido para que se terminaran con una economía de 600.454,65 pesetas respecto del presupuesto.

Las obras se ejecutaron por administración, contratándose los materiales más importantes y haciendo á la vez algunos destajos parciales, para la confección de puertas, ventanas y tablas mochileras.

FIN

ÍNDICE

SANEAMIENTO DE POBLACIONES

INGENIERÍA SANITARIA

SANEAMIENTO DE POBLACIONES

(URBANAS Y RURALES)

POR EL INGENIERO MILITAR

D. EDUARDO GALLEGO RAMOS

DIRECTOR DE «LA CONSTRUCCIÓN MODERNA»
CORRESPONDIENTE DE LA «UNION DES SERVICES MUNICIPAUX TECHNIQUES ET DES TRAVAUX PUBLICS» DE PARIS.

Memoria premiada por la Sociedad Española de Higiene en el concurso de 1907.

MADRID
IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO»

1908

INTRODUCCIÓN

A juicio del autor de esta memoria, propúsose la Sociedad Española de Higiene, al hacer figurar entre los temas, objeto del concurso para 1907, el de «Saneamiento de una población rural», obtener trabajos profesionales de índole tal, que faciliten la higienización de nuestras pequeñas capitales, por lo general rurales, dando al efecto soluciones prácticas en armonía con el estado actual de la técnica y adaptándolas á las costumbres, al clima, á la especial constitución de nuestro país.

El carácter de esta Memoria debe ser, pues, eminentemente utilitario, práctico, imponiéndose la concisión y la claridad, con el fin de que sea para los higienistas y para las autoridades llamadas á velar por la sanidad de los pueblos, á manera de guía seguro y cómodo, indicador de las reformas conducentes al saneamiento de las urbes y pueblos á su modernización.

Obedientes á esta forzada nota, huiremos de toda divagación técnica, susceptible de escasa aplicación en la realidad de España y ahondaremos en el estudio de aquellos procedimientos y consejos, cuya economía relativa de realización permita vislumbrar puedan desarrollarse entre nosotros, con provecho más inmediato para la salubridad pública; advirtiendo que siendo únicos los principios generales, base de *la higiene de las aglomeraciones* lo mismo urbanas que rurales, abarcará nuestro estudio el saneamiento de unas y otras poblaciones con lo que ganará en amplitud y aplicación.

Inútil nos parece indicar siquiera el fundamento del criterio que pensamos seguir en el presente trabajo, donde dejaremos á un lado, las teorías, fórmulas y en general, conocimientos de hidráulica aplicada que es necesario utilizar cuando se proyectan la mayor parte de las obras de saneamiento de poblaciones, para ceñirnos constantemente al fin primordial que lo inspira; el cual no es otro que «compendiar los recursos de que la construcción dispone, para satisfacer las exigencias de la sanidad y de la higiene» ó lo que viene á ser lo mismo: desarrollar los principios fundamentales de esa nueva rama de la ingeniería, cuyo nacimiento coincide en realidad, con la fecha memorable en que la higiene se eleva á la categoría de ciencia, y el ingeniero, y el arquitecto pónense de acuerdo con el médico,—que como verdadero conocedor del organismo humano, es el más llamado á dictaminar sobre las circunstancias conducentes á su mejor conservación,—para laborar reunidos por el progreso sanitario de las naciones.

La rama nueva á que aludimos, que no es otra que la *Ingeniería sanitaria*, tan extendida ya en algunas naciones europeas como Inglaterra, necesita en España donde apenas se conoce, ser alentada y vulgarizada; ya que desgraciadamente nuestro atraso higiénico es tan grande, que existe campo vastísimo donde demostrar con evidencia los beneficios incalculables que al suelo español, puede reportar el aprovechamiento de las fecundísimas teorías del inmortal Pasteur,—verdadero fundador con Koch y Pettenkofer de la ciencia higiénica,—y la humanitaria práctica de poner la ciencia del constructor al servicio de la ciencia del médico; como desde hace tantos siglos viene poniéndose al servicio de las inspiraciones del artista, para satisfacer los caprichos y exigencias de éste, incomparablemente menos justificadas que las de aquélla.

SANEAMIENTO DE POBLACIONES

I

CONDICIONES SANITARIAS DE UNA POBLACIÓN

La salubridad en el extranjero y en España.—Capital que representa la reducción de la mortalidad.

La salubridad de una población, lo mismo urbana que rural, ó sus condiciones sanitarias dependen del grado en que posea los elementos siguientes, que en el mismo orden que se mencionan hemos de estudiar:

1.° Pureza de su aire.

2.° Potabilidad de su agua y cantidad disponible por habitante.

3.° Sequedad del suelo y subsuelo.

4.° Aireación, iluminación y soleamiento de sus vías.

5.° Salubridad de sus viviendas, que es á su vez función de los anteriores elementos.

Toda reforma urbana, toda obra, toda disposición que tienda á purificar el aire que en una urbe se respira; á mejorar las condiciones de potabilidad de sus aguas, ó aumentar el caudal de las que para su bebida ó servicios se destinen; á desecar el suelo, ó el subsuelo; á conseguir que las plazas, calles y viviendas, resulten más aireadas, iluminadas ó soleadas, ó á mejorar las condiciones sanitarias de sus viviendas, puede considerarse como medida higiénica, favorable al saneamiento de esa urbe. El conjunto de todas esas medidas que tienden á evitar las consecuencias de la aglomeración humana (contaminación del aire, del agua y del suelo) y las causas de las enfermedades, especialmente las epidemias, constituye la *higiene de las ciudades*, aplicación de la *ciencia sanitaria*, que es la que tiene por objeto el estudio de las leyes de la salubridad, y la investigación de los medios adecuados para poner en práctica la aplicación de estas leyes.

Los beneficios de la higiene se extienden, no sólo al individuo ó agrupación que la practica, sino á la ciudad en que aquél ó aquélla habitan,

y de aquí que á todos, pobres y ricos, gobernantes y gobernados, importe, aunque sólo sea por propio interés, su fomento; ya que *la higiene tiende á prolongar la vida humana*, alejando epidemias, enfermedades y dolores (1).

***

Para juzgar de la eficacia de los consejos y procedimientos que la higiene recomienda, basta indicar que la mortalidad por fiebre tifoidea, la enfermedad que en las poblaciones mal saneadas tiene siempre el carácter endémico, y que es de todas las dolencias infecciosas la que más claramente señala la influencia de las medidas higienicas, ha descendido por la práctica de éstas, desde el 1880 al 1895: en París del 6,9 al 1,1; en Londres, del 2,2 al 1,4; en Berlín, del 2,1 al 0,5; en Viena, del 1,3 al 0,6; en Bruselas del 1,0 al 0,2, y en Estokolmo, del 12,8 al 1,7, todos por 10.000 habitantes.

Por idéntica causa, en el corto espacio de trece años, la mortalidad ha descendido lo que sigue en las grandes capitales que á continuación figuran; mereciendo especial mención Turín, cuya mortalidad, que el año 1885 era del 31,55 por 1000, ha descendido en 1904 hasta el 14,97.

CIUDADES	Mortalidad por 1.000 habitantes.	
	El 1882.	El 1895.
Amsterdam	24,3	16,6
Rotterdam	23,5	19,7
Berlín	26,4	19,0
Bruselas	30,5	19,0
Dresde	25,2	20,6
San Petersburgo	35,2	27,2
Viena	29,2	23,1
Roma	26.1	20,8
Nueva-York	30,6	22,4
París	26,3	21,1
Lucerna	27,0	18,5
Nancy	26,4	24,2

Por falta de higiene en España, la mortalidad es enorme, oscilando entre el 25 y el 35 por 1.000: Barcelona, el 35,5; Cádiz, el 33,45; Huelva, el 34; Zaragoza, el 31,98. En Salamanca es el 38,33, pasando en algunas capitales de esta cifra. En Málaga, por ejemplo, varía entre el 34 y

(1) En reciente conferencia, el ilustre profesor de la Academia de Medicina de Madrid y ex-ministro de Instrucción pública, D. Amalio Jimeno, definía la higiene diciendo era en su concepto «el arte de alargar la vida, evitando las enfermedades y haciéndola lo más agradable y perfecta posible».

el 36 por 1.000 (1); en Jaén, entre el 35 y el 40 (2); en Granada se eleva al 38; en Valladolid, al 38,2; al 40 ha llegado también en el 1.er trimestre del año 1907 en Madrid (3) y hasta el 50 por 1.000 en Sevilla, mientras

Gráfico de mortalidad comparada de las capitales de provincia españolas en 1900, según los datos oficiales.

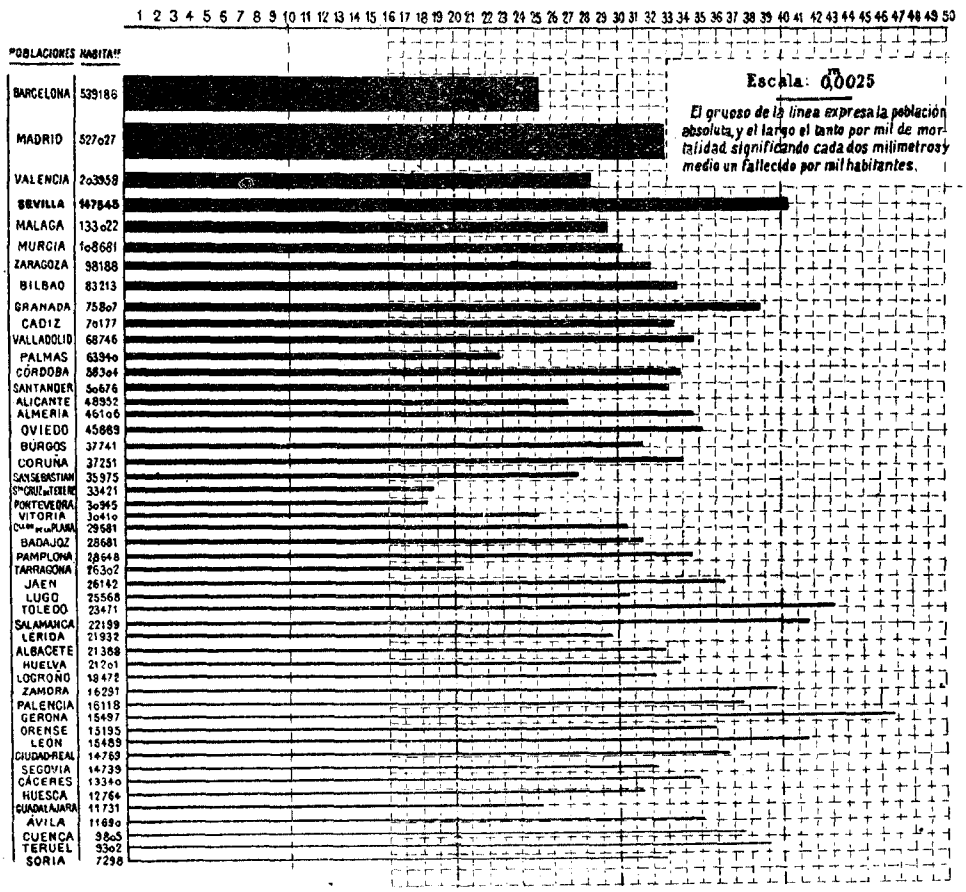


Fig. 1.

(1) *Estudio de un sistema de alcantarillado para Málaga*, por el Dr. Ramón Martín Gil, Presidente de la Sociedad de Higiene de dicha capital, 1903.

(2) *Beneficiencia y Salubridad de Jaén*, por el Dr. Eloy Espejo, Decano del Cuerpo de Beneficiencia Municipal, 1906.

(3) Estadísticas publicadas en *Nueva vida*, revista de Higiene dirigida por el conde de Pinofiel.

que en Londres la mortalidad es anualmente del 14,6; en La Haya, del 14,9; en Berlín, del 17,7; en París, del 20,4, y en Viena, del 20,0, todos por 1.000 habitantes.

Según datos recogidos por el servicio de estadística internacional del *Morning Leader* la mortalidad en el último período decenal (1891 á 1900) arroja el resultado siguiente (promedio): Rusia, 334 defunciones por año y por 10.000 habitantes; España, 300; Hungría, 299; Rumania, 293; Servia, 270; Austria, 266; Baviera, 254; Italia, 242; Sajonia, 240; Alemania, 222; Francia, 215; Portugal, 213; Bélgica, 192; Suiza, 190; Escocia, 187; Holanda, 184; Inglaterra, 182; Dinamarca, 175; Suecia, 164; Noruega, 163.

Los dos gráficos que se acompañan (figs. 1 y 2) tomados de la excelente obra *Saneamiento de poblaciones españolas, Sevilla,* del reputado Inspector de Sanidad D. Angel Pulido, precisan la triste realidad de lo que es nuestra nación en materia de Higiene pública y permiten comparar sus estadísticas con las que corresponden á las principales poblaciones del mundo; siendo oportuno añadir que sin salir de España, puede citarse también un ejemplo elocuente de la rapidez conque desciende la mortalidad en las poblaciones que van saneándose: Bilbao, que ha sabido gastarse cinco millones y medio de pesetas (60,60 pesetas por habitante), en sus obras de saneamiento, ha visto reducida su mortalidad del 40,42 por 1.000 en 1894 al 28, 57 en 1903 (1).

No estará de más, en este lugar, deshacer un error extendidísimo, que achaca á las poblaciones rurales en general, mortalidad muy inferior á la registrada en las urbanas, siendo así que las estadísticas de Inglaterra, Alemania, Francia, Estados Unidos, etc., demuestran que los lugares y aldeas pagan á la muerte tanto tributo como las más densas aglomeraciones urbanas.

La explicación de este hecho, á primera vista inconcebible, consiste en que si bien es cierto que en los campos, por la mayor pureza del aire y de los alimentos y tranquilidad de las costumbres de la vida, no debiera ocurrir lo que en las poblaciones urbanas, en cambio en éstas las desventajas de la aglomeración están compensadas por los beneficios de la aplicación de la *higiene de las urbes,* cuyos preceptos el aldeano, en general, por su mayor ignorancia, falta de medios y de acción colectiva, casi desprecia, y difícilmente adopta sus ventajas naturales. Están, pues, contrarrestadas aquellas ventajas por su ignorancia y su incuria.

***

(1) *Obras de saneamiento de la ilustre villa de Bilbao*, por D. Emilio Goñi, 1905.

La valoración en metálico de las vidas que prematuramente pierden las naciones por efecto de una defectuosa organización de la higiene pública, ha sido objeto de múltiples estudios, que los higienistas no han

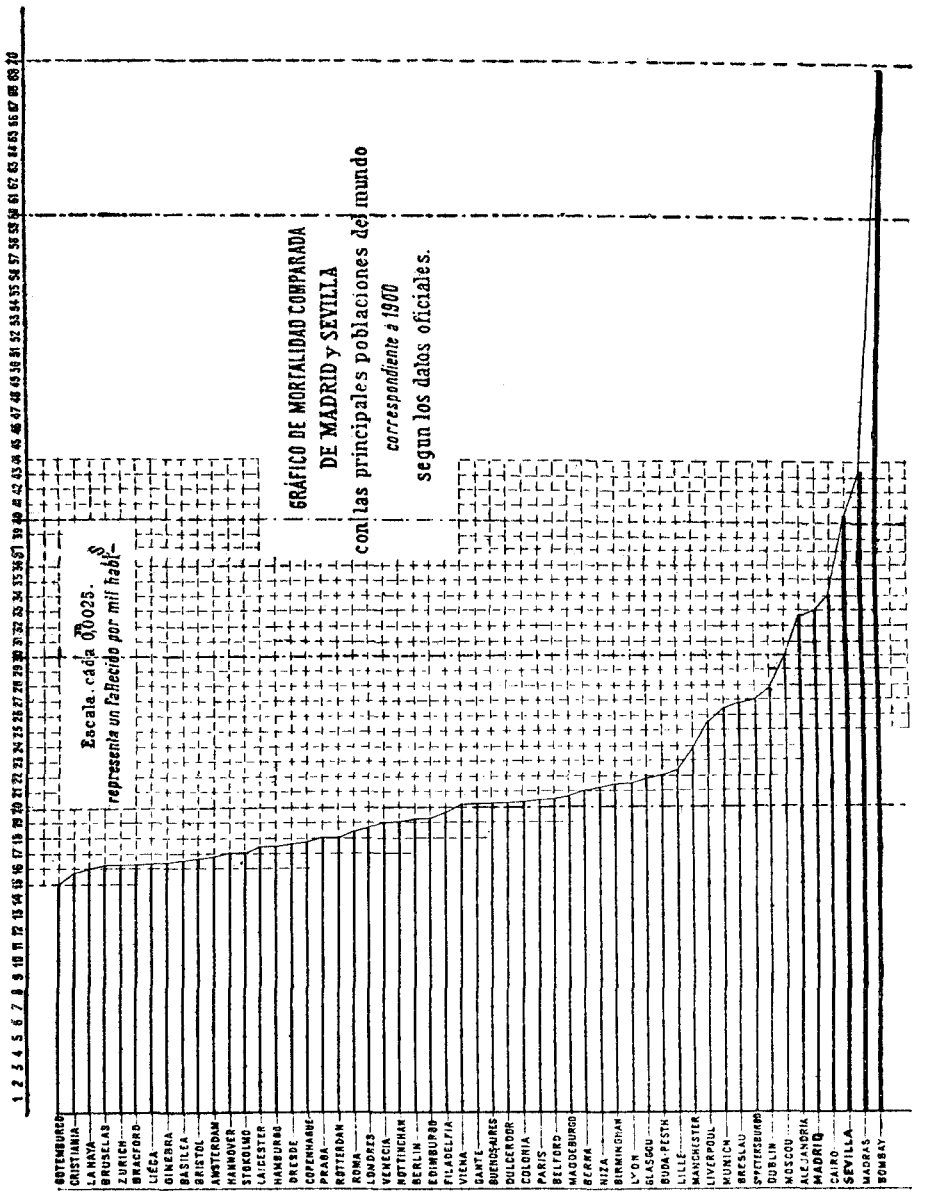


Fig. 2.

regateado, convencidos de que el no mejorar aquella organización, depende muchas veces, más que del temor al coste que ocasionara, de la ignorancia del alcance de la referida mejora; y así el Dr. Palmerg, en su valioso tratado de Higiene pública, afirma «que lo que con más fuerza contribuyó á hacer que el parlamento inglés adoptara el Código de Higiene que ha conducido á su pueblo á ser modelo envidiable en tales cuestiones, fué el cálculo presentado por el Dr. Sohn Simon, según el cual, produciánse en Inglaterra hace medio siglo 125.000 *defunciones evitables* por año, que representaban, tasando la vida en 4000 pesetas, la enorme suma de 500 millones de pesetas como pérdida anual para la nación inglesa».

De ordinario se considera la vida de un hombre como un capital cuyo interés son sus gastos anuales, pues no debe olvidarse que para los pueblos laboriosos y viriles es exacta la afirmación de Sir James Paget de que «la riqueza de un país estriba casi exclusivamente en el trabajo y la fuerza activa del pueblo».

Por lo que á España respecta, el Dr. Pulido, en su citada obra, conceptúa que por falta de condiciones higiénicas y sanitarias ha perdido Sevilla en once años por defunciones evitables unos 62 millones de pesetas; el Dr. Hauser, en su libro *Madrid desde el punto de vista médico social*, evalúa el exceso de mortalidad de la corte en 20 á 50 millones de pesetas por año, y el Dr. Avilés, del Real Consejo de Sanidad, apreciando la vida (como hacen los franceses) en tipo más bajo que el adoptado por los ingleses, y partiendo de las pérdidas en España por enfermedades infecciosas, pérdidas que con buenos reglamentos de higiene cuidadosamente cumplidos podrían reducirse como mínimum, en un 10 por 100, llega á una economía de *16 millones de pesetas* al año; dando á la vida el valor medio de *2100 pesetas*, salvando, naturalmente, el valor moral é intelectual del individuo, dato imposible de calcular.

II

PUREZA DEL AIRE

Composición del aire; su acción sobre el organismo animal.—El aire atmosférico puro es una mezcla de los dos gases oxígeno y nitrógeno (en las proporciones de 23 partes en peso de oxígeno y 67 de nitrógeno), con cantidades insignificantes de vapor de agua, ácido carbónico, amoníaco y ácido nítrico. El análisis bacteriológico acusa que el aire puro es aséptico, es decir, no contiene bacteria alguna.

El aire atmosferico juega papel importantísimo en la vida animal, siendo imprescindiblemente necesario para las funciones vitales y en especial para el fenómeno de la respiración (cuyos órganos esenciales, boca y fosas nasales, lo reciben), en virtud del cual el oxígeno del aire se combina con la sangre, quemándose carbono en el pulmón y exhalándose ácido carbónico. Como promedio, cada adulto consume diariamente por la respiración 580 litros de oxígeno, exhalando 460 de ácido carbónico, mezclado con vapor de agua é impurezas volátiles orgánicas.

Cuando el aire atmosférico no es puro, esto es, cuando su composición se ha modificado apareciendo en dosis apreciables los gases antes mencionados, ú otros, tales como el óxido de carbono, hidrógeno sulfurado, ácido sulfúrico y sulfuroso, cloro, carburos de hidrógeno, así como pepueñísimas partículas sólidas en suspensión, el aire obra perjudicialmente sobre el organismo, restándole energías fisiológicas, dificultando las funciones naturales del aparato respiratorio y produciendo alteraciones de la salud, cuya gravedad depende de las proporciones que aquellos cuerpos alcancen, pudiendo llegar hasta originar la muerte por asfixia en horas y en minutos, si la dosis de los gases tóxicos pasan de cierto límite.

Dada la perniciosa influencia que en el aire ejerce la presencia de ácido carbónico, es costumbre apreciar el *grado de su pureza* por la dosis que contiene de este gas, aceptando las denominaciones siguientes (1):

Aire puro: La cantidad de ácido carbónico no es superior á 0,00019 (2).

(1) AVILES: *La casa higiénica*, 1904.

(2) Para considerar como puro el aire de una habitación, se exige en Inglaterra que la cantidad de ácido carbónico no exceda de 0,06 por 1000 partes, ó sea 0,00006, y en Alemania 0,00007 (Pettenkofer).

Aire poco confinado: La cantidad de ácido carbónico llega á 0,00041 (las materias orgánicas empiezan á ejercer opresión sobre los sentidos).

Aire confinado: La cantidad de ácido carbónico llega á 0,00065 (el olor es muy perceptible, haciéndose la atmósfera muy desagradable).

Aire muy confinado: La cantidad de ácido carbónico llega á 0,0012 (las materias orgánicas causan efectos nocivos, sintiéndose opresión que dificulta el respirar).

Pasada esta cifra de 0,0012 la opresión crece y se nota el principio de la asfixia; de ordinario se recomienda no pasar en la atmósfera respirable el límite de 0,0004 de ácido carbónico.

Pero aparte de la influencia que estos cuerpos químicos existentes en el aire impuro ejercen sobre el organismo, influencia que hasta fecha muy reciente era la única tenida en cuenta, hay que considerar hoy también la debida á la existencia en el aire de un número mayor ó menor, según sea su pureza, de séres microscópicos ó bacterias, que atentan las más contra la salud, relajándola lentamente unas veces é inoculando otras en el organismo, los tóxicos característicos de gran número de enfermedades.

La pureza del aire, dice el Dr. Dujardin-Baumêti (1), juega un papel considerable sobre la producción y la propagación de las enfermedades, principio indiscutible desde que Pasteur enseñó por sus célebres experiencias que *la generación espontánea no existe*, y que por todas partes donde un organismo se desarrolla, *los gérmenes orgánicos del aire son los factores de esta generación.*

Influencia de la altitud sobre la pureza del aire.—El aire del mar, el aire del campo, el aire de las poblaciones.—El aire puro sólo se encuentra en las altitudes elevadas y en el mar á cierta distancia de la costa; á medida que se desciende de las montañas y se acerca á las poblaciones, buen número de causas impurifican ese aire llevando á él productos gaseosos nocivos y restándole condiciones para ejercer su acción benéfica en el organismo animal. Las descomposiciones y putrefacciones de los resíduos de la vida humana é industrial de las urbes; los productos sólidos y gaseosos, restos de combustiones imperfectas en los hogares; las fermentaciones del suelo y de las aguas estancadas, aumentan notablemente la dosis de vapor de agua, de ácido carbónico, de materias orgánicas y partículas sólidas del aire atmosférico que envuelve las poblaciones, motivando en él la vida y prodigiosa multiplicación de bacterias, al mismo tiempo que una sensible disminución en la dosis de oxígeno.

(1) *L'hygiene therapeutique;* Paris, 1888.

A medida que la altitud crece, el aire disminuye de presión y se hace más seco y más puro, hasta el extremo que se admite de ordinario el considerarlo como aséptico á partir de los 560 metros de altitud, y siempre, naturalmente, que su alejamiento de urbes pobladas no lo contagie. El aire de la montaña y el aire del campo y más aún el aire del mar son, en resumen, altamente higiénicos, y de aquí la conveniencia para cuantos moran en las grandes poblaciones ó en los pueblos de malas condiciones sanitarias, de aprovechar cuantas horas les sea dable abandonar sus viviendas y locales de trabajo, para respirar el aire del campo, alejándose momentáneamente de las aglomeraciones humanas.

Los trabajos más valiosos que hasta hoy existen, relativos á los análisis comparados del aire del campo, de la población y del mar, fueron presentados al Consejo de Higiene del Sena en 1901 por MM. Gautier y Greht (1).

Según ellos, las cantidades de agua y ácido carbónico contenidas en 100 litros de aire á 0 grados temperatura y presión de 760 milímetros, son las que siguen para las procedencias que en el cuadro figuran:

	Agua. — *Miligramos.*	Acido carbónico. — *Miligramos.*		Hidrógeno. — *Miligramos.*	Carbono. — *Miligramos.*
Aire de los bosques.....	30,51	22,43	Correspondiendo á	3,39	0,12
Aire de la montaña (altitud, 2.400 metros).....	21,60	4,37		2,40	1,19
Aire del mar (á 40 kilómetros de la costa).....	15,57	0,04		1,77	0,00

Deducen los autores, que á medida que el aire se pone al abrigo de las fermentaciones y exhalaciones del suelo, el carbono combustible desaparece poco á poco; que el aire de las montañas está casi desprovisto de los temibles hidrocarburos (compuestos de carbono é hidrógeno en proporciones variables), y el del mar está totalmente falto de ellos, si bien mantiene hidrógeno, aunque en débil proporción.

Para analizar el aire de una población conviene tener algún tipo ó modelo que de idea de las cualidades de aquél, y con ese fin creemos oportuno indicar que, estimando M. Gautier que la mayor parte del carbono combustible encontrado en el aire ordinario puede ser considerado como proveniente del gas metano, vulgarmente llamado gas de los pantanos, debido á las fermentaciones fangosas del suelo y de la vida vege-

(1) Extractados por *Genie Civile*, 1.º Junio 1901.

tal, calculó, partiendo de los pesos antes citados, la cantidad de dicho hidrocarburo que corresponde á la fórmula CH^4 existente en 100 litros de aire extraido del campo, así como las cantidades de gases accesorios; tomando dicho aire del campo ó de los bosques como tipo comparativo de aire respirable. Para dar idea de la impureza del aire de Paris, basta comparar los resultados obtenidos que fueron los siguientes:

			Carbono. — *Miligramos.*	Hidrógeno. — *Miligramos.*
Aire de la montaña ó de los bosques.....	Gas de los pantanos 11,34 cm.³	Correspondiendo en peso á...	6,12	2,04
	Hidrógeno libre.... 19,45 íd.		»	1,73
	Oxido de carbono.. 0,00		»	»
Aire de París....	Carbono combustible.....		12,29	»
	Hidrógeno.....		»	4,32

Es decir, que el aire de París contiene en estado de hidrocarburos dos veces más carbono que el del campo y un exceso de más de un tercio de hidrógeno.

Reuniendo los juicios de M. Gautier, puede decirse que las impurezas orgánicas, proporcionales al carbono, apenas existen en el aire del mar, aparecen en el de las altas montañas, crecen en el de los bosques y campos y llegan á su máximum en el aire de las ciudades.

Complementos de tan profundos análisis químicos, son los análisis bacteriológicos publicados hace algunos años en el *Annuarie de l'Observatoire de Montsouris* (París).

Número de bacterias encontradas en un decímetro cúbico de aire procedente de los lugares que se indican.

1.º De altitudes variando en 2.000 y 4.000 metros.....	0
2.º Del lago de Thoune (Suiza), á 560 metros de altitud.....	8
3.º De la proximidad del Hotel Bellevue, en Thoune (á 560 metros de altitud).....	25
4.º De una habitación del mismo Hotel.....	600
5.º Del parque de Montsouris.....	7.600
6.º De París (rue Tivoli).....	55.000

El estado de las nubes, la frecuencia de nieves y lluvias, la temperatura y, en general, la condiciones climatológicas de cada lugar, varían algo el grado de pureza del aire y en especial la dosis de ácido carbónico (que repetimos, nunca debe exceder como máximum de 0,0004), aunque en proporción mucho menor que la altitud, é incomparablemente inferior á las alteraciones que producen la cercanía de urbes, según sea

la densidad mayor ó menor de población en éstas y los cuidados conque se cumplen los preceptos higiénicos.

La importancia salutífera del aire puro es hoy indiscutible, y á apreciarla debidamente debe la nación inglesa su débil mortalidad, muy inferior á la de la mayor parte de los estados del Continente.

Causas principales de impurificación del aire en las poblaciones.—Son las siguientes:

1.ª La fermentación de los resíduos sólidos y líquidos de la vida animal é industrial (inmundicias), así como de las aguas de lluvia, limpieza de calles y polvo de las mismas.

2.ª Los humos, vapores y gases de la combustión en hogares de fábrica y domésticos y de ciertas industrias.

Para evitar los peligros para la salud que pueden derivarse de las anteriores causas, la higiene recomienda:

1.º Alejar de la proximidad de los lugares habitados, antes de que la fermentación tenga lugar, las inmundicias líquidas y sólidas.

2.º Someter, después de realizar la anterior operación, esas inmundicias á un tratamiento que las haga útiles ó por lo menos inofensivas.

3.º Utilizar los perfeccionamientos técnico-industriales para hacer la combustión más completa, reduciendo con ello los humos, gases y vapores y su toxicidad, y alejar de las urbes en lo posible los locales en que se producen.

4.º Suprimir las causas de contagio, derivadas de las enfermedades transmisibles, acudiendo al efecto al aislamiento y á la desinfección.

En realidad, los humos y gases de la combustión son también resíduos de la vida industrial, que entran en la categoría de inmundicias, pudiendo éstas subdividirse en los tres grupos que estudiaremos separadamente: de inmundicias sólidas, inmundicias líquidas ó fáciles de arrastrar por agua é inmundicias gaseosas; comprendiendo cada uno los productos siguientes:

Inmundicias líquidas: Materias fecales; aguas domésticas (de limpieza, fregaderos, baños, lavabos, etc); aguas sobrantes de fábricas, establecimientos industriales, mataderos, abrevaderos, etc.; deyecciones de animales domésticos; aguas pluviales y materias por ellas arrastradas procedentes de tejados y calles.

Inmundicias sólidas: Basuras de las casas, resíduos de las cocinas, cenizas, basuras de las calles, desechos de la limpieza de mercados y de locales industriales (trozos de cartones, vidrios, papeles, serrín, escorias, etcétera), cadáveres de animales domésticos y de los utilizados para el trabajo. Inclúyense también en este grupo el polvo y barro de las calles y carreteras y caben en él los cadáveres humanos.

Inmundicias gaseosas: Humos, vapores y gases tóxicos y mal olientes desprendidos por las chimeneas de las viviendas, fundiciones, hornos y fábricas en general.

Todas las inmundicias líquidas se agrupan generalmente bajo el nombre de aguas residuales (de alcantarilla é industriales), *eaux vaunes* ó *eaux usées* de los franceses, y *sewage* de los ingleses; y las sólidas con la denominación de basuras (*ordures menágéres* ó *gadoues* de los franceses, *refuse* ó *garbage* de los ingleses y *haüsurull* de los alemanes).

Las causas que impurifican la atmósfera urbana se denominan en su conjunto inmundicias aéreas.

De todas las inmundicias, las que interesa higiénicamente evacuar con más rapidez, por la prontitud con que se descomponen y cantidad enorme en que se producen, son las líquidas, por cuya razón por ellas comenzaremos nuestro estudio.

III

RECOGIDA Y ALEJAMIENTO DE LAS INMUNDICIAS LÍQUIDAS

Composición y alejamiento rápido, de las inmundicias líquidas de los lugares habitados.—Se calcula que, como promedio, cada individuo produce por año 400 kilogramos de orinas y 34 de materias fecales, siendo, según Boussingault, la composición de unas y otras, la siguiente:

Composición de 1000 kilogramos de materias fecales del hombre, no desecadas.

		Kilogramos.
Sólidas	Aguas	733
	Materias orgánicas	190
	Ázoe	30
	Potasa y sosa	4
	Otras varias y perdidas	43
	TOTAL	1000
Líquidas	Aguas	972
	Sales alcalinas	11
	Ázoe	11
	Otras varias	6
	TOTAL	1000

Al cabo de diez ó doce horas de producirse estas materias iníciase su descomposición, que viene acompañada de la producción de hidrocarburos, hidrógeno sulfurado, amoníaco, ácido carbónico y otros gases nocivos y mal olientes, cuya existencia en la atmósfera respirable es causa preponderante del desarrollo de enfermedades epidémicas é infecciosas como las fiebres tifoideas, el paludismo, la escarlatina, y sobre todo, la tuberculosis, enfermedades todas que pueden propagarse por los productos intestinales.

Basta, para que se aprecien en toda su importancia los riesgos gravísimos del no alejamiento inmediato de las materias fecales, con saber que durante el desarrollo, lento muchas veces, del proceso de la tísis, las deyecciones de los atacados llegan á contener ochenta millones de mi-

crobios en un centímetro cúbico, seres que encuentran en estas deyecciones medio apropósito para su vida y multiplicación.

Las restantes inmundicias líquidas tienen composición bastante parecida á la de las materias fecales, y su putrefacción origina idénticos efectos, que no sólo se manifiestan por la producción inmediata de enfermedades, sino también por alteraciones en el aparato respiratorio y desarreglos en la nutrición; y sobre todo, por la creación de predisposiciones para adquirir catarros, y en especial la tuberculosis, que diezma á nuestra España.

Es fácil darse cuenta de que así como llegaría á hacerse imposible la vida en una vivienda que jamás se limpiase, y así como el hombre se ve en la necesidad de expeler los resíduos de su nutrición, así también las aglomeraciones humanas están necesitadas de alejar de sí todos los resíduos de su vida; resíduos que, por efecto del aumento creciente de densidad en la mayor parte de las poblaciones, prodúcense cada día en cantidad mayor, reclamando más imperiosamente la severidad en el cumplimiento de los sabios preceptos, de la higiene pública y privada.

La facilidad que tienen las inmundicias líquidas de ser arrastradas por el agua, da la solución más racional para su alejamiento rápido de las urbes, cuando de tan preciado elemento se dispone en debida proporción. Esa solución no es otra que constituir una red de conductos con las secciones y pendientes necesarias para ir recogiendo esas inmundicias líquidas diluídas en el agua, permitiendo su desplazamiento fácil hasta el punto donde hayan de ser tratadas, antes de que se inicie la fermentación pútrida.

Esos conductos son las *cloacas* ó *alcantarillas*, y todo medio de evacuación y tratamiento de inmundicias líquidas no basado en su alejamiento rápido de los lugares habitados, se considera hasta hoy como *imperfecto* desde el punto de vista higiénico.

Esto no obstante, cuando las alcantarillas no reúnen las necesarias condiciones de que más tarde hablaremos (pendiente, impermeabilidad, etc.), ó cuando no se disponga de la cantidad de agua suficiente para la limpieza de las mismas y arrastre de las materias que por ellas se desplazan, es *recomendable someter las materias fecales* y *aguas caseras* á un tratamiento previo que asegure la transformación de aquéllas en un líquido, cuyo desplazamiento por las cloacas ya es más fácil.

El problema interesantísimo de desembarazarse las urbes de sus inmundicias líquidas abarca, en resumen, dos partes, si ha de resolverse con arreglo á los principios higiénicos:

1.ª Recogida y alejamiento de las mismas de los lugares habitados.

2.ª Tratamiento en el punto de su reunión para depurarlas y entregarlas sin inconvenientes á la circulación general, aprovechándolas para el cultivo, ó lanzándolas á un curso de agua.

***

En las poblaciones rurales, es raro que se disponga de grandes volúmenes de agua, y por tal causa, así como por la mayor dificultad de arbitrarse los recursos que la red de alcantarillado supone donde las edificaciones están, como en los campos, diseminadas, el alejamiento de las inmundicias antes de su fermentación, es muy difícil de conseguir con las alcantarillas. Por otra parte, los excrementos humanos y animales se consideran como un excelente abono, del que el agricultor no debe prescindir, siendo necesario armonizar los intereses de la higiene y de la agricultura, sacrificando algo de aquélla en beneficio de ésta; ó por mejor decir, buscando, mediante la aplicación de ciertos preceptos higiénicos, el mejorar las condiciones sanitarias de sistemas en principio tan deficientes, como los de las fosas fijas y móviles.

Recogida y alejamiento de las inmundicias líquidas.—Alcantarillado.—No puede con justicia merecer en el siglo XX el dictado de culta, población alguna que carezca de alcantarillado, ya que su no existencia es signo evidente de atraso, de incuria, de desprecio á la salud y á la vida. El solo hecho de dotar de un buen sistema de alcantarillado á cualquier urbe que de tan transcendental elemento de saneamiento carezca, conduce con toda clase de seguridades á una reducción en la cifra de la mortalidad; en Hamburgo, al construir la red de alcantarillado, la mortalidad descendió del 39 al 23,5 por 1.000; en Bruselas, del 27 al 17,10; en Londres, del 18 al 14,3; en Berlín, del 29 al 15,7; en Dantzig, del 38 al 23,30 por 1.000 (1).

Así como el cuerpo humano posee una red completa de conductos,

(1) Todas las enfermedades infecciosas ó miasmáticas y miasmiático-contagiosas pueden evitarse con la adopción de medidas higiénicas; mejorando éstas en las poblaciones se consigue hacerlas refractarias á la invasión de las enfermedades exóticas, como el cólera, la fiebre amarilla, etc. (nacidas en otro suelo é importadas al propio), al propio tiempo que se impide ó dificulta el nacimiento ó desarrollo de las antiotonas ó aclimatadas, entre las que se cuentan: el tifus, la diarrea, la anemia, la difteria, la viruela, el cólera esporádico, la tuberculosis, la bronquitis, gran parte de las afecciones torácicas y buen número de las inflamatorias. Todas estas enfermedades y muy especialmente las fiebres tifoideas, se desarrollan tanto más intensamente cuanto peor es el sistema de alcantarillado, considerándose el tifus como la enfermedad típica ó característica de la existencia de malas redes de cloacas, en las aglomeraciones donde aquélla se desarrolla.

por los que circula la sangre venosa, que se regenera al contacto con el oxígeno del aire, en ese órgano maravillosamente dispuesto por la Naturaleza, llamado pulmón, después de depurada en el cual vuelve ya á la circulación general; así también las poblaciones grandes ó pequeñas necesitan una red completa de conductos que recojan los resíduos urbanos, ó sobrante líquido de la vida humana é industrial, constituído por las inmundicias líquidas, de calles, plazas y viviendas; red que ha de estar en condiciones de que por ella circulen dichos resíduos hasta ese órgano depurador, que no es otra cosa que la fábrica de donde sale ya purificado en forma tal, que puede entregarse de nuevo sin peligro á la circulación para completar el ciclo evolutivo.

Sistemas unitario, separativo y mixto de alcantarillas.— Hasta fecha reciente era general la adopción del sistema de alcantarillado que tiene por base conducir por un conducto único todas las inmundicias líquidas; esto es, mezclar á las materias fecales, sólidas y líquidas, las aguas caseras, las sobrantes de fábricas y establecimientos industriales, las del riego y limpieza de calles y las pluviales en general; sistema al que se denomina *de canalización única* ó unitario, y su práctica se conoce con el nombre ya clásico de *tout á l'egout* ó «todo á la alcantarilla».

Buscando el medio de facilitar á las ciudades el alejamiento de sus excretas, nació hace un cuarto de siglo otro sistema más económico llamado *de doble canalización* ó *separativo*, porque consiste, en esencia, en evacuar por conductos independientes las aguas pluviales y las restantes inmundicias líquidas. Estos dos conductos pueden, si así conviene, ponerse en comunicación, y vienen, en realidad, á practicar «el todo á la alcantarilla» pero independientemente, de las aguas pluviales y de las materias fecales y aguas caseras y de limpieza.

El sistema *mixto* no es más que la combinación de los dos procedimientos, unitario y separativo, aceptando el uno ó el otro en cada trozo de la misma red, según lo aconsejen circunstancias especiales de cada aplicación.

El implicar en general el sistema separativo una economía de importancia sobre el unitario, es causa de que se haya extendido mucho en pocos años su aplicación, toda vez que la higiene no puede establecer diferencia ó superioridad decisiva del uno sobre el otro (1).

La importancia extraordinaria de este punto, sobre todo para Espa-

(1) Bilbao, Valladolid, Sevilla, Zaragoza, Vitoria, Cuenca, todas las poblaciones españolas, en una palabra, cuyo alcantarillado es de fecha reciente, ó está en construcción, han adoptado el sistema separativo ó el mixto.

ña, donde las razones económicas imperan la inmensa mayoría de las veces, imponiendo las soluciones á todos los problemas, nos aconseja estudiarlo con algún detalle.

Comparación de los sistemas unitario y separativo.—Debe hacerse desde los puntos de vista, higiénico y económico.

Higiénicamente, después de mucho discutir partidarios y enemigos del sistema separativo, se ha llegado á la importantísima conclusión siguiente (1):

«No hay, en general, inconveniente en recibir en los cursos de agua las de lluvias que se recogen por tejados y calles», lo que autoriza á no someter estas aguas á la depuración, punto donde estriba una de las mayores ventajas del sistema separativo, pues con ello el líquido que circula por la alcantarilla de fecales y aguas sucias tiene una composición y volumen prácticamente constante, lo que permite reducir notablemente la cantidad de aguas residuales *(sewage)*, sometida á tratamiento para depurarlas y en consecuencia las dimensiones y gastos de la fábrica de depuración (2).

Es cierto que esas aguas de lluvia, al correr por las calles y tejados pierden su pureza cargándose de bacterias y microbios patógenos de los que abundan en el polvo, así como de materias minerales, como arena, arcilla, cal, etc., pero ni aquéllos gérmenes resisten largo tiempo en el agua, ni estas materias inertes exigen el riguroso tratamiento que las materias fecales, bastando cuando más, en opinión de respetables higienistas, con someterlas á un ligero tratamiento químico.

La ventaja económica del sistema separativo tiene por base la posibilidad de prescindir de la recogida subterránea de aguas pluviales en las calles de poca importancia, y estriba en las circunstancias siguientes:

1.ª La reducción enorme del volumen que ha de moverse, permite disminuir notablemente las secciones de las alcantarillas no pluviales, aceptando la forma tubular para los ramales y accesorias y dejando la de visitables para los colectores generales.

---

(1) Presentada por los profesores Gästuer y Hersberg á la 22 reunión de la *Deutscher Veremfür Offentliche Gerundheispflege*, de Karlruhe, en 1897.

(2) El Dr. Calmette, director del Instituto Pasteur de Lille, en su reciente obra *Recherches sur l'epuration biologique des eaux d'egout*, París 1905, llega en dicho extremo mucho más allá, indicando textualmente «se admite que cuando las aguas de alcantarilla son diluidas en cuatro veces su volumen de aguas pluviales se puede sin inconveniente tolerar su vertimiento en los ríos». Con más razón, agrega, este vertimiento puede efectuarse si se tiene el cuidado de filtrar las aguas pluviales á través de una capa de escorias.

2.ª Esta disminución de sección hace que los conductos puedan enterrarse á mucha menor profundidad, ventaja siempre, por reducir el coste de establecimiento y muy especialmente cuando la capa acuífera subterránea está cerca del suelo.

3.ª En el menor gasto que exige la elevación ó aspiración mecánica de los productos que han de circular por la alcantarilla, cuando no es posible el movimiento por la sola acción de la gravedad.

4.ª El menor volumen de agua que exige para las limpiezas periódicas por descargas intermitentes.

5.ª La posibilidad de dar á los colectores menor pendiente, toda vez que los arrastres de materias sólidas no son tan de temer.

6.ª La economía antes indicada que supone el tratamiento de un volumen de inmundicias mucho menor.

Aparte de estas ventajas del sistema separativo que se traducen en economía en los gastos de primer establecimiento y de instalación, deben mencionarse en su favor las siguientes:

1.ª Supresión de los pestilentes olores que con frecuencia despiden las bocas de las alcantarillas; toda vez que éstas al no tener que recibir las aguas pluviales reducen el número de aquéllas, á las convenientes para la buena ventilación.

2.ª Las casas no tienen el peligro de poder sufrir la inundación de sus sótanos por el reflujo de las alcantarillas.

Es fácil darse cuenta que todas estas ventajas varían en importancia con las condiciones topográficas y climatológicas de cada población, pues en muchos casos varias de ellas se anulan y en cambio pueden adquirir relieve los inconvenientes que siguen, inherentes al sistema separativo de canalización doble:

1.° Mayor complicación y por consecuencia riesgo mayor de averías.

2.° Obstrucción más frecuente en las tuberías y dificultad mayor para remediarlas.

3.° Vigilancia de las redes más difícil y penosa.

4.° Imposibilidad de arrojar á las canalizaciones el barro y basuras de las calles.

5.° Al menos de estar unidas las dos canalizaciones, imposibilidad de utilizar el agua de lluvia para la limpieza de los conductos de fecales.

A la vista de ventajas é inconvenientes debe elegirse uno ú otro sistema y mejor aún los trozos de la red proyectada, en que cada cual debe emplearse aceptando el sistema mixto.

El sistema separativo fué propuesto por lord Morpeth en 1848, y en

1892 ya había en Inglaterra 40 ciudades que lo habían empleado, pero en realidad hasta estos últimos quince años, en que los procedimientos biológicos de depuración de aguas residuales comienzan á desarrollarse, no se ha generalizado la doble canalización, extendiéndose en los Estados Unidos é Inglaterra, y aceptádose ya en Francia, Italia, Alemania, etc. Berlín la posee en parte; Londres la emplea en las canalizaciones de sus nuevos cuarteles, y París está pensando si adoptarla llevando los nuevos sistemas por sus actuales alcantarillas.

De la economía que sobre el sistema unitario representa el separativo da idea el que mientras las grandes alcantarillas de París (que pueden visitarse en bote ó en un pequeño tranvía eléctrico, que recorre grandes trozos de ella), costaron á 300 francos el metro lineal, las de Bilbao han salido á un promedio de 31,80 pesetas y la de Memphis (Estados Unidos), á 17 pesetas.

Por esta economía tan marcadísima, por la mucha mayor rapidez con que puede construirse el alcantarillado por el sistema separativo y por la facilidad con que permite establecer primero la canalización de fecales y aguas sucias, dejando para cuando se disponga de mayores recursos el ejecutar la de aguas pluviales, creemos (1) que en España, donde muy pocas capitales tiene alcantarillado aceptable, y son rarísimos los pueblos, aun de importancia, que con él cuentan, está muy indicado el sistema separativo ó de doble canalización; sin perjuicio de recomendar su combinación con el unitario con el fin de aprovechar en una misma red las ventajas de ambos, cuando de unas y otras pueda sacarse buen partido (2).

Esta opinión modesta como nuestra, está en consonancia con la conclusión siguiente sobre el particular, votada en el Congreso internacional de Higiene de Bruselas de 1903:

---

(1) Salvando la respetable opinión quo en su tan conocida obra *Distributions d'eau et assainesement*, París 1899, emite el reputado ingeniero G. Bechmann, quien tratando de este particular dice «que salvo circunstancias excepcionales no habrá de ordinario motivos bastante poderosos para dar preferencia á tal ó cual sistema sobre el de canalización única *siempre más sencillo, más fácil de establecer y de explotar y casi siempre menos costoso*», completando su juicio con la conclusión de que «cuanto se ha discutido sobre la comparación de tipos unitario y separativo, sólo ha servido para poner en evidencia las cualidades del unitario, *cuya superioridad en el caso general es hoy admitida por todo ingeniero experimentado*».

(2) San Sebastián, modelo de población higiénica en España por haber logrado reducir la mortalidad hasta el 21 por 1000, gracias á sus obras de saneamiento, ha establecido recientemente el alcantarillado de la parte nueva con colectores visitables y con colectores tubulares de sección reducida en la parte vieja de la ciudad, constituyendo un buen ejemplo de sistema mixto de canalización.

«Los sistemas separativo, unitario ó mixto, pueden ser útilmente empleados según las circunstancias; sólo después de un estudio comparado, después de haber visto cuidadosamente en cada caso particular las ventajas é inconvenientes de cada sistema para el caso especial sometido á su exámen, será cuando el ingeniero sanitario pueda pretender formular conclusiones fundadas.»

IV

CONDICIONES QUE IMPONE LA HIGIENE Á TODO SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Pueden resumirse en las siguientes, aparte de la esencial de contarse con el volumen de agua necesario para su limpieza:

1.ª Asegurar por su trazado, secciones y pendientes la recogida y no detención de las inmundicias en punto alguno de su recorrido por ellas, con el fin de que la descomposición de las mismas se inicie lejos de las viviendas y de las poblaciones, cuando dichas inmundicias han llegado ya á la fábrica ó punto de su depuración.

2.ª Proporcionar la seguridad de un aislamiento completo de las materias que por las alcantarillas circulan, con el terreno que rodea estos conductos y la atmósfera respirable en viviendas y calles, único medio de impedir la contaminación del aire, del suelo y del agua.

Para satisfacer la condición primera hay que hacer:

(A). Un estudio detalladísimo, topográfico y estadístico de la población por zonas, para determinar: 1.°, el volumen de aguas residuarias que el colector de cada calle debe recibir de las viviendas que sirve y de los conductos que á él acometan; 2.°, el volumen extraordinario de aguas pluviales si se aceptara el sistema unitario; 3.°, las pendientes que cada trozo de la canalización debe tener, habida cuenta de la diferencia de nivel total de que se dispone y de los parciales en zonas determinadas; 4.°, la profundidad parcial á que los conductos deben enterrarse; 5.°, la forma más conveniente de cada trozo de la red.

(B). Una elección acertada de los materiales que se empleen en las canalizaciones, para evitar, en lo posible, que en las paredes interiores de las mismas se depositen y vivan los micro-organismos contenidos en las inmundicias líquidas (lo que ocurre en proporción tanto mayor cuando más grandes son las rugosidades que ofrecen esas paredes) y un estudio de los cambios de dirección y pendiente, para reducir, en cuanto sea dable, la detención de las materias pastosas en encuentros, codos y acometidas.

Para cumplir con la condición segunda procede:

(A). Buscar la mayor impermeabilidad en las canalizaciones, para que ni los líquidos, ni los gases que conduzcan, puedan atravesarlas y contaminar el terreno ó el aire exterior; esta impermeabilidad debe obtenerse

para las presiones á que en la práctica puedan verse sometidas las alcantarillas en tiempo de fuertes lluvias, y, en general, en casos anormales.

(B). Tener especial cuidado en la ejecución de uniones entre tubos, acometidas, registros, y, en general, puntos débiles por la facilidad con que puede en ellos alterarse la incomunicación con el exterior.

(C). Aislar por medio de sifones las alcantarillas con las viviendas y establecer las bocas de ventilación en puntos adecuados.

(D). Prevenir los efectos de asiento en el terreno, causa productora con alguna frecuencia de ruptura en las tuberías si no están calculadas para tal trabajo.

El examen detallado de los medios y cálculos que deban emplearse para tener debidamente en cuenta, al hacer un proyecto de alcantarillado, todos los extremos en los dos párrafos anteriores enumerados, es objeto de la *hidráulica de las materias usadas;* fuera de este lugar, en el que hemos, forzosamente, de limitarnos, dada la finalidad de nuestro estudio, á exponer breves

Indicaciones prácticas con tendencia á asegurar el mejor cumplimiento de las condiciones higiénicas de las alcantarillas.— Huyendo de cálculos complejos y de discusiones sin finalidad práctica, analizaremos los elementos que acabamos de mencionar, exponiendo lo más aceptado hoy sobre cada particular.

Volumen ordinario de aguas sucias ó negras.— Se considera como tal el que procede de los servicios de las casas y urbanos (limpieza de calles, riego.....). Depende de la dotación de agua que para todos usos dispone diariamente cada habitante, la que varía de ordinario entre 100 y 150 litros, pudiéndose tomar una media de 125 por habitante y día (1). Basta, por lo tanto, multiplicar por esta cifra el total de vecinos de una calle para tener el volumen ordinario, total de aguas residuarias que debe servir su colector, sumando á este volumen el que corresponda á los que á él acometen, si perteneciera á esta categoría. Como el gasto es variable para las distintas horas del día, hay que calcular el *gasto horario máximo*; para éste se toma del 10 al 12 por 100 del diario medio.

Volumen de aguas pluviales ó blancas.— No hay lugar á considerarlo, al calcular el colector de aguas caseras, si se emplea el sistema de doble canalización; pero no así si se acepta el unitario. El cálculo exige el co-

(1) Aunque siempre hay relación entre la cantidad de agua distribuída por habitante y el volumen de aguas de alcantarilla, ésta no es constante por alterarla, entre otras causas, la presencia de aguas de pozo y de fincas que no evacuan á la alcantarilla. París distribuye 220 litros por habitante y día y evacua 192; Londres dota á razón de 175 y desplaza 135. En cambio, Berlín suministra 79,7 litros por habitante y recoge 120, y Lyon distribuye 130 y evacua 220.

nocimiento del régimen pluviométrico de la localidad, cuyo dato suministran los observatorios meteorológicos oficiales y particulares de centros técnicos y docentes. Por lo que hace á España, dichos datos figuran en el cuadro que adjuntamos, debiendo advertir que, de ordinario, se calcula el agua filtrada y evaporada, es decir, la que no pasa á la alcantarilla, en un 25 á un 40 por 100 de la caída, como promedio, en calles, plazas, jardines, etc., según la densidad de edificación. Teniendo en cuenta las observaciones recogidas en las más notables tormentas (París 9 septiembre 1863 y 10 septiembre 1867; Zurich 3 junio 1878; Colonia 22 junio 1889; Londres 1.° agosto 1846; Chicago 23 julio 1883), se acepta la cifra de *25 litros por segundo y hectárea* (1), proponiendo algunos autores también la de 50 centilitros por metro cuadrado y minuto.

En la práctica se ha comprobado que no toda el agua caída en las grandes tormentas pasa inmediatamente á las alcantarillas, sino una cantidad comprendida entre $^1/_2$ y $^1/_3$, lo que se traduce, para los efectos de las canalizaciones, en una reducción notable del gasto por unidad de tiempo.

Datos meteorológicos de España.

Capitales de provincia y Estaciones meteorológicas. (E. M.)	Altura sobre el nivel del mar	Pluvímetro. LLUVIA MEDIA ANUAL: Altura de agua caída	Días de lluvia	L.ª m.ª un día	Evaporación media	Estado general de la atmósfera. DÍAS DE: Llovizna	Niebla	Rocío	Escarcha	Nieve	Granizo	Tempestad
	m.	*mm.*	*N.°*	*mm*	*mm.*							
Albacete E. M.	685,9	451	57	31	5,3	43	26	29	39	6	8	28
Alcalá la Real E. M.	921,0	558	83	30	4,4	16	15	91	31	17	6	16
Alicante E. M.*	3,6	513	40	47	4,4	»	»	»	»	»	»	»
Archidona E. M.*	660,4	»	»	»	»	»	12	»	44	1	»	»
Avila E. M.*	1.126,1	»	»	»	5,4	24	22	175	98	17	9	24
Badajoz E. M.	183,5	374	55	47	5,9	»	18	»	»	»	»	5
Baleares (Mahón) E. M.	43,4	460	80	35	3,9	35	5	143	12	2	3	4
Barbastro E. M.*	316,0	437	75	32	6,4	11	31	34	56	3	3	27
Barcelona E. M.	4,7	510	69	40	2,6	53	2	»	4	15	2	2
Burgos E. M.	856,3	448	82	63	2,7	33	34	51	51	14	4	10
Cádiz.*	4,7	252	38	24	6,4	4	1	»	»	»	»	3
Canarias (Las Palmas) E. M.*	9,4	209	55	58	4,4	23	3	»	»	»	»	»

El asterisco * indica que las observaciones á que afecta son incompletas.

(1) Brooklyn ha aceptado 69 litros de gasto por hectárea y segundo; Roma, 62; Budapesth, 45; París, 42; Viena, 27,24; Milán, 25; Berlín, 21,19; Varsovia, 13; Francfort, 12; Nápoles, 20,83; Praga, 19; Hannover, 15,30; *Sevilla*, 21.

Capitales de provincia y Estaciones meteorológicas. (E. M.)	Altura sobre el nivel del mar	Pluvímetro. LLUVIA MEDIA ANUAL: Altura de agua caída	Días de lluvia	L.ª m.ª un día	Evaporación media	Estado general de la atmósfera. DÍAS DE: Llovizna	Niebla	Rocío	Escarcha	Nieve	Granizo	Tempestad
	m.	mm.	N.º	mm.	mm.							
Cartagena E. M.	5,3	575	55	64	4,6	12	1	16	»	»	»	1
Cazorla E. M.*	820,4	651	78	42	4,9	4	22	»	5	6	2	19
Ciudad Real E. M.*	635,1	206	58	21	2,4	»	»	»	»	»	»	»
Coruña E. M.	5,5	555	136	21	4,3	10	118	»	»	»	»	1
Don Benito E. M.*	»	218	33	16	3,2	3	1	7	8	1	3	»
Escorial E. M.	921,6	749	96	56	3,6	4	17	18	41	8	3	13
Guipúzcoa (San Sebastián) E. M.	5,1	1.127	169	39	3,4	10	7	52	2	5	10	17
Huesca E. M.*	466,0	271	66	21	4,7	1	6	»	»	»	»	9
Jaén E. M.*	573,8	572	83	36	4,9	18	13	1	2	4	2	17
La Guardia (Pontevedra) E. M.	8,4	1.384	110	82	2,0	11	49	60	»	»	3	22
Laguna (Tenerife) E. M.*	506,4	528	97	26	3,1	2	5	29	»	»	»	»
La Vid (Burgos) E. M.*	950,4	301	65	21	7,8	19	39	30	55	8	13	23
León E. M.	805,4	288	65	22	4,0	26	37	4	73	29	8	9
Llanes (Oviedo) E. M.	27,4	682	145	22	1,7	»	4	49	1	2	12	10
Madrid E. M.	656,2	482	105	51	4,0	21	9	86	55	3	»	7
Málaga E. M.*	9,6	471	33	74	4,4	4	3	»	»	»	2	6
Manresa E. M.*	233,0	611	58	72	3,4	25	6	205	49	4	»	15
Mataró E. M.*	22,8	432	41	35	4,5	39	5	»	»	1	2	4
Murcia E. M.	43,0	568	65	71	6,8	19	8	67	7	»	1	15
Navarra (Pamplona) E. M.	450,0	677	122	46	4,6	20	28	33	18	10	2	8
Orduña E. M.	303,4	697	126	29	2,6	11	4	37	14	16	7	18
Orense E. M.*	126,0	650	115	38	4,5	»	23	22	8	»	»	»
Oviedo E. M.	244,4	702	117	28	3,3	44	34	»	9	4	1	5
Palencia E. M.	750,4	163	46	29	3,5	45	91	109	99	20	20	30
Palma (Mallorca) E. M.	20,4	564	73	44	2,9	26	1	»	»	»	2	4
Salamanca E. M.*	776,5	198	68	26	2,3	4	41	3	11	4	4	16
San Fernando E. M.	29,5	626	69	67	3,6	1	3	100	»	»	1	9
Sanlúcar de Barrameda E. M.	13,0	624	57	46	4,7	19	17	108	8	»	2	14
Santander E. M.*	7,2	286	63	23	3,4	»	4	55	4	1	»	»
Santiago E. M.	264,3	1.265	162	60	1,9	3	32	12	5	2	8	14
Segovia E. M.	1.001,6	627	107	50	5,0	12	15	2	53	15	10	20
Sevilla E. M.	11,5	746	64	83	3,9	41	11	86	6	»	1	4
Soria E. M.	1.055,3	422	69	37	1,9	42	11	45	69	8	8	20
Tafalla (Navarra) E. M.	421,7	390	74	32	5,2	44	14	54	40	10	2	20
Teruel E. M.	915,7	402	42	56	4,7	4	32	6	44	5	2	12
Ubeda E. M.	757,6	230	42	41	4,1	6	5	»	»	1	»	12
Valencia E. M.	13,3	700	88	84	4,9	31	»	51	9	1	3	20
Valladolid E. M.	691,9	250	53	21	5,0	41	31	»	22	6	1	10
Vigo E. M.	30,7	1.059	116	48	3,0	»	25	51	27	1	5	2
Villafranca del Panadés E. M.*	223,7	115	13	19	2,4	1	12	4	10	1	»	»
Villanueva y Geltrú E. M.*	31,0	28	11	14	3,7	10	6	18	»	»	»	5
Vizcaya (Bilbao) E. M.	8,8	961	151	33	3,8	15	43	76	17	5	15	17
Zaragoza E. M.	199,8	177	39	15	5,0	5	8	»	»	2	1	13

Aguas industriales y subterráneas.— El volumen de aguas industriales, que son de las que se desprenden las fábricas después de utilizadas para el tratamiento ó lavado de primeras materias, condensación del vapor, arrastre de productos sobrantes, etc., sólo puede conocerse mediante el examen de las estadísticas locales fabriles y las presunciones para el desarrollo de las mismas en el porvenir, y claro es, que, con dicho volumen hay que contar al construir las alcantarillas, las que en algunas capitales constituyen, al propio tiempo, galerías de avenamiento para desecar el subsuelo, caso en el cual hay que contar, al calcular sus secciones, con el de dichas aguas subterráneas.

Tanto el volumen de aguas industriales, como el de subterráneas, es muy variable, siendo indispensable determinar uno y otro, cuando á ello haya lugar, mediante observaciones directas en cada localidad.

Volumen total.—La suma de todos estos volúmenes componen el total de *aguas residuales*, siendo de notar que mientras el de aguas caseras ó negras se mantiene casi constante, en cambio el de pluviales varía entre límites amplísimos; hasta el extremo que, en tiempo de grandes tormentas, es frecuente resulten insuficientes secciones de ocho y hasta diez veces las necesarias, para el movimiento del volumen total normal. Tal eventualidad obliga á un crecimiento enorme de secciones, y, por lo tanto, de gastos, cuando se adopta el sistema unitario ó de canalización única.

Pendientes.—Vienen dentro de ciertos límites impuestas por la diferencia de alturas existente entre la población y el punto donde termine el alcantarillado (curso de agua, campos de *epandaje*, fábrica de depuración, etc.) y por la inclinación del suelo. El estudio de las pendientes que más conviene adoptar en cada trozo está íntimamente ligado al de las secciones, por cuanto de la combinación de los dos factores, sección velocidad (función de la pendiente), depende el gasto ó volumen movido por segundo.

Los valores que de ordinario se aceptan para las pendientes por metros, son:

	Metros.
Atarjeas y alcantarillas privadas	0,02 á 0,01
Alcantarillas pequeñas de las calles	0,01 á 0,007
Idem de las cuencas y zonas	0,007 á 0,0005

Se toman de ordinario como límites mínimos:

Ramales y alcantarillas particulares	0,005
Grandes colectores	0,0002

Y como límites máximos:

Ramales y alcantarillas particulares	0,05
Grandes colectores	0,03

Se considera, en general, que para no producirse estancamientos por la acumulación de materias sólidas que en abundancia llevan en suspensión las aguas negras, se necesita que el líquido de las alcantarillas se desplace con una velocidad mínima de 0,60 metros por segundo, ó sean 2,160 metros por hora, cifra que puede descender, según Rankine, hasta 0,40 metros para colectores grandes de sección ovóide, y que debe elevarse á un metro para conductos tubulares de secciones pequeñas. La velocidad máxima viene impuesta por la mejor conservación de las obras, evitando, al zampeado, las socavaciones y deterioros por el choque de cuerpos que las aguas de alcantarilla arrastran. Se toma como máximo de velocidad 2 metros por segundo; si la pendiente de la calle es muy grande, se salva de distancia en distancia por medio de gradines.

Profundidad á que los conductos deben enterrarse.—Obtenida la impermeabilidad de las canalizaciones, el mínimo de profundidad á que deben enterrarse en el interior de las poblaciones, viene determinado por la pendiente, que debe ser uniforme en cada trozo, y por la conveniencia de facilitar la acometida á dichos colectores de las calles, de las atarjeas, de viviendas y locales industriales, que con frecuencia disponen de sótanos. El mínimum aceptable parece no debe bajar de un metro en el interior de las poblaciones, medido desde el pavimento de las calles al trasdós de la bóveda; fuera de ellas, los conductos pueden ir hasta al descubierto, si así conviene, dada la topografía del terreno y las pendientes aceptadas.

Forma de las secciones en los conductos.—Se adoptan las que, á igualdad de sección, dan el perímetro mínimo y la velocidad máxima, con lo que consienten que, al disminuir el volumen que se desplaza por segundo, ó sea el gasto, la velocidad no decrezca más de lo conveniente.

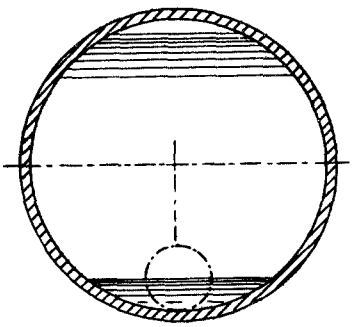
Es general y recomendable la *forma circular* para las alcantarillas no visitables de poca variación en el gasto y la *ovóidea* (con ó sin andenes) para las llamadas á servir gastos muy variables; por eso, cuando se acepta el sistema de doble canalización, como el gasto se regulariza, las secciones circulares encuentran aplicación grandísima. Ambas formas, circular y ovóidea, además de reunir mejor que ningunas otras, respectivamente, las condiciones citadas, convienen mecánica y económicamente y facilitan el desplazamiento, evitando no poco la formación de depósitos.

En las figuras 3 á 16 reproducimos algunos tipos adoptados para los colectores de Sevilla y Bilbao, así como el del nuevo de Madrid (1) y el

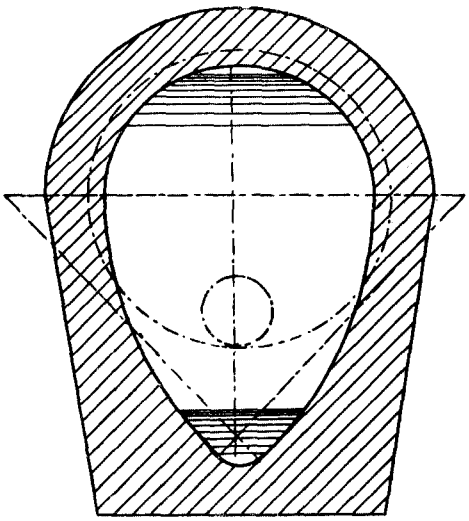
(1) Para el cálculo de las secciones ovóideas y curvilíneas pueden consultarse con provecho las obras de Donato Spataro *Manual de Sancamiento de poblaciones*, ó de Bechmann, *Distributions d'eau et assainissement.*

de San Sebastián en la parte próxima á la desembocadura de la alcantarilla en el mar, los de París y varios modelos de secciones practicables habilitadas para conducir tuberías de agua y gas, aire comprimido, cables telegráficos y telefónicos, etc., etc.

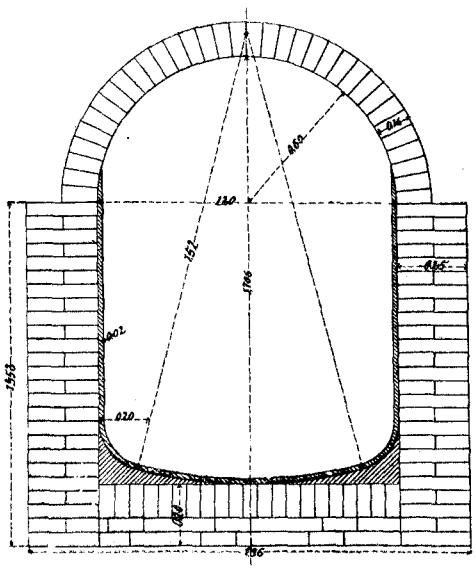
Las fórmulas para el cálculo de las secciones de alcantarilla ligan la sección ocupada por el líquido, la pendiente y la velocidad, es decir, que para un gasto dado y una pendiente convenida existe una sección ocupada por el líquido, á la que corresponde la velocidad máxima, y preci-



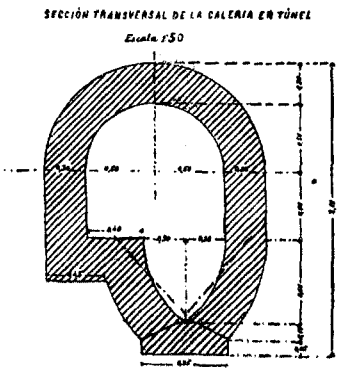
Alcantarillado de Sevilla.
Fig. 3.



Alcantarillado de Sevilla.
Fig. 4.



Alcantarillado de Sevilla.
Fig. 5.



Alcantarillado de Bilbao.
Fig. 6.

samente esa sección es la que conviene, exigiendo su determinación una serie de tanteos, en los que se combinan pendientes y velocidades; tanteos y cálculos que hoy se simplifican mucho con el empleo de abacos y nomogramas.

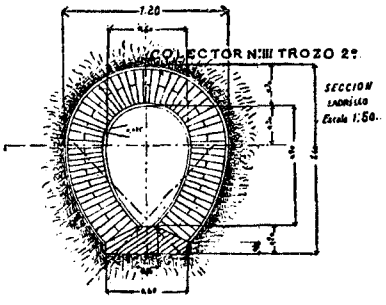
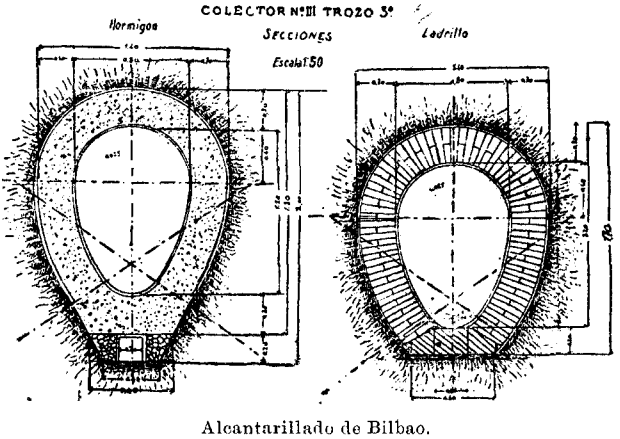


Fig. 7.

En Sevilla se ha aplicado para gastos de poca variación la sección tubular hasta los 0,70 metros de diámetro; en Bilbao hay canalizaciones tubulares de 0,78 metros de diámetro; en algunas grandes poblaciones se ha llegado á 1,20 de diámetro (1).

Materiales empleados en las canalizaciones.—Desde el punto de vista higiénico deben éstas ser impermeables y presentar en sus caras interiores escasas rugosidades; desde el mecánico se necesita ofrezcan resistencia adecuada para soportar las presiones á que pueden estar sometidas, presiones que se elevan mucho por altura de carga en los puntos más bajos de los conductos.

Las tuberías de barro son, por todos conceptos, las menos recomendables, aún para las pequeñas instalaciones, únicas en las que suelen tener aplicación; son muy permeables y poco resistentes.



Alcantarillado de Bilbao.

Fig. 8. *Fig. 9.*

Las tuberías de gres son muy ventajosas y cada día se emplean más. Pueden resistir, sin inconveniente, presiones hasta de 4 á 6 atmósferas (la atmósfera representa 10,033 metros de altura de carga, ó 1 kilogramo aproximadamente de presión por centímetro cuadrado), permiten moldear las piezas fácilmente, con lo que se constru-

(1) Para evitar las obstruciones con el «tout á l'egout» aconseja Claudel que el diámetro de las tuberías no baje de 0,25 metros; en las cloacas de las casas puede ser hasta de 0,10 metros, límite mínimo tolerado por las ordenanzas inglesas.

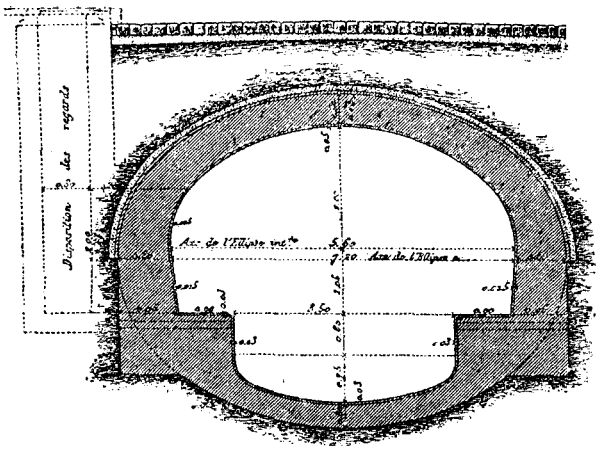


Fig. 10.

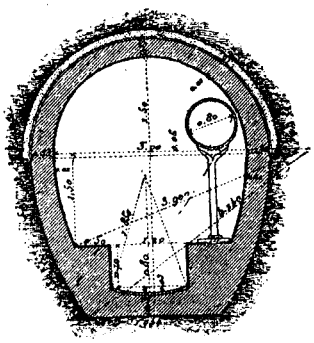
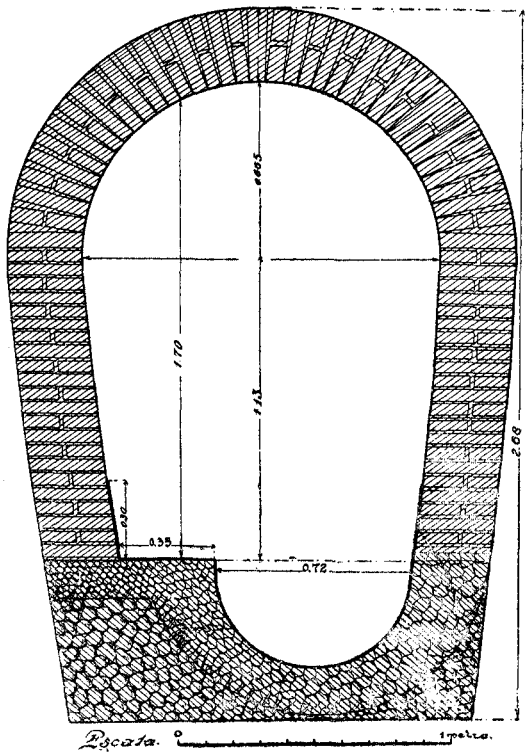
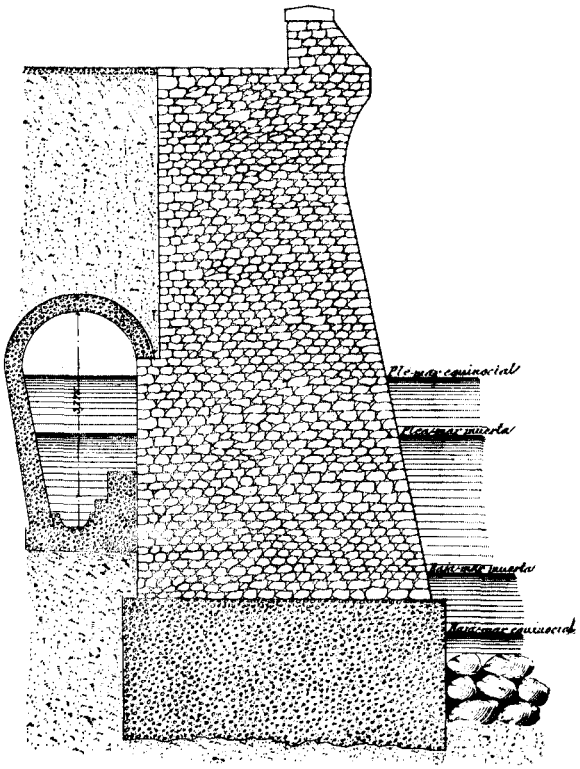


Fig. 11.



Modelo del nuevo colector de Madrid.

Fig. 12.

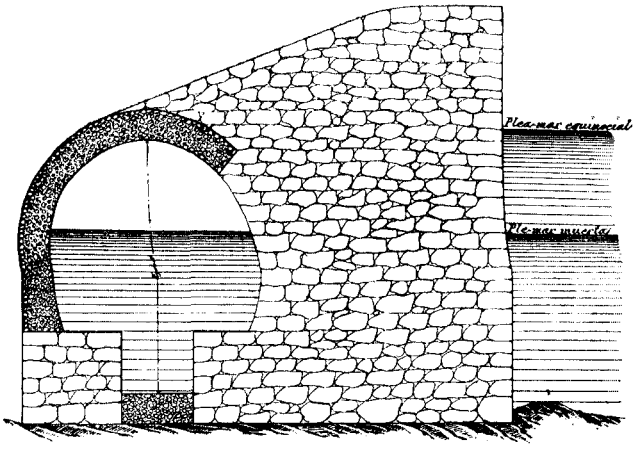


Colector de San Sebastián.

Fig. 12 b.

yen codos, empalmes, acometidas, etc., muy perfectos; ofrecen superficies muy pulimentadas que se oponen al desarrollo de las vegetaciones criptogánicas ó impermeables relativamente (1) para las referidas presiones, y reúnen, en una palabra, excelentes condiciones higiénicas y muy aceptables condiciones mecánicas, construyéndose hoy ya de grandes diámetros (hasta 0,50).

Las de cemento y cemento armado son susceptibles de buen pulimento y proporcionan prácticamente, al poco tiempo de estar en uso, la completa impermeabilidad, para presiones mucho mayores de las señaladas, y sobre todo, pueden construirse de los diámetros y resistencia que convengan.



Colector de San Sebastián en la proximidad de su desembocadura en el mar.

Fig. 12 c.

Pueden luchar en buenas condiciones con las de gres (que higiénicamente son algo mejores), siendo su aplicación más indicada para las grandes secciones, ó fuertes presiones, ofreciendo la ventaja grandísima de que con ellas pueden reducirse y hasta anularse las juntas, que son verdaderos puntos débiles para el aislamiento con el exterior. Las alcantarillas de cemento armado están llamadas á desterrar, en la mayor parte de los casos, á las de mampostería (ordinaria, concertada ó fábrica de ladrillo), en las que para obtener la impermeabilidad hay que acudir á

(1) Decimos impermeables, relativamente, porque la absoluta impermeabilidad no puede buscarse en los tubos de gres, ya que obligaría á la completa vitrificación de la pasta, con lo que resultaría el producto mucho más frágil. De aquí que se admita en las tuberías de gres un *coeficiente* de *porosidad* ó *permeabilidad*. El coeficiente máximo tolerado por la Villa de París es de $^{25}/_{1000}$, lo que indica que un tubo de gres sumergido 24 horas en agua, no debe aumentar de peso después de la desecación más de $^{25}/_{1000} = {}^{1}/_{40}$ del que tenía antes. En Inglaterra y Alemania, donde los tubos de gres se emplean casi con exclusión de todos los demás, en las canalizaciones de aguas usadas, el coeficiente de porosidad es muy superior al máximo de la Villa de París.

los enlucidos de cemento (de 0,01 de espesor como mínimum), de los que jamás debe prescindirse, al menos en la parte bañada por el agua.

Las tuberías de fundición son buenas, pero de aplicación rarísima con diámetros medios por su precio, saliéndose de las secciones muy reducidas.

El defecto de la impermeabilidad es casi general á las alcantarillas antiguas de España, detestables higiénicamente por estar construídas

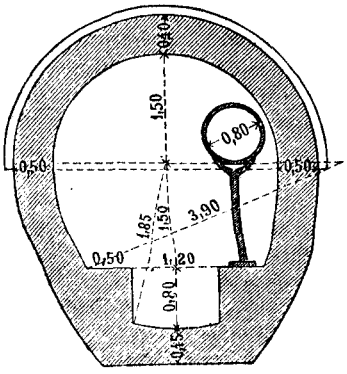


Fig. 13.

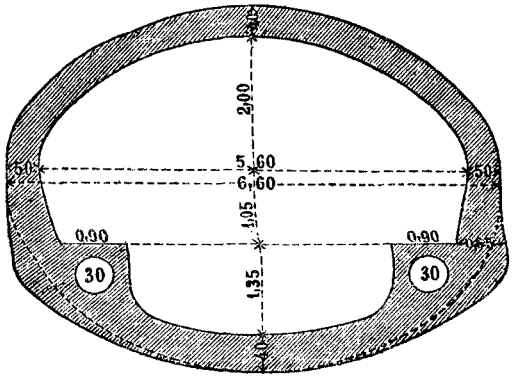


Fig. 14.

con materiales poco hidráulicos y protegidas por enlucidos de los que ya sólo existen restos, á causa del pésimo entretenimiento de dichas obras; es, por lo tanto, frecuente que en época de tormentas al aumentar el volumen de líquido que por ellas corre y crecer la presión, aumenten con ella las filtraciones á través de las paredes de las alcantarillas, que contaminan el terreno que las rodea.

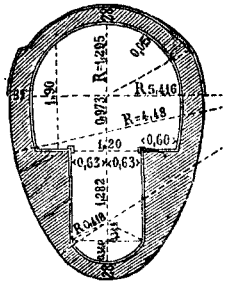


Fig. 15.

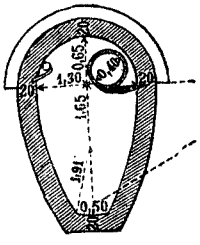


Fig. 16.

Se deben, en resumen, recomendar higiénicamente: 1.°, las tuberías de gres; 2.°, las de cemento sin armar ó armado; 3.°, las de mampostería precisamente hidráulica, esmeradamente ejecutada y protegida por enlucidos ricos en cemento en toda la parte bañada por el agua. Las canalizaciones de gres son más aplicables á pequeños y medios diámetros (hasta 0,50); las de cemento

armado para grandes secciones, ó presiones, y para el paso de cursos de agua, barrancos, etc., ya sea por medio de sifones, de puentes acueductos, etc. No hay inconveniente en el empleo de la mampostería en los colectores generales, asegurando la impermeabilidad.

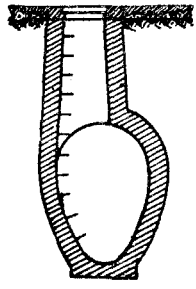


Fig. 17.

Detalles del trazado y de la construcción. — Ciñéndose, naturalmente, á la distribución de calles, la red de alcantarillado debe tender en su *trazado*, á evitar en lo posible alejamientos inútiles ó innecesarios cambios de dirección, haciendo éstos bajo ángulos muy obtusos con curvas que los suavicen, á fin de facilitar el movimiento de la masa líquida impidiendo la detención y acumulación de los cuerpos sólidos imputrescibles que arrastra; y en su *perfil* á conservar una velocidad uniforme en la totalidad de los conductos evacuatorios, y á evitar disminuciones rápidas de pendiente ó sección que producirían alteraciones profundas en el régimen circulatorio.

Para comprobar el buen funcionamiento de la red y poder localizar las averías cuando se produzcan, todo lo cual conduce á una conve-

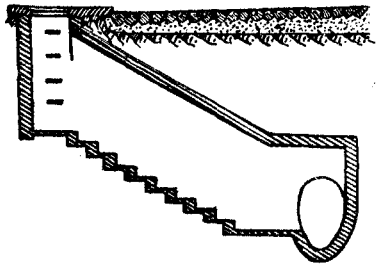


Fig. 18.

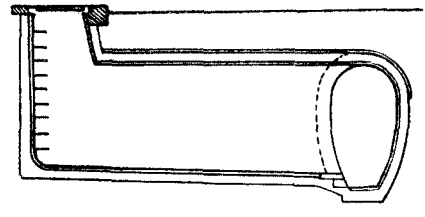


Fig. 19.

niente é higiénica explotación del servicio, se dejan registros en los puntos que pudiéramos llamar peligrosos para la normalidad del funcionamiento, y que son: 1.°, los cambios de dirección ó de pendiente; 2.°, los cambios de sección; 3.°, los puntos de acometida de ramales ó de unión de dos ó más colectores. En los grandes tramos rectos suelen también colocarse registros como máximum cada 100 metros. En las figuras 17, 18 y 19, reproducimos algunas disposiciones de registros.

Los codos, tubos de unión y en general piezas especiales, se moldean hoy bien, tanto siendo de gres como de cemento, y con ellas puede conseguirse un enlace perfecto, tomando esas uniones cuando los tubos son

de cemento con buen mortero, garantía de la impermeabilidad y continuidad de la red (1).

Modo de acometer las bajadas de aguas sucias á la alcantarilla.—Es indudable la necesidad de evitar que los gases de las alcantarillas pasen á las viviendas y á las calles infeccionando el aire que en unas y otras se respira. Por lo que al primer punto se refiere, parece haberse operado en estos últimos años una variación importante en el modo de acometer los desagües de las casas á la red de alcantarillado.

El propio Reglamento modelo, relativo á la construcción de las calles y de las casas en Inglaterra, que inserta Palmerg en su excelente tratado de *Higiene pública*, previene en el art. 63 que «el tubo colector de una casa debe antes de su unión con la alcantarilla *aislarse* por una buena válvula ó sifón colocado lo más lejos de la casa y más cerca de la alcantarilla que sea posible, *prohibiendo* ventilar las alcantarillas por los tubos de desagüe ó caída de las casas y *obligando* á abrir los tubos de ventilación de las alcantarillas», sistema que se representa en la figura 20. De acuerdo con tal disposición, ó por lo menos con su esencia que estriba en la colocación de un sifón denominado *terminal* entre la alcantarilla y la tubería que recoge las aguas sucias de la casa, se manifiestan todos los higienistas, hasta fecha, repetimos, recientísima, viéndose en los tratados de ingeniería sanitaria preconizado como recomendable el empleo de tal sifón *disconnecting trap* de los ingleses, obligatorio

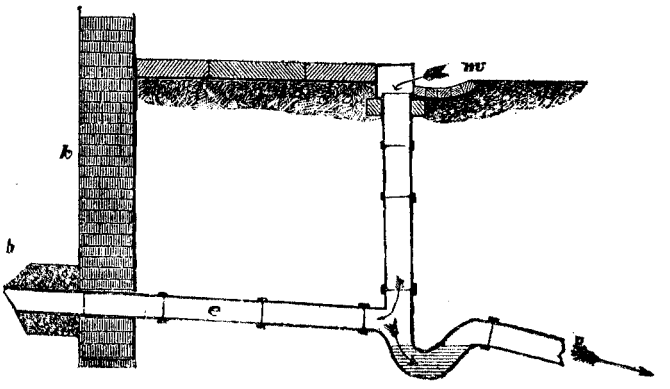


Fig. 20.

(1) En los conductos construídos con tubos de gres, el empleo del mortero de cemento en las juntas expone á graves riesgos, estando prohibido por múltiples administraciones de trabajos públicos en Alemania, Inglaterra, Austria, etc., donde se usa un mastic á base de asfalto ó alquitrán, con lo que las juntas presentan una elasticidad mucho más grande que con el cemento, impermeabilidad absoluta y no dan lugar á vegetaciones criptogánicas. Precisa también la adopción de tipos especiales de juntas (Marsellés, Lefèvre, Valahegue, etc.), cuyos detalles, así como los muy importantes de colocación de los tubos en obra, pueden estudiarse en *L'edilité technique*, números de abril y siguientes del 1908.

en Madrid desde 1898 y aun hoy en San Sebastián. La figura 21 es un modelo de acometida propuesto en la obra *La casa higiénica*, del Sr. Avilés, y las 22, 23 y 24 reproducen los modelos de *sifón terminal ó de acometida* empleado para el aislamiento de las viviendas en Madrid y Barcelona, respectivamente, y desde luego, con independencia de los sifones que sin duda alguna deben colocarse en los desagües parciales de todos los aparatos de aguas usadas, incluyendo entre éstas las pluviales, que á su paso por el pavimento de patios, por tejados, terrazas, etcétera, cárganse de polvos y restos orgánicos (retretes, fregaderos, baños, lavabos, lavaderos, etc.) sifones unánimemente considerados indispensables lo mismo que su ventilación (Voto 74 del I Congreso

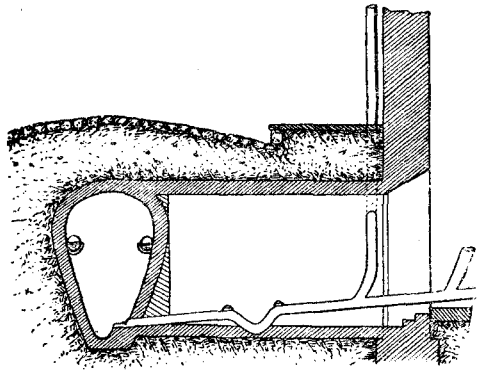


Fig. 21.

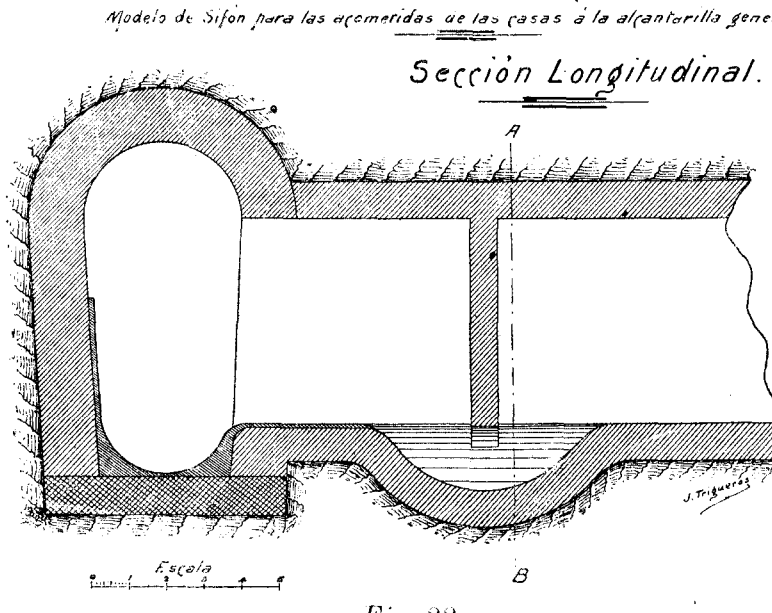


Fig. 22.

Internacional de Saneamiento y Salubridad de la habitación. París, 1904). Dentro de estas ideas de admisión del sifón terminal, como tipo recomen-

dable de acometida de los desagües de una casa en el colector, reproducimos en la figura 25 el modelo que se propone en el proyecto de alcantarillado de Sevilla, ejecutado en parte, en el que la canalización interior de la casa se ventila por la chimenea de aspiración *N* y el sifón puede limpiarse con relativa facilidad.

Desde luego que dicho sifón terminal representa una doble garantía de incomunicación con la alcantarilla; pero la práctica demuestra en forma que no deja lugar á duda que motiva atrancos frecuentísimos é inconvenientes tanto más graves cuanto peores sean las condiciones de la red de alcantarillado, á la que se priva de un medio de abundante ventilación, la que á su vez hay que buscar de existir tal cierre, bien por la boca *m* de la figura 20, bien por otra abierta en el muro de fachada á poca altura sobre el suelo, como hacen los ingleses.

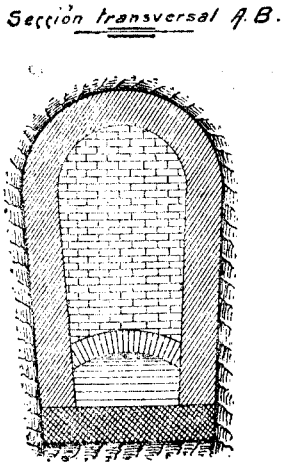


Fig. 23.

Ante tales desventajas, los higienistas alemanes han renunciado al sifón terminal, cuyo establecimiento considera el jefe del Servicio de saneamiento de París Mr. Beechman en su obra como «medida de seguridad recomendable, *que sería quizás* exagerado hacer obligatoria.»

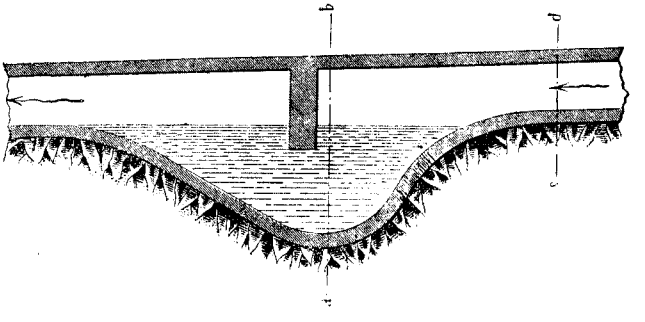
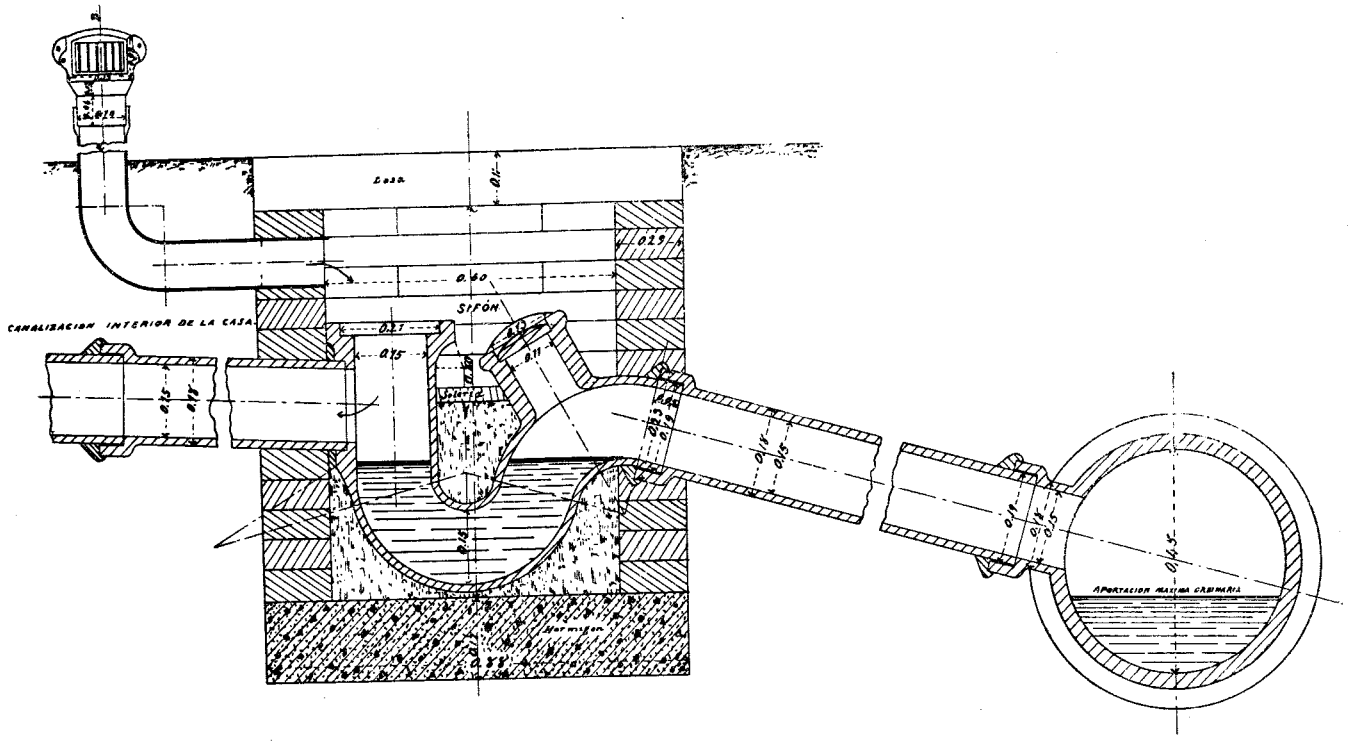


Fig. 24.

Abundando en estas ideas el Ayuntamiento de Madrid, á petición del arquitecto Sr. Astiz, ha dejado, por disposición del pasado año 1907, á la libertad del *facultativo* ó propietario la colocación ó no de dicho sifón terminal. Con esa supresión, la acometida de los desagües de una casa en el colector general debe quedar en la forma que indica la figura 26, en la que *P* es el tubo de caída de las aguas pluviales, *C* los desagües de

PROYECTO DE ALCANTARILLADO DE SEVILLA



Modelo de acometida en un colector público de la canalización interior de una casa.

Fig. 25.

los retretes *W* y fregaderos *S'*, *D* el colector que recoge las aguas sucias y pluviales de la casa conduciéndolas directamente al colector *E'* y *V* la chimenea de ventilación.

Esta supresión está hoy conforme con las ideas sustentadas en el citado Congreso de la Habitación de 1904 por Mr. Masson, Inspector de

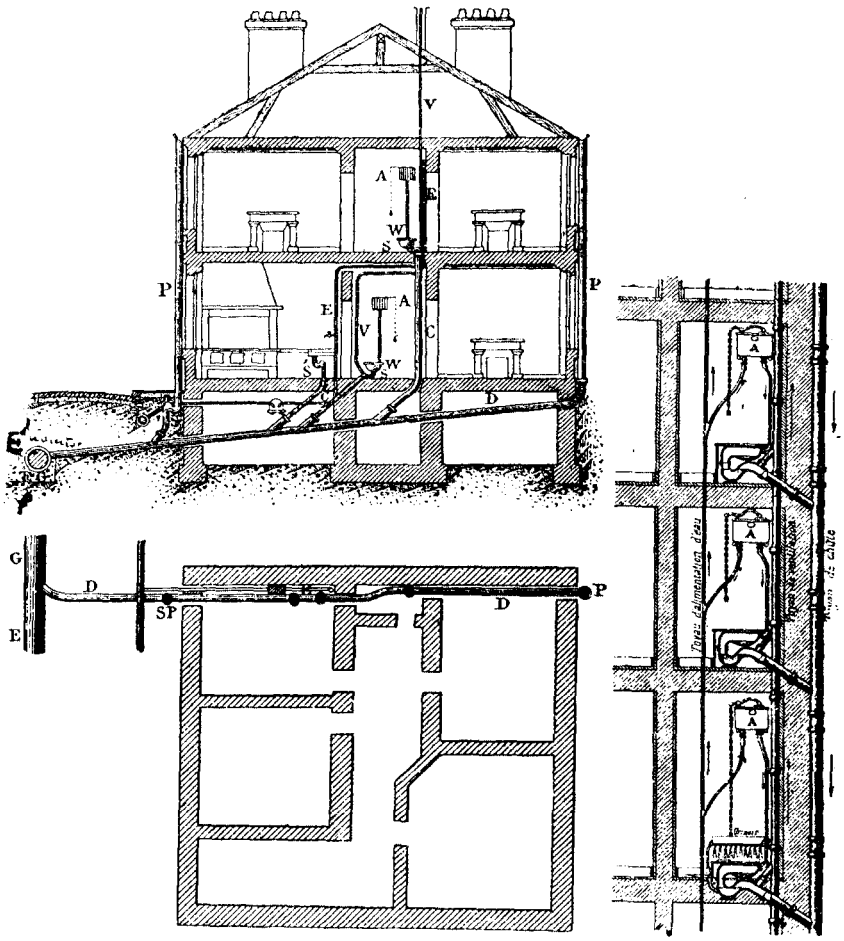


Fig. 26.

Saneamiento de la ciudad de París, que en una comunicación pasada sobre «la evacuación de materias usadas», decía textualmente: «Para que los movimientos del aire y del agua no se contrarien en la canalización produciendo, como efecto, el descebado de los sifones, es necesario limi-

tar el uso de estos aparatos á los orificios colocados en los alojamientos y *excluirlos absolutamente de los demás puntos de la canalización. El sifón final ó terminal debe ser absolutamente proscripto en todos los casos y cualquiera que sean los defectos de la canalización interior.* Para evitar el descebado de los sifones, que podría producirse en el momento de una descarga, es indispensable que estos aparatos estén conveniente y directamente aislados.» Discutida esta opinión, y después de hacerse observar que la tendencia general es poner las alcantarillas en comunicación con las canalizaciones de las casas, suprimiendo, en consecuencia, el «sifón terminal» ó «desconnectic trap», se emitió el voto siguiente, que resume cuanto llevamos dicho y marca la regla de conducta que en nuestro concepto conviene seguir:

« *Voto LXXV.*—Que los conductos de evacuación y los tubos de caída y bajadas estén aireados de una manera permanente; *una corriente de aire contínua debe existir entre la alcantarilla pública y el orificio superior de los citados tubos.*»

Bueno será, para terminar con este asunto, agregar que si bien debe, como regla general, recomendarse la supresión del sifón terminal, con lo que se facilita notablemente la aireación de las alcantarillas públicas, evitándose así en ellas la acumulación excesiva de gases fétidos y peligrosos, puede, en casos especiales, quedar justificada la autorización para aislar la cloaca de una finca mediante un pozo-sifón, verdadero foso séptico, sin los inconvenientes de atranco de los tubos-sifones y de limpieza mucho más cómoda. Ese caso puede ser cuando se trate de acometer á colectores públicos, de muy malas condiciones la red de desagües de un edificio ó grupo de edificaciones construídas con arreglo á los preceptos higiénicos más escrupulosos. Tal sucedió, por ejemplo, en los nuevos edificios destinados á Escuela Superior de Guerra, en la calle de los Mártires de Alcalá de esta corte, cuya red de alcantarillado debía acometer al colector público de la calle de la Princesa, que por su mal estado de conservación reúne, como todo el alcantarillado antiguo de la corte, pésimas condiciones, acudiéndose para obtener el aislamiento á terminar por medio de sifones los dos colectores principales que recogen las aguas sucias y pluviales en un gran pozo, del que arranca el ramal de acometida á la cloaca de la calle de la Princesa. Dicho pozo, representado en planta y cortes en las figuras 27 y 28, está provisto de su correspondiente registro, cerrado de ordinario herméticamente y cubierto con tierra. El mismo procedimiento de intercalar el pozo-sifón, se ha seguido en una finca de recientísima construcción en la calle de Almagro de esta corte. El estudio de los medios de evitar que los gases de las alcantarillas pasen á las calles infeccionando el aire, está ligado intima-

mente al de la ventilación de dichos conductos, del que nos ocuparemos enseguida.

Prevención contra los asientos del terreno.—Cuando las canalizaciones son de fuerte sección, ya estén construídas de mampostería ó de hormigón, siempre se las procura la cimentación necesaria, lo que suele descuidarse cuando se trata de tubos de secciones medias ó pequeñas, con numerosas juntas, que siempre son puntos débiles por los que peligra la incomunicación indispensable entre el exterior é interior de la cañería. Para evitar en lo posible el riesgo de rotura en el caso frecuente

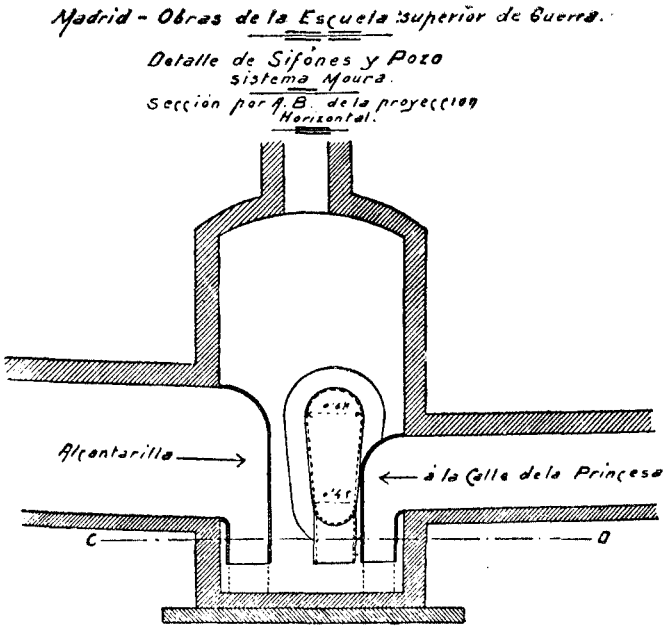


Fig. 27.

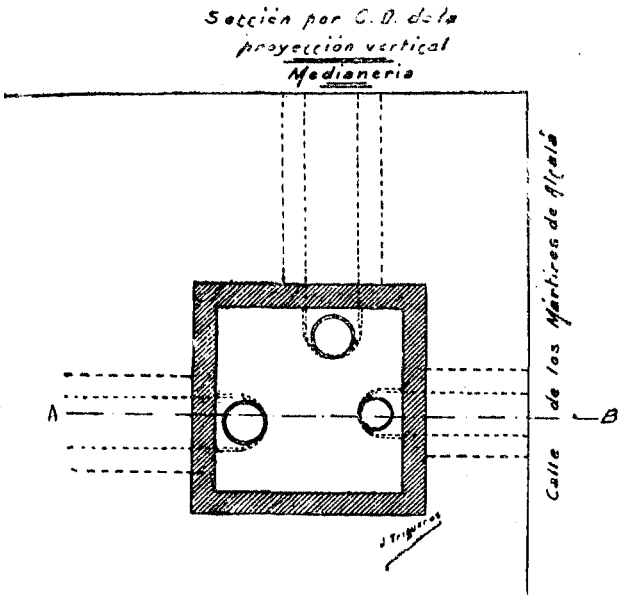


Fig. 28.

de asientos del terreno, debe apisonarse éste en el fondo de la zanja, asegurando, por medio de la debida cimentación, la solidez de los tramos, y calculando los tubos para que puedan soportar, no sólo el trabajo que impone la presión interior del líquido y la carga de tierras, sino el de flexión, que se origina al quedar el tubo falto de apoyo en toda ó parte de su longitud. Esta consolidación del terreno es importantísima, sobre todo para las canalizaciones de gres.

Ventilación de las alcantarillas.—Resulta indudable que una buena aireación de las alcantarillas supone la expulsión del aire mefítico que por ellas circula y su mezcla con el atmosférico al que impurifica, y por otra parte es un hecho comprobado la dificultad de regular la dirección de la corriente de aire cuando se hace comunicar el exterior con el interior de las cloacas, pues según las estaciones, y hasta las horas del día, se producen esas corrientes de aire en un sentido ó en otro.

Análisis repetidos no dejan lugar á duda que el aire de las alcantarillas se carga tanto más de ácido carbónico, cuanto mayor es su incomunicación con la atmósfera, siendo evidente que, los gases desprendidos si no se les da salida, van comprimiéndose y acumulándose, llegando á constituir verdaderamente un peligro el acceso á las cloacas, y tendiendo á escapar por cualquier camino que le ofrezca resistencia insuficiente. Arrojan, en efecto, dichos análisis del aire de las alcantarillas bien ventiladas 78,79 de nitrógeno, 20,71 de oxígeno y 0,51 de ácido carbónico, composición poco diferente de la del aire exterior, salvo la dosis de ácido carbónico; pero si la ventilación falta, la materia orgánica contenida en las inmundicias líquidas va absorbiendo el oxígeno del aire de las alcantarillas, y el desarrollo de los microbios anaerobios origina fermentaciones, motivo de fuertes desprendimientos de amoníaco, haciéndose aquel aire infecto é irrespirable. Entre estos dos males, hay que conformarse con escoger el mal menor y pasar por establecer la comunicación de la atmósfera de las alcantarillas con el aire exterior, como medio de asegurar la *aireación completa y permanente* de dichos colectores, como se hace con las canalizaciones interiores de las fincas, consiguiéndose así que el aire de las grandes alcantarillas bien ventiladas tenga casi idéntica composición que el atmosférico exterior. Es hoy, en resumen, principio admitido como *indispensable* el de la *ventilación de las alcantarillas, aun en el interior de las poblaciones* (1). El procedimiento más sencillo

(1) El nouveau programme d'Instruction des Projets de Construction d'Egouts, aprobado por el Consejo Superior de Higiene pública de Francia con fecha 9 abril de 1906, hablando de la ventilación, dice textualmente: «En lo que concierne á la ventilación, cuando se haga por las canalizaciones que sirven las casas, se recomienda asegurarse de que todas las precauciones necesarias se han tomado para evitar que

y natural para conseguir esta ventilación es, indudablemente, el utilizar con dicho fin las bocas de recogida de las aguas pluviales y de limpieza y riego de las calles, y el comunicar las alcantarillas públicas directamente con los desagües. Pero la higiene no puede resignarse ante tan imperfecta solución, y no cesa de buscar medios conducentes á reducir ó anular tal causa de impurificación del aire de las poblaciones; entre los procedimientos ensayados y hasta puestos en práctica, aunque sin generalizarse, figuran: el sistema Ruves, que purifica, por oxidación, el aire de las alcantarillas antes de salir de ellas, haciendo actuar el ácido sulfúrico sobre el manganato sódico; el sistema Shone, que emplea chimeneas más altas que los tejados, en las que se favorece el movimiento ascendente del aire de las cloacas por medio de ventiladores, focos de combustión, ó eyectores; el procedimiento Webb, que conduce los gases y aire de las alcantarillas á los mecheros de gas de alumbrado público, y algún otro.

El consejo más práctico, que puede aceptarse sin reserva, es establecer, como se hace en Francfort, chimeneas en los puntos altos de la población, reduciendo en lo posible las bocas ventiladoras en las calles estrechas y emplazándolas con más abundancia en las plazas y puntos donde los efectos de la impurificación sean menos perjudiciales.

Bocas de alcantarilla.—Aceptándose hoy que en las alcantarillas bien construídas basta la ventilación para evitar los malos olores, multiplícanse estas bocas ventiladoras, en las que reúnen dichas condiciones, espaciándolas de 90 á 100 metros, y se tienen en cuenta para las redes defectuosas las precauciones del anterior párrafo.

Generalmente, las bocas ventiladoras sirven, al propio tiempo, para recoger las aguas pluviales si el tipo de alcantarillado es unitario, dándose algunas veces tal carácter también á los registros de que ya hablamos, á los que se adiciona una pequeña cámara con tal fin.

Es muy general que esas bocas de recogida de aguas pluviales carezcan de disposición adecuada para retener los cuerpos sólidos, práctica en extremo recomendable, de la que nunca debe prescindirse, pues de lo contrario, conviértense las alcantarillas en basureros que impiden el desplazamiento de las aguas residuales, por la acumulación de dichas materias sólidas, cuya putrefacción es origen muchas veces de esa pesti-

---

el aire provinente de la alcantarilla pueda mezclarse con el de los alojamientos; con este objeto conviene que las canalizaciones se prolonguen por encima de las partes más elevadas de la cubierta, que sean perfectamente impermeables y que los orificios de entrada de aguas ó de materias de letrinas sean obstruídos de un modo permanente».

lencia, que sobre todo en épocas de calor se nota en las inmediaciones de dichas bocas.

Como ya hemos indicado, hay ocasiones en las que no conviene dar salida al aire de las alcantarillas (como á la inmediación de estaciones y

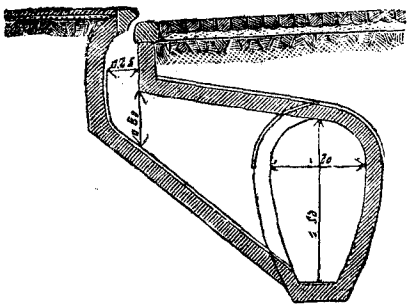


Fig. 29.

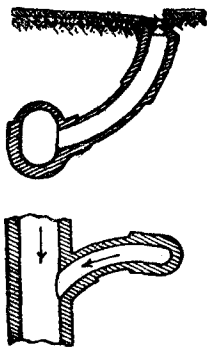


Fig. 30.

edificios públicos de importancia, en calles estrechas y mal ventiladas) y sin embargo precisa pase á ellas el agua de lluvia y limpieza de calles; empléanse entonces bocas de alcantarilla provistas de sifón que aisla la atmósfera exterior de la de dicho conducto. Indicaremos como final, que es frecuente recomendar el uso de filtros (de carbón generalmente) en las bocas de

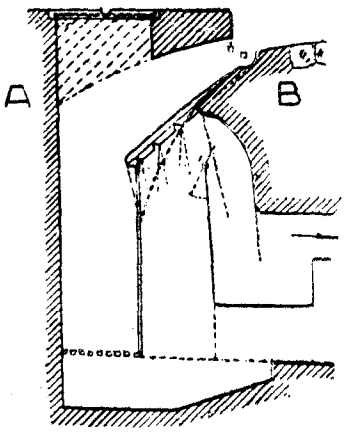


Fig. 31.

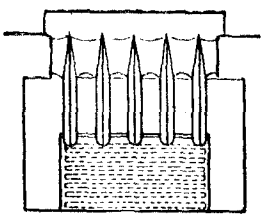


Fig. 32.

las alcantarillas, para evitar los malos olores que desprenden, pero como es difícil el mantenimiento de esos filtros en constante estado de limpieza, dicho paliativo, que complica el sistema, resulta perjudicial, siendo preferible aumentar cuanto se pueda la ventilación y limpieza de las cloacas.

Presentamos en las figuras 29 y 30 dos modelos corrientes de boca

para recogida de aguas pluviales sin retención de materias sólidas y en las 31 y 32 el modelo del ingeniero sanitario de Paris, Mr. Bezault, que

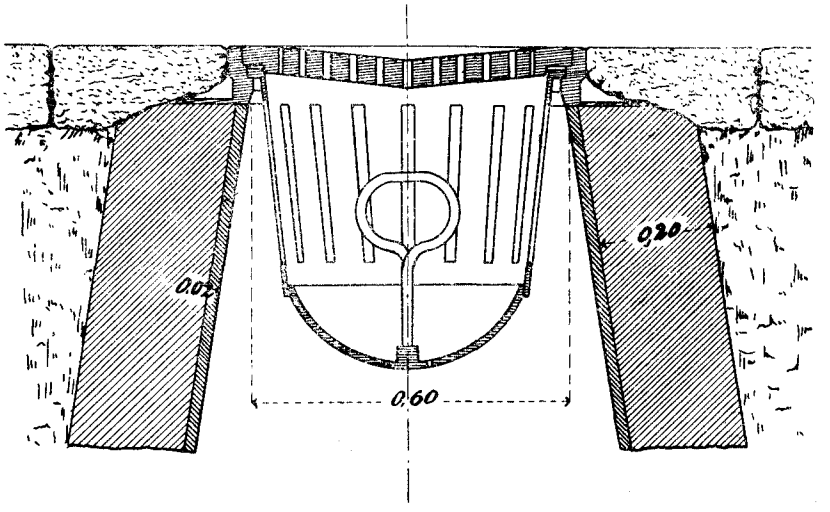


Fig. 33.

verifica automáticamente la separación de líquidos y sólidos, pues mientras los primeros vierten por la rejilla inclinada directamente al colector,

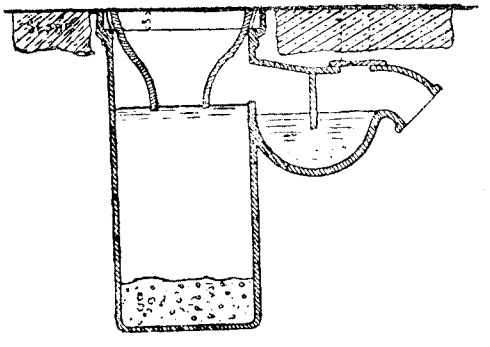


Fig. 34.

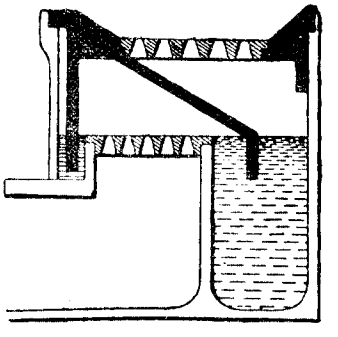


Fig. 35.

los segundos resbalan por dicho plano, cayendo al fondo del registro, de donde fácilmente son extraídos.

La figura 33 es el tipo de boca registro y de recogida de aguas con rejilla para retener los cuerpos sólidos, del proyecto de Sevilla, y las 34, 35 y 36 son los modelos Nurston, Fumer, Crooker y Duchette, de bocas con sifón que incomunica con la alcantarilla y retiene los cuer-

pos sólidos (1). Por último la figura 37 representa el tipo Douglas Galton de registro de bajada con cámara de ventilación, indicando en ella *c* la cámara de aire en comunicación con el registro *d* de bajada á la alcantarilla *h* y con el aire exterior por la abertura de ventilación *b* al nivel de la calle y las 38 y 39 el plano y corte de una boca de ventilación colocada sobre la superficie de

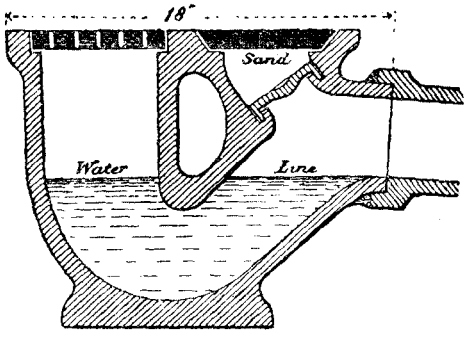


Fig. 36.

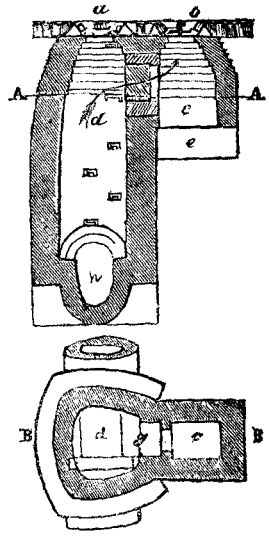


Fig. 37.

la acera en las que, *h* es el colector de materias sólidas y *g* es la rejilla móvil provista de orificios, cuya sección total no ha de ser inferior á la

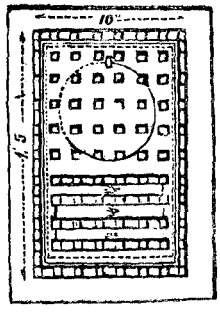


Fig. 38.

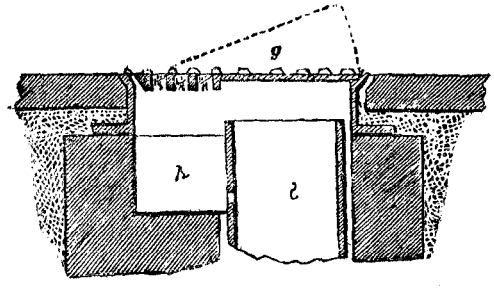


Fig. 39

del tubo *i*, que debe tener por lo menos el mismo diámetro que el de evacuación de aguas sucias.

(1) El MEMORIAL DE INGENIEROS publicó en 1895 el extracto de la Memoria presentada al Ayuntamiento de Barcelona por los hoy comandantes Sres. Vilarrasa y López de Roda, proponiendo el empleo de un *sifón-ventilador* de su invención, para

Limpieza de las alcantarillas.—Las materias excrementicias, lo mismo que otras muchas sustancias de orígen vegetal ó animal, cuando llegan á las alcantarillas incorporándose á la corriente que por ellas se desplaza sufren en corto espacio de tiempo una serie de descomposiciones de naturaleza microbiana, que dan lugar á la rápida y completa liquefacción, pero existen en cambio otros muchos cuerpos sólidos de los que dichas aguas de alcantarilla arrastran, que no son de fácil liquefacción, quedando unos en la superficie, yendo otros al fondo, según su densidad, y existiendo aún un tercer grupo de cuerpos muy ténues, que según sea más ó menos acelerado el movimiento circulatorio, quedan en suspensión ó van al fondo momentáneamente.

Estos cuerpos, de difícil ó imposible liquefacción en las aguas fecales, tienden á detenerse formando depósitos que se adhieren á fondo y paredes, reduciendo las secciones de los conductos, creando obstáculos á la marcha normal de la corriente y dificultando, en una palabra, el régimen circulatorio, siempre que el volumen de agua circulante es insuficiente para el arrastre, ó que por cualquier causa la velocidad de esa corriente líquida disminuya.

Como la higiene recomienda el cumplimiento como esencial de la máxima «circulación, no estancamiento», hácese de todo punto indispensable tomar precauciones: 1.°, para reducir al mínimo esas materias, capaces de constituir depósitos; 2.°, para impedir la formación, en primer término, de aquéllos ó la permanencia en su defecto de dichos depósitos en las alcantarillas.

El primer objeto se consigue, en parte, colocando rejillas y depósitos en las bocas de alcantarilla, que impidan el paso á ellas de los cuerpos sólidos, que sobre todo las aguas de limpieza de calles arrastran; para alcanzar el segundo es preciso efectuar una *constante* y *cuidadosa vigilancia* y *limpieza de los colectores.*

Esa limpieza supone: 1.°, el lanzar á la alcantarilla, constante ó periódicamente, una masa de agua suficiente para provocar el arrastre de esos cuerpos sólidos (entre los que dominan las materias minerales y en especial las arenas y gravillas procedentes del desgaste de los caminos y pavimentos); 2.°, el efectuar también periódica ó, mejor, constantemente la extracción tanto de las materias que van al fondo, como de las que

---

mejorar las condiciones de las redes de alcantarilla defectuosas. En ella, además de la descripción de dicho aparato, existen datos estadísticos muy completos sobre ventilación de alcantarillas y efectos, consecuencia de un mal sistema de alcantarillado.

El ingeniero municipal de San Sebastián Sr. Sarasola ha ideado y aplicado en dicha capital un sencillo modelo de boca-sifón, que está dando muy buenos resultados prácticos.

flotan sobre las aguas sucias (hojas, cartones, pajas y restos vegetales).

En las canalizaciones del tipo separativo, como los conductos, son de pequeñas secciones, sobre todo el de aguas negras, y por lo tanto, la extracción de los depósitos se hace muy difícil, deben extremarse las precauciones, para reducir todo lo posible la cantidad, en sí ya pequeña, de cuerpos sólidos que á aquéllos pasen, siendo una medida, que hoy se considera como indispensable, la producción de descargas de agua periódicamente constantes (cada ocho, diez ó doce horas), que inundando las canalizaciones, producen un lavado tanto más eficaz, cuanto mayor sea la pendiente y menor la longitud del trozo de conducto en que la descarga ha de servir, produciendo efecto útil.

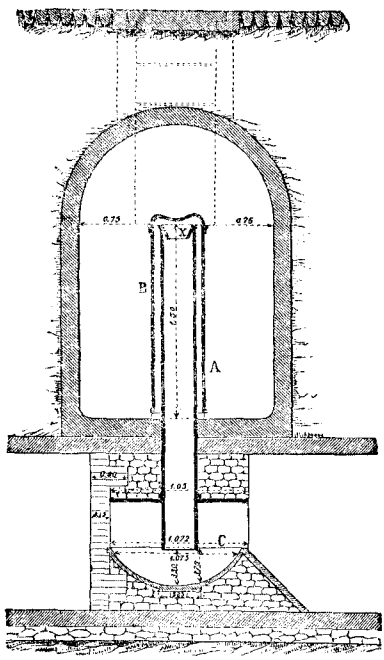


Fig. 40.

El volumen de agua gastado en cada descarga varía, como es lógico, con el diámetro ó sección de los conductos y la citada longitud, almacenándose en unos depósitos ó aparatos de descarga automática colocados en cabeza de cada conducto elemental, ó en los orígenes de alcantarillas de pendientes inversas; de ordinario entre 1 y 4 metros cúbicos. En Bilbao hay en el origen de cada ramal de la red de alcantarillado un depósito de agua de 1.000 á 1.500 litros de capacidad, provisto de un aparato de descarga automática y de golpe, produciéndose éstas dos veces al día.

El fundamento de los múltiples modelos de estos aparatos de descarga automática (Dulton, Adams, Generte-Herscher, Rogers-Field, etcétera) es el mismo, indicándose este último sistema en la figura 40; la variación entre unos y otros modelos estriba en las disposiciones adoptadas para darles robustez y sobre todo asegurar el buen funcionamiento. Una campana invertida *AB* recubre un tubo vertical *H* en comunicación por un extremo inferior con el conducto *c*, en el que trata de producirse la descarga; á medida que el depósito se llena de agua, ésta va subiendo por el espacio anular comprendido entre el tubo y la campana, comprimiendo el aire en él encerrado y produciendo una diferencia de presiones entre el interior y exterior, que al romperse por la superioridad de esta

última sobre la primera, da lugar á la descarga automática. La figura 41

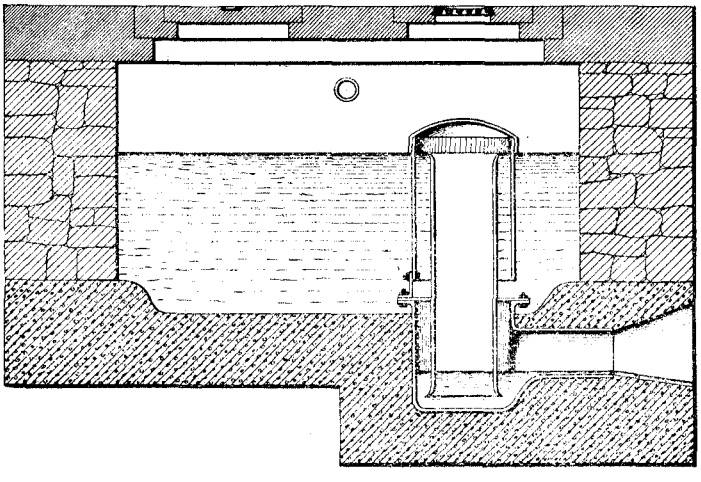


Fig. 41.

representa uno de estos aparatos sistemas Doulton, y la 42 otro del tipo

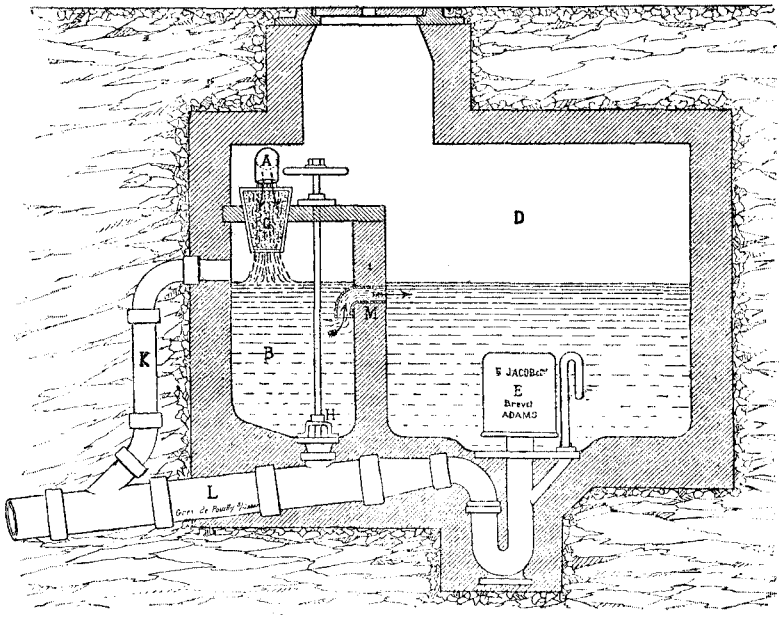


Fig. 42.

Adams, provisto, además, de compuerta *H* que se maniobra á brazo por

medio de un volante. Existen también depósitos móviles, que no son más que una cuba que se conduce á la boca de alcantarilla que se desee, dando allí salida al contenido de aquélla. La aplicación de este procedimiento, que representamos en la figura 43, con el que se consigue la limpieza fácil de los conductos de débil sección, está muy generalizado en Bélgica.

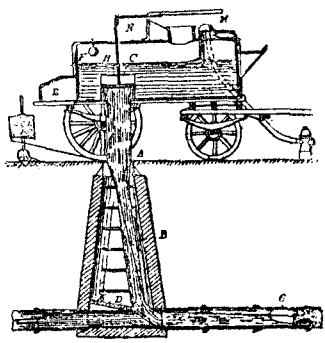


Fig. 43.

El agua necesaria para el funcionamiento de los anteriores aparatos, tómase de un origen cualquiera (mar, río, pozo, etc.), siendo general utilizar la misma de alimentación de la ciudad. El diámetro de estos injertos hay que calcularlo partiendo de la cantidad de agua que á los depósitos debe pasar al cabo del día para asegurar su funcionamiento, ó bien dando un cierto diámetro (15 á 30 milímetros generalmente), se intercala una válvula que deje paso á la cantidad de agua conveniente para evitar gasto inútil (1). Algunas veces,

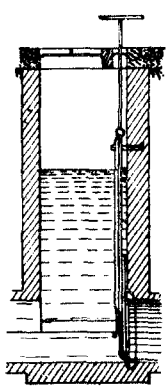


Fig. 44.

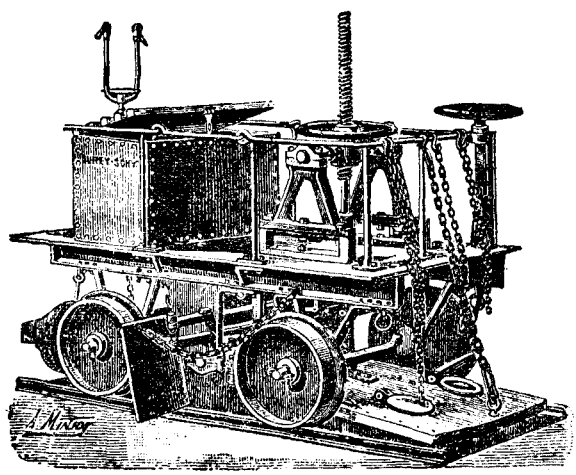


Fig. 45.

utilízanse las mismas aguas de alcantarilla filtradas y decantadas, pero tal solución higiénicamente es poco recomendable por el mal olor que se

(1) En la Memoria *Obras de saneamiento de la Invicta Villa de Bilbao*, publicada en 1905 por el capitán de Ingenieros D. Emilio Goñi, descríbese la llave-válvula ideada por el autor del proyecto y director de las obras Sr. Uhagón, reproduciéndose también los cálculos necesarios para fijar las secciones de dicha válvula.

produce, efecto de la fermentación de dichas aguas al detenerlas en los aparatos.

En los colectores de gran sección del sistema unitario no es tan frecuente el empleo de descargas automáticas, efectuándose generalmente el lavado periódico de las alcantarillas utilizando las mismas mangueras y bocas del riego ó alguno de los varios sistemas basados en la retención de las propias aguas sucias. De éstos es el más sencillo el empleo en los registros de compuertas colocadas en la cara de agua-abajo, teniendo la propia forma que el colector (circular, ovóidea, etc.), de las que es un ejemplo la figura 44, que puede maniobrarse desde el exterior. En los grandes colectores empléanse entre otros procedimientos los carros-compuertas, de los que la figura 45 representa los usados en París, y hasta los barcos-compuertas.

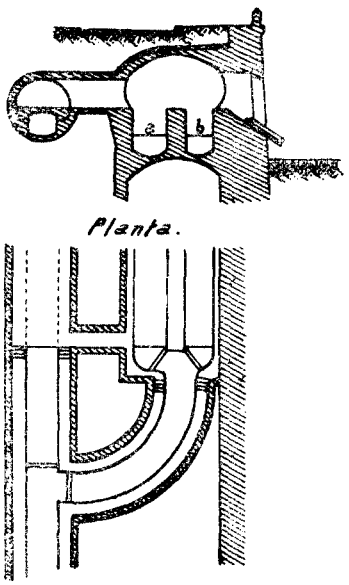


Fig. 46.

En las poblaciones abundantemente dotadas de agua se destinan hasta 500 ó 600 litros por habitante y día para la limpieza de calles y alcantarillas, debiendo advertir que el efecto de las descargas de agua es arrastrar los cuerpos adheridos á las paredes y remover y poner en movimiento las substancias *fangosas* del fondo, no ejerciendo acción de ordinario sobre los depósitos de arena y cuerpos no fermentecibles que es preciso extraer, lo mismo que los que flotan en la superficie de las aguas de alcantarilla. Sin embargo, cuando se dispone de agua abundante esas arenas son fácilmente arrastradas (sobre todo en los conductos de débil sección del tipo separativo) hasta unas cámaras especiales, que se disponen con el fin precisamente de constituir tales depósitos, de donde pueden con comodidad extraerse.

Estas *cámaras de arena* tienen la disposición de la figura 46, componiéndose de dos canales *a* y *b*, más profundas que el colector á que están injertadas y desde el que pueden dirigirse las aguas por medio de compuertas á uno ú otro, con lo que mientras uno está en servicio puede el otro limpiarse.

Para la extracción de los depósitos usánse útiles en armonía con la importancia de la red, desde las palas y barrederas manejadas á mano,

hasta las dragas, tornillos de Arquímedes y máquinas accionadas eléctricamente, como las de uso en la fábrica elevatoria de Colombes, desde

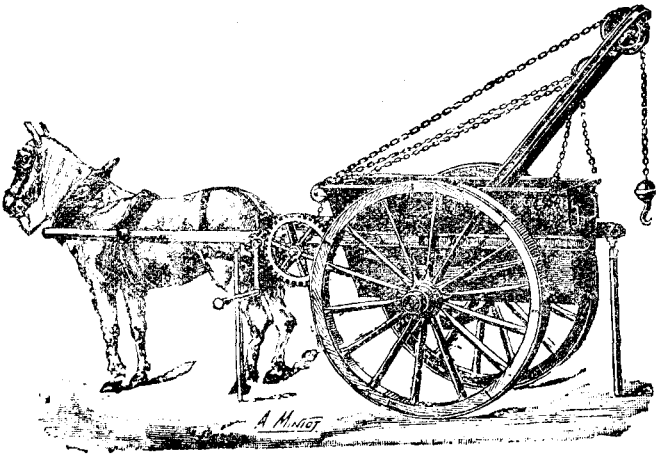


Fig. 47.

donde se envían las aguas de alcantarilla de París á los campos de depuración (1).

Los cuerpos flotantes se separan interponiendo rejillas formadas con barrotes metálicos del grueso y á la separación adecuada, ó introduciendo compuertas que no llegan al fondo de los conductos, con lo que dejan pasar los filetes líquidos, aglomerándose los cuerpos flotantes en la superficie, de donde se extraen fácilmente.

La grúa portátil de la figura 47 es el modelo usado para la limpieza de las cloacas de París, donde gracias á la ventilación y limpieza de las alcantarillas, constituyen los grandes colectores vías subterráneas, por las que puede circularse en barca, ó hasta en un pequeño ferrocarril eléctrico, sin que el viajero note, como personalmente hemos podido comprobar, más efectos que los de la natural humedad.

(1) Los catálogos ilustrados de la casa Durey-Sohy (Rue Le Brun, 17, París), detallan un variadísimo y moderno material de limpieza de alcantarilla, así como de los variados servicios de higiene municipal (riego de calles, transportes de inmundicias, alquitranado, desagüe de fosos fijos, desinfección, etc.), resultando de utilísima consulta.

V

PRINCIPALES SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO

Se pueden clasificar, reuniéndolos en los tres grupos siguientes:

1.° Los que utilizan para el movimiento de las inmundicias de los colectores la acción de la gravedad (sistema Waring), sola ó auxiliada por descargas periódicas de agua.

2.° Los pneumáticos que recurren á la aspiración mecánica para conseguir ese movimiento (sistemas Liemur, Berlier, Levallois-Perret).

3.° Los que acuden á la compresión de la masa que por las cloacas circula (sistema Shone).

Sistemas de aspiración.—Son los más antiguos dentro del tipo separativo ó de doble canalización. El sistema Liemur se ensayó en Praga el 1869; en él la aspiración de las materias se hace desde la fábrica central (situada fuera de la población) por intermedio de depósitos de distrito, cada uno de los cuales sirve un grupo de casas y exige dos canalizaciones, una generalmente de fundición para el transporte de las materias á fábrica, y la otra para hacer el vacío en estos depósitos de distrito. El procedimiento Liemur viene empleándose desde hace cerca de veinticinco años en Amsterdan y desde el 1899 en Trouville; pero no se ha generalizado, sin duda por lo complicado de tanto depósito y conducto, así como del aparato que exige en cada casa.

El sistema Berlier lleva debajo de la tubería de bajada de cada casa un aparato receptor y un aparato evacuador, nada sencillo, y conserva los depósitos de distrito (denominados depósitos de equilibrio), en el vértice de los cuales se empalma una pequeña canalización que recoge los gases; las tuberías son también de fundición. Fué ensayado en París el 1887; pero igualmente, por la complicación de los aparatos que hay que colocar al pie de cada casa, fué objeto de muchas críticas y no ha prosperado.

El sistema Levallois-Perret es hoy explotado por la «Compagnie de Salubrité de Paris», y parece resulta bastante más práctico que el de Berlier, por haberse simplificado notablemente el aparato que se usa como en éste en cada casa, y tenido éxito los ensayos para la substitución de las bombas de vacío por eyectores de vapor. Desde el 1892 funciona el Levallois-Perret, y desde fecha recientísima debe estar instalado en Avignon.

Sistemas de compresión.—Encuentran su aplicación principal en aquellas poblaciones cuya topografía exija la elevación de las aguas de alcantarilla en los distintos distritos, y donde, por la proximidad de la capa

acuífera, no haya posibilidad de obtener las pendientes debidas, profundizando las canalizaciones. El tipo es el Shone, que en esencia consiste: en una serie de sub-estaciones sirviendo cada una un distrito, y accionadas todas por aire comprimido enviado por canalización especial desde una estación ó fábrica central. El aparato eyector Shone se establece en una cámara de mampostería en el subsuelo de la calle y, como hemos dicho, funciona por aire comprimido, siendo, en verdad, muy robusto, de poco volumen y muy seguro funcionamiento, y por lo tanto, práctico. De todas las ventajas que la «Compagnie national des Travaux d'utilité publique et d'assainisenent», concesionaria del sistema en Francia, le achaca, figura, como principal, la gran economía en la explotación sobre el sistema de usar maquinaria independiente en cada estación; pero, en realidad, mucho más fácil y cómodo que transportar desde la central hasta las sub-estaciones el aire comprimido que accione los eyectores Shone, es utilizar en éstas, bombas eléctricas que pueden ser movidas hasta por el fluído de la red general de alumbrado de la población evitando la fábrica.

El sistema Shone está propuesto en Toulón y Ruen; se ha aplicado bastante en Inglaterra, Estados Unidos, Rusia é Indias inglesas, é higiénicamente es recomendable, pues todas las operaciones que exige la impulsión se verifican en los eyectores, que son vasos cerrados, sin el menor contacto con la atmósfera prestándose además muy bien á una enérgica ventilación. Es, en resumen, práctico circunstancialmente y desde el punto de vista higiénico muy recomendable.

Sistema Waring.—Constituye el tipo característico de los de circulación contínua del sistema separativo. Se aplica por vez primera en Memphis (Estados Unidos) el 1879 y desde entonces se generaliza lo mismo en Europa que en América, siendo hoy el más empleado, gracias á su sencillez, economía, rapidez de construcción y condiciones higiénicas no inferiores á cualquiera de los restantes sistemas conocidos.

Aunque tal y como lo describió y aplicó Waring, el sistema funciona por la acción de la gravedad, lo que supone poder dar en todos sus tramos las pendientes fijadas como mínimos, es indudable puede aplicarse aun no llenándose esta condición, acudiendo al empleo de bombas que impulsen y eleven las aguas residuales, como sucede, por ejemplo, en Bilbao y que se presta como el Shone á establecer sub-estaciones con evacuación independiente, instalando en cada sub-estación el grupo de motor-bomba eléctrico, con la potencia adecuada.

El sistema Waring es el adoptado en los proyectos de saneamiento más modernos de España (Bilbao, Sevilla, Valladolid, Zaragoza, Vitoria, Cuenca, etc.) y lo será sin duda en los restantes que vayan presentándose,

además de las razones indicadas, porque el fluído eléctrico tiende á substituir al aire comprimido en la inmensa mayoría de sus aplicaciones.

Figuraban como características del sistema Waring: 1.°, la adopción de débiles diámetros, para la conducción de las inmundicias líquidas, con exclusión de las aguas de lluvia; 2.°, la obtención de la ventilación, uniendo estas canalizaciones con las casas particulares por un corto número de tomas de aire y chimeneas de llamada, elevándose por encima de los tejados; 3.°, la no interposición de ningún cierre hidráulico ni diafragma entre los ramales particulares y los colectores de la red; 4.°, el lavado diario de los conductos por medio de descargas de agua procedente de depósitos instalados en el origen de los ramales, medida de la que no es posible prescindir, pues de lo contrario las obstrucciones son inconveniente grandísimo. El volumen de agua para estas limpiezas varía entre 4 y 10 litros por metro de tubería.

En Memphis los tubos de gres tienen 0,15 á 0,25 metros de diámetro, los colectores de fundición ó gres 0,30 á 0,50; las pendientes no eran inferiores á 0,005 metros para las canalizaciones y 0,0017 para los colectores y el número de depósitos de descarga automática de 500 litros de capacidad, se elevaba á 180 para una red de 68 kilómetros, con lo cual las obstrucciones eran raras. La red costó el 69 por 100 más barato que si se hubiera construído por el sistema unitario, prescindiendo en aquélla de la recogida de aguas pluviales, red que de ordinario es mucho menos extensa que la de sewage ó aguas residuales.

Contando, como lo hacía Waring, con alcantarillas bien ventiladas y sometidas á limpieza diaria por descargas de agua, no había inconveniente en prescindir de los sifones de acometida de las atarjeas de viviendas en los colectores, disponiendo de un buen cierre hidráulico antes de acometer las tuberías de aguas sucias al conducto general de las viviendas, cierre que obtenía con el aparato de la figura 48 (1). El sistema se emplea hoy sin más modificaciones que prescindir en algunos casos de esa co-

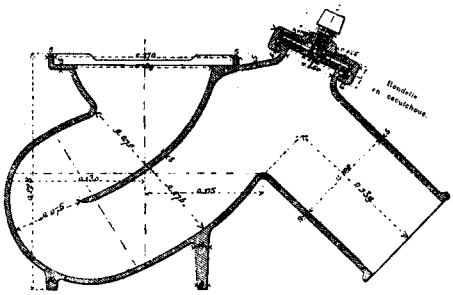


Fig. 48.

(1) El entrar en explicaciones detalladas del funcionamiento de los sistemas Waring, pneumáticos y de compresión, nos alejaría del fin perseguido en este trabajo; enviamos á los lectores que deseen conocer dicho funcionamiento y la descripción de los aparatos que integran cada sistema, á la magnífica obra *L'alimentation en eau et l'assainnesement del Villes*, del Ingeniero Dr. Ld. Imbeux, Paris 1902.

municación entre las casas y las cloacas (lo que ya hemos indicado no es recomendable) dando á éstas ventilación por bocas colocadas en las calles, y establecer la red en forma tal, que si conviene puede utilizarse el agua de lluvia ó por lo menos la que cae en los primeros momentos (que es la más infecta, al recoger las impurezas del suelo) para la limpieza, poniendo en comunicación en algunos puntos ambas redes, la de lluvias y la de las restantes inmundicias líquidas. En las grandes capitales, el sistema separativo tiene aún más ventajas que el unitario, por la dificultad de disponer de las enormes extensiones de terreno que exige la purificación de las aguas residuarias, antes de verterlas á los ríos.

Principales sistemas de alcantarillado unitario.—Dentro del tipo unitario hay, en realidad, un sistema único, con distintos trazados para realizar el servicio del total de calles y plazas en las condiciones más económicas, siempre dentro de la máxima hidráulica que constituye un axioma: «De que es preferible concentrar las aguas que separarlas»; es decir, que conviene, aun en las calles anchas, construir un sólo colector, en vez de dos, de sección mitad. Sin embargo, es general considerar como sistemas del tipo unitario los siguientes: 1.°, perpendicular; 2.°, ídem con colectores longitudinales; 3.°, por pisos; 4.°, por zonas ó secciones; 5.°, radial; de los cuales dan idea las figuras 49 á 52.

El sistema perpendicular es de todos el más antiguo y el menos higiénico; infecta los cursos de agua en la misma población. El perpendicular con colectores longitudinales resulta algo mejor desde el punto de

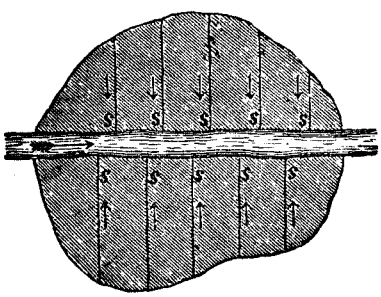


Fig. 49.

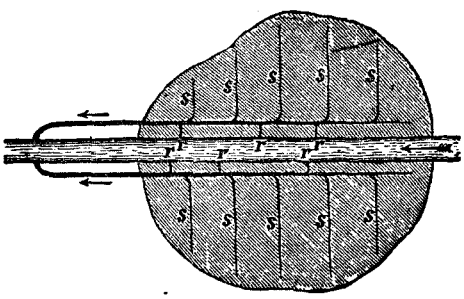


Fig. 50.

vista higiénico, pues protege el río mientras atraviesa la población; se aplica en Lyon, en Colonia, en Londres y en muchas poblaciones inglesas.

El sistema por zonas ó pisos está indicado cuando parte de una población se encuentra á nivel diferente de otra ú otras, en cuyo caso pueden hacerse canalizaciones distintas con diferentes pendientes y evacuación independiente; es el caso de Reims, por ejemplo.

El sistema por zonas es muy empleado en las grandes capitales que, para efectos del alcantarillado, alumbrado, etc., se dividen en sectores, teniendo cada una sus servicios independientes, lo que simplifica la explotación, reduce las secciones de los colectores principales, que llegarían

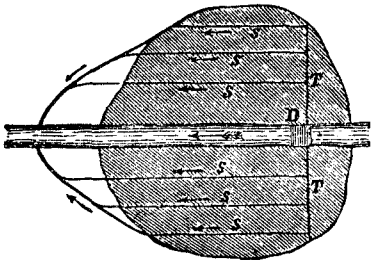


Fig. 51.

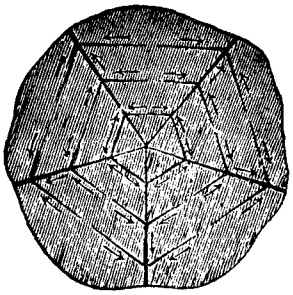


Fig. 52.

si nó á ser enormes exigiendo también grandes desniveles totales y limita la extensión de averías; Marsella tiene 20 secciones, París 4, Milán 4, etcétera, etc.

El sistema radial se adopta cuando los sectores divisorios no vienen claramente marcados por la topografía de la población. Como los colectores tienen menos longitud, se les puede dar más fácilmente la debida pendiente sin descender á grandes profundidades, y, como en el anterior sistema, cada sector funciona con independencia, pudiendo tener ó no su máquina elevatoria, y siendo más fáciles las prolongaciones por el ensanche de cada uno de aquéllos.

Tanto el sistema por zonas, como el radial, permiten distribuir las aguas residuales sobre un perímetro mayor, facilitando el problema de la depuración biológica natural por el suelo sin tener que forzarla. Entre otras muchas capitales, tiene este sistema Berlín, dividido en 12 sectores ó radial-system.

Higiénicamente, mientras á las alcantarillas se las dé en todo su trazado, cuando menos las pendientes señaladas como mínimas, y se empleen las condiciones que en el presente estudio hemos señalado, no puede haber preferencia por unos ú otros sistemas (á excepción del primero), cuya elección depende de las condiciones topográficas y económicas, variables en cada localidad.

VI

TRATAMIENTO DE LAS INMUNDICIAS LÍQUIDAS

Composición de las aguas de alcantarilla.— Hemos repetido que con las materias fecales, disueltas en una cantidad de agua (cuanto más grande mejor), circulan por las alcantarillas las aguas de limpieza y usos domésticos, las deyecciones de animales caseros, los resíduos líquidos de algunas industrias y, en general, todas las materias incluídas en el grupo de inmundicias líquidas. Se comprende que la composición de estas «aguas de alcantarilla» no sea idéntica á la de las materias excrementicias y que varíe de un lugar á otro, especialmente con la preponderancia ó proporción de aguas pluviales y de limpieza de calles y mercados, de industriales, y de unas horas á otras del día para un mismo lugar. No obstante, las variaciones son en general de poca importancia, y en todos los estudios se toman por base de comparación las «aguas de alcantarilla» de composición media, de las que son un buen ejemplo las de París, donde se practica el *tout à l'egout* (1).

La reacción que estas aguas de composición media dan, es habitualmente alcalina (pudiendo quedar ácida cuando ciertas aguas industriales entran en proporción notable), encontrándose en ellas, como promedio por litro, 0,620 gramos de materias en suspensión, y 0,650 gramos de materias minerales y orgánicas en disolución; el conjunto de estas materias, 1,270 gramos, comprende, por lo tanto, 0,815 gramos de materias minerales y 0,455 gramos de materias orgánicas por litro.

Entre las substancias minerales y orgánicas se encuentran: el cloro (bajo forma generalmente de cloruro de sodio), la cal, el azufre, la po-

(1) El Dr. Rouchy, jefe del Laboratorio al servicio del saneamiento del Sena, ha encontrado las variaciones que se indican en el siguiente cuadro para la composición de las aguas de alcantarilla de París en las diversas horas del día.

HORAS	Materias orgánicas.	Amoníaco.	Cloro.	Materias insolubles.
9	49	10	90	1000
12	58	30	55	200
15	40	25	95	400
18	47	22,5	85	800
21	56	22,5	105	200
24	48	17,5	60	200
3	45	15	65	1000
6	29	11,5	40	600

Los resultados se expresan en milígramos por litro.

tasa, el ácido fosfórico, el carbono orgánico, el nitrógeno albuminóideo y nítrico, según el estado más ó menos avanzado de degradación de la materia orgánica.

Entre los gases se encuentran frecuentemente compuestos de azufre y carburos de hidrógeno.

Es importantísimo hacer constar que las aguas de alcantarilla están abundantemente pobladas por una flora microbiana variadísima, capaz de asegurar la dislocación y mineralización de las materias orgánicas más complejas. Análisis prácticados por el Dr. Miquel con agua de alcantarilla de París, arrojan un mínimun de *18 millones de microbios por centímetro cúbico.*

Con las substancias orgánicas contenidas en las aguas de alcantarilla, pueden formarse dos grandes grupos:

1.° Las terciarias ó hidrocarbonadas, que comprende: alcoholes, azúcares, dextrinas, grasas, ácidos vegetales, materias celulóricas, etc.

2.° Las cuatenarias, azoadas ó albuminóideas (tipo albúmina del huevo), que abarca: las albúminas vegetal y animal, la caseína, fitrina, urea, gluten, gelatina, resíduos de mataderos, lecherías, etc., etc.

El análisis químico y bacteriológico de estas aguas, fuera de laboratorio es imposible (1); á sus resultados nos referimos al tratar de los sistemas de depuración, es decir, de los procedimientos mediante los cuales se consigue la mineralización de las substancias orgánicas y la supresión tan completa como sea posible de las bacterias en las aguas de alcantarillas contenidas.

Destino de las aguas de alcantarilla.—Alejadas de las viviendas y de las poblaciones por medio del alcantarillado las inmundicias líquidas, antes de iniciar su descomposición hay que darlas destino, pudiendo ser éste:

1.° Invertimiento en el mar.
2.° Idem en lagos.
3.° Idem en ríos ó cursos de agua.
4.° Aprovechamiento agrícola ó industrial.
5.° Filtración en el terreno sin aprovechamiento.

Vamos á estudiar, desde el punto de vista higiénico, cuándo y en qué condiciones puede hacerse aplicación de cada uno de estos medios para desembarazarse de los resíduos líquidos de la vida en las poblaciones.

Invertimiento en el mar.—Desde luego se acepta el procedimiento para las poblaciones que por su proximidad á la costa pueden utilizarlo,

(1) Los que deseen conocer con detalle los procedimientos de dichos análisis pueden consultar con mucho provecho la obra *Epuration biologique intensive des eaux residuaries*, París 1907, por F. Baucher, farmacéutico principal de marina.

si bien su aplicación exige un estudio cuidadoso del punto de invertimiento de las inmundicias en el mar. Este punto debe elegirse á distancia de la población y donde las corrientes habituales alejen definitivamente de la costa las referidas inmundicias, que las mareas y vientos tienden muchas veces á retornar á la orilla infeccionándola. Si el invertimiento se hace en puntos donde las aguas tienen poco movimiento, las inmundicias permanecen casi estacionarias, despidiendo un olor nauseabundo como ocurría en Marsella donde vertían en el puerto (1).

Precisa establecer la desembocadura de los emisarios en mar abierto y aguas profundas, lejos de la costa de las urbes, en sitio donde las corrientes aseguren el alejamiento de las aguas fecales de éstas; si tales condiciones no concurren, es necesario, si tratan de cumplirse los preceptos higiénicos, *purificar* ó *depurar* las inmundicias antes de arrojarlas al mar.

Ejemplo notabilísimo, y digno de ser citado como modelo, es el saneamiento de Boston y su distrito, cuyos colectores principales van á verter al Océano, á 500 metros de la isla Dur, en punto donde la corriente tiene una velocidad superior á 4 kilómetros por hora, y el agua una profundidad de 15 metros; sólo el colector norte recibe el sewage de 15 ciudades. El emisario de los Angeles (California), después de recorrer un trayecto de 20 kilómetres, entre la ciudad y el mar, penetra en éste 183 metros á la profundidad de 6 metros.

Invertimiento en lagos.—Aun siendo éstos muy extensos, por el poco movimiento en ellos del agua, los peligros de infección son grandes, y tanto más de temer cuanto que las orillas de los lagos es lo corriente estén muy pobladas, y que las poblaciones se surtan de ellos para abastecerse de aguas potables. Las desembocaduras de las alcantarillas es preciso penetren en el lago algunos cientos de metros y aun así, en lagos tan dilatados como el de Ginebra (Suiza), aún se conocen, al surcarlos, las zonas donde los colectores de aguas sucias desembocan.

Es, por consecuencia, medida higiénica indispensable depurar las aguas residuales antes de verterlas á los lagos.

Invertimiento en los ríos.—Por ser indiscutible la auto-purificación de los cursos del agua y del terreno, es decir, la propiedad del agua corriente ó del suelo, de transformar espontáneamente y dentro de ciertos límites la composición de las aguas de alcantarilla, hasta reducirla química y bacteriológicamente á un cuerpo inofensivo para la salud, el problema higiénico del invertimiento en los ríos de las inmundicias líquidas

(1) Este defecto es común á todas las ciudades españolas cuyas cloacas vierten al mar, y nótase hasta en algunas como San Sebastián, cuyo Municipio tanto se preocupa de los problemas de higiene pública y privada.

es circunstancial, dependiendo: 1.°, del régimen, velocidad y gasto del río; 2.°, del volumen y composición de las aguas en él invertidas; 3.°, del grado de infección del río al llegar á la población; 4.°, de su potencia de auto-purificación, ó sea de la distancia necesaria para ejercer esa propiedad, en virtud de la cual se destruyen espontáneamente las materias extrañas, aniquilando su parte nociva.

Por el crecimiento constante de la aglomeración en las poblaciones, y el desarrollo de las industrias que eleva notablemente el volumen de aguas residuales que van á la alcantarilla, el estudio de los efectos de este invertimiento y medidas higiénicas que exigen, data, en realidad, de la segunda mitad del siglo XIX; hasta esa fecha las poblaciones vertían directamente á los ríos sus resíduos sin preocuparse de la infección y sus conveniencias.

De esos estudios, que son numerosísimos y muy completos (1), pueden sacarse las siguientes conclusiones:

1.ª El invertimiento directo en los ríos no es aceptable higiénicamente más que cuando, agua abajo de la ciudad que lo realiza, no hay aglomeraciones urbanas ni tomas de agua hasta el punto donde la autodepuración se ha completado y las aguas no han vuelto á recobrar su composición natural inicial.

2.ª Con la reserva en el anterior artículo contenida, el invertimiento directo puede ser tolerado cuando se cumplan las tres condiciones siguientes:

(a) Que la dilución se haga en la proporción de 15 á 20, es decir, que el volumen de inmundicias líquidas sea en todos momentos de 15 á 20 veces menor que el de agua que circula por el río.

(b) Que la velocidad del río sea superior á la del agua que corre por la alcantarilla de acometida, cuyo mínimo es 0,60 metros por segundo.

(c) Que el agua de alcantarilla no contenga resíduos industriales de composición química tal, que impidan los procesos biológicos de la autodepuración.

Los higienistas alemanes no admiten el invertimiento directo en los ríos de gasto medio ó velocidad pequeña, y las comisiones inglesas y americanas nombradas para estudiar esta cuestión (Rivers Pollution Comission) han declarado que no se podría recibir en los cursos de agua ningún líquido:

1.° Conteniendo más de 30 milígramos por litro de cuerpos minerales en suspensión.

(1) Bastantes de ellos se han resumido en la comunicación pasada por M. M. Arnould y J. Martín al Congreso de Higiene de 1889 con el título *La protection des cours d'eau et des nappes souterraines contre la polbution par les residus industriels* y en los *Annales D'Higgiene publique*, años 1893 y 1899.

2.° Conteniendo más de 20 milígramos de carbono orgánico ó más de 3 de nitrógeno orgánico disuelto.

3.° Conteniendo más de 20 milígramos de un metal distinto de potasio, sodio, calcio ó magnesio ó más de $^1/_2$ milígramo de arsénico.

4.° Conteniendo, después de la acidificación por el ácido sulfúrico, más de 10 milígramos de cloro libre.

5.° Conteniendo más de 10 milígramos de azufre bajo forma de ácido sulfídrico ó de sulfuro solubre.

6.° Teniendo una acidez superior á 2 gramos de ácido clorhídrico ó una alcalinidad superior á 1 gramo de Na ó H.

7.° Mostrándose coloreado á la luz del día bajo un espesor de 35 milímetros en un vaso de porcelona.

El higienista americano Heving, tomando como límite la cantidad de amoníaco libre, deduce: *(a)*, que un curso de agua está irremediablemente contaminado si su gasto es inferior á 20 litros por segundo y por 1.000 habitantes, y que el invertimiento podrá ser tolerado si el gasto del río es superior á 196 litros por segundo y 1.000 habitantes, lo que corresponde á una dilución de las inmundicias líquidas en 50 veces su volumen de agua.

La distancia á que se produce en los ríos la depuración espontánea ó auto-depuración es, como hemos dicho, muy variable con la composición de las aguas de alcantarilla que al río se vierten y las suyas propias, y así vemos que, mientras el río Isar, después de recibir todas las aguas residuales de Munich, se encuentra depurado al llegar á Freising, 33 kilómetros agua abajo, el Danubio en cambio, que es de caudal mucho mayor, permanece aún contaminado 40 kilómetros agua abajo de Viena.

El río Lozoya, que abastece, en unión de los antiguos viajes, á Madrid, sufre desde el mismo Paular, á muy corta distancia de su nacimiento, en el puerto de Peñalara, contaminaciones más ó menos intensas en los 30 kilómetros de recorrido hasta Buitrago, pueblo donde la contaminación se acentúa notablemente, según informe emitido á la vista de los certificados de análisis efectuados el 1907 por el Dr. Chicote, director del Laboratorio Municipal (1). «A partir de dicho pueblo—dice el in»forme— recorre próximamente 7 kilómetros y entra en el embalse del »Villar, que hasta la presa, ofrece una longitud de 11 kilómetros; en éste »demuéstrase de una manera indiscutible que el agua, especialmente bajo »la influencia de los agentes naturales, experimenta una auto-depuración »que resuelve favorablemente para los intereses de la higiene el temible »problema planteado en Buitrago.

(1) Publicado por el *Boletín oficial del Canal de Isabel II*, agosto 1907.

»En efecto: allí la totalidad de materia orgánica disminuye; la canti»dad de nitrógeno amoniacal se reduce á menos de la tercera parte con »relación á la hallada en el agua de Buitrago; desaparece totalmente el »nitrógeno orgánico y todo indicio de materias de origen fecaloideo.

»Tan beneficiosa transformación se observa asimismo por cuanto se »refiere á la flora bacteriana: disminución notable en la proporción de »bacterias, ausencia de colonias cromógenas y licuadoras; inofensividad »para los animales de experimentación de los caldos de cultivo, que ma»taron los procedentes del agua de Buitrago, cuantas veces se sometieron »á la inoculación, etc., etc.

»Después, entre la presa del Villar y la de la Parra, 22 kilómetros, »vuelven á empeorarse las condiciones del agua; aumenta la materia or»gánica, el nitrógeno amoniacal, vuelve á aparecer el albuminoide, aun »cuando en mucha menos proporción que á la salida de Buitrago; y »aumenta el número de bacterias, entre las que se vuelven á encontrar »especies licuadoras.»

. . . . . .

Felizmente, las contaminaciones que se observan entre las presas del Villar y de la Parra, están llamadas á desaparecer con la construcción del canal transversal, ya subastado, que disminuye en 23 kilómetros la distancia del embalse del Villar á Madrid, alejando la conducción de los pueblos que contaminan el agua.

Sólo los análisis de muestras de agua tomadas á diversas distancias del punto en que las alcantarillas ó el líquido de éstas, sometido á tratamiento, acomete en el curso de agua, puede, pues, indicar de modo cierto la distancia precisa á que la depuración se ha producido, debiendo tenerse en cuenta que si bien el líquido se purifica, quedan, en cambio, en el fondo de los cursos de agua, como ha podido comprobarse en el Sena, en París, ciertos barros ó fangos formados en gran parte por materias putrescibles de lentísima descomposicíón, cuyos gérmenes de fermentación, dormidos durante el invierno, entran en actividad en las épocas de calor, produciendo abundantes desprendimientos de gas de los pantanos que, en forma de grandes burbujas, llega á la superficie de las aguas.

Y al hablar de contaminación y depuración de las aguas, conviene, como muy bien hace notar el Dr. Rouchy, precisar el concepto, ya que es muy admitido entre higienistas el indicar que tal aparato ó tal sistema depura al 50, al 80 al 90 por 100, términos que, para tener un significado concreto, precisa referirlos á un tipo de comparación. Con este fin

propone dicho Doctor adoptar un *coeficiente de contaminación*, que podría expresarse por la relación entre la suma de la materia orgánica y amoníaco del agua depurada y del agua del río en que aquélla se vierte, ya que esos dos elementos son los que dan idea más exacta del valor de un agua residual ó de su grado de pureza.

Así, por ejemplo, el agua de las alcantarillas de París, después de depurada en Gennevilliers, presenta, con relación á la del Sena, el siguiente coeficiciente de contaminación:

$$\frac{\text{materia orgánica } 1 + \text{amoníaco } 0}{\text{materia orgánica } 2 + \text{amoníaco vestigios (Sena)}} = 0{,}5,$$

lo que indica que dicha agua, una vez depurada, es más pura que la del Sena, no existiendo inconveniente en verterla á dicho río por existir *hiper-epuración*, ó sea exceso de depuración al compararla con la del río que se trata de proteger.

En cambio, el agua de Lille, purificada por el sulfato férrico, presenta un elevadísimo coeficiente de contaminación y hay, en realidad, peligro en verterla al río. Dicho coeficiente es:

$$\frac{\text{materia orgánica } 18{,}7 + \text{amoníaco } 15}{\text{materia orgánica } 2 + \text{amoníaco vestigios}} = 16{,}8.$$

En la práctica se considera suficiente la depuración, no siendo de temer la contaminación, cuando este coeficiente se separa poco de la unidad.

Consecuencia de los reconocidos males que á la salud y á la pesca produce la contaminación de los cursos de agua, contaminación que, es casi siempre originada por el invertimiento en ellas de las aguas de alcantarilla, ha sido la adopción de medidas, impidiendo este invertimiento sin *depuración* previa, bien contenidas en disposiciones ministeriales, bien en *leyes especiales de protección á los cursos* de agua. A partir del 1876, en que Inglaterra prohibe este invertimiento, Alemania, Bélgica, Francia, Estados Unidos, Suiza, Austria y Rusia, dictan disposiciones más ó menos completas sobre el mismo objeto, y hoy son muy pocas las naciones en que no existe rigurosa prohibición de verter en los ríos no muy caudalosos las inmundicias líquidas.

España constituye en esto como en tantos otros asuntos higiénicos, excepción tristísima y la propia capital de la Nación da el vergonzoso y repugnante espectáculo de verter sus aguas sucias, por alcantarillas al descubierto, en el poético y mezquino Manzanares, á su paso por Ma-

drid, transformándolo en cloaca inmunda....., digno complemento de su incompleto y antihigiénico alcantarillado (1).

Aprovechamiento agrícola ó industrial.—Supone esta utilización de las inmundicias líquidas un *tratamiento* por variados procedimientos, para extraer de ellas substancias aprovechables, como abonos, ó bien su aplicación directa al terreno, sacando partido de la propiedad auto-depuradora que éste tiene (en grado variable con su naturaleza) lo mismo que los cursos de agua, y del valor intrínseco de los elementos fertilizantes que las aguas contienen.

El valor higiénico de cada uno de estos procedimientos es diferente y claro es que con todos ellos se logra purificar en más ó menos las aguas residuales antes de abandonarlas á los cursos de agua obteniendo la depuración completa aplicándolas directamente al terreno, dentro de cierta relación entre volúmenes de líquido y superficie de aplicación para inmundicias líquidas de composición media, es decir, no muy cargadas de resíduos industriales, que impidan el proceso de la auto-depuración.

Filtración en el terreno sin aprovechamiento.—La higiene condena toda aplicación de este procedimiento, mientras no venga precedida de la depuración de las inmundicias líquidas que al terreno se entregan y al que contaminarían si dicha purificación previa no se efectuase.

Resulta, en resumen, que salvo rarísimos casos de invertimiento en ríos caudalosos ó en el mar, es hoy indispensable, higiénicamente, el *tratamiento previo de las aguas de alcantarilla para depurarlas artificialmente* antes de verterlas en los cursos de agua, ó bien practicar la *depuración natural* aprovechando las cualidades auto-depuradoras del terreno, lo que nos conduce al estudio higiénico.

1.° De la depuración natural.

2.° De la depuración artificial.

Creemos oportuno precisar previamente, que para que exista verdadera y perfecta depuración es preciso que las materias orgánicas de las aguas de alcantarilla sean completamente descompuestas y llevadas al estado de *materia mineral*, esto es, de nitratos ó de nitrógeno libre, de ácido carbónico, de hidrógeno ó de hidrocarburos gaseosos y de agua.

(1) En prensa ya esta Memoria, han aprobado las Cámaras una ley autorizando al Ministerio de Fomento para acometer las obras de regularización y canalización del Manzanares y saneamiento del sub-suelo de Madrid, subvencionando estas últimas con un 50 por 100 de su importe el Ayuntamiento. Más vale tarde que nunca, y bueno sería que tan racional sistema de auxiliar el Estado á los Ayuntamientos en las grandes obras de saneamiento, se generalizase en España, con lo que ganaría notablemente la higiene de las urbes.

Si esta desintegración molecular de las substancias orgánicas no existe, no hay depuración y por ello la separación de los cuerpos flotantes no disueltos ó coagulables en dichas aguas, que constituye *la clarificación*, no puede considerarse como tal depuración, pues deja intactas en la masa líquida la totalidad ó una parte de las substancias disueltas, como el amoníaco, los azúcares y los compuestos amídeos.

Es indudable que lo mismo la *clarificación*, que la simple *decantación*, que la *precipitación* química de ciertas substancias en las aguas contenidas mejoran las condiciones de éstas, las purifican, las depuran, en una palabra, pero imperfectamente.

VII

DEPURACIÓN NATURAL Ó AUTO-DEPURACIÓN POR EL SUELO

Del mismo modo que las inmundicias líquidas, vertidas en un curso de agua, hemos indicado ya se depuran espontáneamente al cabo de un cierto trayecto por el movimiento de la masa, soleamiento, aireación, etcétera, y sobre todo, por la acción de los microbios en el líquido contenidos, ó sea en virtud de la propiedad auto-depuradora de estos cursos de agua, siempre, naturalmente, que exista la debida proporción entre el volumen de aquellas inmundicias y el gasto del río, y que las aguas residuarias no estén muy cargadas de resíduos industriales, así también el suelo transforma las inmundicias líquidas que sobre su superficie se vierten en *elementos gaseosos* que se escapan á la atmósfera bajo la forma de vapor de agua, ácido carbónico y nitrógeno libre, y en *nitrato de cal* y otros elementos minerales que sirven de alimento á las plantas, si el terreno está cultivado, siempre que dicho terreno sea de naturaleza apropiada y la referida proporción se conserve.

El procedimiento de depuración, basado en aprovechar esta propiedad auto-depuradora del suelo, se conoce con el nombre de depuración natural *epandage* ó desparramiento, que puede ser con ó sin utilización agrícola; los agentes que producen bajo la acción del aire y de la luz, esta beneficiosa y expontánea transformación son especies microbianas en el suelo contenidas.

El proceso de la depuración de las aguas de alcantarilla sobre el suelo natural, ó sea el *epandage*, es en esencia el siguiente:

Las materias insolubles y los gérmenes microbianos del agua son retenidas por el suelo, que ejerce de este modo una acción mecánico-física, mientras que las materias solubles son mineralizadas por las numerosas especies microbianas á que antes aludimos, de las que son las mejor conocidas los microbios nitrificantes de Schlasing, Müntz, Winograsdky (acción biológica).

Las fases, pues, de la depuración por el suelo natural, ó sea de la transformación en materia mineral (nitratos) de la orgánica y nitrogenada en las aguas de alcantarilla contenidas son idénticas á las que se producen en la formación del agua de manantial, que procediendo de la lluvia ó del riego, se contamina al ponerse en contacto con las capas superficiales de campos y praderas, y de nuevo se depura á su paso á través de capas más profundas, que retienen esos gérmenes microbianos,

haciendo puras las aguas que las recorren, siempre que la capa de tierra tenga para ello el necesario espesor.

El papel de estos microbios ha permanecido ignorado hasta las revelaciones recientes de la ciencia biológica, origen de los modernos procedimientos de depuración artificial, que aprovechan y favorecen el trabajo microbiano, guiándolo á la más rápida destrucción de los resíduos de nuestras urbes.

La depuración por el suelo, es en realidad, por lo tanto, un sistema de *depuración biológica natural*, reservándose el nombre de *depuración biológica artificial*, para aquéllos procedimientos que aunque basados lo mismo que el *epandage*, en la labor de los microbios, suponen la domesticación, por decirlo así, de estos infinitamente pequeños, á los que se guía en su fecundo trabajo, con el que que puede conseguirse la *depuración completa*.

Depuración biológica natural.—*El sistema de «epandage» ó desparramiento. Filtración contínua y filtración intermitente.*—En el año 1865 promulgóse en Inglaterra una ley «prohibiendo verter en los cursos de aguas las materias conducidas por las alcantarillas, que no hubieran sido previamente depuradas», y á partir de fecha tan memorable para la higiene pública, quedó en dicho país obligatorio el empleo del sistema de depuración natural conocido con el nombre de *epandage* ó desparramiento, que venía aplicándose en Inglaterra desde el fin del siglo XVIII y había sido ya objeto de importantes perfeccionamientos, consecuencia de estudios experimentales llevados á cabo en Massachusets (Estados Unidos), Inglaterra y Francia por Frankland, Schlvesing, Durand, Clerye, Berthelot, Müntz y otros varios.

Fundaméntase, como hemos dicho, este procedimiento en la utilización de las funciones depurativas del terreno y del trabajo de los microbios que en grandes cantidades éste contiene, y consiste, en esencia, en verter las aguas residuales que tratan de purificarse en extensiones proporcionadas al volumen de aquéllas, confiando á la Naturaleza el cuidado de desintegrar y mineralizar las materias orgánicas y resíduos sólidos conducidos por las aguas de alcantarilla, que se recogen ya depuradas á cierta profundidad.

Venía creyéndose hasta fecha reciente que para una buena depuración por el suelo era imprescindible el cultivo, pero experiencias completísimas efectuadas en el *Jardin modèle* de la Villa de París, en Asnières, hace seis años, patentizaron que sobre un suelo desnudo de vegetación puede alcanzarse un *coeficiente de contaminación* muy poco elevado, siempre que se cumplan las dos condiciones esenciales para la normalidad del fenómeno de la depuración, que son: *facilidad de aireación y de*

circulación del agua. Con una buena aireación se establece la renovación constante del oxígeno que el suelo necesita para suplir el que consum la combustión de la materia orgánica del agua. Si la circulación del agua impura desde que se distribuye en la superficie del suelo hasta que llega á la profundidad donde es recogida se dificulta, el terreno no podrá actuar como filtro, reteniendo las substancias insolubles y especies microbianas; de aquí que el desplazamiento del agua en el suelo tenga que ser efectuado con sujeción á ciertas reglas para procurar el metódico movimiento circulatorio.

Aun siendo ya indudable que la depuración puede conseguirse en un suelo desnudo, continúa hoy usándose, como antes, en la casi totalidad de los casos combinada con la utilización agrícola, pues no hay motivo alguno para prescindir del valor fertilizante, desde la más remota antigüedad conocido, de las materias excrementicias y por lo tanto de las aguas de alcantarilla.

Según análisis y cálculos de Wolf y Lehmann, la totalidad de las aguas de alcantarilla que París con sus 2.700.000 habitantes produce, representa unos 20.000.000 de francos por año, valorando sólo los fosfatos y nitrógeno que contienen y de aquí que en Francia, en Inglaterra, en Alemania, en Bélgica, en todos los países, en un una palabra, se aproveche para el cultivo esta riqueza que las materias fecales y aguas de alcantarilla encierran. El problema estriba en hacer este *aprovechamiento racional, sin perjudicar á la higieae por favorecer más de lo justo la agricultura.*

Acabamos de indicar que las condiciones que deben buscarse para obtener una buena depuración por el suelo son: la aireación de éste y la facilidad en el movimiento circulatorio del agua, á través de las capas superficiales, y es, por otra parte, evidente que la potencia purificadora del suelo y por lo tanto el efecto práctico conseguido con la aplicación del *epandage* tiene que depender del número y vitalidad de los microbios que el terreno contenga, y de la calidad de las aguas residuales sometidas al procedimiento.

Los terrenos porosos, profundos y bien drenados, no dejándose atravesar demasiado rápidamente por el agua, son los más á propósito para la aplicación del *epandage*, con ó sin utilización agrícola; los arcillosos, compactos, impermeables al aire y poco absorbentes, no reunen las condiciones debidas; la arena, mezclada con débiles proporciones de arcilla, caliza ó humus, es preferible á la arena pura de grano fino; los calcáreos con grietas y hendiduras, exponen á segura contaminación las capas profundas y deben desecharse.

Los buenos terrenos no absorben más que de 10 á 11 litros de agua

de alcantarilla por metro cuadrado y día; el decreto de 30 de marzo de 1899, fija para la ciudad de París, como cifra máxima, 40.000 metros cúbicos por hectárea (10.000 metros cuadrados) y año; en Berlín, los terrenos arenosos de irrigación, á pesar de su buena calidad rinden 12.000 metros cúbicos por hectárea y año, ó, lo que es lo mismo, 3,29 litros por metro cuadrado y día. Este límite de 12.000 metros por hectárea y año ó, redondeando cifras, de 4 á 5 litros por metro cuadrado y día, se recomienda también como máximo, impuesto por las necesidades del cultivo, aunque en Brockton y algunas otras ciudades americanas, combinando cuidadosamente la utilización agrícola y la filtración por intermitencias, se han llegado á depurar 135 litros por metro cuadrado y día. De ordinario se toman una hectárea por cada 370 habitantes ó 27 metros cuadrados por habitante.

Para favorecer la aireación del suelo, recomiéndase preparar éste por medio de labores profundas, surcos, zanjas, etc. Para facilitar el movimiento circulatorio del agua, de alcantarilla, y con él su mejor depuración, conviene distribuir ésta, en *volúmenes pequeños, frecuentemente repetidos*.

Cuando se opera con grandes cantidades de agua, distribuídas á intervalos de tiempo alejados, una parte del agua impura desciende demasiado rápidamente hasta el fondo del filtro, pasando á los drenes sin la necesaria purificación.

Cuanto más frecuentes sean los riegos y por consecuencia hechos bajo menores dosis—dice el Dr. Rouchy en su interesante trabajo *Les eaux d'egout de París*, 1907—mejor se operará el descenso del agua por desplazamiento en todo el espesor del filtro, llegándose en consecuencia al mayor rendimiento de éste cuando se pueda hacer una distribución de agua absolutamente contínua, *con la condición indispensable de asegurar una aireación suficiente*. Esta condición es muy difícil ó por mejor decir prácticamente imposible de obtener con la distribución contínua, sobre el suelo natural y hay que realizarla artificialmente (por los medios que indicaremos) acudiendo para que esa necesaria aireación no falte á la *filtración intermitente*, pues de lo contrario el suelo se *colmata* rápidamente por los barros que se acumulan en el fondo de las canales por donde el líquido circula, la penetración va haciéndose más difícil y la depuración más incompleta, reapareciendo el amoníaco, disminuyendo la cantidad de nitratos y aumentando la dosis de materia orgánica, haciéndose indispensable suspender el invertinente de aguas sucias, y remover el terreno para que vuelva después de aireado á recobrar su potencia depuradora. Reconocida esta necesidad de las intermitencias en la distribución del agua, hácese necesario disponer de grandes extensiones

de terreno para la práctica del procedimiento lo que constituye el principal inconveniente de este sistema, pues, refiriéndose, por ejemplo, á una población de 20.000 almas, exige una superficie de cultivo de 60 hectáreas como mínimo, para dejar á éste períodos de descanso, no haciéndolo víctima de las necesidades de la depuración; está demostrado que el verter contínuamente las aguas residuales llega además á transformar la superficie haciéndola pedregosa é impropia para el cultivo.

Estas superficies tan extensas no son fáciles de encontrar en la inmediación de las poblaciones, y además necesitan ser preparadas con canalizaciones y drenajes, resultando de aquí, que el *epandage* agrícola pierde casi siempre las condiciones de sencillez y economía con que de ordinario se le presenta, habiendo que acudir muchas veces á la filtración intermitente ó á más modernos y recomendables procedimientos, de que más adelante nos ocuparemos.

Resulta, en resumen, que el completo aprovechamiento de los productos del sewage, es imposible en la práctica, y hay, ó que tender á sacar el mayor partido de la instalación de *epandage*, en beneficio de la higiene, en cuyo caso, la utilización agrícola, juega papel secundario y debe subordinarse á las exigencias de aquél, ó perseguir como fin principal que el cultivo saque el mejor partido del sewage, en cuyo caso la depuración debe subordinarse al cultivo y es imperfecta higiénicamente; no es raro para combinar ambas conveniencias de la depuración y del cultivo, que las ciudades donde el *epandage* se practica dispongan como París de zonas extensas, del dominio municipal, donde se viertan la cantidad del sewage que en cada época convenga, pero aún así es evidente que se desaprovecha una parte de la riqueza que las aguas contienen.

No hay duda que higiénicamente, lo que interesa, es considerar como accesorio el cultivo, no vertiendo en el terreno más sewage, que la cantidad que éste es susceptible de depurar por completo y que desde dicho punto de vista la depuración de las aguas de alcantarilla por el procedimiento del *epandage*, desparramamiento ó biológico natural es altamente recomendable, allá donde se disponga de extensiones adecuadas de terreno apto por su naturaleza para realizar el sistema, combinado ó no con el cultivo.

Desarrollo y organización de los campos de «epandage» ó «depuración biológica natural».—En Francia pasan de 30 ciudades las que practican el *epandage* agrícola, entre ellas Reims y París, cuyos colectores conducen diariamente 600.000 metros cúbicos de *sewage* á los campos de *epandage* de Gennevilliers, Achères, Mery-Pierrelape y Carrières-Triel, sumando un conjunto de 1000 hectáreas; en Alemania, Berlín, Dantsig, Breslan, Fribourg y otras poblaciones

de menor importancia, lo utilizan también; en Inglaterra exceden de 100 las ciudades que usan el *epandage*, notándose marcada tendencia á substituir por él la depuración química; en los Estados Unidos del Oeste, donde el agua tiene un gran valor para la agricultura, el *epandage* se ha desarrollado extraordinariamente.

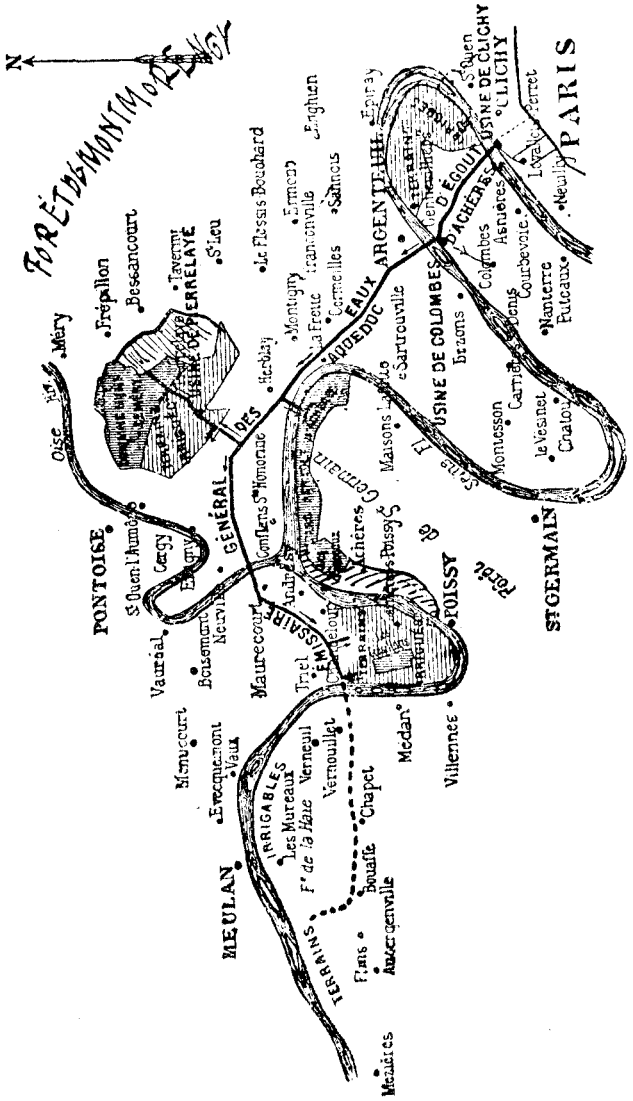
Como ejemplo de organización de estos campos de *epandage* ó *desparramiento* con utilización agrícola, indicaremos, en líneas generales, la de los que reciben el agua de alcantarillado de París, que están en funciones desde 1899, siguiendo el curso de estas aguas desde su desembocadura de los colectores hasta su invertimiento en el Sena, una vez sufrida la depuración en los ya citados terrenos irrigables de Gennevilliers, Achères, Mery-Pierrelape y Carrières-Triel, sumando en total 5000 hectáreas, de las que 1620 son del dominio municipal, que las cede en arrendamiento, y las 3380 restantes pertenecen á cultivos libres. Los tres grandes colectores de París, el de la orilla derecha ó de Asnières, el de la orilla izquierda ó colector Marceau y el nuevo colector de Clichy, terminan en la fábrica elevadora de Clichy (fig. 53), donde, antes de pasar á las tuberías de aspiración de las bombas, se decantan en extensos estanques á la llegada, en los cuales existen rejillas de barrotes que detienen los cuerpos flotantes, como papeles, pajas, hojas, etc., los cuales son extraídos por medio de grandes rastrillos accionados mecánicamente.

En dichos estanques se depositan por decantación las arenas y fangos que las aguas arrastran en gran cantidad, extrayéndose dichos productos por medio de dragas eléctricas que los recogen del fondo de aquéllos, depositándolos sobre vagones ó barcas apropiadas.

La instalación mecánica de la fábrica comprende cuatro máquinas de vapor horizontales, accionando cada una, una bomba centrífuga; las cuatro bombas, que tienen potencia para impulsar un volumen de 2000 á 2500 litros por segundo á 6 metros de altura, rechazan una parte de las aguas que á las tuberías de aspiración pasan desde los estanques, hacia los terrenos de Gennevilliers por conductos especiales colocados bajo los paseos del puente de Clichy, y la otra más importante hacia la fábrica de Colombes, atravesando el Sena por medio de un sifón y á cielo abierto los terrenos del bucle de este nombre.

En la fábrica de Colombes, las aguas sufren nueva decantación antes de pasar á las tuberías de aspiración de las bombas, capaces de impulsar 6800 litros por segundo á más de 40 metros de altura. Estas bombas impulsan por segunda vez las aguas, haciéndolas atravesar nuevamente el Sena por el puente metálico de Argenteuil en conductos forzados que se prolongan hasta un punto bastante elevado que domina todo el valle

del Sena hasta Nantes, donde vuelven á tomar un acueducto libre que se desarrolla por la orilla derecha, pasando por Cormeilles, La Frette, Herblay, Conflans, atravesando en sifón la depresión de Chennevières y



Croquis de conjunto, de los campos de «epandage» para el tratamiento de las aguas residuales de París.

Fig. 53.

el valle del Oise, y continuando hacia Triel por un largo subterráneo de 5 kilómetros bajo las alturas de l'Hantre; este acueducto se piensa prolongar sobre la orilla izquierda del Sena después de haberle franqueado cerca de Triel, hacia las llanuras de aluviones de Muraux.

El emisario general, cuyo trazado acabamos de señalar, es capaz de llevar un gasto de 9,75 metros cúbicos por segundo (más del doble del actual de los colectores parisienses); mide, desde Clichy á Triel, una longitud de 28 kilómetros, dominando 8.000 hectáreas de terrenos irrigables; su pendiente en las partes donde el agua se desplaza libremente es de 0,50 metros por kilómetro, y su sección, siempre circular, tiene en conducto libre 3 metros de diámetro interior, mientras que en conducción forzada, el acueducto está formado unas veces por un tubo único de 2,30 metros de diámetro, como á la salida de Clichy para atravesar el Sena, otras de cuatro conductos de 1,10 metros, como á la salida de la fábrica de Colombes sobre el puente-acueducto de Argenteuil, y otras de dos conductos de 1,80 metros, como en la planicie de este nombre. De este emisario general se destacan tres ramales: el 1.° á la izquierda, á los 14.422 metros del origen que sirve el parque agrícola de Aschères, desciende al valle de Herblay, atraviesa el Sena en sifón y termina en la red de distribución; está compuesto por dos conductos forzados de un metro de diámetro cada uno; el 2.° ramal, que es el de Mery, arranca á los 16.846 metros por la derecha; está constituído por un conducto libre de 2 metros de diámetro y 0,60 de pendiente; destaca á su izquierda un nuevo ramal denominado de «Courlins» del mismo diámetro y 1,60 metros de pendiente por kilómetro y termina en la fábrica elevadora de Pierrelaye, que eleva las aguas (1.200 litros por segundo á 25 metros) para poder irrigar 1.200 hectáreas por medio del nuevo ramal de Mery en este término municipal. Finalmente, el ramal de Carrières, de 2 metros de diámetro interior y 0,15 por kilómetro de pendiente, y la extremidad del emisario general, alimentan los terrenos irrigables de la casi isla de Carrières. Para mayor seguridad, todos los conductos forzados se encierran en galerías á la proximidad de los centros de población.

El detalle de uno de estos campos, con su red de distribución, puede verse en la figura 54, que se refiere al de Gennevillieres.

La red de distribución de sewage comprende: 1.°, los conductos principales, que son de mampostería ó de hormigón, con diámetros variables entre 1 metro y 1,25; 2.°, conductos secundarios, de 0,45 á 0,60 metros de diámetro, representando un desarrollo de 55 kilómetros; 3.°, ramales (cerrados por llaves) (fig. 55) que llevan el sewage á las parcelas del terreno donde se distribuye por medio de canales y surcos en forma tal que el agua de alcantarilla, empapa la capa arable, baña las raices de las plantas sin cubrir el suelo, ni tocar los tallos, ni las hojas, practicándose así el riego por *infiltración*.

El sewage filtra en el terreno y es recogido por la *red de drenaje*, formada por tubos de hormigón perforados de 0,30 á 0,45 metros de

diámetro, colocados á unos 4 metros de la superficie del suelo; la longitud de drenes se eleva á cerca de 12.000 metros y por ellos se conduce al Sena el sewage, ya depurado. Análisis constantes demuestran el alto grado de purificación obtenido, del que también es prueba palpable la vida de peces en estanques de los jardines públicos servidos por tales aguas.

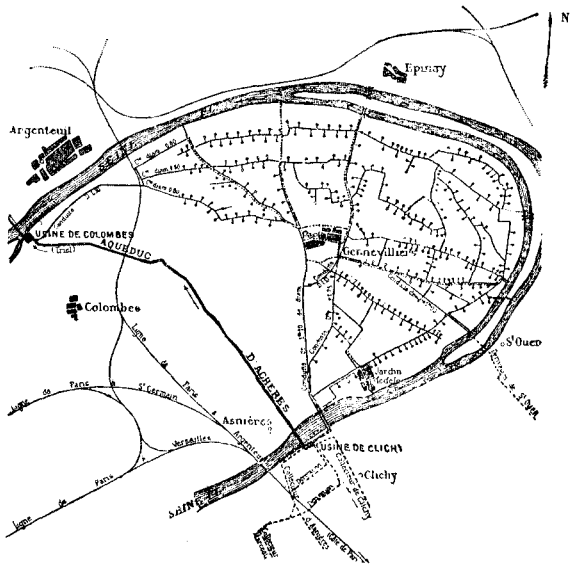


Fig. 54.

La superficie regable sufre en éste, como en los demás campos de epandage de Francia, crecimiento constante; en 1872 era de 50 hectáreas, que se elevaban á 450 en 1880, para pasar hoy de 900, cifra que patentiza el éxito de la operación, pues cada cultivador es libre de adquirir el agua de alcantarilla así depurada en la cantidad y época que le convenga.

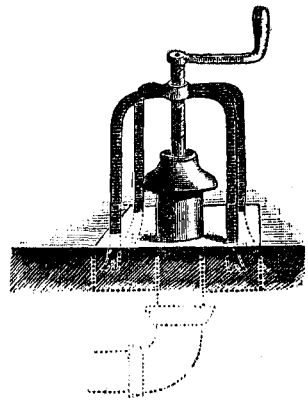


Fig. 55.

En la actualidad, los campos de depuración de París, canalizados y provistos de todos los órganos de la distribución, se elevan á 5.000 hectáreas, de las que corresponden 900 á Gennevilliers, como hemos indicado, y 1.000 al Parque agrícola de Achères; 2.150 al de Mery-Pierrelaye y 950 al de Carrières-Triel, cuyas 5.000 hectáreas pueden depurar á la dosis legal de 40.000 metros cúbicos por hectárea-año, 5.000 $\times$ 40.000 = 200.000.000 de metros cúbicos de aguas de alcantarilla anualmente. Esta agua no se distribuye en los campos de una manera contínua, sino que la irrigación es sistemáticamente intermitente, no sometiéndose cada día al «epandage» más que la cuarta parte como máximo de la superficie del campo. De este modo se obtiene un funcionamiento del sistema

que puede calificarse de perfecto, según patentiza el cuadro que insertamos á continuación, y el cultivo no recibe más agua que la que á su naturaleza conviene.

RESULTADO *de la depuración de las aguas de alcantarilla de París por el sistema de epandage sobre suelo cultivado (experiencias del Laboratorio afecto al Observatorio de Montsouris, 1907).*

	Materias orgánicas.	AZOE			Bacterias.
		Nitroso.	Nítrico.	Amoniacal	
Colector de Asnières.....	39,4	0	2,2	16,7	11.750.000
Agua depurada.					
Drenes de Gresillons.....	1,2	0	27,3	0	1.175
Idem de Nollers.....	0,9	0	15,3	0	188
Idem de Garennes.....	1,8	0	15,0	0	2.350

Coeficiente de contaminación < 1.

El resultar menor que 1, ó sea negativo, el coeficiente de contaminación indica que el agua de alcantarilla, al verterla al Sena así depurada, *es más pura* que la de este río en la presa de Suresnes, donde la *Compagnie Generales des Eaux* la toma para alimentar las comunes de Asnières, Colombes, etc., sumando una población de 50.000 almas, argumento incontrovertible para patentizar la eficacia del sistema que nos ocupa. Desde el punto de vista económico, los resultados obtenidos con el epandage son notables: basta indicar que los terrenos arenosos de Achères y Triel que se alquilaban á 20 y 30 francos la hectárea antes de practicar en ellos el epandage, se alquilan hoy á 130 y 150 francos, y que en Gennevilliers la hectárea ha subido en venta de 500 francos á ¡15.000!, resultando en definitiva que las aguas de alcantarilla de París han enriquecido los campos en que se vierten, cuyos poseedores, lo que nada tiene de extraño, comenzaron por oponerse tenazmente á recibirlas en sus campos; pero, en cambio, la propiedad inmediata á ellos se ha depreciado bastante, pues los malos olores despedidos son muy desagradables, y por otra parte los insectos que pululan en épocas de calor por los campos de irrigación pueden transmitir á grandes distancias con sus patas gérmenes infecciosos como el bacilo tífico, el tuberculoso, el vibrión colérico, etc. Bueno será antes de terminar con el epandage, decir dos palabras sobre la naturaleza de los cultivos que admite y estado sanitario de las comarcas que de él se aprovechan, asuntos objeto ambos

de recientísimos estudios é informes, mediante los cuales ha podido comprobarse:

1.° Que el empleo del agua de alcantarilla como abono, no ejerce sobre la salud pública ninguna influencia perjudicial (conclusiones de M. Bertillon).

2.° Que los terrenos de epandage admiten igualmente el cultivo de forrajes, legumbres, hortalizas, etc., que el industrial (remolacha, patatas, pastos, etc.).

3.° Que los forrajes, que se dan en extraordinaria abundancia (cuatro ó cinco cortes por año), aunque un poco ordinarios, resultan muy acuosos y convienen al ganado.

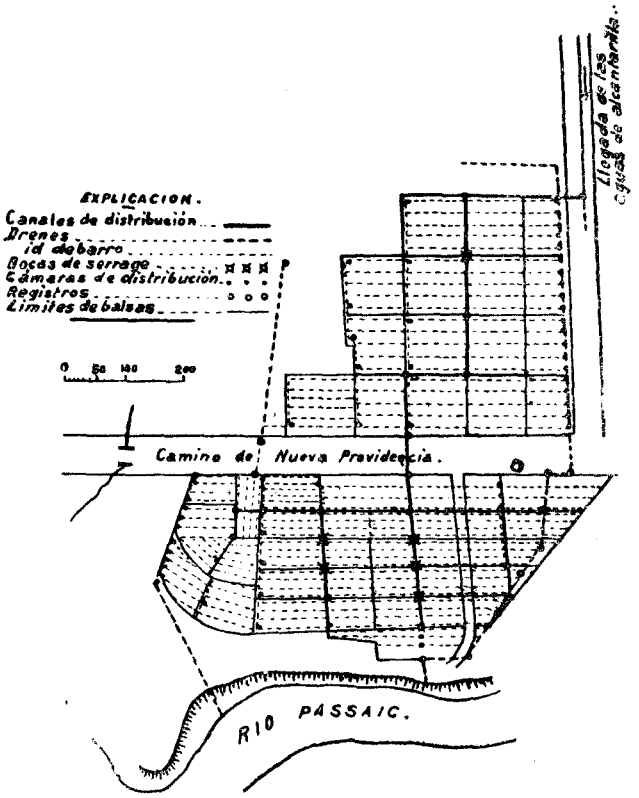
4.° Que la leche procedente de vacas alimentadas con forrajes cultivados en terrenos de epandage, tiende á agriarse y quedar pútrida antes que la obtenida de vacas de alimentación corriente, debiendo en consecuencia aquélla *ser consumida* tan rápidamente como sea posible, á menos de hervirla, lo que permite prolongar su conservación (experiencias de los profesores MM. Lawes, y conclusiones de los Drs. Smeet y Calmette, en 1906, ante la Sociedad de Medicina pública de París).

5.° Que debe proscribirse la venta de las legumbres ó frutas cultivadas en campos de epandage, destinadas á ser comidas en crudo (decretos ministeriales de 1902 prohiben esta venta en Francia), no habiendo lugar á dicha prohibición con las que han de ser cocidas á la cocción, por purificarse al efectuar esta operación.

El epandage con filtración forzada.—En el camino de la reducción de esas grandes extensiones de terreno que se necesitan para la práctica del sistema de depuración biológico-natural, merece citarse en primer término, el sistema de epandage con filtración forzada, sobre un suelo adecuado, constituído artificialmente.

El procedimiento que se comprende sólo puede ser recomendable en casos especialísimos, ha arraigado algo en los Estados Unidos á partir de las experiencias de Lawrence (Massachussets) en 1888, en las que quedó plenamente probado se podría forzar el rendimiento depurador del suelo, es decir, depurar sobre la misma superficie un volumen mucho mayor de aguas de alcantarilla, siempre que este suelo fuera arenoso y se le sometiera á largos períodos de reposo, permitiendo la aireación de la arena en toda su masa. Bien se comprende que no es fácil encontrar terrenos de tan especial naturaleza, ni posible con economía constituir artificialmente una capa de arena gruesa, que precisa por lo menos tenga un espesor de dos metros, capa que juega el papel de verdadero filtro. Por eso el sistema, que exige al terreno condiciones especiales de naturaleza, de extensión, de emplazamiento y de nivel, es de aplicación

limitadísima y representa en realidad una transición del procedimiento de depuración biológica natural, á los de depuración biológica artificial, que necesitan superficies filtrantes muy inferiores á las extensas del que tratamos, aun siendo éstas, como promedio, diez veces menores que las de epandage agrícola, pudiendo llegar como máximun á metro cuadrado por cada 135 litros. A título de ejemplo damos en la figura 56 el croquis de la instalación de este sistema, que funciona en Malboroug (Estados



Croquis de la instalación de Malborong del sistema de depuración natural con filtración forzada.

Fig. 56.

Unidos) población de 14.000 almas, que produce de 2.000 á 3.000 metros cúbicos de sewage diario. Este sewage llega por un colector de gres al depósito de decantación, del que arranca un tubo de fundición de 0,38 metros de diámetro, extendido á lo largo del lado más elevado del campo de irrigación; de este tubo parten otros paralelos de 0,25 metros,

también de fundición, que lo distribuyen por los diversos pisos ó recuadros laborables, que llenan á voluntad y alternativamente. El fondo de estos recuadros está drenado con tubos de 0,10 metros, espaciados á 15 metros de los drenes colectores; tienen 0,40 metros. Cuando estos recuadros, que son verdaderos filtros, se encuentran muy cargados de los sedimentos que las aguas de alcantarilla arrastran, se remueve la superficie, laborando la tierra con el rastrillo, regenerándose con ello dichos filtros.

Podemos resumir cuanto llevamos dicho sobre la depuración biológica natural, indicando que el procedimiento es desde luego muy bueno higiénicamente por el grado de depuración que permite cuando se aplica en campos situados á algunos kilómetros de distancia de las urbes, y no se destina al cultivo, pero que exige disponer de extensiones de *terreno apropiado*, tanto más grandes, cuanto mayor es el volumen de agua de alcantarilla á tratar, sin supeditarlo nunca á las exigencias del cultivo, y que por éste y otros defectos menos importantes, como los de ser dificilísimo encontrar terrenos de perfecta homogeneidad en toda su extensión y no poder contar con una depuración en todo tiempo constante, pues precisamente en época de lluvias los terrenos filtran ó depuran menor cantidad de aguas de alcantarilla, siendo así que el volumen que llega á los campos es mayor, su aplicación tiene que ir decreciendo más cada día, toda vez que la práctica de los nuevos sistemas de depuración biológica artificial satisfacen en la misma medida las exigencias higiénicas son de aplicación más general, lo mismo á la depuración de grandes que de pequeños volúmenes de sewage y resuelven el problema más cómoda y económicamente.

VIII

DEPURACIÓN ARTIFICIAL

Todos los procedimientos de depuración artificial pueden incluirse en alguno de los grupos siguientes:

1.° Procedimientos mecánicos.
2.° Idem químicos ó mecánico-químicos.
3.° Procedimientos físicos.
4.° Idem biológicos ó bacteriológicos.

De escasa aplicación práctica los del 1.° y 3.° grupos, y de utilización cada día menor los del segundo (muy en boga, hasta que aparecen los del último); comenzaremos por el estudio de los biológicos, ya que su desarrollo extraordinario y su casi exclusiva aplicación en el porvenir les hace acreedores á un examen más detallado.

Procedimientos biológicos de depuración artificial.—En 1877 dos sabios franceses, Mr. Th. Schœsing y Mr. Müntz, demostraron que el fenómeno de la nitrificación era de orden biológico, debiéndose á organismos vivos (fermentos nítricos) y que por lo tanto las materias orgánicas en suspensión en las aguas residuales pueden ser oxidadas, solubilizadas y mineralizadas en seguida en forma de nitratos por seres vivientes, por microbios, contenidos en las mismas aguas. Estas ideas cuya bondad quedó patentizada por repetidas experiencias posteriores, hicieron comprender que el problema de la depuración biológica de las aguas, no era en resumen más que una aplicación de las fecundas y admirables teorías de la fermentación que había establecido desde 1861 el inmortal Pasteur. Esos fermentos vivos cuya existencia demostraron Schœsing y Müntz fueron aislados en 1890 por Winagrosdy.

En 1892, el químico consejero de la ciudad de Londres, Mr. Dibdin, ensaya por vez primera la depuración, por vía biológica, iniciando sus experiencias (basadas en la acción destructiva de los microbios frente á la materia orgánica) en Barking y continuándolas en la instalación de Sutton, construída exprofeso.

En 1895, el ingeniero de Exeter, Mr. Donald Cameron, somete las aguas residuales *(sewage)* á la fermentación en vaso cerrado, naciendo así el foso séptico ó *Septik Tank*, patentado por él en marzo de 1897.

A partir de esta fecha, los procedimientos biológicos para la depuración artificial de las aguas de alcantarilla comienzan á ser objeto de concienzudos estudios de químicos y bacteriólogos de diversas naciones

(Mrs. Scott-Moncriel, Sims Woodhead, Frank Clowes, Dr. Rideal, Whitaker, Fowler, W. Perkins, Mawbey, Hiram Mills, Kinnikut, etcétera, etcétera), y hasta el mismo higienista George Waring, que venía distinguiéndose por su tenacidad en combatir las teorías bacteriológicas, se bate en retirada, y en 1894 se asocia á Mr. Willianns para, reunidos, dedicarse á la explotación de la patente de este último, aplicable á dichas instalaciones bacterianas.

En 1899 el ingeniero sanitario de París, Mr. Bezault, director de la «Société génerale d'epuration et d'assainissement» (á quien nos complacemos en rendir público homenaje de gratitud por los valiosos datos que nos ha proporcionado) establece en Francia la primera instalación por dicho sistema (cerca de Dieppe), á la que siguen en 1900 y 1901 las de Gennevilliers y Achères, dirigidas por Mrs. Bechmann y Launay, desarrollándose ya el empleo de los procedimientos bacterianos en tal forma, tanto en Europa como en América, que sólo en el catálogo de la mencionada compañía de París, figuran cerca de 100 instalaciones para poblaciones comprendidas entre 7.000 y 600.000 habitantes, entre las cuales se cuenta Bilbao. Muy recientemente *La caisse nationale des recherches scientifiques* ha subvencionado al Dr. Calmette, director del Instituto Pasteur de Lille, para efectuar detalladas experiencias sobre los sistemas depurativos de las aguas residuales, en vista del movimiento favorable de opinión, iniciado por el *consortiun* de los propietarios ribereños de los ríos de la región del Norte de Francia (Deule, Marque y Lys), de acuerdo con la Unión de los sindicatos de pescadores, para promover una campaña en tal sentido, alarmados ante perjuicios que sus intereses sufrían como consecuencia de la contaminación de los cursos de aguas por el invertimiento en ellos de los resíduos de las ciudades y fábricas. Esos estudios comenzaron en Julio de 1902 instalándose, para efectuarlos, una estación experimental cerca de Lille, en territorio de la aldea La Magdalena, habiendo obtenido Mr. Calmette el concurso de Mr. Buisini, director de la escuela de química de la Facultad de Ciencias de Lille y de los profesores del instituto Pasteur Mres. Rolants, Marmier, Boulanger, Constant y Massol.

Desarrollo del proceso biológico. — *Papel de los microbios.* — Todos los sistemas de depuración biológica artificial están fundados en el mismo principio; en la utilización exclusiva de las acciones de los microbios ó microbianas para conseguir la disolución de las materias putrescibles de las aguas residuales, y su descomposición, hasta llevarlas al estado de elementos gaseosos ó minerales (agua, ácido carbónico, hidrógeno, nitrógeno, formeno, nitratos, etc); existen, por consecuencia, en todo proceso de esta especie, las tres fases siguientes:

1.ª La separación por decantación de todas las materias imputrescibles, como la arena, grava, piedras, escorias, trozos de carbón, etc., etc.

2.ª La desagregación y solubilización de las materias orgánicas por fermentación, dando lugar á una gasificación parcial.

3.ª La oxidación ó nitrificación de estas materias orgánicas solubilizadas.

Para que estas fases se realicen, precisa disponer:

1.º De uno ó varios depósitos de decantación, donde se depositen las materias flotantes que las aguas puedan arrastrar y los resíduos sólidos no putrescibles.

2.º Un depósito ó cámara en condiciones adecuadas para que la fermentación pueda tener lugar en condiciones favorables (foso ó tanque séptico).

3.º Lechos ó albercas llenos de materias filtrantes que reciban el líquido afluente de las cámaras de fermentación y le permitan airearse, para conseguir la oxidación y nitrificación de la materia orgánica, previamente fijada sobre los referidos materiales (lechos de oxidación ó bacterianos, de filtración contínua ó intermitente).

En la primera fase (decantación), no juegan papel alguno los microbios, siendo la acción efectuada puramente mecánica; en la segunda (disolución y fermentación), el trabajo principal es producido por los microbios anaerobios, denominados así por vivir fuera del contacto del aire; en la tercera (oxidación y nitrificación), son otra especie de microorganismos los que intervienen: los aerobios, ó que trabajan gracias al oxígeno que roban al aire atmosférico. En la segunda y tercera fase desempeñan misión secundaria otra clase de microbios de la fermentación, denominados *anaerobios facultativos*, que viven con ó sin aire.

En los *depósitos de decantación* las aguas entran con velocidad muy pequeña y las materias imputrescibles (minerales), en virtud de su mayor densidad, caen al fondo, siendo detenidos por las rejillas colocadas en la entrada los cuerpos flotantes; consíguese así que sólo las materias orgánicas flotantes, las cuales quedan en la superficie del líquido, pasen á los *fosos sépticos* ó cámaras de fermentación anaeróbica.

En estas cámaras se crean zonas diferentes por contener los líquidos que á ellas llegan mayor ó menor cantidad de materias orgánicas en suspensión, y, por consecuencia, densidad más ó menos grande, siendo estos cuerpos en suspensión atacados por los microorganismos que los reducen de complejos á cuerpos simples, líquidos y gaseosos, como el agua, el ácido carbónico y el amoníaco, viviendo á sus expensas y formando, por lo tanto, esos cuerpos complejos parte esencial de la constitución de tales bacterias, cuyas secreciones, bajo forma de diastasas, contribuyen

también á reducir las moléculas de las materias albuminoideas. En esta desorganización de la materia van ya al fondo de la cámara las substancias pesadas, mientras que las ligeras flotan, formando en la superficie una costra *que protege de la acción del aire y de la luz las capas líquidas inferiores*, comenzando ya entonces el trabajo de los microbios de la fermentación, que he aquí cómo describe el Ingeniero Bezault, verdadera autoridad en la materia (por estar hace largo tiempo dedicado al estudio teórico y al experimental de la depuración biológica en su instalación de Clichy-sur-Seine, unida al colector central de la orilla derecha de París, y funcionando permanentemente desde hace cinco años), en su interesante Memoria sobre *Epuration des eaux d'egout et des eaux industrielles*, publicada en mayo de 1906:

«Estos microbios (los de la fermentación) pueden ser aerobíos; es decir, teniendo necesidad de aire, ó aneorobios; esto es, viviendo sin aire; las experiencias han demostrado que, según la naturaleza de los alimentos, intervenían ó no en la fermentación una tercera categoría de microbios.

»Así, las especies desarrolladas en los medios nitrogenados deben recibir el oxígeno, mientras que las especies desarrolladas en azúcares se pasan sin él perfectamente. Es claro, en efecto, que las materias orgánicas que llegan á las cámaras sépticas, llevan consigo oxígeno; estas materias suben en general al nivel superior donde están algo en contacto con el aire, y precisa, pues, que allí los trabajadores sean aerobios, mientras que en las capas inferiores, fatalmente privadas de aire y de luz, la fermentación no puede ser producida más que por los anaerobios.

»Cuando las zonas líquidas son enteramente desembarazadas de materias en suspensión y han reducido su densidad, serán impulsadas hacia la salida de la cámara de donde se evacuan por conductores colocados 0,60 metros por debajo de la superficie.»

El afluente de los fosos sépticos, desprovisto ya de las materias minerales, provinentes de la descomposición que se depositan en el fondo, y no conteniendo más que una muy débil dosis de materias orgánicas en suspensión, puede ser útilmente sometido en los *lechos bacterianos* á la nitrificación, conviniendo airearlo por medio de un pequeño salto al pasar á éstos desde los fosos sépticos.

En estos lechos (constituídos por depósitos descubiertos, en los que la capa filtrante de escoria, coque, machefer, ladrillos triturados, etc., alcanzan de ordinario de 1,20 á 1,30 de profundidad) tiene lugar el fenómeno de la *nitrificación*, operado por las bacterias aerobias, á las que sirven de soporte dichas capas, sobre las cuales se fija la materia orgánica disuelta, mientras el líquido los llena. En este momento debe dete-

nerse el desplazamiento de las aguas tratadas, dejando el líquido en reposo, con lo que se consigue aumente la actividad de los fermentos de la nitrificación, y que el nitrógeno amoníacal se transforme, mediante la oxidación, en nitritos, y después, y gracias á la aireación del filtro, éstos en nitratos, último término de la mineralización. Según la naturaleza de los líquidos sometidos al tratamiento, es preciso establecer lechos de primero, de segundo y hasta de tercer contacto, ó basta solamente con uno de éstos; pero de todas suertes el funcionamiento de todos es idéntico, variando tan sólo su capacidad, que puede reducirse á medida que el número de contactos aumente. El agua sale de los lechos bacterianos libre de toda substancia putrescible y tan completamente depurada, que no hay inconveniente alguno en dejarla filtrar en el terreno, verterla á los ríos ó aprovecharla para alimentación de las calderas de vapor, como sucede en la instalación de Bilbao, por ejemplo.

Como ha podido apreciarse por los anteriores párrafos, los microbios, los infinitamente pequeños que existen por millones en un centímetro cúbico de aguas residuales, realizan un trabajo, en la depuración de las aguas de alcantarilla, que el hombre al cabo de los años ha sabido utilizar ventajosamente, y así como hoy no tiene duda que el combustible hulla, no es más que una fermentación avanzada de la turba, cuya formación á su vez se debe á la fermentación fermética de los vegetales, verificada por los microbios descubiertos por Mr. Renault y Mr. Duclaux; que el pan, el queso, el tabaco, el vinagre, el forraje ensilado, no son sino productos de fermentaciones perfectamente conocidas, como fermentaciones son las que hacen desaparecer las basuras, cadáveres y resíduos todos de procedencia animal ó vegetal, así también resulta ya indiscutible, gracias á los adelantos de la ciencia biológica, que la depuración de las aguas procedentes de los usos domésticos y secreciones humanas (compuestos de materias hidrocarbonadas y nitrogenadas) es tan sólo un problema de fermentación que puede resolverse satisfactoriamente, y de hecho se resuelve, sin más que favorecer, ó cuando menos no dificultar el proceso de esta fermentación.

Es, en resumen, la depuración biológica artificial un procedimiento científico, que puede conducirse sin más que observar las leyes físico-biológicas que rigen los fenómenos de la fermentación, oxidación y nitrificación, presentando sobre la depuración natural por el suelo las ventajas grandísimas de necesitar para el tratamiento de las aguas de alcantarillas superficies hasta *100 veces menores* que las que precisan en los campos de epandage, de proporcionar un grado de depuración prácticamente constante y de exigir un gasto de establecimiento muy inferior al sistema de epandage. Por lo demás, las aguas depuradas artificial-

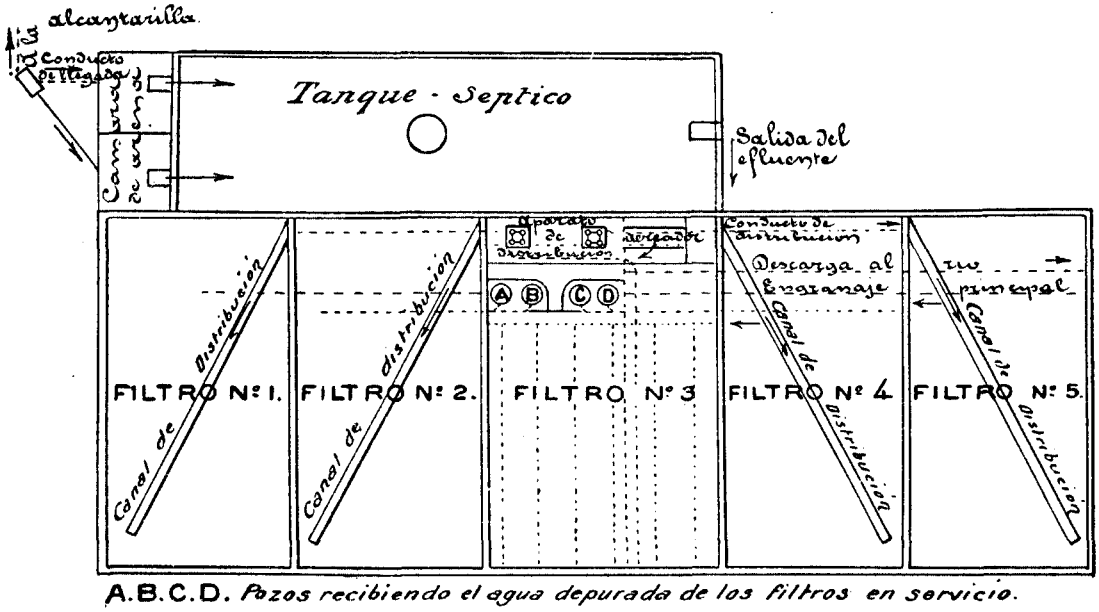
mente por vía biológica, como contienen principios fertilizantes pueden como el agua bruta ser empleadas, si así conviniera, para el cultivo, con la ventaja sobre ésta de ser más fácilmente asimilables por las plantas.

Estas beneficiosas condiciones explican el desarrollo extraordinario del sistema, del que Inglaterra, donde la *Rivers pollution Comisión* se encarga de hacer observar exactamente la ley de protección de los cursos de agua, lleva ya hechas más de 500 aplicaciones.

Tanques sépticos.—*Disposición general.*—*Capacidad.*—Hemos ya indicado desempeñan los fosos ó tanques sépticos en las instalaciones bacterianas, el papel de cámaras de fermentación.

El primer foso séptico conocido se debe al ingeniero de la ciudad de Exeter Mr. Donald Cameron, quien lo patentó en Inglaterra con fecha 2 de marzo de 1897. Consistía el «Septictank» de Cameron en un depósito impermeable, herméticamente cerrado al aire y la luz, provisto de un agujero de hombre en la cubierta para las limpiezas y de una válvula abriéndose de dentro hacia afuera para asegurar la salida de los gases; al foso séptico, se unían un pequeño depósito de decantación y un aireador, del que pasaban las aguas á los filtros bacterianos. Las figuras 57, 58 y 59 reproducen, en planta y cortes, la instalación experi-

INSTALACIÓN BACTERIANA DE BELLA ISLA (EXETER)



A.B.C.D. *Pozos recibiendo el agua depurada de los filtros en servicio.*

Fig. 57.

mental montada en Bella Isla (Exeter), por Cameron; desde la alcantarilla el agua á depurar llegaba á la cámara de arena, verdadero depósito de decantación, pasando desde éste al septic-tank cubierto, cuyo afluente seguía al aireador y filtros, en los que se distribuía convenientemente

Fig. 58.

por medio del sistema de canales señalado en la planta. Los pozos *A*, *B*, *C* y *D*, recibían el agua ya purificada á la salida de estos filtros.

Las modificaciones que posteriormente se han intentado llevar al foso séptico son tan insignificantes, que bien puede asegurarse persiste hoy la disposición recomendada por Cameron.

Existe acuerdo entre los bacteriólogos en afirmar conviene permanezcan las aguas en el foso séptico durante un plazo que se aproxime á veinticuatro horas, lapso de tiempo suficiente para que las bacterias ataquen á las materias en suspensión, reduciéndolas á cuerpos simples, apoderándose de algunas de sus moléculas para la propia alimentación y constitución, y dando lugar á la formación de líquidos y gases, parte de los cuales se disuelven en el líquido, almacenándose el resto en la parte superior del depósito ó foso séptico si éste es cubierto.

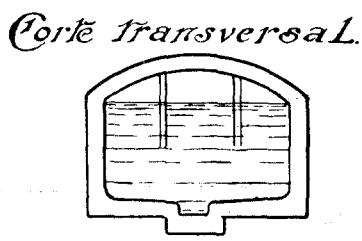


Fig. 59.

Multitud de experiencias parecen comprobar que para que la acción de las bacterias resulte eficaz, tiene que ser de corta duración, pues de lo contrario, el exceso de las propias secrecciones y de gases, producto del desdoblamiento de las materias complejas antes citadas, obraría sobre esas bacterias como un veneno, destruyéndolas.

En opinión de los especialistas, el detener apreciablemente por encima de las veinticuatro horas las aguas en el foso séptico, produce putrefacciones con exceso de gases perjudicial al fenómeno de la nitrificación, y el reducir el tiempo de permanencia muy por bajo del citado

plazo, impide avance lo necesario la solubilización de las materias orgánicas.

Acéptase en resumen, como medio, el plazo de veinticuatro horas para la detención de las aguas de alcantarilla en el foso séptico y, partiendo de esta base, calcúlase la capacidad de dichas cámaras que debe ser igual al volumen medio de los líquidos que llegan al foso en veinticuatro horas, siendo, por otra parte, evidente que este plazo varía algo, con la naturaleza de las aguas que tratan de purificarse, toda vez que la marcha y actividad de la fermentación depende de la composición de éstas.

Fosos sépticos abiertos y cerrados.—Hemos ya repetido que el foso séptico nació de la idea de Cameron, de someter las aguas residuales á la acción de la fermentación en vaso cerrado, y, por consiguiente, estas cámaras han venido siendo cubiertas para impedir la comunicación con el aire exterior. A pesar de esto, la necesidad de dar salida á los gases producto de la fermentación y no disueltos en la masa líquida, hace indiscutible la conveniencia de que existan chimeneas de ventilación, cuyo número ó dimensiones dependen del volumen gaseoso á evacuar, que á su vez es función de la capacidad de los fosos sépticos; hoy estas chimeneas existen en todas las instalaciones bacterianas cuyos fosos sépticos están cubiertos cualquiera que sea su importancia.

El análisis de los gases desprendidos de los fosos sépticos ha comprobado plenamente que aquéllos son inflamables y utilizables, por lo tanto, para su empleo en la calefacción y alumbrado.

Una media de diversos ensayos efectuados con los gases recogidos en la instalación de Clichy, acusa la mezcla siguiente en volumen:

Ácido carbónico	0,6
Metano ó gas de los pantanos	24,4
Hidrógeno	36,4
Nitrógeno	38,6
TOTAL	1000

Según el Dr. Calmette, la cantidad de gases producidos puede evaluarse como promedio en 8 metros cúbicos por cada 100 de aguas residuales, dato muy cercano al obtenido por el ingeniero Mr. Bezault en su instalación de Clichy, que alcanza con las aguas muy diluidas que recoge de París, 10 metros cúbicos de gas por cada 100 de agua. Un sencillo cálculo demuestra que se utilizaran los gases que podían recogerse en los fosos sépticos de la instalación Parisiense, donde diariamente se depuran 600.000 metros cúbicos de agua de alcantarilla, podría obtenerse,

vendiendo el metro cúbico de gas á 10 céntimos, la respetable cifra de 6.000 francos diarios.

No obstante la existencia de las chimeneas de ventilación, los fenómenos que caracterizan la fermentación en vaso cerrado, tienen lugar en los fosos sépticos provistos de aquéllas y hasta en desprovistos de cubierta, pues ya indicamos que al operarse la descomposición de la materia orgánica, las substancias ligeras se acumulan en la superficie del líquido, formando una costra protectora, que preserva el interior del contacto del aire y de la luz y precisamente, aprovechando tal protección, declaró ya en 1897 Cameron que los fosos podían ser abiertos, llegando actualmente el director del instituto Pasteur, de Lille, Dr. Calmette, á afirmar en su interesantísima obra *Recherches sur l'epuration biologique et chimique des eaux d'egout*, París, 1905, «que el gasto que supone la construcción de la cubierta en los fosos sépticos de grandes dimensiones, no está justificado por las ventajas con ella obtenidas».

Tan rotunda afirmación, aun hecha por la autoridad del prestigio indiscutible del Dr. Calmette, á raiz de una serie de ensayos realizados con el auxilio de la caja nacional de investigaciones científicas, y disponiendo de toda clase de elementos en la estación experimental de la Magdalena, construída exprofeso para dichos estudios, ha sido ruda y vigorosamente combatida por M. Bezault, que afirma han conducido á resultados inaceptables dichos ensayos, á consecuencia de las impropiadas disposiciones adoptadas, disposiciones que señaló y censuró con dureza el mencionado ingeniero ante la Sociedad francesa de higiene, en febrero de 1906.

El cuadro siguiente resume los mencionados análisis comparativos que han servido de base al Dr. Calmette para la afirmación antes mencionada:

MEDIAS *de los análisis practicados por el Instituto Pasteur, de Lille, desde el 1.° al 31 de mayo de 1905. Resultados en miligramos por litro.*

	Alcalinidad	Materias en suspensión.		Materias en solución.		Oxígeno absorbido.			Materias orgánicas dosificadas al permanganato en oxígeno.		Carbono orgánico en CO^2	Amoníaco en AzH^3		Nitratos en Az^2O^5	Nitritos en Az^2O^3	Cloruros en Cl
		Orgánicas	Minerales	Orgánicas	Minerales	En 3 minutos	En 4 horas	Después de fuertes de incubación á 30°	En solución ácida	En solución alcalina		Libre ó alcalino	Orgánico			
Agua bruta de la Madaleine	420	566	666	464	747	7,1	24,4	34,4	64,5	42,0	109	9,8	9,7	1,80	»	236
Afluente de la fosa séptica cubierta	410	25,7	27,9	507	708	8,2	24,5	34,7	57,0	40,0	128	12,1	10,8	1,20	»	243
Afluente de la fosa séptica cerrada	430	17,0	18,0	413	800	9,2	23,2	29,0	55,0	42,0	134	13,8	11,5	1,31	»	231

La dosis de materias en suspensión queda solamente un poco menor á la salida del foso cerrado—dice Calmette—; el carbono orgánico y el amoníaco se encuentran también allí con ligero aumento. En el foso abierto—prosigue—una pequeña parte de ácido carbónico y del amoníaco se escapa á la atmósfera, y la influencia de los vientos que agitan la superficie del líquido impiden algunas veces el depósito de las materias de débil densidad.

Los mayores fríos que hemos tenido que sufrir—agrega Calmette, para terminar—durante el invierno de 1904-1905, no han impedido jamás las fermentaciones anaeróbicas de nuestros fosos. El termómetro registrador, introducido en la masa líquida á 2 metros de profundidad, acusaba, como promedio, temperaturas de + 15°, cuando el termómetro al aire libre marcaba — 5° y — 7°.

Mr. Bezault entiende que los líquidos utilizados para las experiencias de la Magdalena, como muy cargados de aguas industriales, no son á propósito para tales ensayos, pues á consecuencia de la gran proporción que contienen de materias minerales en suspensión, no se prestan bien á la fermentación, y que en la comparación entre los fosos sépticos, abiertos y cerrados, se ha cometido una falta capital (que falsea por completo los resultados) de dejar en los primeros entrar el líquido por una brecha de toda la altura del foso, mientras que en los segundos el líquido penetra por un tubo colocado á cerca de 0,50 metros debajo de la superficie, con lo que resulta materialmente imposible á las materias flotantes entrar en el foso cerrado.

Por esta diferencia entre la naturaleza de los líquidos á tratar en el foso cerrado y en el abierto, se explica la diferencia entre materias orgánicas en suspensión encontradas en el afluente de ambos fosos, Mr. Bezault, quien, después de justificar la dificultad en la evaluación, dada la importancia del fenómeno de la fermentación en los pozos sépticos, toda vez que éstos trabajan á la fermentación y á la decantación, agrega: «Otras razones militan también en favor de la adopción de los fosos cubiertos, cuales son: evitar la propagación de las enfermedades contagiosas por las moscas é insectos de cualquier clase en contacto con los líquidos; no disminuir la acción anacróbica, lo que sucede cuando el viento y la lluvia obran directamente sobre la costra superficial; no hacen sentir las consecuencias del frío, que retarda la nitrificación de los lechos bacterianos; privar las instalaciones del mal efecto que á la vista producen esos depósitos llenos de materias en descomposición y suprimir los malos olores que á esas descomposiciones acompañan.»

Resumiendo lo anterior, y mientras en discusión tan interesantísima no aparezcan nuevos argumentos que fortalezcan el fundamento de la opinión del Dr. Calmette, creemos con el ingeniero Mr. Bezault, que las ventajas que se obtienen con cubrir los fosos sépticos compensan, con exceso notable, el coste de la cubierta, que, por otra parte, es muy reducido, si se emplean para ella materiales ligeros (cinc ondulado, Ruberoid, pizarra artificial). Es conveniente agregar que, cuando se trata de instalaciones á corta distancia de edificios habitables, el sólo hecho de los malos olores excluye de una manera absoluta el empleo de los fosos sépticos abiertos, debiendo darse la ventilación á los cerrados por medio de chimeneas, terminando á mayor altura que las cubiertas de dichas construcciones.

Lo mismo los depósitos de decantación que los fosos sépticos precisa en las instalaciones bacterianas, sean impermeables prácticamente para evitar la contaminación del terreno que les rodea, toda vez que las aguas

que en unos y en otros se detienen no han sufrido aún más que un principio de purificación.

Conviene dar á los tanques sépticos la forma rectangular, limitando como máximum su altura en 3 metros; la del depósito de decantación es indiferente técnicamente. Desde éste las aguas pasan al foso séptico por medio de una tubería, desembocando de 0,80 á 1 metros por debajo de la superficie del líquido para impedír la entrada del aire y la formación de remolinos en la masa en fermentación. Cuando acometen al depósito de decantación de aguas pluviales además de las fecales, se debe disponer en aquél un vertedero que permita en tiempo de avenidas conducir á á instalaciones complementarias el sobrante líquido.

Los tabiques interiores *C D* (chicanes) de los fosos sépticos (fig. 60) tan recomendados por el Dr. Calmette para facilitar el depósito de las

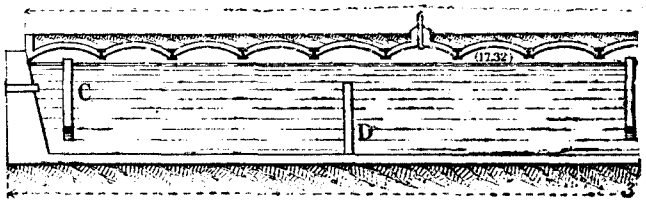


Fig. 60.

materias en suspensión, son condenados de una manera terminante por el ingeniero especialista Mr. Bezault, que los considera perjudiciales para la buena marcha de la fermentación, entre otras razones, porque retienen las materias en suspensión con grave perjuicio de la acción anacróbica, impiden la repartición uniforme de las substancias de que se nutren las bacterias, obligan al líquido encerrado en el tanque séptico á recorrer en el mismo tiempo un camino mayor del necesario acentuando su movimiento circulatorio, y en lugar de favorecer como conviene el desarrollo de los microbios lo perjudican, pues la saturación de los primeros compartimentos produce toxinas bacterisidas (1).

A pesar de la existencia de los depósitos de decantación, pasan al tanque séptico algunas materias minerales que se acumulan en el fondo, en unión de las materias orgánicas de difícil ó lenta desagregación, for-

(1) Conviene hacer constar que la influencia del movimiento sobre la vida de los microbios está muy mal conocida aún, habiendo muchos bacteriólogos que como Leone, Gartner, etc., creen que el reposo y el movimiento no ejercen ninguna acción sobre la vida microbiana, por entender que dado el insignificante peso del microbio (milésima de milígramo) el movimiento de la masa de agua que lo contiene, debe de serles tan indiferente como el de la tierra que arrastra la masa de agua.

mando una capa cuyo espesor está probado no aumenta proporcionalmente al tiempo que el tanque lleva en servicio, pues mientras una parte de esta masa fangosa queda inatacada, otra muy considerable va siendo gasificada por los microbios, desde el momento que el foso séptico está en marcha normal, y otra se solubiliza y pasa con el afluente de salida.

Experiencias detalladas han arrojado un espesor de 0,25 metros en el depósito fangoso del fondo á los dos años de funcionamiento contínuo de los tanques, y un aumento de 0,10 metros en los tres años siguientes; pasado este espesor, los aumentos son tan poco sensibles que se calcula serían necesarios de quince á veinte años para que alcanzaran 0,60 metros y hubiera necesidad de extraerles.

Cuando los fosos sépticos tienen tabiques interiores, como éstos en realidad hacen de aquellos verdaderas series de cámaras de decantación, el depósito del fondo va disminuyendo en espesor desde el primero al último compartimento.

El análisis, después de secados á 100°, de los fangos extraídos en la estación experimental de la Magdalena, de los depósitos de decantación y de los tanques, arroja los siguientes resultados medios:

Depósitos de las cámaras de decantación	Materias orgánicas...	33,6
	Idem minerales..	66,4
	TOTAL.....	100
Depósitos de los tanques sépticos	Materias orgánicas...	38,8
	Idem minerales..	66,2
	TOTAL.....	100

En la composición media de las materias orgánicas contenidas en los fangos procedentes de las cámaras de arena de decantación, la dosis de materias grasas era de 2,96 y de 0,79 la de nitrógeno, mientras que estos mismos elementos se han encontrado en los fangos procedentes del tanque séptico en la cantidad de 5,566 de materias grasas y 1,424 de ázoe.

El análisis de la costra flotante que se forma en las fosos sépticos por la aglomeración de las substancias ligeras, producto de la descomposición de la materia, arroja la siguiente composición media:

Materias orgánicas.	48,00 por 100, de las cuales	Materias grasas.	15,44
		Azoe.....	2,01
Idem sin mezcla...	52,00 por 100.		

El espesor de esta costra desde que las fermentaciones se establecen en toda su actividad (un mes próximamente á partir de la puesta en

servicio del foso séptico), permanece constante, y como quiera que el volumen de las materias no disueltas acumuladas en el fondo crece con lentitud grandísima, deduce el Dr. Calmette la consecuencia de que «la suma de las materias que se disuelven en veinticuatro horas corresponde con escasa diferencia á la suma de las materias que se encuentran en suspensión en las aguas de alcantarilla, deducción hecha de las que retienen las rejillas de entrada á los fosos sépticos y las cámaras de arena».

Constitución y trabajo de los filtros bacterianos.—Anteriormente hemos indicado que el fenómeno de la nitrificación prodúcese en los filtros ó lechos bacterianos, á los que pasan las aguas residuales desde el foso séptico (figs. 61, 62 y 63), previamente aireadas, al obligarlas

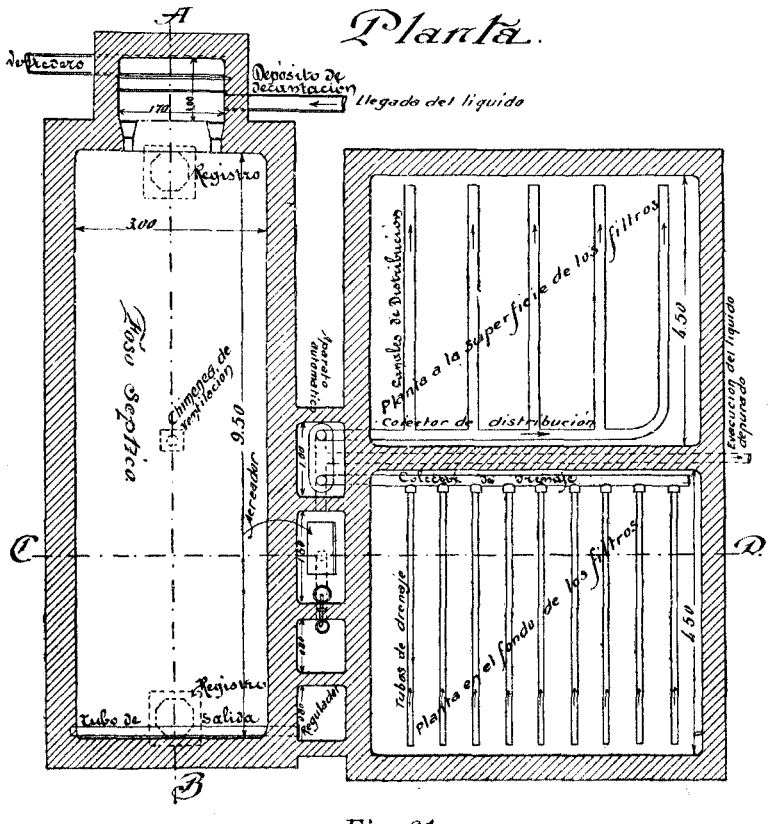


Fig. 61.

á descender en lámina delgada un par de escalones de 0,20 á 0,25 de altura para ponerlas en contacto con el oxígeno del aire que absorben en cantidad muy sensible.

Llenos los filtros del líquido afluente del foso séptico, las materias en solución y en suspensión se depositan sobre la escoria ó cuerpos filtrantes que sirven de soporte á las bacterias aerobias. Estos microorganis-

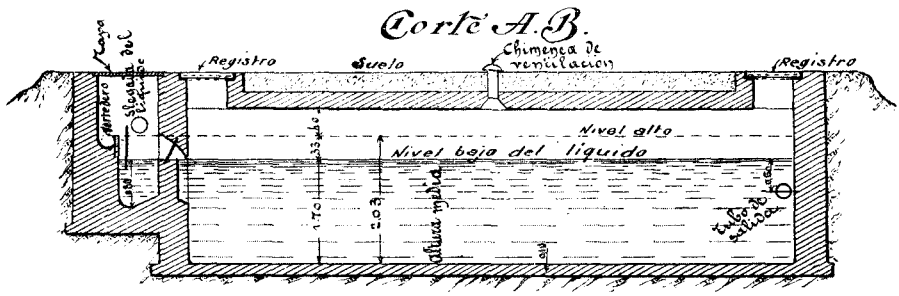


Fig. 62.

mos, ó fermentos de la nitrificación, atacan á las materias orgánicas, llegando al máximum de la actividad en su trabajo cuando el filtro está vacío, momento en el cual los fermentos nitrosos, por oxidación, hacen pasar el nitrógeno amoniacal á la forma de nitrito, que á su vez los fermen-

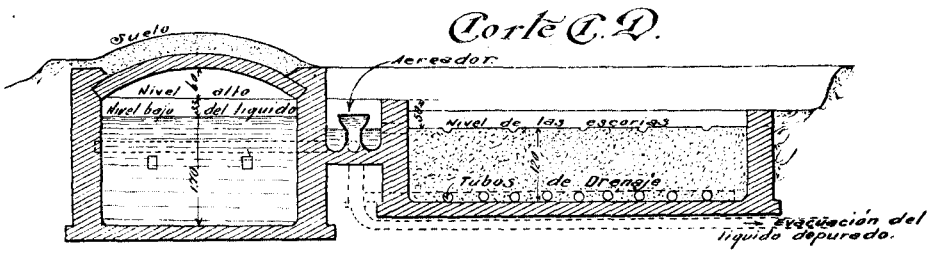


Fig. 63.

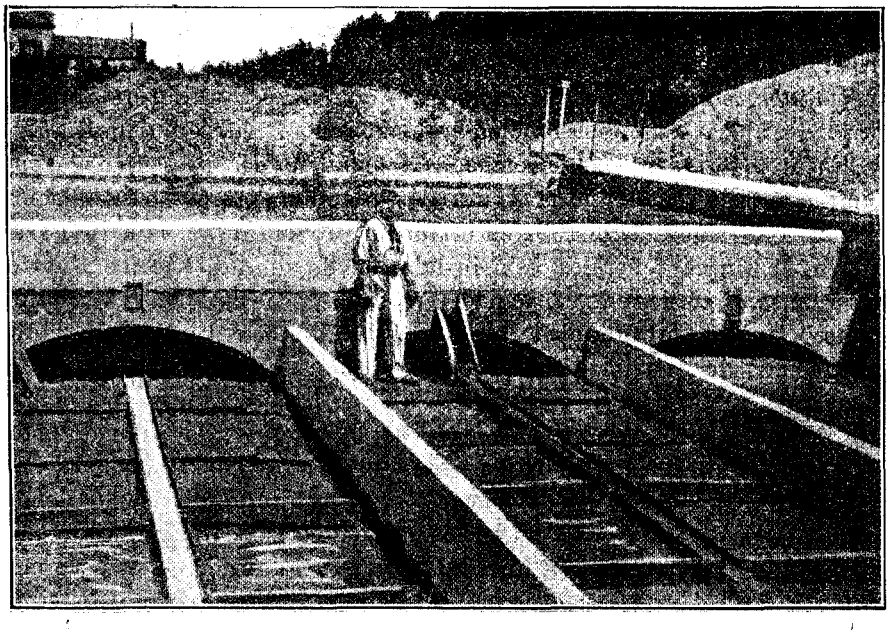
tos nítricos transforman en nitrato, último término de la mineralización.

Se recomienda dar á la materia filtrante una altura de 1,20 á 1,30 para aguas de alcantarilla de composición media; la superficie total de los filtros debe ser de 80 metros cuadrados por cada 100 metros cúbicos á tratar por día, y la capacidad líquida de los filtros $^1/_3$ de la capacidad total; conviene también llenar cada filtro tres veces cada veinticuatro horas, de modo que para 100 metros cúbicos á tratar, debe disponerse de dos filtros de 50 metros cúbicos cada uno.

Generalmente se regula el trabajo de los filtros de la manera siguiente: una hora para llenarlos, dos para el pleno contacto, una para vaciarlo y cuatro para el descanso y aireación; ó sea, en resumen, tres operaciones de ocho horas cada una en las veinticuatro del día.

Cuando las aguas residuales están muy poco diluídas, es conveniente una segunda filtración, y aún las muy concentradas exigen una tercera en filtros que se denominarán respectivamente de segundo y tercer con-

INSTALACIÓN DE LA VILLE DE PARÍS



Lechos de contacto con distribución accionada á mano.

Fig. 64.

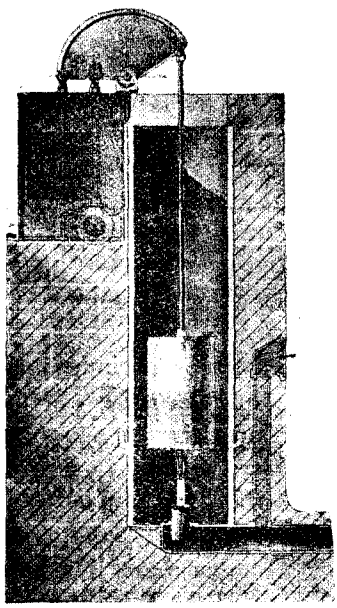
tacto, que funcionan igual que los de primero y cuyas dimensiones pueden prudencialmente reducirse. La superficie de los filtros para evitar su colmatado debe limpiarse una ó dos veces por mes.

Después de repetidos ensayos comparativos entre distintos materiales (coke, arcilla cocida, piedras porosas, grava, carbón, etc.), se ha comprobado ser el *machefer* el material más recomendable por su bajo precio y buenas cualidades para materia filtrante. Sin embargo, en una nota presentada á la Academia de Ciencias de París, con fecha 8 abril 1907, demuéstranse los buenísimos resultados que se alcanzan con la turba, como materia filtrante, para aguas residuales, cuya concentración no exceda de 200 milígramos de ázoe por litro. La carboferrita, que es un carbonato de hierro natural calcinado, que parece se usa bastante en Inglaterra, es de condiciones inferiores y más caro que el machefer, substan-

cia muy dura y que resiste perfectamente á las inmersiones repetidas, hasta el extremo de haber filtros que llevan ocho años en servicio no interrumpido sin renovarse dicha materia filtrante.

Aparatos de distribución.—En la depuración biológica artificial influye mucho la regularidad en el trabajo de las bacterias, y de aquí que en toda instalación de alguna importancia no se conformen los especialistas con regular el paso de las aguas residuales del foso séptico á los filtros de primer contacto, y de éstos á los de segundo por medio de compuertas accionadas á mano y acudan para obtener esa uniformidad y seguridad á aparatos de distribución automática llamados «distribuidores».

Entre las disposiciones accionadas á mano, puede presentarse como ejemplo la representada en la figura 64, que funciona en la instalación para ensayos, montada el 1902 en el Jardín Modelo de la Ville de París. Consta, en líneas generales, esta inslalación de un foso séptico abierto, de 120 metros cúbicos de capacidad (8,40 metros de longitud × 8,05 de ancho × 1,80 de profundidad), en el que permanecen veinticuatro horas las aguas de alcantarilla, distribuyéndose después sobre tres *lechos* ó *filtros de contacto* á razón de 250 litros por metro cuadrado de superficie. Cada uno de estos filtros tiene 11,55 metros de largo × 2,71 de ancho × 0,8 de profundidad, estando llenos, el primero, de escorias del tamaño de una nuez; el segundo, de guijarros un poco más gruesos; el tercero; de arena. La distribución se hace por medio de un canal de madera *C* que conduce el afluente del foso séptico voluntariamente sobre cada uno de los tres lechos de contacto, que están provistos de otra canal en el sentido de su eje mayor, y perpendicularmente á ella otras de 1 metro de longitud distanciadas 1 metro de las que por derrame pasa á los lechos. Desde los drenes del fondo de los lechos, el agua, ya depurada, se conduce al Sena.



Distribuidor modelo A de la Septik-Tank Company.

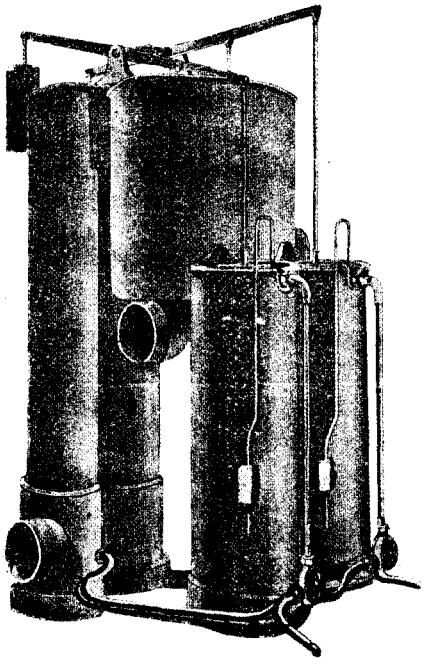
Fig. 65.

Entre los aparatos destribuidores automáticos son los más usados los Adams y los de la Septik-Tank Company.

Los modelos **A** y **B** de esta última sociedad se emplean para el funcionamiento de un sólo filtro: el **A** (fig. 65) lleva dos flotadores provistos de varillas accionando válvulas y unidas por un balan-

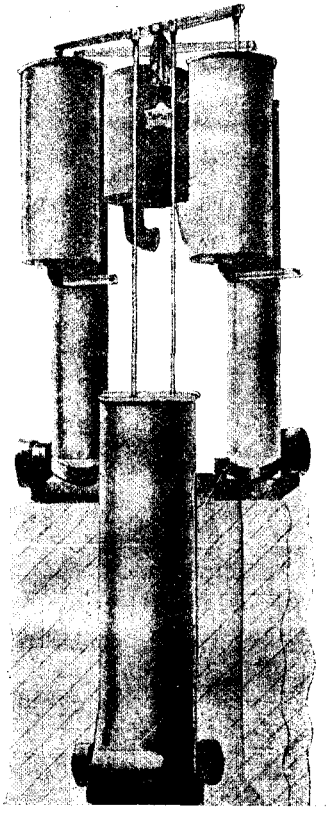
cín, de modo que el nivel del agua ocasiona la apertura ó el cierre de los conductos de entrada y salida. El funcionamiento del sifón en el modelo **B** (fig. 66) está basado en la compresión del aire entre dos capas líquidas, como para la descarga automática.

Para el servicio de dos ó cuatro filtros se usa el modelo **E** (fig. 67) que descansa en el principio de la báscula hidráulica; un filete de agua produce en cierto tiempo el volumen necesario para hacer bascular por su peso una palanca que abre una compuerta, al propio tiempo que cierra



Distribuidor modelo **B**

Fig. 66.



Distribuidor modelo **E**

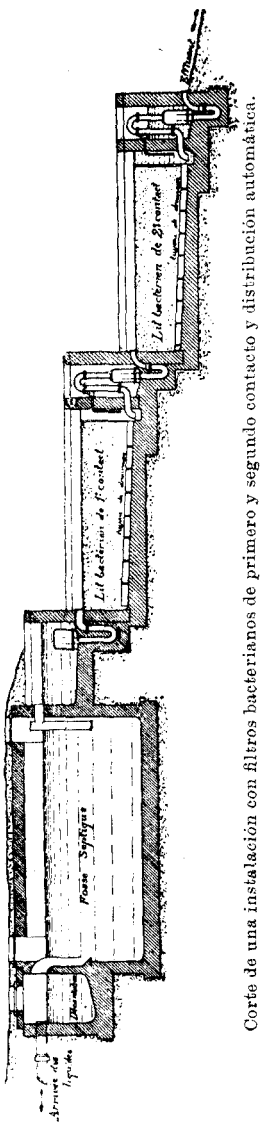
de la Septik-Tank Company.

Fig. 67.

otra; con tal aparato puede asegurar el trabajo regular de cuatro filtros, de los cuales, el primero se llena, el segundo está lleno, el tercero se vacía y el cuarto está en descanso. En la figura 68 representamos el corte longitudinal de una instalación con filtros bacterianos de primero y segundo contacto y distribución automática con sifones Adams, y en la

figura 69 la perspectiva de una instalación bacteriana de pequeña capacidad.

Importancia relativa de los fosos sépticos y lechos de contacto en la depuración bacteriana.—Comparación de ésta con el "epandage,,.—Son varios los higienistas que han negado su eficacia á los fosos sépticos y muy recientemente, Mr. Vincey, ha ido más allá, juzgando muy desfavorablemente el sistema biológico intensivo en una comunicación pasada en agosto de 1907 á la *Societé d'encouragement pour l'industrie nationale*, comunicación ampliamente discutida por otra de Mr. Bezault, inserta en el número de enero de 1908 del boletín de la propia Sociedad. Sobre el primer extremo, oportuno será reproducir las conclusiones deducidas por el Dr. Rouchy, como resultado de sus estudios sobre el particular en la instalación modelo de la Ville de París, y sobre el segundo nada más concluyente que extractar la opinión del químico jefe de la ciudad de Londres Mr. F. Clowes, inserta en el *Times* de 16 de octubre último:

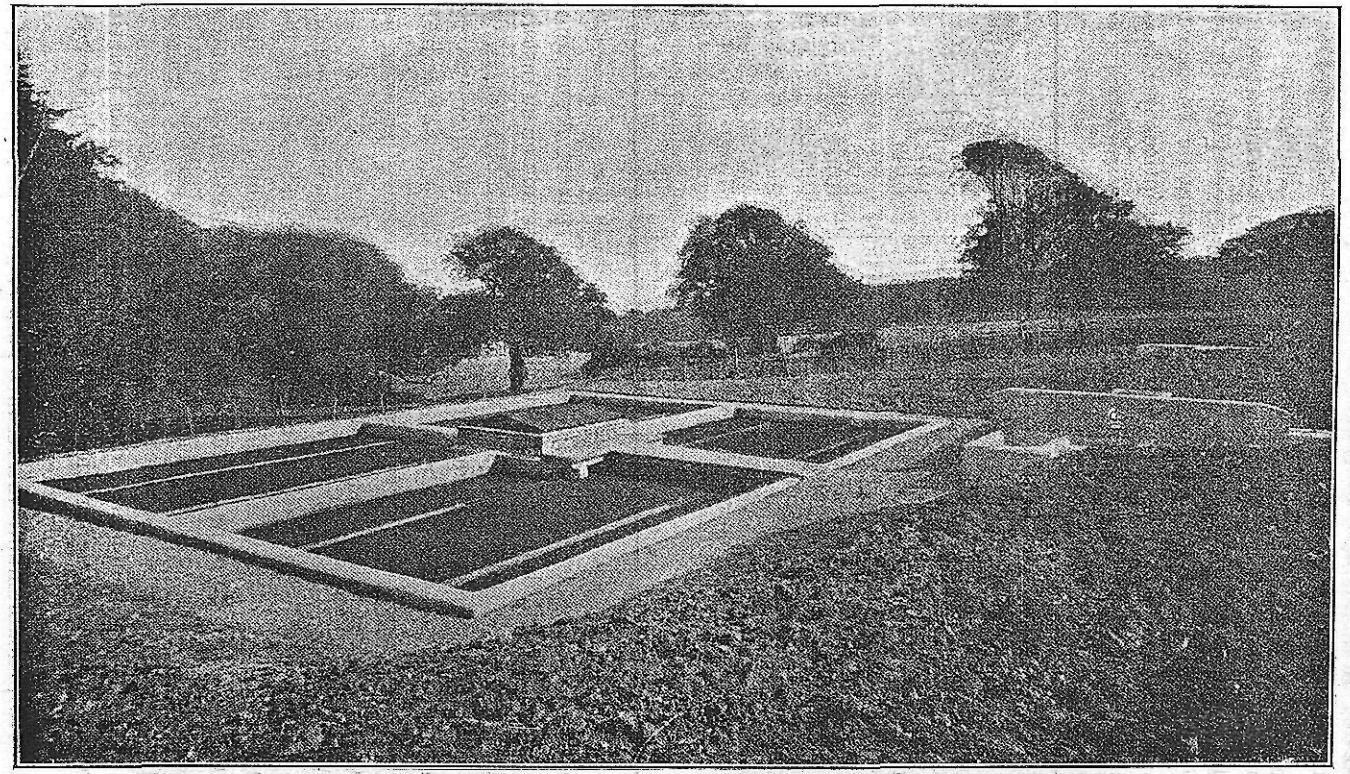


Corte de una instalación con filtros bacterianos de primero y segundo contacto y distribución automática.

Fig. 68.

«El defecto de homogeneidad del agua depurada—sobre lechos de contacto sin foso séptico—la dosis muy elevada de gérmenes bacterianos, la acción del frío y sobre todo la formación de *un colmatado*, que formándose no sólo en la superficie, sino en el interior del lecho de contacto, disminuye muy notablemente su capacidad líquida, parecen oponerse, dice M. Rouchy, á la supresión del foso séptico, en el que resulta indudable se ejerce una acción solubilizante, demostrada por la gasificación y aumento de materias minerales en él producidas, y una degradación de la materia orgánica, traducida en aumento de amoníaco y disminu-

DEPURACIÓN BACTERIANA DE AGUAS RESIDUALES



Instalación de Osborne (castillo del Rey de Inglaterra).

Fig. 69.

ción de nitrógeno albuminoideo, todo lo cual *prepara y facilita* la terminación del proceso biológico. Como complemento de lo anterior y para darse cuenta exacta de la eficacia de los elementos integrantes de las instalaciones bacterianas modernas, reproducimos á continuación los resultados del análisis practicado en Clichy el 1904, por el Dr. Ogier, director del Laboratorio de Toxicología de la Prefectura de París, con las aguas del *tout á l'egout* antes de entrar en los fosos sépticos y á la salida de los mismos y de los lechos bacterianos.

Análisis químico.	Agua de la alcantarilla.	Aguas á la salida del foso séptico.	Aguas á la salida del lecho bacteriano.
Materias en suspensión (resecadas al aire).	1,494	0,074	»
Después de la calcinación.....	1,037	0,046	»
Diferencia (materias orgánicas en suspensión).....	0,457	0,028	»
Azoe amoniacal (en amoníaco).....	0,0148	0,0182	0,0052
Azoe albuminóide (en ázoe).....	0,0052	0,0026	0,0000
Análisis bacteriológico.			
Bacterias aerobias por centímetro cúbico..	415.000 (existencia del bacillus Collis.)	67.000 (no sxistencia del bacillus Collis.)	4.700 (no existencia del bacillus Collis.)

Según experiencias repetidas llevadas á cabo por el Ayuntamiento de París, la dosis de depuración bacteriológica obtenida en su instalación por el procedimiento del «Septik-Tank» se eleva al 99,99 por 100. A la salida del foso séptico el líquido está ya depurado al 50 por 100 y desembarazado de todos los microbios peligrosos, habiéndose demostrado científicamente que los microbios patógenos no resisten á la acción anaeróbica desarrollada en aquel depósito.

Las tres fotografías (figs. 70, 71 y 72) que acompañamos, tomándolas de un folleto sobre depuración publicado por la «Societé générale d'Epuration et d'assainissement», permiten apreciar claramente la diferencia en la cantidad de bacterias (manchas obscuras de las figuras) contenidas en una gota de agua de alcantarilla á su entrada en el foso séptico y á la salida de éste y del lecho bacteriano.

El juicio antes mencionado de Mr. Clowes sobre el valor práctico de los procedimientos de depuración biológico-intensivos, refléjase con claridad en los párrafos que siguen:

«... será probablemente interesante para el gran público indicarle en un lenguaje no técnico los resultados de la experiencia y observación de

una persona que durante *más de treinta años* ha estado en contacto permanente con el problema del agua de alcantarilla...»

Después de señalar las innegables ventajas del epandage ó desparramamiento, agrega:

«... pero ha sido imposible encontrar para las grandes ciudades superficies de terreno teniendo los caracteres necesarios para purificar el agua de alcantarilla á un precio razonable, y contratiempos se han producido por diferentes causas, entre los que se encuentran la imposibilidad de la tierra de absorber en ciertos tiempos húmedos ó de heladas. En general, se ha encontrado necesario substituir al epandage por un procedimiento que permitiera obtener la depuración en una pequeña superficie y hacerla al propio tiempo invariable en carácter. Esto ha sido posible por el notable descubrimiento de que la depuración del agua de alcantarilla no está en relación con un poder especial del suelo ó de las raíces de las plantas como se había creído, sino que si aquélla se hace pasar á través de lechos de grava con una velocidad de desplazamiento conveniente á presencia

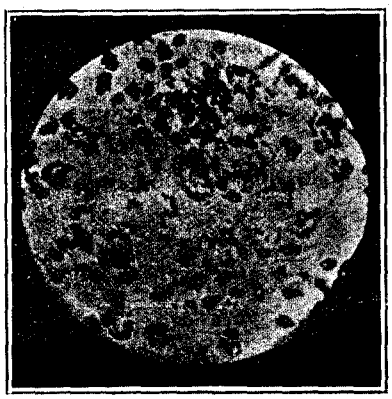


Fig. 70.

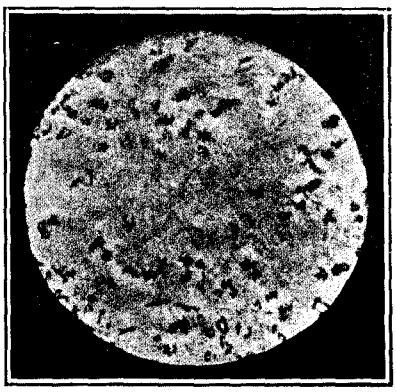


Fig. 71.

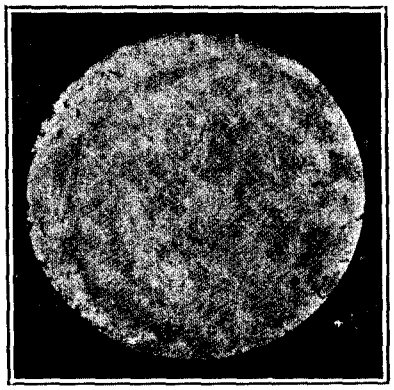


Fig. 72.

del aire, el efluente queda purificado de una manera efectiva por el trabajo de los microorganismos...

»La experiencia ha conducido con este tratamiento artificial á un esultado satisfactorio con las ventajas de asegurar una depuración abolutamente cierta, invariable, que puede efectuarse sobre una pequeña iperficie escogida en cualquier punto independientemente de la natualeza del suelo...

»Se ha encontrado ventajoso hacer sufrir al agua un tratamiento preminar en el Septik-Tank ó foso séptico para mezclar el agua de alcanarilla de los diferentes periodos y producir un líquido de cualidad meia á depurar en lechos de contacto y efectuar, además, en gran proporión la liquefacción de las materias salidas orgánicas...

»Las estadísticas de nuestras ciudades enseñan, por los resultados el examen químico, la extraordinaria regularidad de la depuración obenida por el método moderno bacteriano.»

IX

SISTEMAS DE FILTRACIÓN CONTÍNUA

Percolación.—Columnas depuradoras.—Buscando abreviar el fenómeno de la oxidación y nitrificación, se ha intentado por diversos procedimientos ayudarlo artificialmente, acudiendo á la aireación forzada, al calentamiento artificial y á la filtración contínua. Ni la inyección de aire en los lechos de contacto intermitente propuesta y ensayada por el célebre higienista americano Waring, en Neuport el año 1894, ni esta inyección en filtros de desplazamiento contínuo recomendada desde 1893 en Inglaterra por Lowcock, ni los sistemas basados como el de Whihaker-Bryant (thermal aerobic filter) en someter el sewage en los filtros á la acción de un chorro de vapor que eleva ligeramente su temperatura haciéndole más apto para el proceso de la nitrificación, han sido aceptados en la práctica, que persiguiendo la reducción cada vez mayor de la superficie exigida por los filtros bacterianos, ensaya y acoge la filtración contínua, con la que al someter los lechos bacterianos á un contacto constante con las aguas suprimiendo los períodos de descanso se aumenta notablemente el volumen de agua depurada por unidad superficial.

Las condiciones que este trabajo forzado de los filtros impone son: 1.°, aumento del espesor de la capa filtrante; 2.°, repartición de las aguas á depurar en forma de lluvia, ó sea de filetes finísimos. Esta segunda condición obliga á modificar los aparatos distribuidores que pueden ser fijos ó movibles; la experiencia ha sancionado la preferencia de estos últimos, de los cuales es el modelo más aceptado el Sprinkler Adams, el giro de cuyos brazos es producido por la sola fuerza del agua proyectada.

En las figuras 73 y 74 representamos el corte y perspectiva de una instalación con filtro percolador ó Sprinkler rotativo, sistema de distribución que va extendiéndose rápidamente, sobre todo en Inglaterra, con el que se puede depurar como promedio 1,50 metros cúbicos diarios por metro cuadrado de superficie filtrante. Tan favorables resultados alcánzanse con los referidos Sprinkler ó distribuidores fundados en el mismo principio que el torniquete hidráulico, gracias á lo mucho que favorecen á la oxidación, haciéndola más intensiva y permitiendo en consecuencia una nitrificación más completa.

Los Sprinkler fijos tienen el inconveniente de ser de instalación costosa y de necesitar para su buen funcionamiento una diferencia de nivel para presión de agua bastante importante, de la que raras veces se dispone. Por eso son muy preferidos los Sprinkler móviles, constituídos ge-

neralmente como manifiestan las citadas figuras 73 y 74 por un aparato que lleva dos tubos provistos de agujeros, ensamblados perpendicularmente y girando alrededor de un eje vertical fijo. El filtro con Sprinkler que se denomina rotativo, tiene que tener la forma circular, quedando por lo tanto entre varios filtros una zona de terreno inutilizable para la depuración. Para remediar este inconveniente y poder dar á los filtros la forma rectangular ha ideado Mr. Bezault un nuevo distribuidor automático, del que dan idea las figuras 75 y 76.

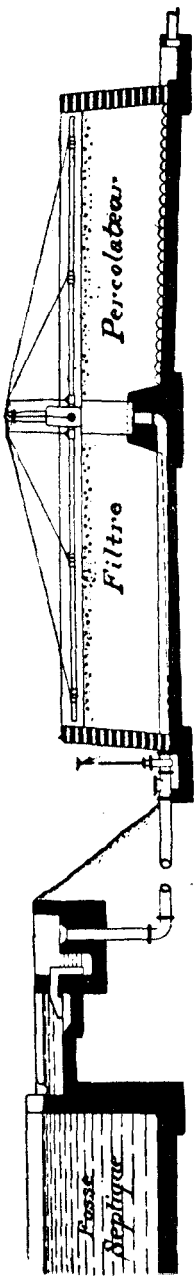
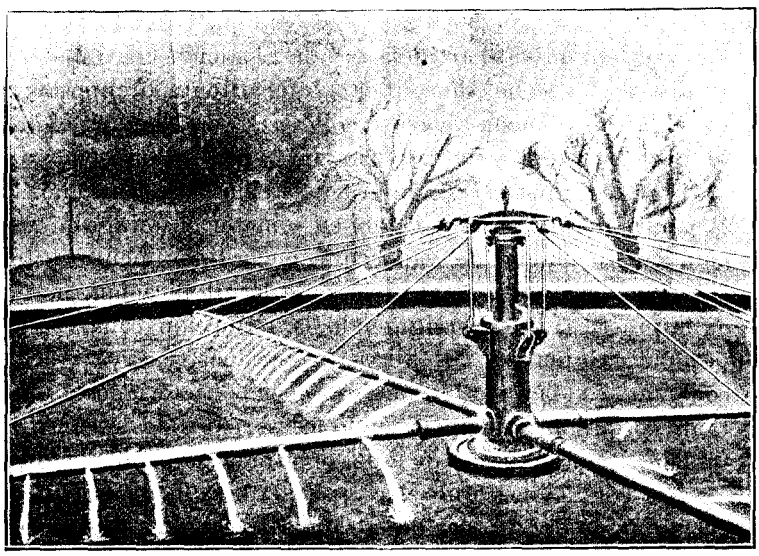


Fig. 73.



Filtro percolador con Sprinkler rotativo.

Fig. 74.

Este aparato se compone esencialmente de dos tubos acodados, una de cuyas extremidades está unida á un sifón que se introduce en una canal. Los tubos y sifones de ambos lados están unidos entre sí por intermedios de ensambladuras con un pequeño carricoche que rueda sobre carriles fijos en los bordes de la canal. Los tubos cerrados en la extremidad opuesta al sifón, están divididos por un tabique longitudinal en dos partes iguales provistas de pequeños taladros. La unión del brazo in-

ferior del sifón y el tubo está constituída por una caja en la cual se mueve libremente una pequeña compuerta unida á una maneta colocada debajo de la caja; la compuerta está dispuesta de modo que cualquiera que sea su posición sólo puede alimentar una de las partes longitudinales del tubo.

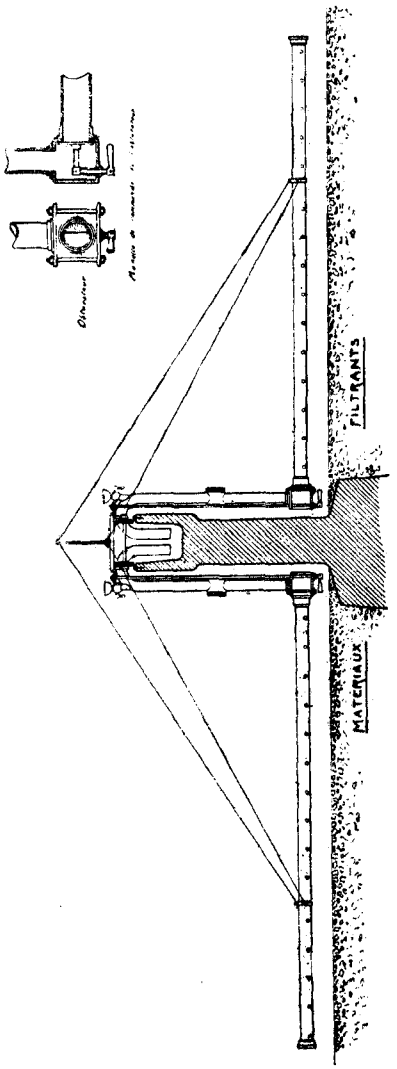
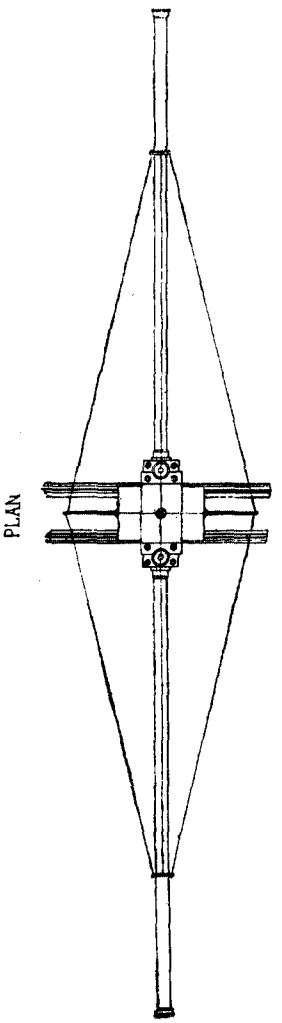


Fig. 75.



Filtro percolador con distribuidor móvil sistema Bezault.

Fig. 76.

Llena la canal con el agua á depurar, cebados los sifones y colocadas simétricamente las manetas, el agua penetra en una de las partes de los tubos y por resultado de la proyección del agua por las aberturas, el

aparato se pone en marcha hasta que llegando al extremo del filtro las manetas golpean con unos tacos fijos en los bordes de éste, con lo que pivotean dichas manetas y cierran la parte de tubo que recibía el agua, abriendo la otra é invirtiendo el movimiento del carricoche.

Este aparato, de recientísima invención, es muy sensible, bastando una diferencia de nivel de 40 centímetros para permitir su funcionamiento con brazos hasta de 20 metros de longitud, lo que permite dar á los filtros una longitud tan grande como se desee (1).

Dentro de la misma idea de desplazamiento contínuo del agua á depurar en los filtros ó lechos, merece consiguarse el tratamiento con la *columna depuratriz*, procedimiento ideado por el Dr. Rouchy, que lo ha ensayado por espacio de algunos años, obteniendo resultados mucho más satisfactorios que con los lechos de contacto ordinarios. Esta columna está constituída (fig. 77) por un cilindro de tela metálica, descansando sobre un zampeado formado por ladrillos, dejando entre sí huecos de 4 á 5 centímetros, sobre los que se coloca una carga de 8 á 10 centímetros de escorias del tamaño suficiente para que no puedan caerse por entre los ladrillos. Sobre esta capa va otra de escorias de menor dimensión, y en la superficie una capa de arena de 0,05 metros de espesor, que impide el colmatado y ayuda á la distribución uniforme del agua á depurar, que después de decantada se conduce al aparato distribuidor, consistente en un cilindro hueco de zinc, provisto en sus caras laterales de ocho aberturas de 1 centímetro de diámetro, de cada una de las cuales arranca un conducto, por el que el agua de alcantarilla se distribuye regularmente en la superficie de la arena. El gasto del aparato es de 480 litros por veinticuatro horas y metro cuadrado para una altura del cilindro ó columna de 1,80 metros.

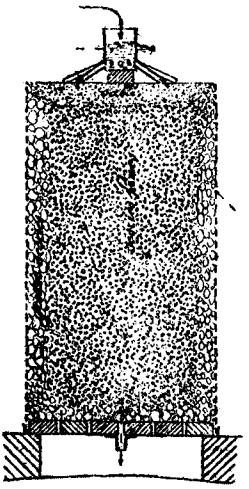


Fig. 77.

Por efecto de la actividad de la corriente de aire que penetra sin cesar por fondo y paredes, la oxidación de la materia orgánica de las aguas de alcantarilla es muy rápida, y éstas salen de la columna uniforme y casi totalmente depuradas. El cuadro que sigue marca los progresos de la depuración en aguas de alcantarilla de París para distintas alturas de la columna depuradora:

(1) La descripción completa de este nuevo modelo de distribuidor automático, puede verse en el ***Extrait du bulletin de la Societé d'encouragement pour l'industrie nationale***, París, enero 1908.

	A 0,50 metros de la cara superior.	A 0,8 metros de la cara superior.	A 1,20 metros de la cara superior.	En la base de la columna.
Materia orgánica	8	6	4	2,2
Amoníaco	5	4	»	»
Nitritos	1,8	0,7	»	»
Nitratos	35	40	30	48
Oxígeno disuelto	9,2	9,5	9,7	10,7
Gérmenes aerobios	80.000	24.000	36.000	6.000
Coeficiente de contaminación	6,5	5	2	1,1

Una columna de 10 metros de radio permite, según el autor, depurar las aguas usadas de una población de 1.200 habitantes á 100 litros por habitante y día, debiendo regularse la altura de la columna y velocidad de desplazamiento según la concentración del agua á tratar.

Para fijar ideas, y á manera de complemento de lo que llevamos expuesto sobre la eficacia de los diferentes procedimientos de depuración, damos el cuadro comparativo que sigue, obtenido en las aguas de París, sin que sus resultados deban tomarse como conclusiones de carácter general:

Aguas de alcantarilla de París.

	DEPURADA POR			
	Epandage.	Columna depurativa.	Lechos de contacto.	Agua bruta.
Materias orgánicas	1	2,2	4	30
Amoníaco	»	»	1,2	22
Nitritos	»	»	Vestigios	»
Nitratos	30	50	30	»
Gérmenes microbianos	2.350	6.000	600.000	20.000.000
Coeficiente de contaminación	0,5	1,1	2,6	26
Cubo depurado en veinticuatro horas por m.²	11 litros.	400 litros.	400 litros.	»

Resulta, en resumen, que desde el punto de vista de la eficacia higiénica de los sistemas de depuración, ocupa el primer término el epandage, pero puede llegarse á coeficientes de contaminación irreprochables higiénicamente, con los procedimientos biológicos artificiales y prete-

rentemente con los de filtración contínua, que llegan á convertir las aguas de alcantarilla en líquidos, sin más gérmenes microbianos que la mayor parte de las aguas de bebida, ni exceder de tres horas la duración media de la depuración. No obstante, al tratar de armonizarse, como siempre debe hacerse en la práctica, las condiciones higiénicas con las que la realidad impone (entre las que ocupan lugar preferente las económicas), son los más frecuentes los casos en que hay que acudir á la depuración bacteriana artificial intermitente, con uno ó varios lechos de contacto, sistema susceptible de emplearse en toda clase de terrenos y circunstancias y que exige tan sólo de 2 á 3 metros cuadrados por metro cúbico de agua tratada diariamente.

Es oportuno, para terminar esta parte de nuestro estudio, hacer constar que cuando á las aguas de alcantarilla se mezclan en dosis elevadas las procedentes de ciertas industrias, como la de tejidos, tintorerías, etcétera, abundantes en materias grasas, las de azucarerías que contienen proporciones fuertes de celulosa y azúcar, las de mataderos, en las que los principios albuminoideos se encuentran en abundancia, las de tintorería, fábricas de productos químicos, etc., etc., es necesario, antes de aplicarles la depuración biológica, someterlas á un tratamiento mecánico-químico preliminar, sin el cual aquella depuración será poco eficaz (1).

(1) La depuración de las aguas residuales industriales y los medios que permiten recuperar y aprovechar los sub-productos de estas aguas, puede estudiarse en la moderna obra *Eaux d'egont et eaux residuaires industrielles*, por Mr. Paul Razous.

X

PROCEDIMIENTOS MECÁNICOS

Su acción depuradora sólo se extiende á los cuerpos en suspensión, no obrando sobre las substancias disueltas. En esencia suponen una serie de depósitos descubiertos de escasa altura (de 0,60 metros á 1,50 generalmente) por los que el agua sucia va pasando con velocidad insignificante y depositando en el fondo, sin necesidad de reactivo alguno, sus légamos y materias en suspensión que se extraen mecánicamente.

La instalación de Cársel (Alemania), en la que diariamente se tratan por procedimientos mecánicos 10.000 metros cúbicos de inmundicias líquidas, comprende cinco de estos depósitos *decantadores*, de 40 metros de longitud, 4 de altura y 0,60 de profundidad, presentando las soleras una pendiente del 1 por 100. Las aguas sucias circulan sin interrupción, haciéndolas pasar por enrejados, tamices, vertederos, etc., de tal modo que vayan abandonando las impurezas que en suspensión conducen, y el residuo de la depuración, que es un fango conteniendo el 90 por 100 de agua es aspirado por medio de bombas, almacenado y mezclado con basuras é inmundicias sólidas de la ciudad, vendiéndose la pasta como abono para la agricultura.

Los análisis del bureau municipal de Cársel arrojan los buenos resultados siguientes: Impurezas de toda especie, son retenidas por el procedimiento mecánico empleado, en la proporción media 79,94 por 100.

Materias orgánicas de toda especie, en la de 79,53 por 100.

Materias minerales de toda especie, en la del 92,46 por 100, produciéndose el efecto depurador máximo con las aguas sucias muy concentradas.

La ciudad de Colonia tiene también una fábrica de depuración mecánica, donde *clarifica* las aguas de alcantarilla antes de verterlas al caudaloso Rhin, objeto para el cual basta con desembarazarlas de los cuerpos en suspensión, lo que parece conseguir en la dosis del 50 por 100.

Para pequeñas instalaciones es recomendable el doble tamiz giratorio de la casa Fiedrich, representado en la figura 78. El agua sucia llega por el conducto *a* al tamiz superior *b* (de forma circular y animado de movimiento giratorio por la transmisión mecánica) de anchas mallas, por las que pasa al inferior *d*, después de retener los légamos y materias extrañas que la fuerza centrífuga dá salida por *e c*, en el suficiente estado de desecación.

En todos los casos, los fangos, resíduo de la depuración mecánica, son cada día más difíciles de vender á precio remunerador.

Se comprende fácilmente que por los procedimientos mecánicos se consigue una depuración muy parcial é imperfecta y por lo tanto incapaz de satisfacer higiénicamente más que en casos especiales como el de Colonia; es en consecuencia un procedimiento deficiente, que sólo sirve para clarificar las aguas, y que en modo alguno puede compararse con los biológicos desde el punto de vista sanitario.

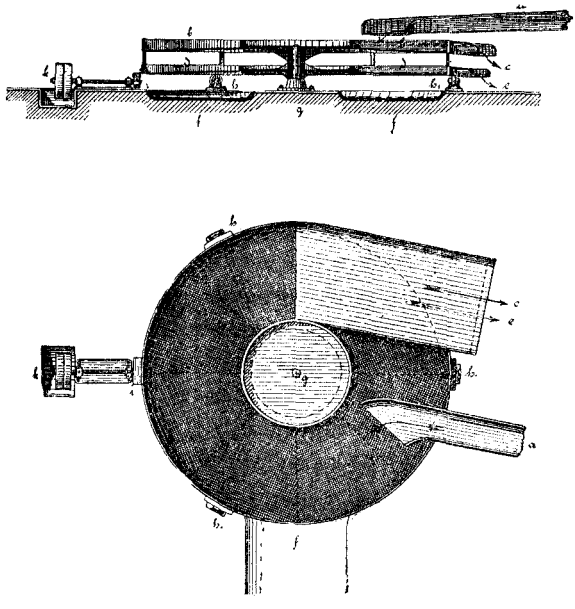


Fig. 78.

Procedimientos químicos y mecánico-químicos.—Están fundados en la existencia de diversas substancias químicas que tienen la propiedad de destruir la materia orgánica vegetal ó animal.

Consíguese con ellos, mediante el empleo de reactivos, la rápida *precipitación* de las materias en suspensión de las aguas, por efecto de la acción de dichos reactivos sobre ciertas sales contenidas en esas aguas, que quedan además libres de una fracción más ó menos grande de las materias orgánicas que encierran en disolución, y por consiguiente, *clarificadas y un tanto depuradas*. De ordinario, las aguas residuales son sometidas á una decantación previa y por eso casi todos los procedimientos llamados de ordinario químicos, son en realidad mecánico-químicos.

El número de patentes ó procedimientos á base de precipitados por la acción de reactivos ensayados, es inmenso; aquéllas pasan de 500 sólo en Inglaterra. Sin embargo, el compuesto químico, base de la mayor parte de ellos, es la cal, siendo también muy empleadas las sales de alúmina (sulfato y fosfato), los permanganatos y las sales de manganeso.

Figuran como inconvenientes serios de los procedimientos químicos:

1.° La necesidad de variar las dosis del reactivo al propio tiempo

que varía la composición del sewage á tratar, composición que sabemos es muy variable, sobre todo en el sistema unitario de alcantarillado.

2.° El gasto constante de reactivo, lo que eleva el precio de explotación.

3.° El débil valor que como abono tienen los fangos extraídos, y el estorbo que éstos llegan á constituir al almacenarlos en la fábrica.

4.° La poca acción de estos procedimientos sobre la materia orgánica soluble, hasta el punto de admitirse que el afluente es susceptible de pudrirse é infectar los ríos (1), considerándose por ello como imperfectos.

Para disminuir el segundo inconveniente se acude al empleo de reactivos baratos, como la cal y el sulfato de hierro, el peróxido de hierro, alumbre, etc., que representan un coste comprendido entre 0,25 y 0,50 pesetas por habitante y año.

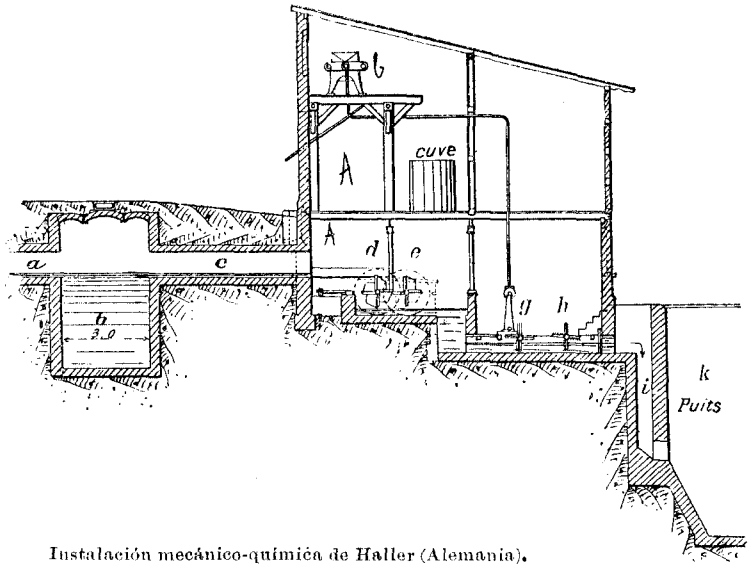
El tercer inconveniente va siendo cada día más grave, pues con el desarrollo del empleo de los abonos químicos, entre los que cada agricultor puede elegir el que por su composición mejor convenga á la naturaleza especial de su terreno, los fangos hay que venderlos á tan bajo precio, que no compensan ni los gastos de transporte, y como el almacenamiento al pie de los depósitos de donde se extraen no es posible más que en proporciones reducidas, el desembarazarse de ellos llega á constituir, en ciertas épocas del año, problema de difícil solución económica.

Para dar idea de estas instalaciones mecánico-químicas, reproducimos en la figura 79 la que funciona en la ciudad alemana de Haller, que corresponde al sistema Müller-Nahsen y trata diariamente 1.000 metros cúbicos de sewage, resíduo de una población de 10.000 almas.

El agua bruta de alcantarilla llega por *a*, sufriendo en el depósito *b* una primera decantación como resultado de la cual se depositan en el fondo las substancias más pesadas, como la arena arrastrada y los cuerpos extraños. Por el conducto *c* siguen las aguas á la cámara *t*, en la que están montadas las ruedas hidráulicas *d* y *e*, que aquéllas accionan y que tienen por misión regular la adición de los reactivos (sulfato de alúmina y lechada de cal) contenidos en el depósito *b*, de donde caen á las cribas *g* y *h* que aseguran la mezcla y retienen los cuerpos arrastrados. El agua mezclada ya íntimamente con el precipitante entra por *i* en el pozo *k*, de donde sale clarificada por la parte superior, depositando en el fondo los fangos que se extraen por medio de bombas que los conducen á los filtros-prensas. Los análisis hechos con las aguas por este procedi-

(1) Los análisis hechos en 1901 con el agua de alcantarilla del colector de Clichy tratada por una solución ácida de sulfato férrico, arrojaron un coeficiente de contaminación de $\frac{25 + 21}{2} = 23$.

miento depuradas en las ciudades de Halle, Dortmund y Ottenza, comprueban que la dosis de cuerpos en suspensión se reduce notablemente, pero que las materias orgánicas y el nitrógeno disuelto cambian muy poco.



Instalación mecánico-química de Haller (Alemania).

Fig. 79.

Como nos alejaría de nuestra finalidad el describir ni aun en líneas generales los procedimientos químicos de más frecuente empleo, renunciamos á ello, recomendando á nuestros lectores que deseen su conocimiento la consulta de la ya citada obra de Imbeux sobre *saneamiento de poblaciones* que á ellos dedica sus páginas 547 á 608 (1).

Como novedad, haremos sin embargo una excepción á favor de un procedimiento físico-químico, del que, á juzgar por los ensayos practicados en Bélgica, se esperan muy buenos resultados: el Vial.

Utiliza como reactivo la lechada de cal, basándose la originalidad del sistema en que en vez de dejar, como es corriente, en reposo el líquido para decantarlo y separar las materias precipitadas, se le obliga á tomar

(1) Es también digna de recomendación la reciente obra del Dr. Calmette *Recherches sur l'epuration biologique et chimique des eaux d'egout*, en la que se inserta un detenido estudio de M. Buisini, director del Instituto de Química de la Facultad de Ciencias de Lille, relatando los ensayos realizados en la estación experimental de la Magdalena, y las conclusiones que de ellos se derivan sobre el empleo del sulfato férrico, del cloruro férrico y de las sales férricas combinadas con el cloruro de cal como reactivo.

un movimiento especial que el autor llama de circulación superficial, con el que parece conseguirse aquella operación del modo más completo, produciendo la circulación contínua del agua que se va á depurar sobre otra masa de agua inmovilizada en depósitos especiales, provistos de tabiques que llegan hasta una cierta altura. El sistema se está aplicando en Ostende, donde se podrá ver prácticamente la bondad de que viene precedido. La composición de los productos obtenidos con el procedimiento Vial, es:

	Kilogramos.
Azoe	18,00
Ácido fosfórico	10,20
Potasa	3,00
Materias orgánicas	337,00
Grasas	58,00
Materias minerales	547,80
Agua	26,00
TOTAL	1000,00

En resumen puede afirmarse, que desde el punto de vista higiénico, los procedimientos químicos y mecánicos-químicos, son inferiores á los biológicos, debiendo aplicarse como la mejor solución existente, para el tratamiento previo de las aguas muy cargadas de resíduos industriales que han de ser sometidas después á dichos procedimientos biológicos. Puede también recomendarse su aplicación cuando sólo se trata de clarificar aguas sucias, ó de depurar aguas industriales de composición química bien conocida, en las que no es forzoso llegar en la depuración hasta un límite elevado. Como promedio, el gasto de la depuración por procedimientos químicos puede evaluarse en dos á tres pesetas por habitante y año.

Procedimientos físicos.—Pueden dividirse en dos grupos: 1.°, los que obtienen la esterilización de las aguas residuales por el calor; 2.°, los que buscan alcanzar el propio resultado por la acción de la electricidad.

En los del primer grupo se ha pretendido al propio tiempo extraer el amoníaco de los vapores del sewage, provocando su unión con el ácido sulfúrico ó su condensación, pero no se ha pasado de ensayos; los procedimientos de esterilización por el calor como consecuencia del gasto que implica su aplicación, han quedado reducidos en su empleo á los casos en que deben tratarse volúmenes pequeños de aguas sucias, y muy cargadas de gérmenes patógenos. Tal sucede en hospitales y sanatorios, donde la previsión recomienda evitar todo peligro de contagio por la

fermentación de deyecciones, y donde es de recomendar ó la aplicación de la depuración biológica ó lo que puede salir aún más económico si como es hoy práctica bien entendida se dispone de fábrica productora de vapor, ó pequeñas calderas, asegurando el servicio de cada uno de los cuerpos de edificio (cocinas, baños, lavaderos, desinfección, etc.) á la incineración de las materias fecales, juntamente con las basuras, restos de operaciones y otras inmundicias sólidas, lo que asegura la radical destrucción de todo gérmen patógeno. En las figuras 80 y 81 representamos

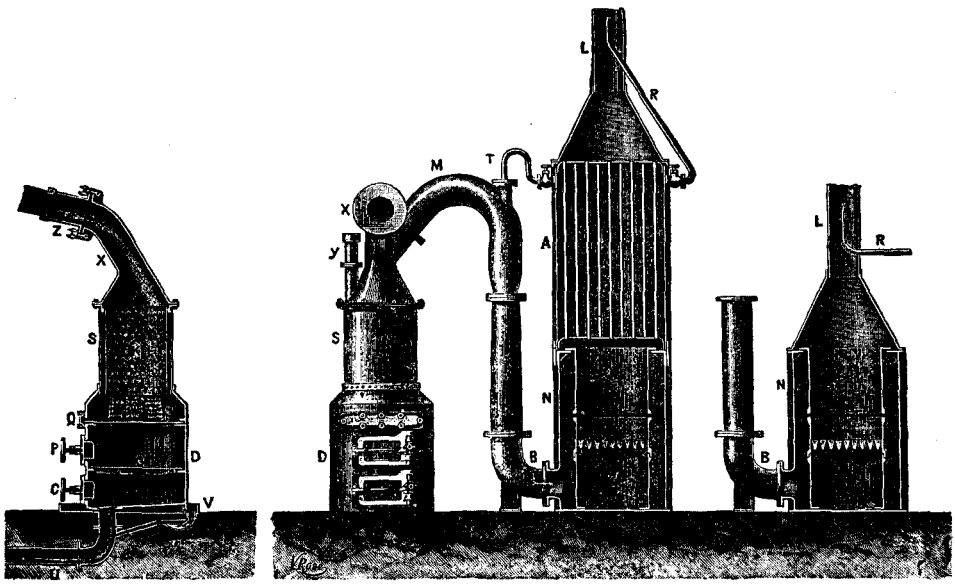


Fig. 80.

uno de estos aparatos, cuyo modelo, que se recomienda en la excelente obra de Turin *L'amenagement des établissements publics, aplication aux Sanatoriums et hopitaux,* fué presentado por su autor el Dr. Brechot al I Congreso Internacional de Saneamiento y Salubridad de la habitación, París 1904. El fundamento de él y de sus similares es incinerar las inmundicias bajo la acción de un tiro forzado obtenido por eyectores de vapor y arder los gases producidos sin olor ni humo.

En líneas generales consta el aparato de una tineta *K* (fig. 80) unida á la tubería que conduce las materias fecales; un ardedor de gases *N*, una caldera *A* que puede suprimirse si se dispone de vapor y una tubería *M B* que enlaza la tineta con el ardedor de los gases. Las materias caen por *X*, pasando al depósito *K*, del que salen los líquidos al espacio

anular comprendido entre dicho cilindro *K* y el envolvente *S*, cayendo al fondo, de donde son evacuados por el tubo *U*, que los conduce á un depósito en el que se desinfectan y esterilizan por el vapor ó por agentes químicos. Lleno de materias sólidas el depósito *K*, se desatornilla el tubo *Z* y se obtura herméticamente la entrada por medio de una pieza especial que tiene tal misión, prendiendo entonces fuego al hogar *G*, que tiene sus correspondientes parrillas y cenicero con las puertas *P* y *C*.

Los gases, producto de la combustión de las materias almacenadas en *K*, siguen por el tubo *M*, (aspirados por el chorro de vapor que en el mismo entra por *T*, en combinación con la caldera) al ardedor *N*, cuyo tiro se establece por el eyector *R*.

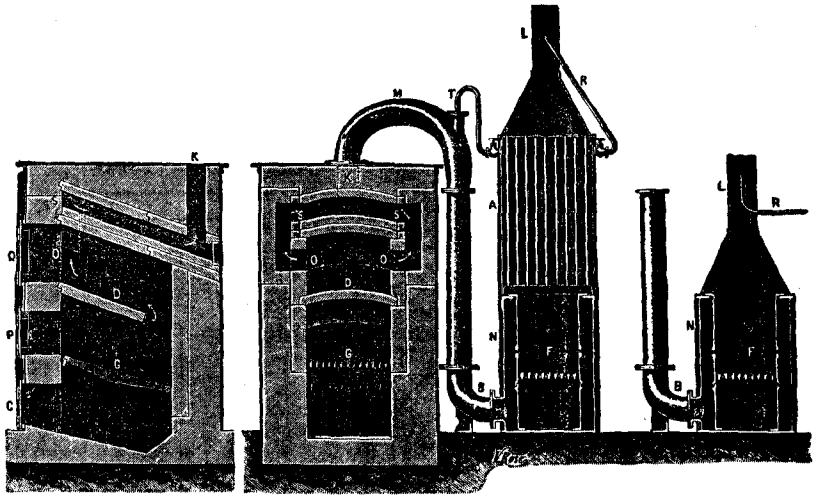


Fig. 81.

Se tarda como promedio una hora en la destrucción, bastando con que el depósito tenga una capacidad de 60 litros para el servicio de 400 personas.

Higiénicamente el sistema es inmejorable, pero, repetimos, aplicable tan sólo á los casos mencionados y en especial á los establecimientos recibiendo contagiosos y nunca á poblaciones, donde resultaría costosísimo.

Los procedimientos que utilizan el fluído eléctrico, comienzan á ensayarse con algún provecho desde hace 15 años, pero hasta hoy son poco prácticos pareciendo muy difícil llegar por ellos á los brillantísimos resultados que ya se han alcanzado en la purificación de aguas potables, mucho menos cargadas de materias orgánicas que las de alcantarilla.

En esencia, se fundan estos sistemas electro-químicos (Wolf Hennite)

en la utilización de los efectos de electrolisis producidos por una corriente eléctrica de tensión adecuada, en el agua de las alcantarillas ó sewage, generalmente mezclada con un producto químico (capaz de favorecer la destrucción buscada de la materia orgánica) como el cloruro de sodio ó el de magnesio. En algún otro procedimiento como el de Nebster se agrega á la electrolisis el efecto del óxido de hierro ó del nitrato de alúmina y en el *mangano eléctrico*, de la «The mangano-electric», de París, se adiciona al sewage permanganato de cal.

De todos estos sistemas el más recomendado es el Hennite, ensayado en Havre, Niza, Brest, Lorient, Worhning y aplicado en Ispuich desde el 1894, cuyas alcantarillas desagüan en el mar.

La solución que se electroliza está compuesta de 1.000 litros de agua, 50 kilogramos de cloruro de sodio y 5 de cloruro de magnesio, verificándose el fenómeno en la cuba de que da idea los cortes *A* y *B* de la figura 82 (1).

En el fondo de la cuba hay un tubo perforado que sirve para dar

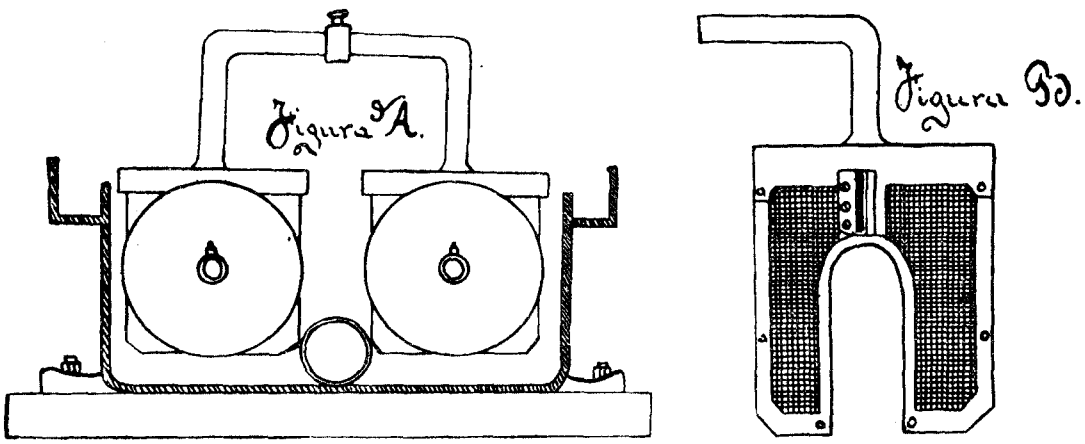


Fig. 82.

entrada al electrolito; la salida de la solución se verifica por el canal adosado á la parte superior de dicha cuba. Los catodos son discos de zinc, montados sobre dos ejes paralelos y animados de un movimiento lento de rotación. Los anodos situados entre cada uno de los catodos tie-

(1) Este procedimiento fué descrito por el Capitán de Ingenieros D. Juan Casado en la *Energía eléctrica* (Madrid 1903) de cuya revista tomamos estas líneas.

nen la forma de la figura *B* y están formados por una tela de platino, colocada en un bastidor de ebonita y soldada por la parte superior á una pieza de plomo que permite comunicar el anodo con un conductor de cobre que atraviesa la parte superior del aparato.

El polo negativo de la dinamo está en comunicación con los catodos por intermedio de la caja de fundición que sirve de tina ó cuba. La intensidad de la corriente empleada es 1.000 amperios y la tensión 5 voltios.

Respecto al valor higiénico de estos ensayos y contadísimas aplicaciones indicaremos que en Londres el sewage ha perdido el 70 por 100 de las materias orgánicas y el 64,5 por 100 del amoníaco orgánico y en Salford, donde la operación se seguía de una filtración, la reducción media de materia orgánica fué del 73,6 por 100 y de 60,6 por 100 la del amoníaco orgánico. Desde el punto de vista bacteriológico se han logrado reducciones á 600 gérmenes por centímetro cúbico desde 5.000.000.

Sólo donde el fluído eléctrico se venda á precio baratísimo, ó se trate de depurar imperfectamente antes de verter al mar las aguas de alcantarilla podrían tener adecuado empleo los procedimientos electro-químicos que constituye el principio de investigaciones por un nuevo camino, que quizás conduzca *mañana*, á la solución práctica, hoy por hoy no lograda por ellos, ni por la *ozonificación*, sistema que tan buenos resultados ha dado en las aguas potables (al tratar de las cuales lo estudiaremos) y del que ningún partido parece puede sacarse en el tratamiento de las de alcantarilla.

Como resumen reproduciremos las conclusiones más importantes adoptadas en el Congreso Internacional de Higiene y Demografía de Berlín en 1907, sobre los resultados de la depuración mecánica, química y biológica de las aguas de alcantarilla:

«1.ª No existe ningún procedimiento de depuración de las aguas de alcantarilla capaz de dar resultados satisfactorios de una manera general en todas ocasiones y siempre utilizable. Se pueden obtener resultados satisfactorios desde el punto de vista de las necesidades prácticas en la depuración de las aguas de alcantarilla escogiendo juiciosamente un procedimiento conveniente, en vista de las circunstancias de cada caso particular, adoptándolo á las condiciones locales y explotándolo con regularidad bajo una observación bien llevada. Los resultados de esta observación deben proporcionar los datos necesarios para una organización ulterior más completa.

»4.ª El tratamiento relativamente seguro para obtener una purificación más perfecta de las aguas de alcantarilla, sobre todo si se trata de cantidades algo considerables, reside en operar una repartición

de esas aguas sobre espacios de terreno suficientes, de una calidad apropiada al fin que se propone.

»5.ª El tratamiento del suelo para la purificación de las aguas de alcantarilla puede efectuarse lo mismo por el procedimiento biológico natural que por el artificial, dependiendo los resultados de las condiciones de cada caso y del estado del régimen de las aguas.

»6.ª El tratamiento químico ha sido desterrado en estos últimos años por el procedimiento biológico y por la mejor adaptación de los procedimientos mecánicos; sin embargo, si el agua á tratar proviene de la industria, el empleo de precipitados y de intermedios químicos, sea aislado, sea en combinación con otros procedimientos de clarificación, será absolutamente indispensable.»

»7.ª La purificación de las aguas de alcantarilla por procedimientos mecánicos ha dado hasta ahora en Alemania buenos resultados, admitiendo condiciones favorables y una organización conveniente.

XI

SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE LAS INMUNDICIAS LÍQUIDAS QUE NO EXIGEN ALCANTARILLADO

Hemos indicado que el problema de desembarazarse las urbes de sus inmundicias líquidas abarcaba dos partes si había de resolverse con arreglo á los principios higiénicos: la recogida y alejamiento de las mismas por medio de canalizaciones que las conduzcan á puntos distantes de los lugares habitados y un tratamiento para depurarlas. Resulta de aquí que todo procedimiento ó sistema que no lleve consigo ese alejamiento de las inmundicias tiene ya un vicio de origen, y no realiza el *desideratum* de la higiene; pero como este *desideratum* es un ideal al que muchas veces, por diversidad de circunstancias, no puede llegarse, habiéndose de conformar con acercarse ó tender hacia él, precisa examinar, aunque sea ligeramente, ese grupo de sistemas que podríamos llamar de *evacuación individual ó local* para distinguirlos de los de *evacuación general* ó con *canalización*, precisar la preferencia de unos sobre otros en orden higiénico, y recomendar entre ellos el que en cada caso mejores condiciones reúna, aun dentro de la relativa imperfección de que hablamos. Bueno será, sin embargo, hacer notar que con algunas ampliaciones y modificaciones ligeras, se va llegando insensiblemente desde lo más malo y lo más inculto que es el pozo negro, inmundo y vergonzoso, hasta la depuración biológica artificial que realiza la depuración más perfecta; interesa, en consecuencia, poner de relieve esta evolución, tan fácil de llevar á la práctica y tan convenientísima para España, donde con los dedos de la mano pueden contarse las poblaciones rurales que dispongan de un alcantarillado aceptable y donde no llegan á media docena las urbanas que á ese buen alcantarillado unen el adecuado tratamiento para la depuración de las aguas residuales.

Problema que se presenta en las poblaciones rurales.—El atraso general que respecto á higiene es achacable á las poblaciones rurales sobre las urbanas, manifiéstase, por modo evidente, en la manera como de ordinario resuelven el problema de la evacuación de sus aguas residuales y en especial de las excretas, tanto humanas como animales. La indiferencia del aldeano ante los peligros de la dispersión á su alrededor de los productos excrementicios es, sin duda alguna, la mayor causa de insalubridad de los habitantes de las aglomeraciones rurales. Son muchos los pueblos de relativa importancia dentro y fuera de España don-

de no existe un sólo retrete y donde se considera como la cosa más lógica satisfacer las necesidades naturales en el mismo punto en que se encuentra el individuo en el momento de sentirlas, considerándose como lugares adecuados para substituir á las letrinas la cuadra y el corral. Cuando más, se contentan con abrir un agujero en el terreno, que sirve de foso, en el que se acumulan las materias sólidas, perdiéndose las líquidas por filtración, con lo que se contamina el sub-suelo y con ello muy frecuentemente las aguas de los pozos.

Por otra parte, la diseminación de las viviendas, falta de canalizaciones de agua y escasos recursos de los Municipios, hacen, con gran frecuencia, prácticamente imposible la construcción de una red de alcantarillado, con cuya existencia tampoco se manifestarían de acuerdo los propietarios acostumbrados toda su vida á sacar provecho como abono de los excrementos, no ignorando que «entregar al suelo estos resíduos es restituirle una gran parte de las materias que las cosechas le arrebataron». En el tomo *Abonos* de la *Enciclopedie agricole*, admitiendo Gasola una eliminación media por persona y año de 3,488 kilogramos de nitrógeno y 1,947 kilogramos de fosfatos, y teniendo en cuenta las pérdidas por fermentación, valora las excretas anuales de las poblaciones rurales francesas en más de 100 millones de francos.

El problema, pues, que al higienista se le presenta en las poblaciones rurales y en general en los caseríos, cortijos y viviendas agrícolas aisladas, es el de armonizar todo lo posible los preceptos de la ciencia sanitaria con los intereses de la agricultura, partiendo de la base de no poder contar con la práctica del «todo á la alcantarilla» ni con el alejamiento de las inmundicias con las redes de cloacas conseguido. Para facilitar la resolución de dicho problema en cada caso especial, pasaremos revista á los distintos sistemas de recogida y tratamiento de las inmundicias líquidas, examinando brevemente las condiciones higiénicas de cada uno de esos sistemas que pueden dividirse en dos grupos: fosos ó aparatos fijos y tinetas móviles. Como complemento, dedicaremos unas líneas al tratamiento de las excretas animales, que mezcladas con las pajas y materias utilizadas como camas del ganado, forman el *estiercol*.

Distintas fases de la evolución higiénica desde el pozo negro hasta la depuración biológica artificial.—El *pozo negro* es lo más antiquísimo y más elemental que puede concebir el que no tenga la menor idea de la existencia de la higiene: un hoyo abierto en el suelo y revestido al que van á parar las substancias excrementicias que se extraen cuando aquél está lleno. La fermentación de esas materias contamina el terreno y el aire; su remoción para extraerlas, y su transporte es operación asquerosa y peligrosa, pudiendo reducirse aquel aspecto y estos ries-

gos efectuando la limpieza por agotamiento con bombas, empleando distintos sistemas, clasificados en atmosféricos, pneumáticos é hidrobarométricos; sistemas que no vale la pena de describir, aunque sí la de señalar, que en cuantas poblaciones, en contra de los más elementales consejos de la higiene se desprecie tanto la vida colectiva, que subsistan los pozos negros, no dejen en forma alguna de emplearse esas máquinas de extracción ó limpieza que reducen los olores que motiva el traspaso de las materias del pozo á los carros-cubas herméticamente cerrados que las transportan fuera de las urbes, para continuar allí su pernicioso trabajo de impurificación del aire y del terreno.

La primer mejora del pozo negro es tender á que sea impermeable, haciéndolo de mampostería y protegiendo sus superficies interiores con buenos morteros hidráulicos; cuanto mayor sea la impermeabilidad conseguida, menor es la contaminación del terreno que le rodea y menores, en consecuencia, los peligros para la salud de los que habitan las fincas próximas. Que esa impermeabilidad puede alcanzarse hoy en grado suficiente para poderla considerar como conseguida prácticamente, es indudable: basta ver esos depósitos de cemento armado con 4 y 5 metros de altura de agua y perfectamente secos en su cara exterior á las pocas semanas de estar en uso.

El disminuir el número de limpiezas de los pozos negros exige reducir la cantidad de agua vertida por los retretes y que á ellos va á parar; y como al disolver las materias fecales en un volumen adecuado de agua se ha visto hace muchos años es convenientísimo por ser dicho líquido un vigoroso elemento purificador, ideáronse varios sistemas llamados divisores, de los cuales es el más perfeccionado el *foso-sifón*, propuesto por Deplanque, con el que se desinfectan al mismo tiempo que se dividen las materias fecales, conduciendo los líquidos al exterior por el tubo sifón y depositándose las materias sólidas en la cubeta llena de agua con cal (fig. 83), de donde se extraían al llenarse dicho recipiente.

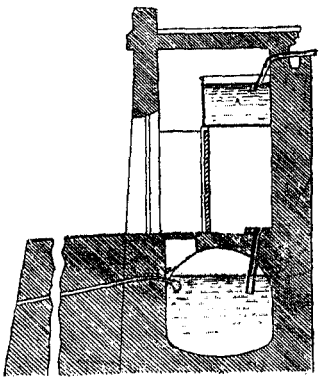


Fig. 83.

En 1860 (muy poco después del de Deplanque) aparece el foso Mouras (fig. 84) de desagüe automático, objeto ya de numerosas aplicaciones en varios países de Europa y América, y que no es más que el pozo negro hecho impermeable y provisto de dos tubos sifones que aseguran el cierre hidráulico y con él la incomunicación del interior del depósito con el aire exterior;

aparición casual que da lugar al desarrollo de fenómenos que no han logrado explicarse satisfactoriamente hasta que en 1895 el ingeniero Cameron somete las aguas residuales á la fermentación en vaso cerrado en su célebre *tanque séptico*, ya descrito al tratar de la depuración biológica. A este pozo ó tanque siguen, á partir del 1900, algunos modelos de *fosos sépticos automáticos*, que representan, sobre el Mouras, verdadero progreso, y que constituyen, en la actualidad, solución higiénica reco-

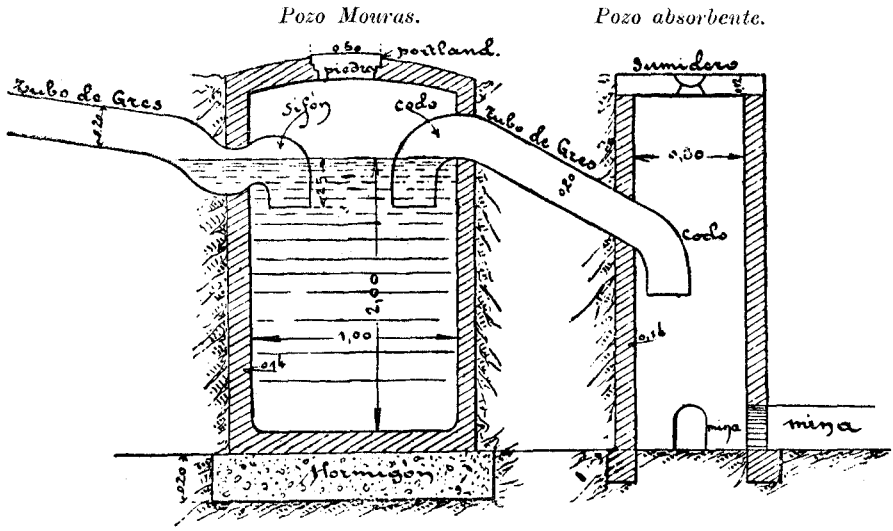


Fig. 84.

mendable para todos aquellos casos en que no haya alcantarillado, llegando al máximum de su eficacia, combinando dichos fosos con un filtro donde se realice la función aeróbica, terminando el ciclo biológico de la depuración. Esta adición al pozo Mouras ó al tanque séptico del depósito de decantación, donde se almacenan las substancias imputrescibles que las aguas residuales arrastran, y de pozos ó depósitos provistos de filtros que sirvan de soporte á las colonias aerobias, da lugar á la que pudiéramos con alguna propiedad llamar *instalaciones bacterianas económicas*, aplicables á barriadas, asilos, cuarteles, hospitales, etcétera, y grupos de edificios provistos de canalizaciones para la recogida de inmundicias líquidas y aguas pluviales, instalaciones desde las que se pasa á las más completas de depuración biológica artificial, máximum actualmente del progreso en la purificación de aguas residuales.

El ciclo higiénico, que principia en el inmundo pozo negro y termina en la instalación biológica artificial, progreso admirable de la ciencia

moderna es breve y fácil de recorrer: el problema para la salubridad de España es ir consiguiendo que poblaciones, pueblos, barriadas, caseríos, edificios aislados, todo lugar habitado, en una palabra, comiencen á recorrer ese ciclo, ganando el máximum de escalones de un salto, que por cierto exige poco esfuerzo; transformar el pozo negro en séptico automático, es fácil y barato, y agregarle á éste un pozo absorbente con filtro, cuesta también poco, mucho menos que el gasto de las limpiezas, que con este sistema se suprimen casi por completo.

Lo primero que puede hacerse en España es acabar con los pozos negros, transformándolos en fosos sépticos, y mientras se logra el alcantarillado de las capitales, por el que toda persona culta debe trabajar sin descanso, bueno será multiplicar las canalizaciones de aguas sucias por barriadas y caseríos, á las que á poca costa se les puede dotar de instalaciones bacterianas económicas. Cuanto se trabaje en este sentido, es laborar con orientación práctica por la mejora del deplorable estado sanitario de España.

Sistemas de fosos fijos.—*Pozos Mouras.*—Constituyen indudablemente una solución ventajosísima sobre los pozos negros, aunque ya han cedido su puesto á los fosos sépticos, de desagüe automático como aquéllos. Descubierto el sistema casualmente por el propietario de Veroul Luis Mouras, comienzan á ser objeto dichos fosos de larguísimos ensayos á partir del 1860.

La idea que viene sirviendo de base á la construcción de los pozos Mouras, es la siguiente: «En todo depósito ó recipiente herméticamente cerrado y de paredes impermeables (fig. 84) para preservar su contenido de la acción del aire, las substancias fecales al disolverse en una masa de agua, sufren ciertas descomposiciones y transformaciones, en virtud de las cuales resulta un líquido (al que se creía prácticamente inofensivo), apropiado para darle salida al exterior sin las precauciones que exige la conducción de las inmundicias, por estar ya depurado aunque imperfectamente.

Mouras ignoraba en absoluto el por qué tenía lugar la autodisolución de las materias sólidas de las aguas fecales en el interior del pozo cerrado, y operando con depósitos de paredes de cristal con objeto de observar desde el exterior los fenómenos que en el interior del receptáculo se producían, llegó á conclusiones, algunas de ellas falsas, que han venido pasando como exactas por espacio de un cuarto de siglo, entre las cuales merece citarse la de que «en el interior de los fosos cerrados al aire (pozos Mouras), no había desprendimiento de gases, ó que si éste existía los gases se disolvían en el líquido» hecho hoy á todas luces inexacto por cuanto es sabido que la fermentación producida en los Mouras da lugar á los desprendimientos gaseosos inherentes á tal fenómeno.

Ya en 1882 el abate Moigno en Francia, presentaba un aparato Mouras cuya adopción tendría por resultado definitivo «la supresión de los olores que apestaban las ciudades y que entregaría las deyecciones fermentadas, bajo forma de un líquido homogéneo, *casi inodoro*. En el seno de este aparato, se desarrolla—decía—un trabajo que da al *abrigo del contacto del aire* fermentaciones pútridas, cuyo término es la disolución, la liquefación de las materias fecales y que suponen *la acción de los microbios anaerobios de Pasteur.*»

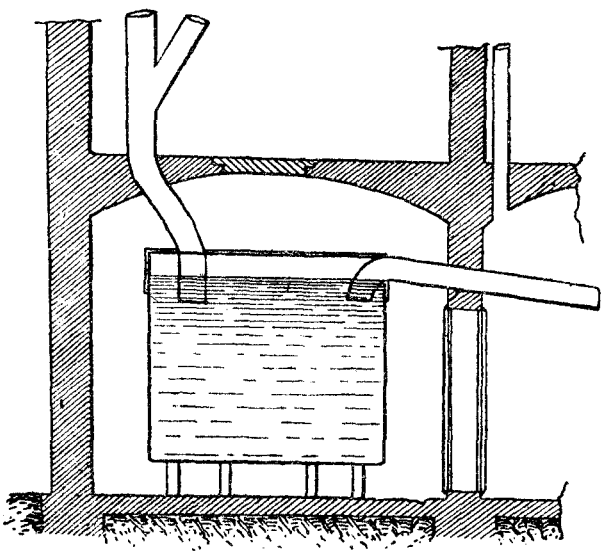


Fig. 85.

Aún insistía, sin embargo, en la idea de no existir desprendimiento de gases, sino absorción, y en apreciar la necesidad de que el trabajo en el foso, se verifique al abrigo del contacto del aire y de aquí que todos los modelos de pozos Mouras (metálicos, de mampostería ó cemento armado) figs. 84, 85 y 86 se aisle herméticamente el interior del exterior y en todos los tratados antiguos se recomienden precauciones especiales para que el aire no pueda penetrar por entre la tapa registro y el marco de la cubierta en que descansa.

El cierre hermético se consigue dando la forma de sifón á los tubos de entrada y salida del pozo Mouras, haciéndolos penetrar (alrededor de 0,50 metros) en el líquido el de entrada y no dejando más aberturas en las superficies del depósito que las necesarias para el paso del tubo de llegada de las materias fecales y el de salida del líquido producto de la descomposición de las mismas, que es ligeramente coloreado ó turbio, homogéneo y casi inodoro, recordando el caucho sulfurado y llevando en suspensión en forma de filamentos ó de pequeños granos las substancias no disueltas. Para alcanzar en el grado necesario la impermeabilidad de las paredes se acude á materiales poco porosos ó á enlucidos, que impiden la filtración del líquido hacia el exterior y la entrada del aire al interior del depósito.

El pozo Mouras así construído, debe alejarse en lo posible de la vivienda, llevándolo á huertas, corrales, etc., cuando se trate de edificios aislados, pudiendo su afluente utilizarse para el riego por ser de gran valor fertilizante; pero si se aplica al interior de las poblaciones ó en casos en los que dicho alejamiento no hay medios fáciles de procurarlo, se construye en los sótanos, pudiendo ser elevado ó enterrado. La casi totalidad de las veces acéptase esta última solución, acudiéndose á la primera cuando hay que ganar en altura para poder hacer el desagüe en la alcantarilla. En 1882 se autorizó en París la instalación de fosos Mouras en casas particulares pero habiendo sido señalados por Mr. Marie Davy los peligros é incomodidades que ofrecía el arrojar los líquidos afluentes de dichos pozos á la alcantarilla por los gases tóxicos que desprendían (especialmente el hidrógeno sulfurado que se manifestaba desde que la cantidad de agua proyectada en el aparato era inferior á 25 litros por persona), se sometió el asunto á informe de la Comisión superior de Saneamiento del Sena, que en enero del 1883 lo emitió en el sentido de no deber autorizarse la ampliación del sistema. Propuesta en 1888 por la ciudad de Tolón la aceptación nuevamente de los Mouras, que parece habían dado en ella buenos resultados, el Comité Consultivo de Higiene pública de Francia se opuso, y otra vez en 1894 dió informe desfavorable á la pretensión de la ciudad de Maçou que intentaba verter en el Saona los líquidos afluentes de los Mouras, vista la aplicación feliz que, según el ingeniero de Ginebra Mr. Herzog, habíase hecho de los Mouras en las edificaciones de Sevres, vertiendo el afluente de aquéllos en el Ródano, río que, sin duda por su considerable caudal, no se contaminaba, según el ponente Mr. Ogier, al contacto con dicho afluente.

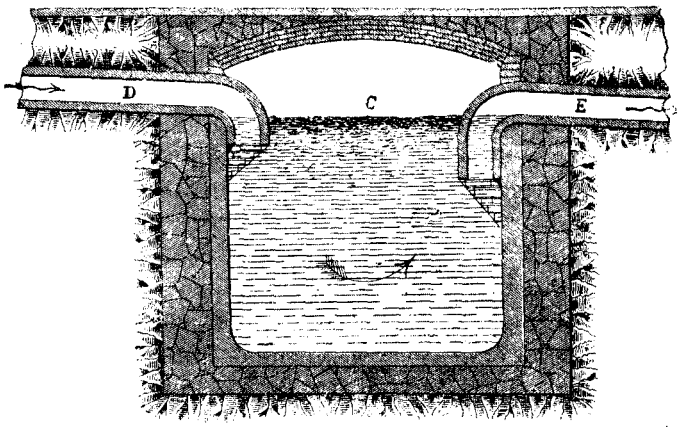


Fig. 86.

No obstante los anteriores juicios, el pozo Mouras ha seguido em-

pleándose más cada día por su marcadísima superioridad sobre el pozo negro (que aún subsiste con todos sus defectos), é industrializado el sistema, ha sido objeto de mejoras importantes, que lo acercan al foso séptico, resultando un procedimiento de cuya utilidad y verdadero valor higiénico dan idea exacta los siguientes juicios, muy recientemente emitidos por autoridades de tanto prestigio como la de los académicos de la Real de Medicina doctores Fernández Caro y Larra Cerezo, presidente y vicepresidente de la Sociedad Española de Higiene, debiendo advertir que al referirse al pozo Mouras consideran como una variedad de éste al foso séptico automático. Dice así el Dr. Fernández Caro (1):

«Raras veces, y aun con harta frecuencia, esos mismos sistemas fáciles, sencillos, baratos (de pequeñas tuberías), resultan inaplicables; más como la necesidad subsiste, como donde quiera que hay un grupo humano, hay también productos de excreción que no pueden quedar abandonados; como esos productos son un foco de infección que aumenta cada día, se impone un procedimiento que, ya que no los aleje, que ya que no los destruya, por lo menos los haga inofensivos. La higiene tiene forzosamente que ejercer su misión; pero, al hacerlo, se encuentra con un radio de acción muy limitado, que empieza en la sencilla fosa al aire libre, que se continúa en las fosas fijas permeables y pozos negros, y acaba en las fosas movibles y transportables que, aun con sus grandes defectos, constituyen un progreso dentro de esa higiene circunstancial, á que no hay más remedio que doblegarse, si bien sea transitoriamente y con un grito de protesta.

»En estas condiciones, el pozo Mouras, con sus perfeccionamientos recientes, representa un indudable adelanto; es quizás una de las transacciones más afortunadas de la higiene, y si no realiza sus fines ideales, cumple seguramente, y muy bien, sus aspiraciones más razonables. De instalación pronta y fácil, de coste relativamente económico, acomodable á todos los sitios y en todos los momentos, aislador casi en absoluto de las materias descompuestas, sin dejar paso á malos olores ni á productos sépticos de ninguna clase si su construcción ha sido esmerada y bien hecha, siendo, al propio tiempo, laboratorio de múltiples reacciones químicas y biológicas, aún no bien explicadas, pero reales y ciertas, que depuran, por continuadas é incesantes oxidaciones, la materia orgánica; el pozo Mouras no sólo es recomendable, sino de una utilidad grandísima, tanto en las construcciones de los centros urbanos, como dentro de las

(1) En mi obra *Ingeniería sanitaria, Pozos Mouras y tanques sépticos*, Madrid 1907, donde se estudian estos sistemas con gran lujo de detalles, tanto desde el punto de vista higiénico, como del técnico constructivo.

mismas urbes, allí donde el sistema de evacuación directa á un colector general no sea posible.

»En una palabra, el pozo Mouras y el foso séptico automático no son una solución pero sí un recurso feliz, felicísimo de la higiene».

Coincidiendo en esencia con esta opinión, se expresa en los siguientes términos el Dr. Larra Cerezo:

«Los pozos de desagüe automático (Mouras y sépticos), sin ser todavía el *desideratum* para el tratamiento y desnaturalización de las inmundicias, quitándolas su significación malsana, constituyen el mayor progreso en el orden higiénico, donde no haya un alcantarillado perfecto. Si éste es defectuoso y las filtraciones contaminan el terreno, acaso sean preferibles dichos pozos. Recuérdese, no obstante, que si éstos han de tener condiciones higiénicas, es menester aislarlos de la casa, á donde pueden subir sus gases, portadores de gérmenes patógenos, que hablaron con gran acierto los notables higienistas Forster y Pettenkofer. No se olvide tampoco de asegurar la impermeabilidad del terreno, que suele perderse pronto en las fosas muradas y cementadas. De la significación de este elemento precioso está bien impuesto el autor del libro.

»Dentro de estas condiciones no hallo nada mejor que los fosos mencionados. Mientras no se descubra un sistema superior á éste, deben utilizarse.»

Aún insistiremos sobre los anteriores conceptos al referirnos seguidamente á los fosos sépticos automáticos (1).

Fosos sépticos automáticos.—Aunque estos fosos sean, ó por lo menos parezcan, una copia perfeccionada de los Mouras, es lo cierto que se fundan en distinto principio, y como más científicos, son más higiénicos y más recomendables que aquéllos, hasta el extremo de que en los últimos Congresos Internacionales de Higiene y de Saneamiento han desterrado ya dichos fosos Mouras. Perseguíase en éstos, como ya hemos repetido, el cierre absoluto para evitar los malos olores en el interior haciéndose constar que si el aire tenía acceso en el foso, el agua quedaba mal oliente y se producían desprendimientos gaseosos.

---

(1) El cálculo de los Mouras se hace á razón de 250 litros de capacidad por persona.

Las fórmulas que se aplican (propuestas por el capitán de Ingenieros Sr. Cardona) son:

$$S = 0{,}10\ \text{m}^2 \times N, \text{ siendo } \begin{cases} N \text{ número de personas que han de utilizarlo.} \\ S \text{ superficie en metros cuadrados.} \end{cases}$$

$V = 0{,}1 \times N \times 2{,}50$ m., siendo V el volumen del Mouras en metros cúbicos y 2,50 metros la altura constante.

Por el contrario, á los fosos sépticos se les dota siempre del medio de dar salida á los gases (que turban la marcha del proceso bacteriano) buscándose su ventilación, pues, como dijimos al referirnos al tratamiento de las aguas residuales por vía biológica artificial, dichos gases son combustibles y pueden hasta dar lugar á explosiones (como en dos ocasiones ha ocurrido en España en pozos Mouras), llegándose por algunos autores á dar preferencia á los fosos sépticos cerrados sobre los abiertos, que, como es sabido, quedan preservados de amplio contacto con el aire por la costra superficial formada al poco tiempo de su funcionamiento, y hasta á afirmar, como Mr. Rouchy, que toda vez que el contacto con el aire favorece el proceso de la fermentación, como ha podido comprobarse en el cementerio de Saint-Nazaire (donde para obtener la putrefacción de los cadáveres ha sido preciso drenar el terreno, asegurando el acceso hasta ellos del aire), convienen más los fosos sépticos *ampliamente aireados.*

Y tanta importancia se da á la ventilación de los fosos sépticos, que en el reciente Reglamento para la utilización de dichos fosos, dictado por la municipalidad de Caen (Francia) (1), se ordena en el art. 1.º que «á los gases procedentes de la fermentación se les de salida por *un tubo de ventilación del foso* prolongado hasta las partes más elevadas de la construcción».

La desventaja principal del Mouras estriba—dice *Sanitary Record,* número del 4 de junio de 1908—en que toda llegada de materias al foso remueve la masa y su contenido es enviado al exterior en estado bruto, contenido que si el foso queda lleno durante un tiempo considerable, cárgase tanto de *gases amoniacales* que toda acción bacteriana cesa.

Tales defectos y otros menos importantes ya corregidos en los propios Mouras, hánse evitado en los modernos fosos sépticos, cuya superioridad patentiza el siguiente informe comparativo de los Mouras y tanques sépticos, emitido en abril de 1905 por el Instituto Pasteur, de Saigon, basado en análisis hechos con líquidos afluentes de ambos aparatos montados en el hospital de la referida población.

Foso Mouras.—Número de colonias encontradas por centímetro cúbico, innumerable.

Especies observadas: Bacilo coli, bacilo piociánico, muy grande abundancia; vibrión patógeno, notado por primera vez en las aguas de la Cochinchina.

---

(1) Publicado en el número del 15 de marzo de 1908 de la revista *La Construcción Moderna.*—Madrid.

Foso séptico.—Número de colonias por centímetro cúbico, como promedio 315 × 200 = 63.000.

No se encontraron más que bacterias banales, á excepción de una especie licuefactible, señalando el bacilo lactis, aerógeno. No existía bacilo piociánico, ni ninguna especie patógena definida.

Las siguientes conclusiones deducía el Dr. Bran:

1.ª El foso Mouras me parece absolutamente á condenar como agente de «todo á la alcantarilla».

2.ª Los fosos sépticos me parecen realizar sobre el Mouras, un progreso de los más señalables, como disminución muy grande del número de microbios y sobre todo por la supresión de los microbios patógenos.

Fosas sépticas sistema Gaultier.—Partiendo M. Gaultier de la observación por sí mismo hecha de que en la masa líquida de los fosos sépticos se crean zonas diferentes, conteniendo más ó menos materias orgánicas en suspensión y que las colonias microbianas trabajan en consecuencia en el interior de las fosas por capas horizontales en toda su altura, creyó conveniente aumentar esa altura, dividiendo, como se ve en las figuras 87, 88 y 89 (que representan en corte y planta un foso para 100 personas), por medio de dos tabiques el interior de la fosa en tres compartimentos, el segundo de los cuales hace de sifón. La disposición de estos tabiques para los aparatos de gran rendimiento parece es sumamente variable con la composición de las aguas que la fosa está destinada á purificar.

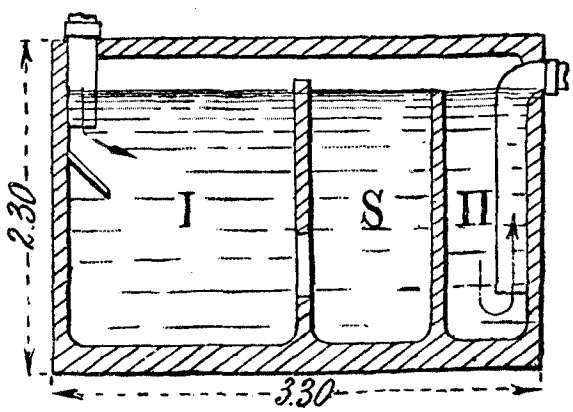


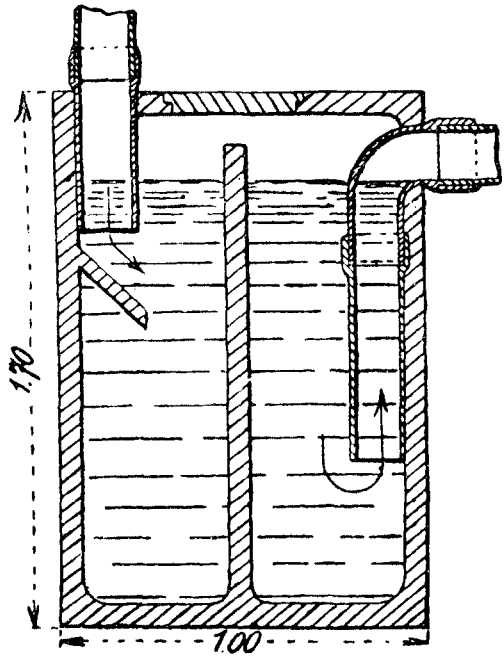
Fig. 87.

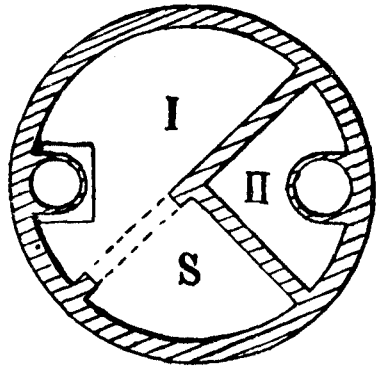
En la planta se vé la disposición de tabiques adoptada por M. Gaultier en sus aparatos, modelo doméstico, que el comercio expende listos para montarlos en fincas y habitaciones ocupadas por 5, 10, 20 y 30 personas.

Aunque nos obliga á incurrir en repeticiones, creemos oportuno reproducir la explicación que *La Technique Sanitaire* da del funcionamiento de las fosas Gaultier:

«Una vez colocada, se llena la fosa de agua.

»La diferencia de densidad de las materias que llegan por el tubo de caída las hace subir á la superficie, donde al cabo de algún tiempo de servicio se forma una costra compacta, que no aumenta con el tiempo que está trabajando la fosa.





Figs. 88 y 89.

»Las materias son descompuestas por el trabajo de los anaerobios; fórmanse gases y sobre todo amoníaco.

»En la parte inferior del compartimento I esta purificación avanza lo suficiente para que se liquiden por completo todas las materias introducidas en la fosa. No quedarán en el fondo de este compartimento más que los objetos metálicos ó calizos que hubieran sido arrojados por descuido en un lugar de la canalización. Tales objetos no pueden estorbar en nada la marcha del aparato.

»Al cabo de algún tiempo de servicio, se formará también en el fondo una ligera capa de fango que, lo mismo que la capa superficial, no aumentará con el tiempo.

»El nivel del agua en la fosa no puede variar, pues todo lo que rebose se irá por el tubo de descarga.

»Cuando se introduce por el tubo de caída una cierta cantidad de líquido, pasará igual cantidad del purificado por la abertura que comunica los compartimentos I y S; tendiendo á subir el nivel de la fosa; igual cantidad de líquido pasará por encima del tabique que separa á S y II, y como este compartimento funciona idénticamente al I, saldrá igual can-

tidad por el tubo de descarga, cuya boca de entrada se halla en la parte inferior del compartimento II.

»Se vé, pues, que semejante fosa funciona de una manera constante y automática.

»Las aguas, á su salida, se hallan purificadas en una proporción como del 75 por 100 (1).

»En el campo se podrán enviar estas aguas al pozo absorbente.

»En todo caso no serán más perjudiciales que las aguas de lavado ó de cocina, que se echan ordinariamente á este sumidero.

»Pero M. Gaultier preconiza el reemplazo de este sumidero por lo que él llama un pozo nitrificador absorbente. Este aparato puede siempre construirse allí donde habría que establecer un sumidero; ofrece la doble ventaja de costar menos que este último y de purificar totalmente las aguas que salen de la fosa simple.

»Estas aguas podrán, pues, ir al terreno sin peligro de contaminación para las capas acuíferas subterráneas, y como el aparato se desagua automáticamente, no habrá necesidad de vaciarlo.

»Así se obtiene, al mismo tiempo que mucha más higiene, la supresión completa de todas las limpiezas».

Fosos sépticos automáticos, sistema Bezault. Su descripción hácela el propio autor, en la comunicación presentada el año 1906 á la «Sociètè d'encouragement pour l'industrie nationale», inserta en el boletín del mes de mayo de 1906. De dicho documento copiamos textualmente los párrafos que siguen:

«La mayor parte de las ciudades le Francia—dice Mr. Bezault—no poseen alcantarillas ó al menos redes completas; no practican, por decirlo así, el sistema de *tout á l'egout*. No lo practican por razón de economía, pues es sabido, que el referido sistema tal como se instala actualmente es muy costoso; es preciso disponer de agua en cantidad suficiente y á presión; es necesario modificar los retretes, etc., etcétera.

»Estas objeciones me han conducido á preconizar el empleo del foso séptico, al cual he llevado algunas modificaciones para adaptarlo á las habitaciones, y procurarlas así económicamente las ventajas del «todo á la alcantarilla» es decir, *la supresión de olores y limpiezas*.

»He propuesto el empleo de un foso impermeable, herméticamente cerrado, de dimensiones reducidas (1,500 m.^{3} por 10 personas como pro-

(1) Esta afirmación necesitaría ser demostrada, pues generalmente se aprecia en un 50 por 100 el grado de depuración al salir los líquidos del foso séptico, según comprueban repetidos análisis.

medio) dividido en dos compartimentos desiguales (1). En el mayor desembocan él ó los tubos de acometida, introduciéndose en el líquido una cantidad en relación con el volumen del foso. Este tubo de llegada de perfil especial, termina con el corte que se observa en la figura 91 con el fin de repartir las materias preferentemente, según un plano horizontal, y facilitar así su dispersión en la masa líquida. La forma de este orificio es un obstáculo más *para los gases*, que intentaran á pesar de los líquidos, ascender por los tubos de acometida.

»El tabique de separación tiene por objeto hacer más lenta la corriente que podría establecerse entre el tubo de llegada y el de salida é impedir también el paso de las materias al compartimento de salida antes que estén suficientemente desagregadas. Este paso de un compartimento á otro se efectúa por pequeñas aberturas longitudinales colocadas bajo la superficie del líquido, á una distancia que varía con el volumen del foso.

»El tubo de salida está acodado y se introduce en el líquido una cantidad casi igual á la del tubo de llegada; lleva en el codo un pequeño ramal, permitiendo el escape del *sobrante de gases*.

»*Funcionamiento.*—Como puede comprenderse, el nivel de los líquidos en este foso es absolutamente constante. Cuando llega un volumen cualquiera por el tubo de acometida, sale la misma cantidad por la tubería de evacuación. La capacidad útil de estos fosos se calcula generalmente de modo que sea igual al volumen de las aguas y materias que con ellas se vierten durante ocho ó diez días, con lo que se consigue que la detención de aquéllas en el foso sea este mismo plazo como medio. Durante este lapso de tiempo los fenómenos de la fermentación se producen como en el *Septik-Tank* de Cameron; las materias sólidas son *licuadas y gasificadas*, los líquidos afluentes no contienen más que ligeras partículas en suspensión. Una gran parte de los gases de la fer-

(1) En conferencia dada por Mr. Bezault en la «Societé centrale des architectes françaises» (mayo 1907), dice que «teniendo en cuenta que la cantidad de agua que acompaña las materias fecales oscila de ordinario entre 10 y 100 litros por habitante y día, sus ensayos prácticos le permiten afirmar que la permanencia en el foso de las materias debe oscilar entre 2 y 10 días, correspondiendo á ésta una capacidad total, variando entre 80 y 200 litros por persona, de suerte que por término medio un foso de 1,200 metros cúbicos puede asegurar el servicio de 10 personas. Por bajo de 10 litros de agua por persona y día el trabajo de la fermentación no puede producirse útilmente». Si la capacidad es excesiva, la permanencia de las materias fecales en el foso es muy prolongada, produciéndose un desprendimiento intenso de gases amoniacales, con lo que se retrasa considerablemente la acción solubilizante de los microorganismos; si la capacidad es demasiado pequeña, no se da tiempo á estos microorganismos á que ejerzan su acción, y tanto en uno como en otro caso el funcionamiento del foso séptico resulta defectuoso.

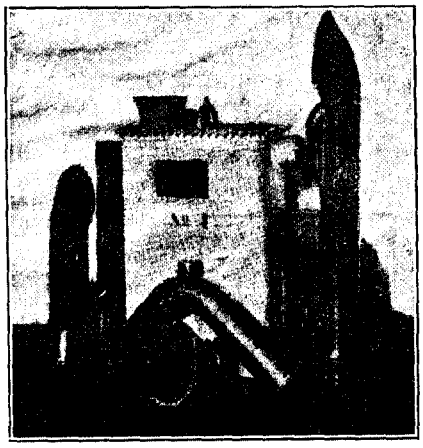
mentación se disuelven, otra de poca importancia va por el tubo de salida.

»El funcionamiento de estos pequeños fosos sépticos no pide mucha agua; las aguas de fregadero y las limpiezas de retretes bastan casi siempre, siendo recomendable no obstante acometer á ellos los tubos de aguas pluviales.

»Este foso séptico—agrega Bezault—es en resumen *un perfeccionamiento del pozo automático Mouras*, que no obraba en realidad más que como un vertedero ó derrame; los tubos de acometida y evacuación no introduciéndose bastante en el líquido, desembocaban con frecuencia en la costra superficial, que era algunas veces evacuada, ocasionando desprendimientos. Se establecían entre estos tubos corrientes, produciendo remolinos de los más perjudiciales á la fermentación. Además el propio Mouras recomendaba provocar estos remolinos por grandes descargas de agua. De suerte que no se producía casi ningún trabajo de solubilización en este foso.»

Lo mismo que el Gaultier, el foso séptico Bezault no presenta, como se ve, grandes diferencias con el Mouras bien construído, pues no es lógico hacer la comparación con los que tienen deficiencias tan marcadas como las que señala el referido autor en los anteriores párrafos reproducidos.

Construye Mr. Bezault sus fosos sépticos automáticos, de palastro galvanizado, de mampostería ó de hormigón, dependiendo el ventajoso empleo de unos ú otros materiales, de sus dimensiones y lugar donde hayan de emplazarse, pudiendo, como regla general, recomendarse los de palastro para capacidades pequeñas ó servicio de fincas de campo, ya que con ellos se asegura la impermeabilidad, hoy difícil de conseguir en los pozos de mampostería ú hormigón si no se dispone de excelentes cementos para los enlucidos y de buenos operarios. El tubo de salida del foso puede hacerse comunicar con la alcantarilla ó mucho mejor con un filtro percolador ú ordinario provisto de materias oxidantes que actúen como soportes de los aerobios (machefer, grava, escorias) á menos que sea dable aprovecharlo para el cultivo, al que favorece notablemente por su composición nitrogenada.



Foso séptico de palastro sistema Bezault.

Fig. 90.

La figura 90 es el fotograbado de un foso séptico automático, sis-

tema Bezault, de palastro galvanizado y de los tubos y accesorios que lo complementan; las 91 y 92 representan el corte y planta de uno de estos fosos, construído con cemento armado y sirviendo como aquél para reducido número de personas. Si éstas no pasan de 15 es preferible adquirirlo en fábrica y transportarlo, á construirlo sobre el propio emplazamiento.

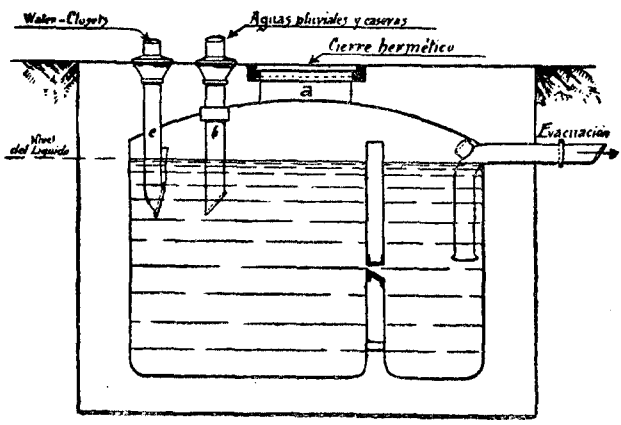


Fig. 91.

Foso séptico Bordigoni.— Busca aminorar la capacidad del pozo Móuras facilitando la fermentación y reduciendo, por tanto, el tiempo de permanencia de las aguas fecales en el depósito, creando al efecto dentro de él otras cámaras por medio de los tabiques que se ven en el corte vertical y planta (figuras 93 y 94).

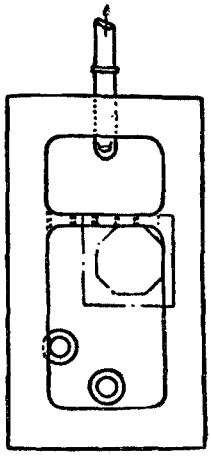


Fig. 92.

El tabique que separa los compartimentos I y II no llega al fondo; el compartimento 2 comunica con el 3, que es más pequeño, por medio de un tubo-sifón, y el 3 con el 4 por la parte superior, por quedar el tabique más bajo que la tapa. En el II hay unas placas horizontales agujereadas (4-4) que tiene que atravesar el líquido y que tienden á activar la fermentación, según el autor. Las materias llegan por el tubo de bajada al compartimento 1, donde se inicia la fermentación, que va desarrollándose en los distintos compartimentos, terminando en el 4, donde hay una capa filtrante, de la que puede prescindirse si se vierte el líquido afluente á la alcantarilla ó se utiliza para el riego.

Valor higiénico y aplicaciones de los fosos sépticos automáticos.—Por la grandísima aplicación que en las poblaciones rurales, fincas aisladas y en general donde se carece de buen alcantarillado tienen en España los fosos que nos ocupan, creemos oportuno insistir sobre este par-

ticular, citando opiniones valiosas, con el fin de contribuir á que técnicos y profanos no duden del verdadero valor higiénico de tan utilísimo sistema de depuración de las aguas residuales, con el cual, repetimos, tienden á conseguirse, con poco dinero, las ventajas del costoso de «todo á la alcantarilla», ó sea la supresión de olores y limpiezas, evitando el consumo de las grandes cantidades de agua que aquél exige para su buen funcionamiento.

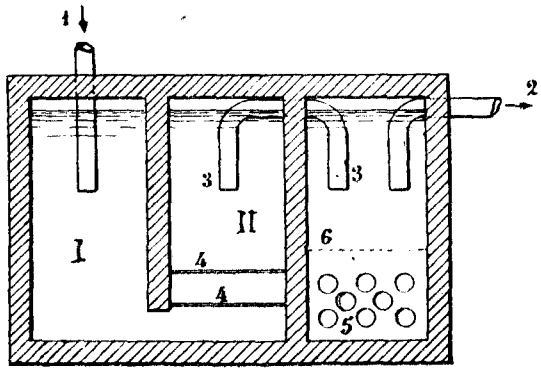
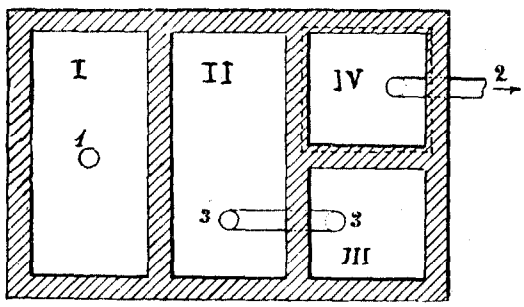


Fig. 93.

Los fosos septicos desaguan automáticamente líquidos, habiendo sufrido, como promedio, el 50 por 100 de depuración y sin contener ninguna especie patógena definida, según comprueban diferentes análisis bacteriológicos. Desembarazados estos líquidos, por lo tanto, de todos los microbios realmente peligrosos, pueden conducirse á pozos filtrantes, *sin peligro á contaminar las capas de agua subterránea*, ó dejarse desplazar libremente para la aplicación del *epandage* ó del riego en los campos cultivados.



Foso séptico automático sistema Bordigoni.

Fig. 94.

En todo alcantarillado que funcione defectuosamente, por falta de pendiente, escasez de agua, etc., podrán suprimirse los malos olores que infectan las calles provistas de bocas para la entrada de las aguas pluviales y de riego, obligando á que las substancias residuales que acometen á dichas cloacas lo hagan después de depuradas en fosos sépticos, con lo cual, no teniendo acceso á la alcantarilla más que líquidos, se facilitará además la evacuación.

El foso séptico impide también el contacto de las moscas é insectos con las materias residuales en putrefacción, moscas que constituyen un

excelente vehículo de contaminación, y evita en absoluto los gastos de limpieza de pozos y sumideros, disminuyendo los de entretenimiento de las alcantarillas cuando á ellas acometen las evacuaciones de aquéllas. Creemos importante reproducir aquí algunos párrafos contenidos en el concienzudo estudio químico y bacteriológico del procedimiento *Septik-Tank* que acaba de publicar Mr. F. Baucher, farmacéutico principal de la Marina francesa (1):

«En los pequeños fosos sépticos de los sistemas Mouras y Bezault—dice Mr. Baucher, después de tratar de la acción disolvente y depuradora operada en el interior del foso séptico cubierto Cameron—el trabajo microbiano no es exactamente el mismo; pero la cifra de amoníaco libre y salino puede quedar allí mucho más elevada si los líquidos no son suficientemente diluídos.

En general, las aguas caseras y de lavadero bastan para asegurar el funcionamiento de un tal foso, que ofrece la ventaja de no enviar á la alcantarilla más que líquidos de un desplazamiento muy fácil en las canalizaciones y *habiendo sufrido ya una proporción de depuración muy sensible permitiendo hacer suficientemente inofensivos los líquidos de los retretes*, con lo que su desplazamiento á la alcantarilla no ofrece inconvenientes...

Mr. Pasirot, miembro del Consejo de Higiene pública y de Salubridad del departamento del Sena, encargado de emitir un informe sobre las instalaciones de fosos sépticos, vertiendo en las alcantarillas los líquidos procedentes de aquéllos, declaró en junio de 1906, después de una larga investigación sobre el terreno, que no hay ningún peligro en evacuar el afluente de los fosos sépticos en las alcantarillas, *pues el olor era imperceptible y la clarificación del líquido casi perfecta*. Los empleados de todas categorías que trabajan en las alcantarillas receptoras de los líquidos evacuados por los fosos sépticos, no han sufrido nunca molestias ni percibido olor infecto especial. En una sola escuela, donde el foso recibía mucha orina y pocas materias fecales, se notó la presencia de un fuerte olor amoniacal persistente; bastó diluirlo para suprimir este inconveniente.

En mayo de 1906 una Comisión de expertos, compuesta de monsieures Chautard, profesor de la Escuela Central de Artes y Manufacturas, Huttean, ingeniero, y Desgrer, profesor agregado á la Facultad de Medicina de París, informó que los fosos sépticos no pueden contaminar las capas de agua subterráneas, *que puede considerárseles como no constituyendo ningún peligro para la salud pública* y que llenan bien las

(1) *Epuration biologibue intensive des caux residuaires; Vigot-frères.*—París, 1907.

condiciones de higiene y salubridad exigidas por la Ley. (Se refiere el informe á la Ley sanitaria francesa del 15 de febrero de 1902.)

»En resumen—dice Mr. Baucher—en los pequeños fosos sépticos la depuración se detiene en la nitrificación exclusivamente; pero si se tiene en cuenta los líquidos generalmente más concentrados que reciben, se observa que su trabajo es exactamente el del gran foso séptico Cameron, con una proporción de amoníaco mucho mayor. Los fosos sépticos solubilizan bien las materias excrementicias sólidas y las transforman en un líquido de desplazamiento fácil; aseguran la degradación de las materias orgánicas, haciendo pasar la mayor parte del nitrógeno albuminoide al estado de nitrógeno amoniacal; es decir, á una forma más sencilla y menos nociva, y, según las diluciones, dan una depuración química que varía entre 40 y 60 por 100.

»Desde el punto de vista bacteriológico, la depuración es igualmente muy apreciable, no sólo por el número, sino sobre todo *por la naturaleza de las bacterias eliminadas*, pues á parte de las especies ordinarias de la fermentación amoniacal, bien pocas resisten á la acción prolongada de un medio tan rico en amoníaco. Se encuentran todavía á la salida algunas colonias poco vigorosas del coli-bacilo de desarrollo tardío; pero sus reacciones microbiológicas están de tal modo atenuadas, que puede considerárselas como formadas de especies banales».

El Consejo de Higiene pública y salubridad del Sena, por deliberación del 2 de agosto de 1907 admite «que los fosos sépticos pueden ser tolerados á condición que los líquidos que provienen de estos fosos sean conducidos por tubos impermeables sobre terrenos de *epandage* ó sobre lechos bacterianos de oxidación aceptados por la administración y colocados bajo su vigilancia», y por último, el Consejo Superior de Higiene pública de Francia, con fecha 4 de noviembre de 1907, ha adoptado sobre los fosos Bezault la conclusión siguiente: «El vertimiento del afluente de los fosos sépticos en sumideros ó en alcantarillas ó conductos, yendo á los cursos de agua, *debe ser prohibido*, reproduciendo la del Consejo del Sena, antes copiada, siendo muy digno de ser conocido el párrafo que á continuación transcribimos del informe del ponente Mr. Bonjeau.

«Cualquiera que sean los fosos sépticos, completados ó nó por sistemas eficaces de oxidación inmediata *pueden prestar señalados servicios* en los campos y en ciertas aglomeraciones, constituyen fosos impermeables y permiten evacuar fácilmente sobre las tierras ó el suelo de los jardines—lejos de las habitaciones—por medio de pequeñas canalizaciones su afluente líquido preparado para la depuración final rápida por el suelo. *Es evitar así el transporte y el contacto repugnante é insaluble con las materias fecales; es impedir la contaminación fecaloide constante y directa*

del sub-suelo de las casas; es preservar los pozos, casi siempre situados cerca de la habitación y mal protegidos de las infiltraciones alvinas frescas; es, en resumen, contribuir á los progresos de la higiene y á la protección de la salud pública »

Las líneas subrayadas justifican por sí solas el que nos hayamos extendido quizás exageradamente al tratar de precisar el verdadero valor higiénico de los fosos sépticos, que encuentran igualmente que los Mouras aplicación ventajosa para el servicio de barrios, caseríos, fincas y edificios aislados, así como en todos aquellos casos en los cuales no exista red de alcantarillado ó el funcionamiento de ésta sea defectuoso. El catálogo de la «Sociètè Gènèrale d'epuration et d'assainissement», que dirige en París el ingeniero sanitario tantas veces citado, Mr. B. Bezault, contiene los datos de cerca de 5.000 instalaciones de fosos sépticos automáticos hechos desde 1902 por dicha compañía en asilos, hospitales, escuelas, barriadas obreras, estaciones de ferrocarriles, hoteles, cafés, casas particulares, etc. Basta indicar que el sistema ha sido aceptado por la Dirección técnica de Ingenieros del Ministerio de la Guerra, por las grandes compañías de ferrocarriles, por las manufacturas y establecimientos del Estado y por numerosas empresas industriales (1).

Foso sifón séptico y sifón auto-diluidor, sistema Bezault.— Para aumentar el grado de depuración en las aguas residuales purificadas por medio de los fosos sépticos, sistema Bezault ya descriptos, propone este ingeniero sanitario la utilización de pequeños filtros bacterianos que pueden rápida y económicamente construirse en el mismo terreno donde se recoge el líquido afluente de aquellos aparatos, la práctica de una especie de *epandage* subterráneo á unos 0,50 metros de la superficie ó el montaje de pequeños filtros percoladores de planta circular ó rectangular.

Están constituídos aquellos filtros por una excavación adecuada al volumen de líquido que deben recibir, en la cual se coloca una capa 1,50 á 2 metros de espesor de grava, ó mejor de escorias ó machefer, haciéndola descansar sobre un piso de barras ó celosía metálica. Sobre ese filtro cae el líquido que desagua el foso séptico, y después de aireado ú oxidado no hay inconveniente en que pase al fondo de un pozo absorbente, por no existir ya peligro de contaminación para las capas de agua subterráneas.

Para practicar el *epandage* ó desparramiento basta conducir el líqui-

(1) En España donde no hay pueblo ni apenas capital en que los pozos negros dejan de abundar de modo alarmante, comienzan en estos últimos años á generalizarse los Mouras, cuando están desacreditados en Europa. Bueno sería saltar del pozo negro al *foso séptico automático*, de cuyos aparatos hemos ya colocado una veintena el año último.

do afluente del pozo séptico por canales de escasa profundidad rellenos de esas mismas materias y distribuídos por la superficie del filtro.

En uno y otro procedimiento resulta siempre ventajoso que el líquido que desagua el pozo séptico vierta con interminencia sobre el filtro con objeto de que éste tenga tiempo de airearse en el intermedio, y por consecuencia se obtenga una oxidación más activa de la materia orgánica. Con dicho fin propone Mr. Bezault el empleo del foso sifón séptico, aparato representado en la figura 95.

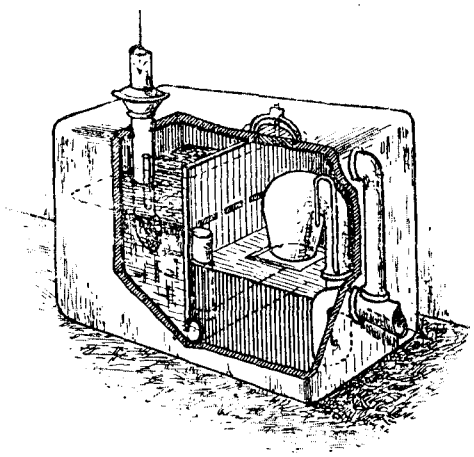


Fig. 95.

Consiste este aparato en un foso séptico, en cuyo compartimento de salida existe un sifón que funciona con el afluente de aquél; la forma especial del brazo superior de este sifón tiende á asegurar el principio de la comprensión del aire. Como la descarga del sifón sólo tiene lugar cuando el aire encerrado en la parte superior del tubo adquiere el grado de compresión necesario, el funcionamiento del aparato resulta intermitente y surte el efecto de los aparatos de descarga periódica, en los que el agua, por la velocidad con que cae, limpia las canalizaciones, impidiendo su obstrucción.

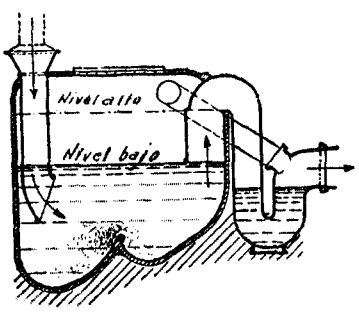


Fig. 96.

El sifón auto-diluidor (fig. 96) substituye al foso séptico automático, facilitando la desagregación de las materias residuales y no desaguando más que líquidos. Consta de una cubeta con registro y de un sifón. En la cubeta desemboca el tubo de acometida de aguas sucias y fecales, cuyo extremo queda siempre sumergido en el líquido. El sifón es de forma de **S** y se une á la tubería de evacuación, cuya rama inferior está constantemente llena de líquido, con lo que la oclusión es permanente no pudiendo en ningún momento haber comunicación entre la atmósfera de las alcantarillas y las habitaciones. La parte superior del depósito está en comunicación por medio de un tubo con los conductos

de evacuación ó de ventilación á fin de asegurar la presión atmosférica, y con ella el normal funcionamiento. Este se verifica como sigue:

Las aguas fecales y domésticas llegan á la cubeta por el tubo de acometida, y por efecto de su prolongada inmersión en el líquido y de los grandes remolinos ocasionados por la aspiración rápida del sifón, las materias sólidas orgánicas se desagregan, encontrando en esta forma fácil salida por el tubo en S de evacuación, aun cuando no hubieran sido enteramente licuadas.

Las materias minerales de débil dimensión serán aspiradas; las demasiado gruesas, es decir, las que tengan un diámetro casi igual al del tubo de caída formarán un depósito en el fondo, que podrá limpiarse si se notara un deficiente funcionamiento utilizando el registro de la tapa.

Cuando la superficie del líquido llega á la altura del nivel alto señalado en la figura, el aire contenido en el tubo está ya suficientemente comprimido, obra sobre el líquido de la rama inferior y entonces el sifón se ceba y evacua la cantidad de líquido necesaria para que éste vuelva á tomar el nivel inferior y quede en disposición de funcionar de nuevo.

El autor de este aparato garantiza la consecución con él de una manera absolutamente práctica, económica é indiscutible de los resultados del todo á la alcantarilla, y afirma que el sifón diluidor puede alimentarse únicamente con las aguas caseras, suprimiendo su uso el gasto de este líquido que exigen los aparatos ordinarios de descarga.

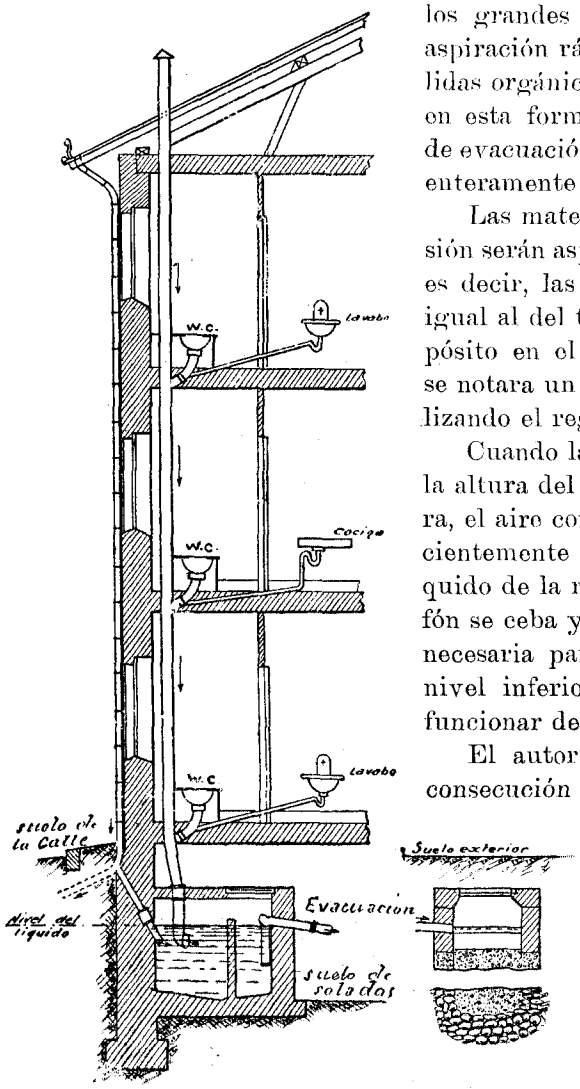


Fig. 97.

El sifón diluidor puede construirse de fundición ó de cemento armado, y obteniéndose con ambos materiales la impermeabilidad de la cubeta, no son de temer las emanaciones ni las infiltraciones.

En la figura 97 reproducimos el conjunto esquemático de una instalación de foso séptico y filtro bacteriano, en una casa de varios pisos. Al foso séptico se hacen acometer las tuberías de bajada de las aguas de retretes, lavabos y cocinas y de aguas pluviales, la primera de las cuales se prolonga por encima del tejado para que sirva de conducto de ventilación. El afluente del foso séptico se conduce á la alcantarilla ó á un pozo bacteriano de oxidación.

En general, ya hemos indicado conviene alejar de la vivienda el foso séptico, situándolo en el patio, corral ó jardín.

Instalaciones bacterianas económicas.—Contienen los mismos elementos que las bacterianas propiamente dichas, sin más diferencia que la de prescindir de los aparatos distribuidores automáticos y simplificar las cámaras aeróbicas.

Como ejemplo de su organización, describimos la por nosotros construída para el servicio del barrio obrero «Reina Victoria» (Madrid), suponiendo á éste con el total de su futura población, que será de 200 vecinos.

Estaba indicado, como única solución aceptable por todos conceptos, el tratamiento bacteriano de las aguas residuales dentro precisamente de la finca y la recogida de esos líquidos ya depurados ó su filtración á través del terreno, cuya contaminación no era de temer, después de aplicado aquél. Dentro de la reducida extensión del barrio, del necesario aprovechamiento del terreno y de la escasez de recursos disponibles, no era posible montar una instalación bacteriana completa con sus cámaras aeróbicas, su depósito de decantación y sus aparatos de distribución automática; y en tal concepto, no siendo tampoco de aplicación inmediata para el riego el afluente líquido depurado, proyectóse la modesta instalación que á continuación describimos.

En ella se ha suprimido la chimenea de ventilación del foso séptico y los aparatos de distribución automática del líquido que evacua este foso, reduciendo, por decirlo así, á sus ejes la cámara aeróbica ó filtro bacteriano, que termina en pozo absorbente (1).

Tal conjunto resulta mucho más perfecto que el Mouras ordinario, y los resultados obtenidos se acercarán mucho á los bonísimos que se alcanzan con las instalaciones bacterianas, cuyos elementos esenciales existen en la montada en «Reina Victoria».

El fondo del barranco por donde corre la alcantarilla está 7 metros por debajo de la rasante media de las calles del barrio, y todo ese ba-

(1) La superficie de estos filtros debe procurarse no descienda de 1 m.^{2} por cada diez personas, y el espesor de la capa filtrante de 1^m,30.

rranco está terraplenándose para construir sobre él la primera manzana, quedando, en consecuencia, enterrada á dicha profundidad la alcantarilla. Por no colocar la instalación debajo precisamente de las viviendas, se ha dado á ésta como dimensión forzada la anchura de la calle normal á la carretera, que es de 10 metros; de este modo, la vigilancia de la instalación podrá hacerse en todo tiempo, sin molestia de los vecinos.

Como manifiestan las figuras 98 y 99, la alcantarilla, que mide 0,90 metros de altura desde la solera á la clave en el intradós termina en el

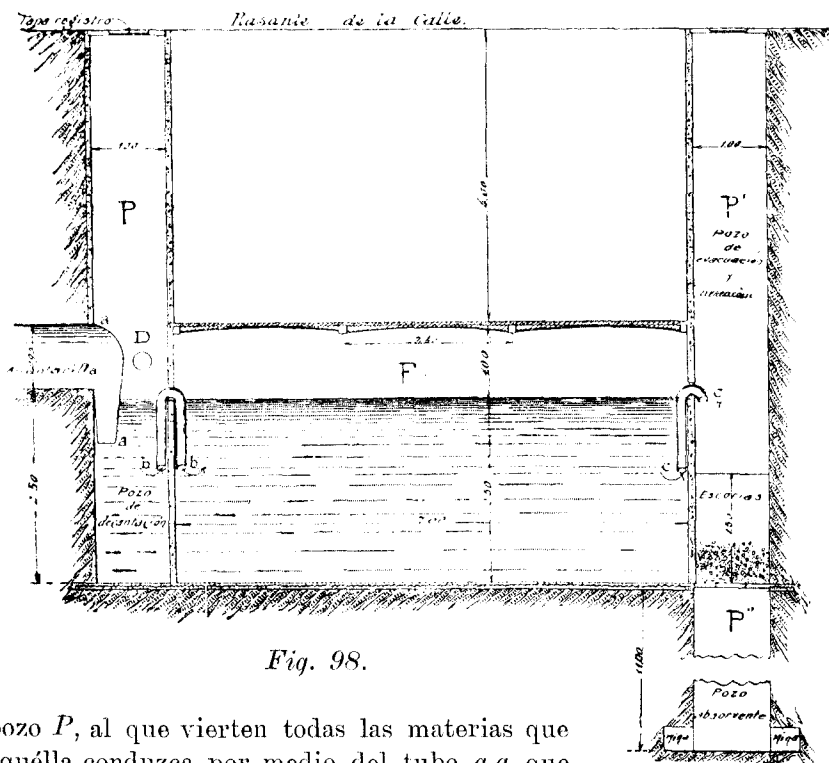


Fig. 98.

pozo *P*, al que vierten todas las materias que aquélla conduzca por medio del tubo *a a*, que tiene forma de trompa de elefante, para pasar con él desde la sección oval á la circular de 0,40 metros de diámetro; este tubo desemboca 1 metro por debajo de la rasante de la alcantarilla, que será el nivel que tome el líquido en dicho pozo *P*, que constituye una verdadera cámara de decantación, y que se prolonga hasta ganar la rasante de la futura calle, cerrándose por medio de un registro.

El pozo de decantación comunica por medio del tubo en *U*, *b b* con el foso séptico *F* ó cámara anaeróbica, dentro del cual se verifica la fermentación de las materias, que seguramente no tendrá tiempo más que para

iniciarse en el pozo P, dado su reducida capacidad; el foso F está cerrado, y sólo para que los gases en él producidos pasen al P', existe una abertura practicada en la pared medianera por encima del nivel del líquido; sobre su cubierta carga una capa de tierra de 4 metros de altura, cuyo peso representará como promedio 6.000 kilos por metro cuadrado de aquélla.

El líquido efluente de foso séptico F está ya depurado al 50 por 100, y con objeto de aumentar este grado de purificación antes de dejarle filtrar, se ha dispuesto el pozo P' ó cámara de aireación, en el que existe un lecho de escorias de 1,50 de espesor.

Este pozo P se prolonga también hasta la rasante de la calle, convirtiéndose en chimenea de ventilación cuando las edificaciones de la calle inmediata se levanten, y se cierra por medio de una tapa rejilla, que deja llegar constantemente á su interior el aire. De este modo el líquido que evacua el sifón $c\,c$ se airea al caer sobre el filtro, donde las bacterias aerobias realizan su benéfico trabajo de nitrificación, terminado el cual aquel líquido, ya altamente depurado, pasa al pozo absorbente P'', prolongación de aquél, y terminado á los 11 metros de profundidad en pequeñas galerías de mina para aumentar la superficie absorbente; tal precaución es casi exagerada, pues á dicha profundidad existe permanentemente una capa de aguas colgadas, que ha bastado para las necesidades de la obra.

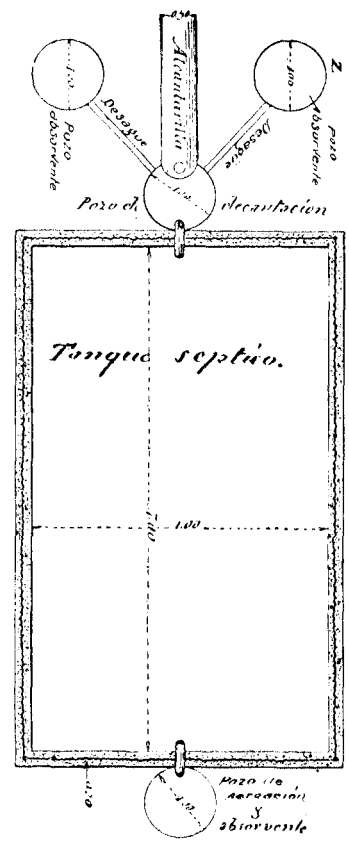


Fig. 99.

Completan la instalación dos pozos absorbentes Z, Z' (fig. 99), que comunican por medio de tuberías de 0,30 metros con el vertedero D del pozo P; con esta disposición se evitan los riesgos que podrían producirse en tiempo de fuertes aguaceros, cuando la cantidad de líquido conducida por la alcantarilla fuera superior á la que es capaz de absorber el pozo P'', caso en el cual el nivel interior del foso F llegará á D, y los pozos absorbentes $Z\,Z'$ funcionarán al propio tiempo que el P''; estos pozos se han cerrado herméticamente quedando enterrados.

Todos los pozos, P, P', P'', Z y Z', estan revestidos de cemento ar-

mado, de cuyo material es también el foso *F* y hasta los tubos sifones, pues por su forma especial no se encontraron de fundición, ni de gres.

La existencia del pozo *P* está justificada por la conveniencia grande de extraer periódicamente las substancias no putrescibles que por las alcantarillas circulan, tales como piedras, trozos de carbon y otras materias minerales y metálicas, así como las complejas que á estas alcantarillas se arrojan insensatamente, sobre todo cuando están en comunicación con las bocas de aguas pluviales, substancias todas que no deben dejarse llegar al foso séptico, en el que podrían producir obturación de sifones y aumento innecesario de la capa que con las materias de lenta y difícil disolución se constituye en el fondo. En el caso actual, como había economía grande en dejar enterrado el foso séptico, era muy conveniente prescindir en él de los registros, y para ello prudente el hacer lo posible por reducir el espesor de esta capa del fondo, que es sabido no pasa en diez ó doce años de los 0,60 metros; existiendo el pozo *P*, en su fondo se depositan esas substancias imputrescibles no pasando al *F* más que líquidos, y de aquél pueden extraerse fácil y rápidamente por haberse ya dispuesto en el interior las escalas de hierro para descender un hombre.

Por razones de economía y facilidad de ejecución, se ha dado á los pozos *P*, *P'* y *P''* la forma circular, que consigue la uniformidad en la repartición de presiones sobre los distintos puntos de una sección; ha bastado para el revestimiento un espesor de forjado de 0,06 metros armado por metro, con cuatro directrices de cabilla de 10 milímetros de diámetro y metal deployé del número 6; el diámetro interior de un metro es más que suficiente para que un hombre descienda hasta el fondo, vigile los sifones y extraiga los depósitos con relativa comodidad.

El foso séptico es de planta rectangular, de 7 × 4 metros y 2,50 metros de altura hasta la línea del nivel ordinario del líquido; entre la superficie de éste en el interior y la cubierta, se deja un espacio libre de un metro, suficiente para que en él se acumulen, los gases producidos por la fermentación anaeróbica en la parte en que no se disuelva el líquido, gases que tienen salida al pozo filtro.

El volumen del foso séptico se ha calculado, suponiendo construídas las 40 casas del barrio y ocupadas á razón de cinco personas por vivienda, ó en total por 200 personas, que á razón de 100 litros por habitante y día (1) suponen 20.000 litros diarios, cantidad en la que se engloban el conjunto de las excretas todas, individuales y caseras; esto es, ma-

(1) Más allá de 50 personas se acostumbra á dar á los fosos sépticos una capacidad á razón de 80 litros por persona y día, sin incluir la que corresponde á las aguas pluviales.

terias fecales, orinas, agua de fregadero, de baños, lavabos, de limpieza y triplicando esta cifra en razón de las aguas pluviales que la alcantarilla recibe.

Si el volumen de agua de lluvia que dichas alcantarillas condujeran en momentos dados excediese del triple de la cifra citada, ya vimos funcionaría el vertedero del pozo de decantación, lo que sería tolerable, pues se admite que cuando las aguas de alcantarilla están diluídas en cuatro veces su volumen de agua de lluvia, se puede, sin inconveniente grave, tolerar viertan á los ríos, ó filtren en el terreno sin temor de contaminaciones.

Los tres sifones *a*, *b*, *c* penetran en los pozos 0,80 metros como mínimum, con objeto de asegurar la perfecta evacuación, sin que la impidan la costra superficial, que es sabido se forma en los depósitos de fermentación. Para hacer la limpieza de los pozos *P* y *P'*, bastará cerrar momentáneamente las bocas *a* y *c'*.

La capa de escorias que constituye el filtro bacteriano en el pozo *P*, descansa sobre una regilla formada por barras de 10 milímetros entrelazadas y empotrada en el revestimiento del pozo á la altura del fondo del foso séptico.

Sumando á las dimensiones de los pozos *P*, *F* y *P'* los espesores de paredes, resulta, para el conjunto de la instalación, una longitud de 9,50 metros, que es algo menor que la anchura de la calle, sobre cuyas aceras vendrán á estar los registros de los pozos de decantación y aireación, cerrado herméticamente el primero y con rejilla el segundo, que corresponde al límite de la finca donde no existen edificaciones. Parece seguro que los olores que por este registro se eleven no produzcan molestia alguna por corresponder á un líquido que vierte lentamente y ya bastante depurado; pero si así no fuere, bastaría prolongar el revestimiento del pozo, que quedaría así convertido en chimenea de ventilación hasta darle altura superior á la de las viviendas.

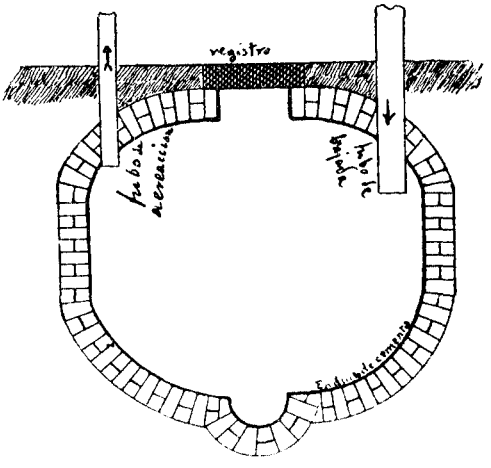


Fig. 100.

Fosos fijos de aireación.—Para terminar con los fosos fijos, reproducimos en las figuras 100 y 101 dos modelos de foso fijo (sencillo y

doble) con tubería de aireación, recomendados para las fincas agrícolas por los doctores Imbeux y Rolants en su obra *Hygiène rurale*, París, 1908. El foso, que es de mampostería, aconsejan, para asegurar su impermeabilidad, se revista exteriormente con una fuerte capa de arcilla compacta, é interiormente con un enlucido de buen mortero de cemento, y para que este enlucido ofrezca más resistencia proponen el redondeamiento de la cara inferior; además del registro para la extracción y limpieza, dejan un tubo para que tengan salida los gases, con lo cual no son de temer los funestos accidentes que éstos causan á los encargados de la limpieza ó reparación en los pozos negros.

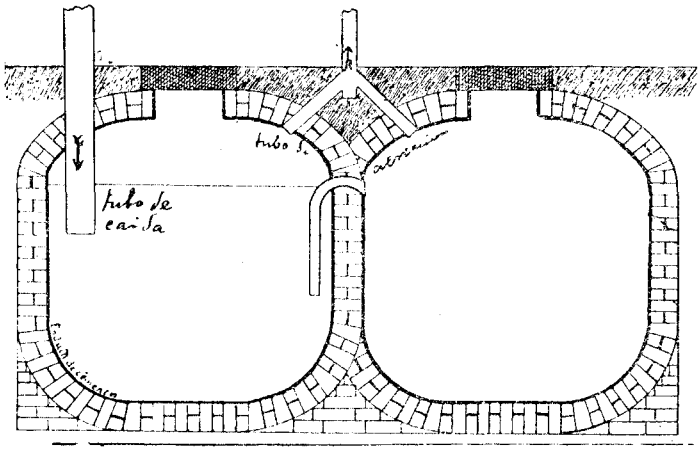


Fig. 101.

El foso doble responde á la observación de que la vitalidad de los gérmenes de enfermedades contagiosas es de corta duración en las materias fecales (como máximum seis meses); de modo que vertiendo éstas por el primer pozo y recogiéndolas en el segundo, al que pasan por derrame á través del tubo de comunicación, puede conseguirse, dando la capacidad adecuada á los depósitos, que las materias, al cabo de dichos seis meses extraídas, no contengan gérmenes patógenos.

Los autores de tales modelos indican que los olores desprendidos por las materias en fermentación no son de temer, como en las poblaciones, en el campo, donde los fosos deben estar alejados de las viviendas, y proponen efectuar la extracción por medio de una bomba de mano. Hacen notar también que el empleo de desodosizantes, como la tierra seca, turba, cenizas, etc., ó el de desinfectantes, como el cloruro de cal, el sulfato de hierro, etc., no es recomendable para las fincas del campo, pues la mezcla de las materias fecales con dichos desodosizantes hace difícil la extracción de las primeras y el uso de los desinfectantes puede perjudicar á la vegetación.

XII

SISTEMAS DE FOSOS Ó TINETAS MÓVILES

Los fosos ó tinetas móviles son recipientes metálicos de capacidad tal, que pueden fácilmente transportarse. Se unen por medio de un cierre especial á la tubería de bajada de aguas fecales (fig. 102), y una vez llenos, se les separa y lleva á vaciar á lugar oportuno, con lo que se evitan los efectos de la fermentación cerca de las viviendas. Para dificultar posibles derramamientos, suele adosarse al tonel móvil un segundo receptáculo al que el primero vierte al llenarse.

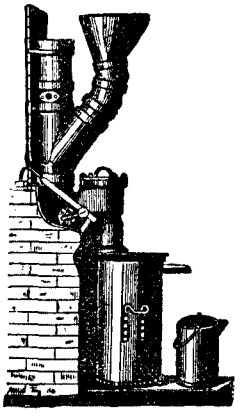


Fig. 102.

Lo mismo que los pozos negros, los depósitos móviles tienen el inconveniente grave de oponerse al empleo de los retretes de descarga de agua (water-closet), tipo el más recomendable higiénicamente, pues con ellos los transportes y relevo de los toneles tendrá que ser frecuentísimo; pero resultan muy preferibles á dichos pozos negros, si los recipientes son impermeables, y se cambian sin dar tiempo á que se inicie la fermentación de las materias fecales. Su uso hoy se recomienda, especialmente en tiempo de epidemias, en los pueblos donde no existen letrinas ó éstas son muy defectuosas; en tales circunstancias, propone el Dr. Mosuy, del Comité Consultivo de Higiene pública de Francia, instalar una tineta de 50 litros por cada 15 habitantes. El servicio de transporte y desinfección de tinetas (con $^1/_{10}$ de su volumen de lechada de cal) debe correr en todos casos á cargo de los Municipios.

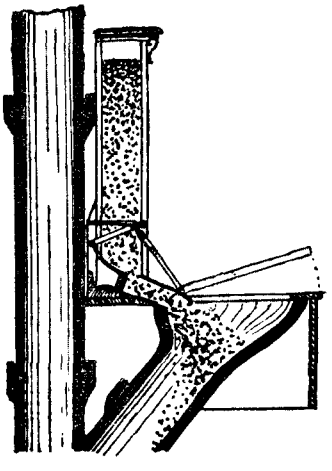


Fig. 103.

En Inglaterra y Alemania se emplea bastante un sistema de tineta móvil combinado con la utilización del poder absorbente de ciertas substancias y en particular de la tierra. Este sistema, conocido con el nombre de *Eart system* ó *retretes de tierra* (fig. 103), exige verter en la taza del retrete, después de cada visita, una cantidad tal de tierra bien seca

y pulverulenta, que la mezcla con las materias excrementicias no resulte liquida (5 kilogramos por kilogramo de excrementos). Los Reglamentos sanitarios de las casas exigen en Inglaterra que la capacidad máxima del recipiente portátil no pase para una vivienda de 56 litros, y que si el inodoro de tierra tiene fosa fija, su capacidad no sea mayor que la necesaria para recibir el excremento y tierra de tres meses, nunca más de un metro cúbico.

El polvo ó pasta que se obtiene como resultado de las transformaciones, principalmente de orígen microbiano, que se producen en estos retretes, es muy fertilizante.

Los recipientes *móviles*, si se cambian con mucha frecuencia (todos los días) y están herméticamente cerrados, son aceptables higiénicamente; pero la práctica los desecha por anti-económicos y molestos, quedando hoy su uso reducido á aplicaciones especialísimas en casas de salud, hospitales, etc. Los retretes de tierra son más preferibles y lo propio ocurre á los recientemente ideados por Mr. Lambert, de Bruselas, modelo en el cual la neutralización de las materias fecales y supresión de malos olores, consíguese con la turba en polvo, materia absorbente para los líquidos, que retiene y fija los gases amoniacales y cuya mezcla con las aguas fecales resulta excelente abono. Este tipo de *retrete de turba* funciona automáticamente y por consecuencia no exige intervención alguna del visitador del retrete. Consiste en una cubeta provista de dos rodillos de madera giratorios alrededor de un eje horizontal, que impiden colocarse subido sobre ellos, y obligan, por lo tanto, á usar el aparato, sentándose en él, momento en el cual bascula la cubeta próximamente un centímetro y pasan al distribuidor de 30 á 35 gramos de turba seca (procedente de un depósito á él unido, capaz de contener alrededor de 12 kilogramos de dicho producto), que caen sobre las materias fecales al levantarse del asiento la persona que utiliza el retrete.

Otros sistemas.—Algunos otros sistemas existen que la práctica no ha aceptado, mereciendo no obstante mencionarse además de los que obtienen la esterilización por el calor, el sistema Schmidt, indicado en la figura 104. Consta de un tonel metálico herméticamente cerrado, en el que desembocan los tubos de conducción de las inmundicias líquidas por debajo del tamiz horizontal E que en unión del vertical F obligan á dividirse las materias fecales. En H existe un depósito de agua, que se mezcla en C con un desinfectante contenido en el depósito B. Para obtener la completa clarificación del líquido existen además las dos cajas filtrantes D_1 y D. Las materias ya disueltas, desinfectadas y clarificadas van desde C al tubo de evacuación ó alcantarilla

y para la limpieza del aparato existe la tubería *V* unida á una bomba que hace la aspiración se monta en un carro de transporte (fig. 105); los resíduos sólidos que no puedan ser aspirados se depositan en la *V*, y

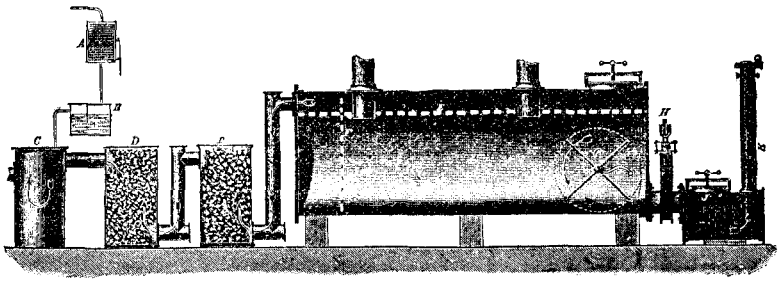


Fig. 104.

los fangos acumulados en el fondo del tonel se agitan por medio de la rueda *G*. Como se ve, el aparato es complejo y exige el empleo constante de un desinfectante.

Estos desinfectantes nunca llenan por completo su cometido, si bien matan algunos bacilos y disminuyen la producción de gases fétidos. Los muchos desinfectantes ensayados pueden dividirse en dos grupos: 1.°, los absorbentes (tierra, humus, cenizas, polvos de carbón, paja, etc.) y los exterilizantes, mucho más eficaces que aquéllos (cal, sulfatos de cobre, cinc ó plomo, cloruros, sublimado, ácido fénico, cresol, etc.). Los mejores, como son el sublimado y el sulfato de hierro, resultan demasiado caros; el cloruro al 8 por 1.000 es de los que más se usan por su precio relativamente bajo.

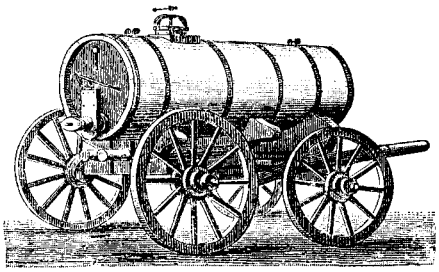


Fig. 105.

La esterilización por el calor, indicamos ya es sistema muy beneficioso; pero que por lo caro, sólo puede aceptarse en Hospitales y Sanatorios, y los múltiples ensayos hechos para generalizar el sistema ó el de cocer por la acción del vapor las materias excrementicias, no han dado resultados prácticos, pues á pesar de ser muy higiénico resulta de precio intolerable por lo elevado.

Resulta en definitiva, que lo preferible higiénicamente cuando no existe alcantarillado, es el tratamiento de las aguas residuales en insta-

lación bacteriana económica ó foso séptico automático combinado con filtro bacteriano, siguiendo á este sistema el de foso séptico, sin filtro, y en escala descendente el pozo Mouras. Circunstancialmente podrían emplearse los inodoros «sin agua» de tierra y de turba y en casos muy especiales las tinetas móviles. En las fincas agrícolas, donde los retretes (que siempre deben estar en habitación amplia y bien ventilada con suelo impermeable) se encuentran de ordinario á distancia de las viviendas, y conviene aprovechar la mayor cantidad posible de materias fertilizantes, son recomendables los fosos de aireación, debiéndose en cada caso escoger entre los sistemas citados según las circunstancias especiales que concurran.

Urinarios colectivos.—Los urinarios instalados no sólo en las vías y plazas públicas, sino en los locales que tienen este carácter, constituyen una causa no despreciable de insalubridad en las urbes, por la dificultad de su perfecto entretenimiento y la relativa facilidad con que en ellos se forma el carbonato amónico (causa de los pestilentes olores que con frecuencia tales aparatos desprenden) á expensas de la orina bajo la acción de un fermento rojizo para prevenir el desarrollo del cual suele acudirse á ingredientes tan conocidos como el sulfato de cobre, el de hierro, el cloro, etc., por no ser suficiente para ello los lavados al agua sola.

Hácese de todo punto indispensable conducir las orinas, como todas las demás inmundicias de su grupo, á las alcantarillas antes de iniciar su putrefacción (que sobre todo en verano se acelera notablemente) y de no existir alcantarillas á los fosos sépticos ó en su defecto á los pozos Mouras que deben establecerse para el servicio de aquéllos. El empleo en los urinarios colectivos de agua corriente ó de descargas periódicas, sobre placas de vidrio, porcelana, pizarra, etc., ya de venta corriente en el comercio, aleja suciedades, asegura el rápido desplazamiento de las orinas á las tuberías y evita los malos olores: es, por consiguiente, el sistema preferible desde el punto de vista higiénico, pero exige un gasto crecido de agua (en París 2,50 metros cúbicos por plaza y día), lo que en no pocas ocasiones lo hace impracticable.

En tales circunstancias los sistemas más recomendables por sus buenas condiciones higiénicas, su economía y fácil entretenimiento, son los basados en el empleo de desinfectantes como «el urinol», «el pirol», etcétera, que no son sino aceites minerales y en su defecto vegetales que desinfectan la orina antes de llegar al desagüe, suprimiendo la infección debida á los gases mefíticos de la alcantarilla. Tales urinarios están dando muy buenos resultados, en vista de los cuales se generaliza su empleo, en estaciones de ferrocarril, cuarteles, colegios y edificios públicos en general. Figuran entre esos aceites, los provenientes de la destilación del

petróleo, mezclados con cierta cantidad de aceite de hulla ó de antracita, siendo muy empleado por su baratura el aceite pesado de hulla ó alquitrán.

De los varios sistemas de este tipo hoy en uso para retretes colectivos, es el más aceptado el Beetz (1), que previene la formación del fermento antes aludido.

Sobre todas las superficies del urinario, susceptibles de ser bañadas por la orina (paredes en una altura de 1,30 metros, reguero y piso próximo á éste) se aplican un par de manos del aceite pesado que las impregna profundamente, formando como un revestimiento de las mismas, gracias al cual los orines resbalan sobre las paredes sin mojarlas, ni filtrar en ellas, evitándose los depósitos sedimentarios, donde cae el fermento citado.

La limpieza con estos urinarios de engrase es perfecta y el coste de entretenimiento no pasa de uno á dos francos por plaza de urinario, muy inferior al que supone el consumo de agua.

Excretas animales.—Lo mismo que las humanas, las deyeciones de los animales pueden contener gérmenes de enfermedades contagiosas no sólo para el propio ganado sino hasta para las personas, é igualmente dan lugar á fermentaciones pútridas que hacen necesario alejarlas de las viviendas antes de que la descomposición se inicie y evitar las infiltraciones en el terreno, que podrían dar lugar á su contaminación. Con estas deyeciones suelen reunirse, como hemos indicado, la paja y materias que se emplean para cama del ganado, mezcla que constituye el estiercol, cuyo poder fertilizante hace se le considere como excelente abono.

En las aglomeraciones urbanas las deyeciones líquidas del ganado que se alberga en cuadras, vaquerías, etc., se evacuan á la alcantarilla general, y el estiercol se transporta en carros fuera de la población, siendo objeto de comercio para particulares y empresas. En tales circunstancias basta con que la extracción del estiercol sea diaria, el suelo de la cuadra impermeable para que los orines no puedan infiltrarse suprimiendo en lo posible las juntas, la limpieza esmerada y la ventilación y cubicación de dichas dependencias abundante, preceptos de cuyo cumplimiento, así como de la fijación del emplazamiento adecuado de los locales, deben ocuparse las ordenanzas municipales.

Pero en las aglomeraciones rurales el agricultor tiene que sacar todo el posible partido, no sólo de los estiércoles, sino de las deyeciones líqui-

(1) En el MEMORIAL DE INGENIEROS (febrero 1902) describe detalladamente el Comandante D. Juan Vilarrasa, los urinarios de engrase, sistema Beetz, y en *La Construcción Moderna* (núm. 24 año 1904) está la descripción del modelo «F. S. Buchacek» que utiliza el aceite Pirol, como desinfectante en la dosis de un kilo por cada 8 metros cuadrados cada ocho días.

das que tan á propósito son para el riego del propio estiercol, el cual interesa conservar siempre húmedo para que no pierda al desecarse por volatilización una parte del carbonato amónico, lo que conduce á almacenar los estiércoles y recoger esas deyecciones líquidas, que los franceses denominan *purin*.

El almacenamiento del estiercol debe hacerse, no como sucede generalmente, en un simple foso ó en montón sobre el patio sin precaución alguna, sino con ciertas prescripciones higiénicas que no sólo preservan la salud, sino que conducen al mejoramiento del abono y á las menores pérdidas, y del propio modo la recogida de los excrementos líquidos ó *purin* conviene efectuarla en fosos completamente impermeables que eviten filtraciones y con ellas contaminación y mermas.

Fig. 106.

El estiercol es conveniente amontonarlo sobre superficies impermeables con la debida pendiente, para que los líquidos procedentes de la fermentación y el riego sean conducidos por canales al foso mencionado, de donde pueden extraerse con una pequeña bomba. La figura 106 es la disposición más sencilla que puede recomendarse; el montón *A* de estiercol está sobre una área *a a* de hormigón, algo elevada sobre el suelo para que las aguas de lluvia no tengan acceso á ella; dicha área impermeable se hace con la debida pendiente (un 2 por 100 como mínimum) para que los líquidos corran á las canales *R R*. La figura 107 corresponde á una explotación más importante, estando el área ó plataforma dividida en dos ó cuatro partes, disponiéndose en *C* ó en *P*, respectivamente, el foso de recogida de líquidos, del que es un modelo la figura 108. De este modo un montón está en carga y los otros en descomposiciones, que se activan con el riego y acceso del

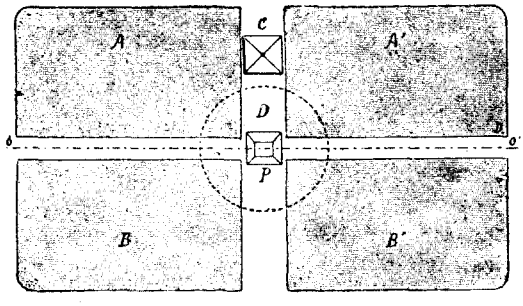


Fig. 107.

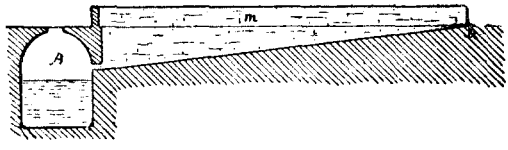


Fig. 108.

aire, acabando por desagregar la paja que forma una masa blanda y fácil de cortar con la pala, con el aspecto del humus.

Imbeux y Rolants, en su tratado de *Hygiène rurale*, condenan la costumbre, muy generalizada, de establecer el foso del retrete sobre el foso de *purin*, por los peligros de contagio que con tal práctica tiene el manejo de este último líquido, tanto para el riego del estiercol como para su transporte á los campos de cultivo y recuerdan la prohibición del prefecto del Rhône (marzo 1905) de practicar el epandage ó desparramiento de las materias extraídas de los fosos de retretes sobre los cultivos forrajeros y de efectuarla sobre los otros cultivos á una distancia de menos de 100 metros de las viviendas, así como de los pozos ú orígenes del agua de alimentación, recomendando muy fundadamente en definitiva, que los estiércoles y deyecciones líquidas animales no se mezclen con las materias fecales humanas, ni con las basuras, animales muertos y demás inmundicias sólidas que deben tratarse separadamente.

La exposición de las prescripciones higiénicas y técnicas que deben seguirse para la utilización de los estiércoles, materias fecales y en general de los abonos humanos y animales, nos alejaría algo de nuestro objeto, limitándonos por ello á recomendar á nuestros lectores la consulta de la obra de Garola, *Engrais*, *Encyclopedie agricole*, París 1906, que seguramente les resultará provechosa.

XIII

INMUNDICIAS SÓLIDAS

Necesidad de su alejamiento de las ciudades.—Los resíduos de la vida doméstica, de los cuales las casas se desembarazan diariamente, como papeles, cenizas, partes desaprovechables de verduras y legumbres, huesos, trozos de vidrio y madera, envases pequeños de comestibles, pajas, trapos, etc., etc., así como el polvo que se reune de la limpieza y barrido de las habitaciones y los desperdicios de los mercados constituyen las basuras, en cuya composición entran materias muy fermentescibles que es necesario alejar lo mismo que las inmundicias líquidas ó fácilmente arrastrables por el agua, no sólo de las viviendas, sino de las urbes antes de que entren en fermentación. Mezcladas de ordinario con estas basuras, y de composición algo semejante son también los polvos y barros de las calles, constituyendo el conjunto de éstos y aquéllas las *inmundicias sólidas* de las ciudades, entre cuyas inmundicias pueden también incluirse los cadâveres de los animales y hasta los de las personas, pues tan fermentescibles son unos y otros como aquellos polvos y basuras, y aptos todos para impurificar con los gases producidos por la fermentación el aire respirable y contaminar el terreno al quedar con él en contacto prolongado los resíduos de aquel fenómeno.

El alejamiento de las basuras é inmundicias en general constituye hoy día por la creciente densidad de las poblaciones urbanas, uno de los más indispensables servicios de higiene municipal, á causa de la gran cantidad de materias orgánicas putrescibles que contienen, y no es de extrañar que, á partir del Congreso Internacional de Higiene de 1889, se hayan discutido ampliamente los problemas del alejamiento y tratamiento posteriores de estas inmundicias sólidas en todos los siguientes (Budapest del 1894; Madrid, 1898; Bruselas, 1903; París, 1900; Lisboa, 1906; Berlín, 1907), sin que hasta la fecha se haya llegado á soluciones concretas, á pesar de los numerosísimos trabajos á estos Congresos presentados. En las poblaciones rurales no es lógico prescindir como en las urbanas de lo que para cada propietario puedan representar las basuras que produce, y que por lo general se mezclan al estiercol. No obstante, la opinión está ya perfectamente formada entre los higienistas en el sentido: 1.°, de la necesidad del inmediato alejamiento de las inmundicias sólidas de los lugares habitados; 2.°, de la conveniencia de someter estas inmundicias á un tratamiento que las haga inofensivas y permita aprovecharlas en lo posible.

Las diferencias estriban en el procedimiento á seguir, que depende de las condiciones especiales de cada población para satisfacer estas exigencias de la higiene, y que difiere de las urbanas á las rurales.

Volumen y composición de las basuras.—El volumen varía en cada localidad, aunque entre límites no muy amplios, y para cada estación.

París produce 0,66 kilos por habitante y día; Hamburgo, 0,50; Berlín, 0,58 en invierno y 0,37 en verano; Londres, 0,83; Nueva York, 1,47; Zurich, 0,63; Nancy y Lille, 0,69; Bruselas, 0,41; una media muy aceptable es de 0,500 kilogramos por día y habitante.

El peso del metro cúbico de basuras oscila entre 650 y 1000 kilogramos; en la práctica se acepta la cifra 0,8 como densidad media, de manera que obtendremos los pesos multiplicando por 0,8, los volúmenes en metros cúbicos. En invierno, por razón de la mayor cantidad de cenizas, la densidad de las basuras se eleva (en París á 0,657); en verano abundan, en cambio, las verduras y legumbres, y la densidad baja (en París á 0,486). La basura de las calles, oscila en las ciudades pavimentadas entre 0,013 y 0,025 centímetros cúbicos por metro cuadrado de calle.

Como ejemplos de composición media damos á continuación los análisis efectuados con las basuras recogidas en Bruselas, Roma, Lille y Berlín en diversas épocas y condiciones, así como de las mezcladas en Dresde y Münster con polvo y barro de las calles:

Bruselas.

	MATERIAS	*Kgs. por m.³*	
Sobre 1.000 kilogramos de basura tomada de un montón dispuesto para fermentar, la composición fué	Agua	41,96	
	Materias orgánicas	228,78	Con 392 kilogramos de ázoe.
	Cal	31,70	»
	Magnesia	7,44	»
	Potasa	3,09	»
	Sosa	3,34	»
	Oxido de hierro y alúmina	23,28	»
	Acido fosfórico	6,02	»
	Idem sulfúrico	8,15	»
	Idem carbónico	4,90	»
Idem	Cloro	0,53	»
	Materias insolubles (arena, arcilla, sílice)	640,81	»
	TOTAL	1.000,00	

Roma.

	MATERIAS	Kgs. por m.³	
Basuras frescas recogidas en las casas en primavera. Peso del metro cúbico 400 kilogramos	Piedras	0,221	»
	Trozos de vidrio y cristal	2,216	»
	Papeles, trapos	12,337	»
	Carbón	1,773	»
	Huesos	6,296	»
	Pelos	0,221	»
	Plumas	1,773	»
	Barreduras finas	375,123	»
	TOTAL	400,000	Materias fuertes 22,88. Finas 377,12.

	MATERIAS	Kgs. por m.³
Barreduras frescas recogidas en las calles en primavera. Peso del metro cúbico 517 kilogramos	Piedras	0,104
	Vidrios y cristales rotos	0,104
	Plomo	0,165
	Trapos y papeles	3,713
	Madera y carbón	0,035
	Cuero	0,044
	Plumas	0,035
	Barreduras finas (en su mayoría estiercol de caballerías)	512,000
	TOTAL	517,000

El análisis químico dió para estas dos muestras:

MATERIAS HALLADAS	Basuras de las casas. — Kgs. por m.³	Basuras de las calles — Kgs. por m.³
Materias inertes	22,884	4,721
Idem orgánicas	58,414	99,426
Idem minerales	32,308	77,949
Agua	286,394	334,904
Nitrógeno orgánico	1,265	1,720
Idem amoníacal	0,049	0,119
Idem total	1,314	1,829
Anhídrido fosfórico total	1,093	2,119
Potasa total	2,060	2,084
Cal	7,339	11,058

Lille.

MATERIAS HALLADAS	Basuras antiguas. — Por 100.	Basuras frescas. — Por 100.
Proporción de aguas	34,25	30.50
Materias orgánicas nitrogenadas y sales amoníacales	1,92	2.07
Idem orgánicas no nitrogenadas	16,93	16,43
Fosfato de cal	1,06	0,88
Sales solubles de potasa y sosa	0,64	0,67
Carbonato y sulfato de cal	5,35	1,24
Oxído de hierro, sílice y silicato	39,03	46.57
Magnesia	0,92	1,64
TOTALES	100,00	100,00

Composición por ciento.

		Agua	Materias orgánicas	Nitrógeno	Materias minerales	Óxido de hierro	Cal	Magnesia	Potasa	Ácido fosfórico	Sílice y arcilla
Berlín	Basura casi fresca	5,65	16,99	0,28	77,36	»	9.05	»	1,36	0,81	»
	Idem de un año	19,88	18,19	0,29	61,93	»	9,15	»	0,27	0,17	»
	Idem de cinco años	25,27	15,80	0,25	58,93	»	9,30	1,28	0.28	0,41	»
	Barro de las calles	39,89	24,44	0,48	37,67	»	1,89	0,35	0,37	0,45	»
Brenne	Basura casi verde	1,62	17,64	0,46	80,74	»	»	»	0,10	0,02	»
Dresde	Idem antigua mezclada con polvo de la calle	30,20	9,51	0,33	60,29	4,61	1,05	0,18	0,33	0,46	51,59
	Barros de las calles pavimentadas: asfalto	51,58	13,11	0,24	35,01	0,74	0,95	0,13	0.22	0,36	30,71
	Barros de las calles pavimentadas: siemita	32,78	12,52	0,20	54,70	0,75	1,26	0,27	0,21	0,30	46,65
Münster	Basura fresca mezclada con polvo de la calle	20,86	5,58	0,39	73,43	»	1,17	»	0,12	0,40	61,08

La media de 30 muestras, escogidas en distintas capitales alemanas, ha arrojado:

50,16 por 100 en peso de cenizas y escorias.
1,26 » » de carbón y coque.
32,54 » » de restos orgánicos.
0,17 » » de polvo.
4,26 » » de papel.

0,40	por 100	en peso	de paja y fibras de madera.
1,15	»	»	de trapos.
0,53	»	»	de huesos.
8,53	»	»	de trozos de vidrio, barro, hierro, etc.

Como medias por ciento pueden aceptarse:

15,64	por 100	en peso	de agua.
22,50	»	»	de materias combustibles.
61,80	»	»	de » incombustibles.

XIV

TRATAMIENTO Y DESTINO DE LAS BASURAS

Los sistemas empleados para el tratamiento de las basuras son:

1.° Invertimiento en el mar ó en los ríos.

2.° Método de la putrefacción ó amontonamiento.

3.° Utilización agrícola (tratamiento por el suelo).

4.° Destilación, Cocción (tratamiento por el vapor de agua).

5.° Incineración (tratamiento por el fuego).

6.° Mixto (incineración después de retirar todo lo que es susceptible de ser empleado como abono).

1.° Invertimiento en el mar ó en los ríos.—De no hacerse en alta mar, el sistema resulta muy reprochable higiénicamente, pues las corrientes conducen á la costa gran parte de las inmundicias y otras quedan largo tiempo flotando. Marsella, Nueva York y otras ciudades han tenido que renunciar al sistema, y Liverpool tuvo que alejar el punto de invertimiento de sus basuras hasta 12 kilómetros de la desembocadura del Mercey, decidiéndose hace muy pocos años por cambiar de sistema empleando la incineración, pues el transporte á alta mar resulta muy costoso. Más peligros ofrece aún el invertimiento de las basuras en los ríos, pues, arrastradas por la velocidad de la corriente, van á crear, al depositarse más ó menos lejos del punto donde fueron vertidas, focos de infección por la putrefacción de las materias fermentescibles y por ello lo prohiben las leyes de protección á los cursos de agua; higiénicamente no puede tal sistema ni aún discutirse, condenándose en absoluto, y económicamente tampoco es recomendable, pues nada se aprovecha y en cambio se gasta en transportes.

2.° Método de la putrefacción ó amontonamiento.—Consiste en almacenar las basuras formando con ellas grandes montones al aire libre, dejándolas abandonadas á la fermentación (1). El procedimiento no puede ser más antihigiénico si no se toman precauciones especiales, difíciles de aplicar y para los gruesos volúmenes, pues con la natural tendencia á reducir los gastos de transporte, esos montones se van acercando más

(1) Algunas ciudades como Roma van con ellas llenando grandes fosos, vertiendo diariamente sobre las basuras una capa de tierra de 0,50 metros de espesor.

cada vez á las poblaciones que se ven así rodeadas por el tremendo foco infeccioso que supone la fermentación de una masa que cada año aumenta como promedio en 400 toneladas por cada 1.000 habitantes. Experiencias hechas en Boston han demostrado que la descomposición de la materia orgánica de montones de basuras continuaba á los diez años de haberlos formado y no tenía trazas de acabarse. Otras pruebas más completas hechas en Bruselas con las basuras de los depósitos de inmundicias de Neder-Over-Hambeck, han dado los resultados siguientes:

Montón núm. 1 en depósito desde cinco meses	Materias orgánicas.	307,500	Total, 1.000 kgs.
	Cenizas	692,500	
Montón núm. 2 en depósito desde once meses	Materias orgánicas.	297,500	Idem.
	Cenizas	702,500	
Montón núm. 3 en depósito desde tres años	Materias orgánicas.	327,500	Idem.
	Cenizas	672,500	
Montón núm. 4 en depósito desde nueve años	Materias orgánicas.	266,500	Idem.
	Cenizas	733,500	
Las materias orgánicas como promedio de los cuatro montones contenían	Azoe	4,470	»
	Carbono, hidrógeno y oxígeno	295,530	»

Se comprende, en consecuencia, lo pernicioso de tales depósitos para la salud pública, pues cerca del 30 por 100 de los detritus de las ciudades son materias orgánicas putrescibles.

El profesor Mawand, de Lyon, afirma (1) y demuestra que la fiebre tifoidea, el tifus y la disentería, pueden perfectamente provenir de miasmas sútiles é invisibles desprendidos por las basuras en fermentación.

Los Comités de Salubridad pública de Bruselas informaron á raiz de las experiencias que acabamos de dar somera cuenta, 1.°, que las inmundicias de la ciudad puestas en montón ofrecen evidentemente inconvenientes desde el punto de vista de la salubridad; 2.°, que las materias putrescibles que contienen, son capaces de infeccionar los alrededores y corromper la capa de agua, sobre todo cuando ésta es superficial; 3.°, que todas las medidas propuestas para desinfectar las inmundicias son de una aplicación, cuando menos muy difícil en grande, pues las substancias desodorantes ó desinfectantes (absorbentes, antisépticas, etc.), además de que necesitarían manipulaciones contínuas, no constituirían en realidad más que paliativos cuyo coste no sería compensado por los resultados obtenidos.

(1) En su obra *Les maladies du soldat.*

El valor cada vez mayor que por otra parte va teniendo el terreno en la inmediación de las poblaciones, y la amplitud creciente de la mayor parte de éstas, han obligado muchas veces á trasladar estos montones, que á los pocos años de comenzarse á formar llegan á adquirir kilómetros de longitud en las capitales de alguna importancia, originando la fundada protesta de los habitantes de los caseríos y pueblos inmediatos y hasta graves conflictos, de los que es buen ejemplo la tenacidad de los vecinos de los arrabales de Hamburgo durante el cólera del año 1892, que se negaron á tolerar la descarga de los carros de basura en sus terrenos, teniendo la gran ciudad que vivir entre sus inmundicias algunos meses, con lo que tan terrible epidemia hubo de recrudecerse y el Municipio se vió obligado á montar á toda prisa hornos de incineración.

En resumen; el sistema es detestable higiénicamente para las poblaciones urbanas, y por ningún concepto constituye solución definitiva. De emplearlo, debe escogerse una extensión proporcionada de terreno lo más distante posible de la población y barrios habitados, utilizando para los transportes las vías férreas ó las fluviales. Dichos terrenos deben escogerse en sitio adecuado para que los vientos generalmente reinantes, alejen de la población en vez de llevar á ella los gases que de las basuras amontonadas se desprenden al fermentar, y á ser posible deben ser impermeables ó poco permeables para aminorar las contaminaciones y estar alejados de los orígenes del agua de alimentación. Conviene cubrir los montones con una capa de tierra colocada directamente sobre su superficie, tierra que va lentamente convirtiéndose en humus fertilizante.

En las poblaciones rurales, cada finca se desembaraza aisladamente de las basuras que produce y que de ordinario mezcla con el estiércol en los mismos estercoleros. Si el estercolero cumple con las condiciones que ya mencionamos, de estar sobre una área natural ó mejor artificial impermeable, que permita recoger los líquidos producidos en la fermentación (nunca sobre fosos abiertos en el terreno natural sin impermeabilizar), distanciado cuando menos 100 á 200 metros de las viviendas, y de los caseríos y alejados de los cursos de agua, dicha mezcla no hay inconveniente en aceptarla, sobre todo si va cubriéndose el montón á medida que se forma con una capa de tierra.

3.° Utilización agrícola. – Las basuras contienen en dosis bastante apreciable, substancias fertilizantes que pueden beneficiar al cultivo. Esta dosis es para las basuras frescas de París, por cada 1000 kilos 3,80 kilogramos de ázoe, 4,10 de ácido fosfórico; 4,20 de potasa, ó sea en total un 12 por 1000 de materias asimilables (á las que puede agregarse 25,70 kilogramos de cal) mezcladas con cenizas de hulla y cok, trozos de vidrio y barro cocido, hierro, porcelana esmaltada y otros cuerpos duros que

por no prestar utilidad al suelo y ser perjudiciales por poder herir al ganado ó personal empleado en el trabajo de la tierra, es frecuente separar antes por una selección que los franceses llaman «triage» y de la que aquí, á lo más, suelen encargarse los traperos. Valorando este abono por los precios del mercado para las materias químicas citadas á razón de 1,50 gramos el kilo de ázoe, 0,30 el kilo de ácido fosfórico; 0,50 el de potasa y 0,01 el kilogramo de cal, se obtiene para precio de la tonelada de basuras 8,90 francos. En Inglaterra este precio oscila entre 5 y 10 francos tonelada; en Alemania entre 3,50 (Norte) y 12 (Sur); en Bruselas se eleva á 10 francos, debiendo tenerse muy en cuenta que aún cuando esos precios representen el valor real ó efectivo de la basura, por los elementos asimilables que contiene, en la práctica se modifica por la ley de la oferta y demanda, hasta el extremo que en Bruselas había que venderlas hace ya algunos años (antes de montar la reciente fábrica de incineración) á 0,90 francos tonelada en vez de los 10, y aún dándola de balde, hay poblaciones donde en ciertas épocas del año, en que el campo no exige abonos, nadie la quiere. La conveniencia económica de la utilización directa de las basuras como abono dependerá, pues, de que el precio de venta sea inferior al del trasporte, así como de su homogeneidad mayor ó menor y de su composición.

Higiénicamente esta utilización agrícola directa de las basuras, realiza como el epandage de las aguas de alcantarilla, la depuración por el suelo con beneficio del cultivo y en tal concepto los Congresos de higiene (y especialmente el de París de 1889) aceptan el procedimiento sin reparo alguno. Bueno es, sin embargo, advertir que como el empleo de los abonos químicos, que pueden elegirse con la composición y dosificación adecuada á cada terreno, va extendiéndose más cada día, la utilización directa de las basuras se extingue, y si para deshacerse de las inmundicias sólidas se acepta el procedimiento de que nos ocupamos, se corre el riesgo grave de no consumir los agricultores de las cercanías las basuras producidas, con lo que el depósito (que siempre hay que hacer por ser la producción contínua y el gasto sólo las temporadas en que el campo se abona), crecerá, desarrollándose en él la fermentación con todos los riesgos ya apuntados. Se debe, en previsión, disponer esos depósitos que de provisionales pueden pasar á permanentes sobre terreno consolidado é impermeable, drenándolos para la recogida de los líquidos producidos al fermentar.

Dedúcese de lo anterior, que el problema de deshacerse las ciudades de las basuras por el procedimiento de su utilización directa como abono se complica, pues mientras el volumen de dichas inmundicias sólidas va aumentando con la densidad y mayor desarrollo de las poblaciones, la

agricultura las emplea en menor cantidad, por su inferioridad al compararlas con los abonos químicos.

Se ha buscado salvar esas dificultades en lo posible obteniendo partido de esas materias que el suelo no aprovecha, con lo que también se reduce el volumen á transportar, practicando el *sistema mixto*, haciendo mecánicamente la clasificación de las materias, con lo que al propio tiempo que se alcanza rendimiento útil muchísimo más elevado que realizando á mano esa operación, se libra á los desgraciados que la efectuan del grave riesgo que corren de adquirir enfermedades infecciosas.

Muchas ciudades, sobre todo en Inglaterra, hacen mecánicamente esa separación de las materias contenidas en las basuras, vertiendo éstas sobre palastros sin fin que se mueven lentamente y van cribando los objetos duros, como huesos, hierros y metales, vidrios, etc.; pero en ninguna capital se ha montado este servicio con los cuidados que en París, aun tratándose de un ensayo. Dejamos la palabra al ingeniero Sr. Armenter, que en la Memoria presentada al Ayuntamiento de Barcelona en 1906 como consecuencia de un viaje de estudio de los servicios municipales en las principales capitales de Europa, dice:

«Hoy por hoy, el Municipio parisién, por vía de ensayo, tiene hecho un contrato por trece años con la «Societé générale des Engrais organiques» para la instalación de varias fábricas donde se elaboren las inmundicias y se les de salida inmediatamente y antes de que entren en fermentación. El Municipio concede á la Sociedad una subvención anual de 70.000 francos (unos 2 francos por tonelada incinerada y 0,36 francos por tonelada sometida al machacado y trituración). Las fábricas citadas en número de tres, han sido levantadas en puntos distantes unos 3 kilómetros aproximadamente de la línea de fortificaciones, y están proyectadas para poder elaborar cada una cerca de 250.000 toneladas al año, ó sea lo que corresponde á una ciudad de 600.000 habitantes. Hoy día sólo trabajan diez horas diarias y elaboran unas 330 toneladas.

»Las tres fábricas son casi iguales. La de Romainville consta de una nave de planta baja dividida transversalmente en cuatro partes. En la primera están las calderas, en la segunda la máquina de vapor, en la tercera la gran trituradora con el elevador de basuras, y en la cuarta el depósito de utensilios, materiales y accesorios. Junto al local de la trituradora está la gran tolva que se abre ó cierra á voluntad y por la cual las inmundicias caen en los vagones ó en los carros que las llevan al punto de consumo. A lo largo de la fachada anterior de la nave hay un gran foso de $4^{m},50$ de ancho por $2^{m},50$ de profundidad y en junto 50 metros de longitud, en el cual vienen á verter las inmundicias los carros que las traen de la ciudad.

»En el fondo de este foso corren unas telas transportadoras de anchos diferentes que reciben y transportan donde convienen las diferentes clasificaciones que de las basuras se hacen por los operarios. El triaje consiste en separar: 1.°, los trozos de vidrio, porcelana y cerámica varia. 2.°, los hierros, latas y metales. 3.°, los tapices, esteras, cestos, maderas y todo lo que puede ser considerado como combustible. 4.°, los trapos y tejidos de toda clase. 5.°, la basura propiamente dicha. Cada uno de estos productos, á medida que los obreros los van clasificando y separando, son echados en la tela respectiva que los transporta á un punto determinado donde un elevador los recoge y forma con ellos varias pilas, para darles sus correspondientes destinos. Los vidrios se venden á las fábricas; las latas se venden para utilizar el estaño y los hierros para la fabricación del sulfato; las materias combustibles sirven para alimentar los hogares de las calderas de la fábrica y los trapos y tejidos útiles se venden á las fábricas de papel, después de un lavado enérgico.

»Las basuras son recogidas por el elevador y conducidas á una enorme trituradora que consume 130 caballos de fuerza, en la cual, no sólo se trituran menudísimamente, sino que se secan y se mezclan íntimamente, convirtiéndolas en una substancia seca pulverulenta ó por mejor decir, granulenta, de un color gris uniforme. Un elevador recoge este producto y lo vierte en las grandes tolvas, desde las cuales se cargan en los vagones ó vehículos correspondientes.

»Con esta preparación se impide, ó cuando menos se retrasa, la fermentación, hasta el momento de emplearlas como abono; el peso de las inmundicias tratadas se disminuye en un 40 por 100 por el agua extraída y pueden ser convertidas fácilmente en un buen abono químico-orgánico de mucho valor, adicionándoles los elementos minerales que les falten ó que contienen en proporción insuficiente. Los agricultores de las inmediaciones de las fábricas acuden con sus carros á comprar este producto tal como sale de la trituradora, pagándolo á tres francos la tonelada (1).

»El número total de operarios empleados en la fábrica es de 45, que ganan cuatro francos diarios; la máquina de vapor es de la fuerza de 250 caballos, no empleándose en la producción del vapor más combustible que el que se recoge en la clasificación de las basuras. El coste total de la fábrica con su maquinaria y vías de servicio, no excede de 500 á 600.000 francos. La sociedad se manifiesta satisfecha de su negocio y estaría dispuesta á rescatar las fábricas en cuanto termine su contrato con la ciudad.

»La salud de los operarios no parece resentirse en lo más mínimo de

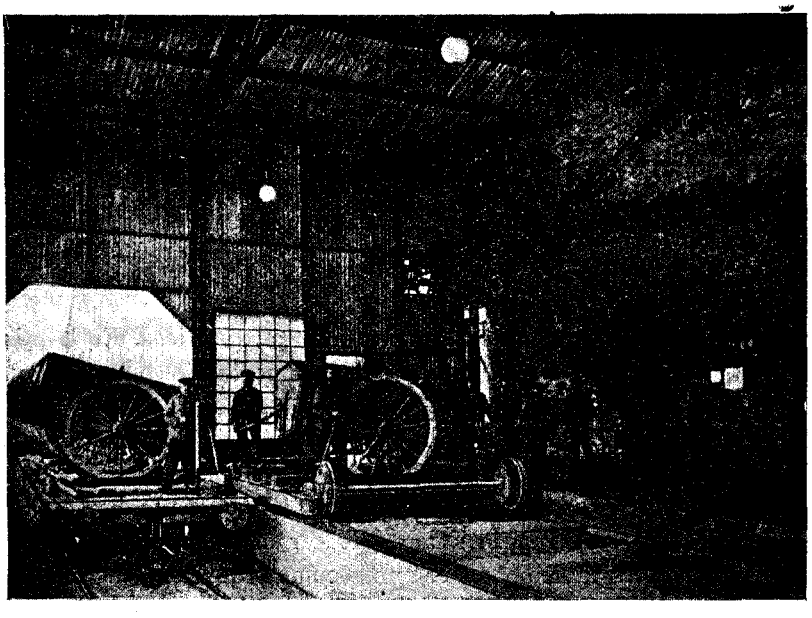
(1) Como se vé, el tratamiento empleado, es mixto de los sistemas de utilización agrícola, incineración y aprovechamiento industrial.

esta clase de trabajo, según manifestación del director de la fábrica; y en efecto, ofrecían buen aspecto y parecían robustos. No se les somete á ningún régimen higiénico especial.

»El local está perfectamente ventilado; el foso donde se vierten las inmundicias está cubierto por una amplia marquesina que pone á los operarios clasificadores al abrigo del sol y de la lluvia, permitiendo en cambio, que el aire circule libremente. No se perciba ningún mal olor á pesar de que visité la fábrica en el momento de que llegaban de la ciudad los carros de basuras y las iban descargando en el foso.

»Desde luego resulta con este procedimiento, evitado el amontonamiento de las basuras y la consiguiente infección de la atmosfera. Es el más lógico en todo país agrícola, porque devuelve á los campos sus elementos fertilizantes y el más económico para la ciudad, pues el gasto es insignificante aún suponiendo que debe subvencionarse una entidad cualquiera que se encargue de la extracción y utilización de las basuras.»

Procedimiento idéntico al de París, sigue Munich para el tratamiento de sus basuras en la fábrica de Pucheim, situada á 14 kilómetros de dicha

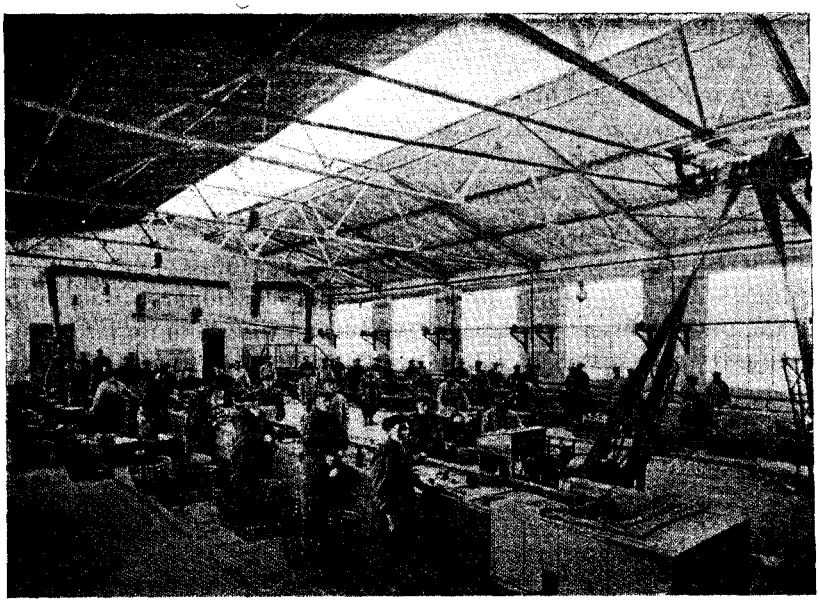


Transporte de basuras á la fábrica de Puchein (Munich).

Fig. 109.

capital, hasta donde se transportan aquéllas en ferrocarril en los propios carros colectores sujetos en grupos de cuatro á las plataformas (fig. 109)

que arrastran los trenes. En la fábrica de Puchein se trabajan diariamente 300 toneladas de basura, que es seleccionada (fig. 110), quemándose la gruesa después de separar los trozos de metal, huesos, cristal, porcelana, trapos, gomas, cuerdas, etc., aprovechándose la basura fina para trans-



Selección de basuras en la fábrica de Puchein.

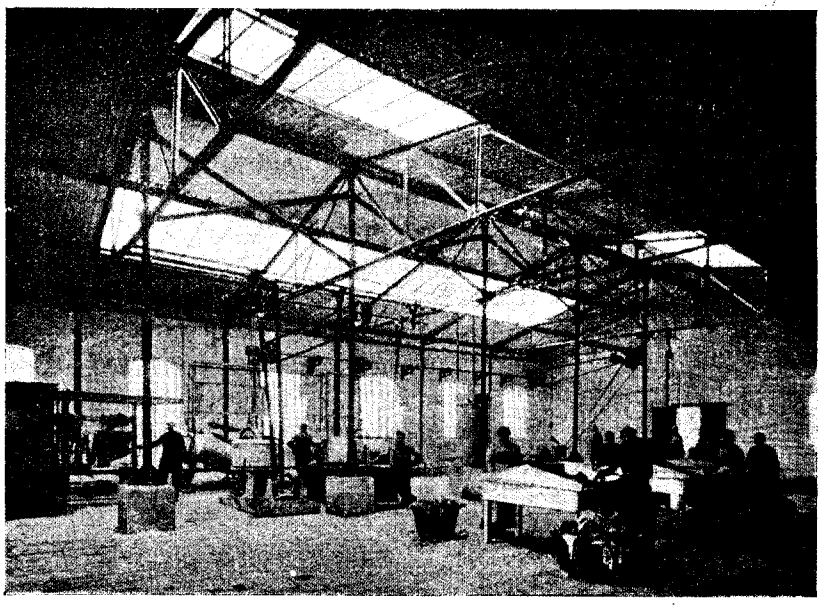
Fig. 110.

formarla en abono agregándola ciertos productos químicos. En la misma fábrica están montados (fig. 111) los aparatos necesarios para el lavado desinfección y cocción de los trapos y papeles.

Respecto á las poblaciones rurales ya hemos indicado no habrá inconveniente en la utilización agrícola de las basuras solas ó mezcladas con el estiercol, siempre que se tomen las precauciones de que hemos hecho mención, sin que esto sea indicar dejen de ser más recomendable desde el punto de vista higiénico otros sistemas como el de la incineración.

4.º Destilación de las basuras.—Experiencias bastantes antiguas demostraron que destilando las basuras en vasos cerrados, se obtiene resíduos sólidos (que pueden utilizarse como abonos), aguas amoniacales y gases combustibles. Para aprovechar además de los abonos, grasas y diversos productos que pueden obtenerse de esos líquidos y gases, se han ideado en Inglaterra y más especialmente en los Estados-Unidos, donde

las grasas adquieren gran valor, multitud de procedimientos, muy pocos de los cuales reciben hoy aplicación práctica. Entre estos últimos figuran el sistema Mertz, que funciona en Buffalo, San Luis, Detroit, Milwanke y otras ciudades americanas, y el Arnold más extendido aún que el Mertz.



Lavado y desinfección de trapos y papeles en la fábrica de Puchein.

Fig. 111.

En el sistema Mertz (fig. 112) las basuras después de ser cribadas, para separar de ellas las cenizas y objetos groseros, pasan á unos cilindros horizontales llamados desecadores, provistos de doble fondo, por entre el que circula el vapor, en los cuales estas inmundicias se calientan y baten por medio de los brazos de fundición que forman cuerpo con el eje de los cilindros. Los gases que se producen en los cilindros se les obliga á pasar por un

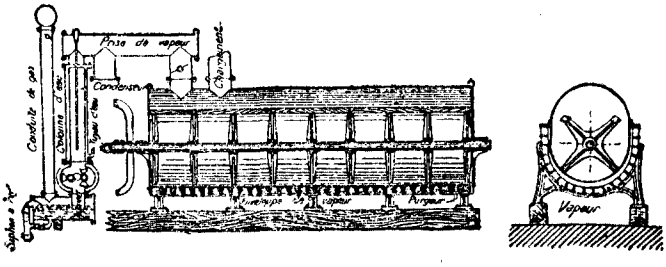


Fig. 112.

condensador de agua donde se lavan, siguiendo después al hogar de las calderas; las materias sólidas desde los desecadores pasan á otros cilindros verticales llamados extractores calentados también por una envuelta de vapor, en la cual se hace circular una corriente de nafta; el líquido que resulta se envía á un vaporizador que da grasa y restituye la nafta aprovechable de nuevo y el contenido de los extractores se criba, y vende como abono.

En el procedimiento Arnold, utilízase también la acción del vapor de agua bajo presión (á unos 150 grados) no empleándose la nafta. Las basuras se someten, durante 6 á 7 horas, á la acción de este vapor en calderas verticales cerradas (digestores) de unos 10 metros cúbicos de capacidad cada una, con lo que las materias animales y vegetales sufren una modificación profunda, siendo las materias grasas arrastradas por el agua procedente de la condensación del vapor, cuya agua cargada así de grasas se conduce á un cilindro, extrayéndose del digestor las basuras cocidas que se llevan á las prensas de la figura 113, de donde se extrae otra cantidad de agua y grasa que se reune á la en la anterior operación obtenida. La materia sólida, seca y convertida en polvo fino, que contiene la mayor parte de las materias fertilizantes de la basura, se vende como abono.

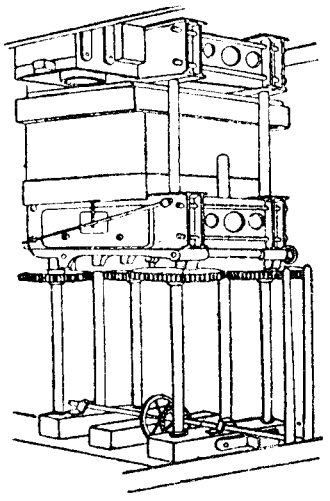


Fig. 113.

Higiénicamente, este grupo de procedimientos nada deja que desear; pero lo complejo del tratamiento y su coste, los hace impracticables en Europa y desde luego entre nosotros.

5.º *Incineración de las basuras.*—El tratamiento de las inmundicias sólidas por el fuego es un sistema excelente desde el punto de vista higiénico. A partir de los ensayos hechos en 1876 en la ciudad inglesa de Leed, comienza á aplicarse en Inglaterra, donde hoy lo emplean muy cerca de dos centenares de poblaciones, y en 1894 la adopta Hamburgo construyendo una gran fábrica, donde lo aplica en gran escala (36 hornos ardiendo cada uno 7,5 toneladas diarias), y poco después Colonia (16 hornos).

Se le achacaban los inconvenientes de dar un volumen grande de resíduos sólidos (del 30 al 40 por 100), constituídos por materias inertes, como cenizas, arena, etc., que quedan, después de la incineración, bajo la forma de escorias, de perder el valor de la basura como abono, de molestar con los humos y gases desprendidos y de exigir algunas veces mez-

clar las inmundicias con otro combustible por no ser aquéllas auto-comburentes (1).

Gracias á los perfeccionamientos alcanzados en los hornos de incineración, aquellos inconvenientes hoy casi han desaparecido; el volumen grande de resíduos favorece, toda vez que éstos son una escoria vitriada, utilizable para la construcción de losas y ladrillos, susceptibles de múltiples aplicaciones industriales; la pérdida del valor de los elementos asimilables por el terreno, queda compensada por el aprovechamiento que se hace de los gases para la producción de fuerza motriz ó energía eléctrica (2); los gases no son ya infectos y se consideran tan inofensivos, que pueden establecerse sin inconveniente las fábricas de incineración en el perímetro de las ciudades, y las basuras, en fin, resultan auto-comburentes, en la inmensa mayoría de los casos, desde que se ha logrado elevar por encima de 600 grados la temperatura de los hornos, activando en ellos la combustión.

Antes de decidirse la ciudad de Bruselas por la incineración de sus basuras, llevó á cabo, en 1887, una información teórico-práctica laboriosísima, complementada con escrupulosos ensayos en hornos construídos *ad hoc* durante los años 1892 y 1893. Estos ensayos demostraron (3): 1.°, que las inmundicias (de Bruselas) arden sin adición de ningún combustible; 2.°, que la desinfección de las materias que han pasado por el horno es completa; 3.°, que los hornos pueden establecerse sin inconveniente cerca de los centros habitados; 4.°, que los gases no presentan más que un ligero olor á paja quemada. Una media de seis análisis dió para estos gases la composición química siguiente:

Acido carbónico	0,6
Oxígeno	6,4
Óxido de carbono	1,6
Vapor de agua	1,5
Amoníaco	despreciable.
Hidrógeno sulfurado	despreciable.

(1) Un kilo de inmundicias da de 800 á 2.500 calorías, y por encima de 1.500 no hace falta mezclarlas con carbón para que ardan. Las inmundicias de la casi totalidad de las ciudades inglesas tienen mucho carbón á medio quemar (alrededor de 25 por 100), mientras que las de Berlín, por ejemplo, sólo tienen $^1/_4$ por 100; por eso las de aquéllas dan cerca de 2.000 calorías por kilo y las de Berlín sólo proporcionan 1.050, habiendo que agregarlas carbón, y lo mismo les ocurre á las de Lyon, según afirma *La salut publique*, de Lyon, del 23 de noviembre de 1907.

(2) De las 160 ciudades inglesas que en 1906 incineraban sus basuras con un total de 200 fábricas, la mitad próximamente producían energía, y de ese número los dos tercios de las instalaciones suministraban energía eléctrica.

(3) *La Nouvelle usine d'incineration des inmondices de la ville de Bruselles.—Note de M. J. Leurs Echevin des Travaux publics de la ville de Bruselles*, 1903.

En 1896 el Consejo Superior de Higiene pública de Bélgica, encargado por el Ministerio de Agricultura y Trabajos públicos de informar sobre la incineración de basuras, presentaba la siguiente conclusión á su estudio: «Las localidades de nuestro país que deseen hacer las basuras inofensivas para la salud pública y recuperar al mismo tiempo una parte de los gastos que esta operación ocasiona, no tienen procedimiento mejor, en el estado actual de las cosas, que recurrir á un buen incinerador y aplicar el calor obtenido en producir vapor de agua, del que se podría sacar partido, sea para la calefacción, sea para obtener una fuerza motriz aplicable á la electridad y otros usos.»

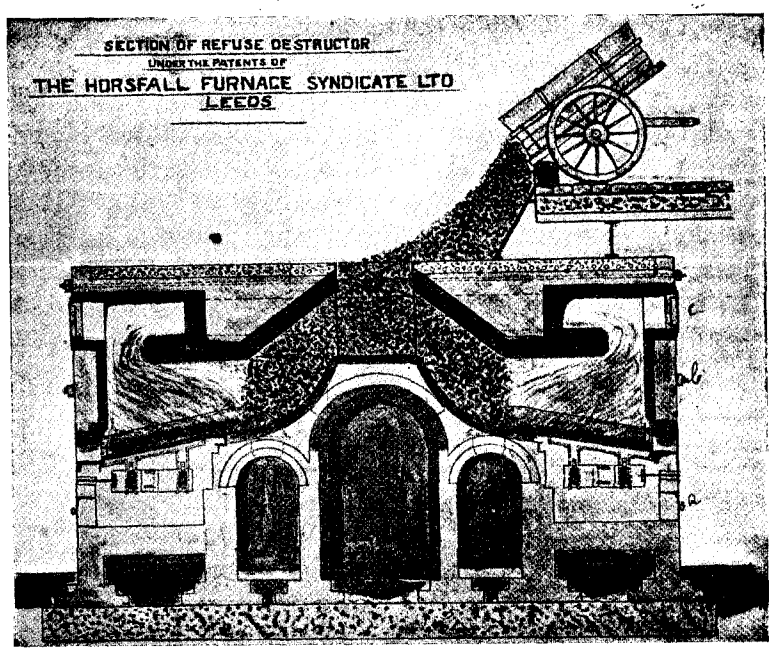
En los diez años siguientes á la fecha de este informe sigue extendiéndose por Europa y América el procedimiento y ganando en favor el horno tipo Horsfall, que es hoy sin disputa entre los muchos modelos existentes (Fryer, Beeman y Deas, Maulove Alliot y Comp.ᵉ, Warner, Heenan, Meldum, Whiley, Macadam, Willonghby, Thackeray, Hoaley, Toisoul, Fradet Desfosse, Helonis, etc., etc.) el más extendido desde que se le agregó la cámara de recogida de polvo, y que contínuamente está siendo objeto de perfeccionamientos. Aplicado en Hamburgo, en Londres, en Dublín, en Brandfort, en Mónaco, en Bruselas y en otras muchas capitales demostró sus ventajas con una buena práctica, y en estos últimos quince años han sido varias las ciudades, especialmente en Inglaterra, que han cambiado los hornos que tenían instalados de otros sistemas por el tipo Horsfall, aplicado ya sin discusión en la fábrica de Zurich, la más recientemente construída y que como modelo describiremos después del horno Horsfall, ya que nuestras aficiones nos llevaron recientemente á visitarla, por estimarla la última palabra en materia de incineración de inmundicias, si bien es cierto que no se ha montado, como se ha hecho en Bruselas, su complemento, que es la fábrica para el tratamiento de las escorias.

Horno Horsfall (figuras 114 á 117).—Está compuesto por varias celdas, ó células, opuestas dos á dos, dejando en el centro del macizo un conducto libre por donde se desplazan los humos producidos en los hogares de todas ellas, y lateral y paralelamente á éste otros dos por los que circula el aire, que se calienta por radiación al pasar por aquéllos.

Cada horno ó destructor lleva una parrilla inclinada hacia adelante de 1,80 metros de longitud por 1,50 metros de anchura, capaz de arder en circnnstancias normales de 8 á 10 toneladas de inmundicias, que se arrojan al horno por la boca abierta en la plataforma general en que termina el macizo de mampostería que aloja los hornos fabricados con ladrillos refractarios.

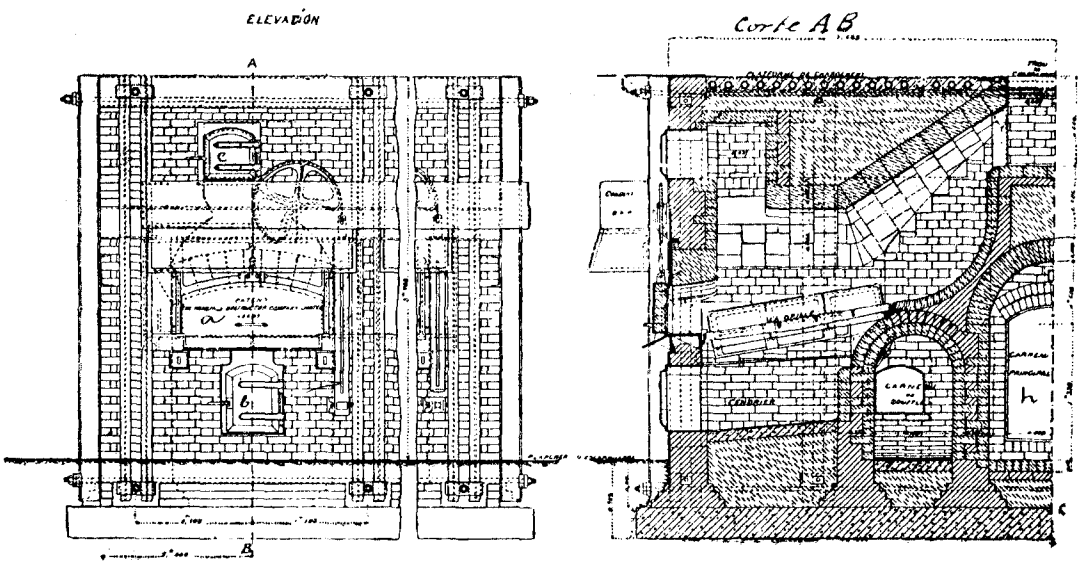
La puerta registro *a* para la limpieza y vigilancia del hogar, tiene

INCINERACIÓN DE INMUNDICIAS



Corte transversal del destructor Horsfall.

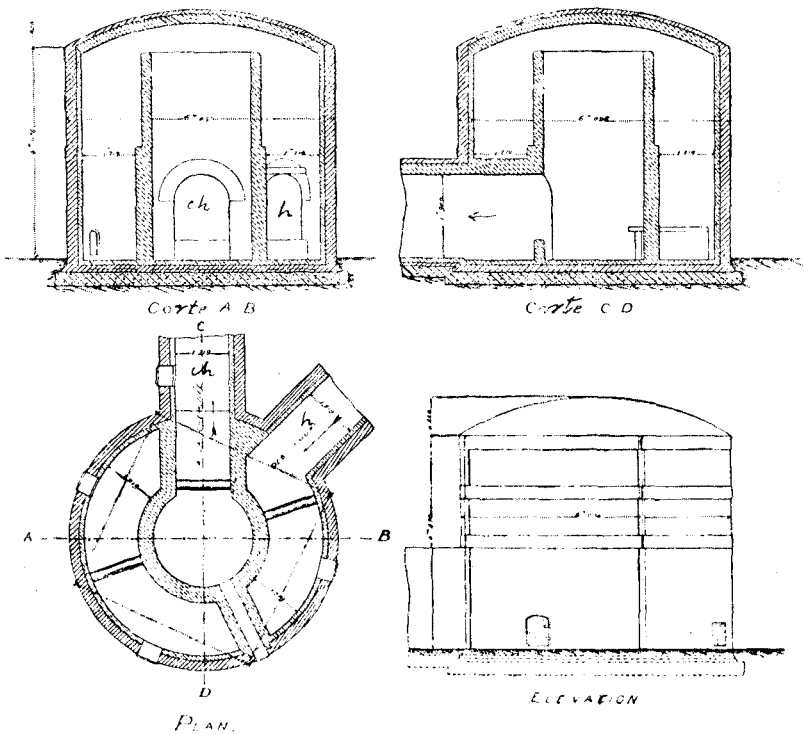
Fig. 114.



Destructor Horsfall.

Fig. 115.

toda la anchura de la parrilla y está suspendida por medio de una cadena terminada en contrapeso que pasa por un sector circular, haciéndose su manejo con escaso esfuerzo por un sólo hombre. Debajo de la parrilla



Figs. 116 y 117.

está el cenicero, también con su puerta correspondiente *b*, y encima de la de aquélla existe otra tercera puerta *c*, que da acceso al conducto de humos *h*, que, como ya hemos dicho, corre á lo largo y según el eje del macizo.

En el frente principal de los hornos y entre los registros del hogar y del conducto de los humos, existe un tubo (saliente á modo de repisa) de palastro que está en comunicación con el canal de circulación de aire y los ventiladores que aspiran durante el picado del fuego, los humos y polvos resultantes de esta operación; placas registros permiten cerrar ese tubo de palastro encima de la puerta de cada celda y no abrirlo más que durante el referido picado, al propio tiempo que se detiene la llegada de aire bajo la parrilla. Los gases de la combustión siguen los canales de

humos, cuyas paredes están constantemente mantenidas á una temperatura muy alta, pudiendo considerarse este conducto como una verdadera cámara de combustión de gases. La incandescencia constante de las paredes de ladrillo se ha comprobado en repetidas experiencias, en las que ha podido observarse que el humo espeso producido al cargar de inmundicias una celda, se había ya transformado en blanco al llegar al extremo del conducto central de que hablamos. Cuidadosas experiencias llevadas á cabo en 1898 por el célebre Sir Wilian Thomson, han acusado una temperatura media en dicho conducto de 895 grados centígrados con una máxima de 1.024 y una mínima de 632.

Análisis de los gases tomados antes de ganar la chimenea han sido realizados por los químicos de Glasgow MM. Tatlok y Thomson, arrojando los satisfactorios resultados siguientes:

	POR CIENTO EN VOLUMEN				
Ácido carbónico	8,60	15,50	18,10	8,50	13,30
Óxido de carbono	»	»	»	»	»
Oxígeno	10,90	3,90	1,40	10,70	6,30
Hidrocarburos	»	»	»	»	»
Ázoe	80,50	80,60	80,50	80,80	80,40
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Antes de pasar á la chimenea, los productos de la combustión, atraviesan unas cámaras circulares de mampostería llamadas «colectores de polvo» (figs. 116 y 117), modificación reciente de los destructores Horsfall, con la cual ganan mucho en condiciones higiénicas, pues en experiencias realizadas en Edimburgo, en una semana se recogieron en dichas cámaras dos toneladas de polvo impalpable que de no existir aquéllas hubiera pasado á la atmósfera.

Cada cámara mide, interiormente, de ordinario 4,87 metros de diámetro y 3,66 de altura, estando revestida de ladrillos refractarios y lleva en el centro otra cámara cilíndrica de 1,70 de diámetro comunicando con el espacio anular, comprendido entre ella y la exterior, por una abertura existente en su parte alta. El conducto principal ó de humos, penetra en ese espacio anular por la parte inferior, de suerte que los gases de la combustión se ven obligados á lamer los paramentos exteriores del núcleo central, remontándose para entrar en éste por la parte alta, atravesando luego dicho núcleo de arriba á bajo para ganar la chimenea *ch* que de él arranca. El espacio anular de que hemos hecho mención, está dividido en compartimentos por los conductos de entrada de los gases de la chimenea y un rastrillo comunicando con la cámara central: cada uno de

estos compartimentos tiene su puerta de entrada, por la que se extraen los polvos que en ellos caen al paso de los humos.

Desde las cámaras de polvo, los gases pueden pasar directamente á la chimenea y á los hogares de los generadores de vapor (distribuyéndolos por medio de registros según convenga á las necesidades del trabajo) donde estos gases calientes sirven de combustible. Cada kilogramo de inmundicias quemadas produce como promedio un kilogramo de vapor de agua.

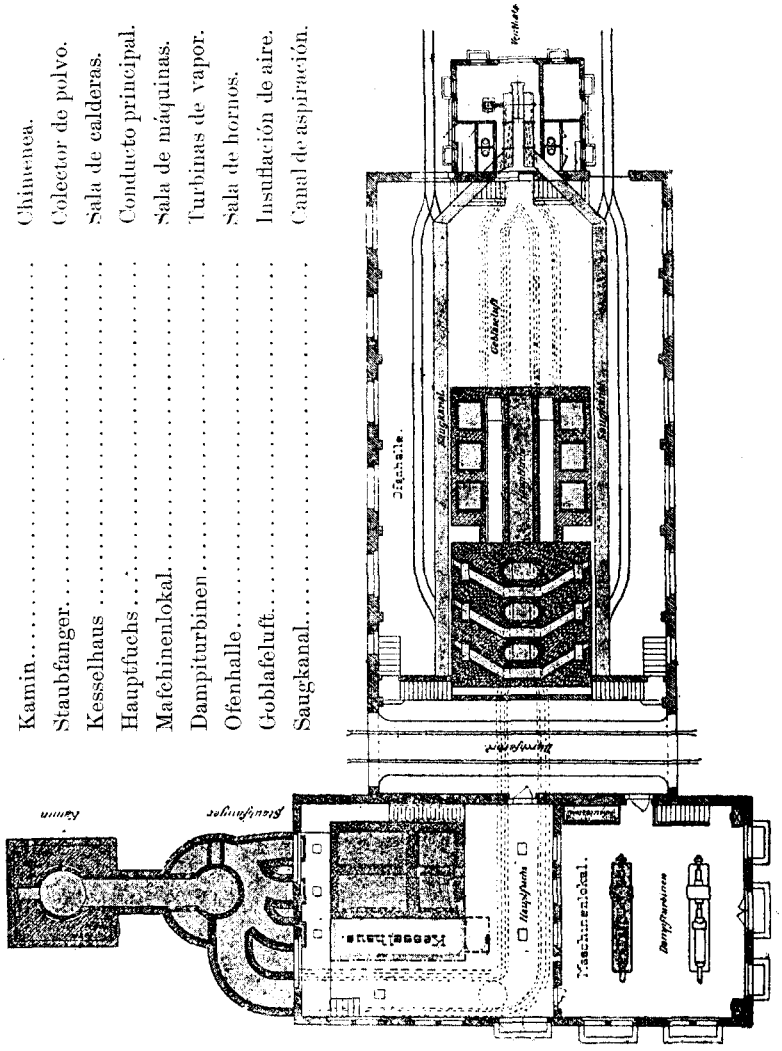
Sobre la plataforma que constituye el techo de los hornos, y á la que se subían los carros por medio de un puente grúa, existen en las modernas instalaciones unas cajas de cemento armado voladas, en las que las inmundicias se almacenan, evitándose la subida de estos vehículos, que pueden ser ventajosamente substituídos para tal efecto por cajas que se colocan sobre los carros de recogida de inmundicias, se elevan con las grúas, se vuelcan en los depósitos citados ó directamente en los hornos y de nuevo se utilizan inmediatamente, haciéndose así la carga automática de los hornos, con mejora del rendimiento del sistema y sus condiciones higiénicas.

Instalación de Zurich.—La población de Zurich, que por el desarrollo alcanzado en su industria y la multitud de centros de instrucción elemental y superior en ella reunidos, es la principal ciudad de Suiza, ha montado en 1903 por cuenta de su municipio una fábrica destinada á la incineración de basuras que constituye un modelo de perfección digno de ser conocido é imitado. Llégase en ella á la incineración de las basuras sin necesidad de emplear combustible, y los gases obtenidos al quemar las inmundicias, en vez de dejárseles marchar por la chimenea, á la elevada temperatura que adquieren, se les obliga á circular por calderas, produciendo vapor á ocho atmósferas de presión, cuyo vapor se destina á accionar turbinas que á su vez mueven alternadores á ellas directamente acoplados y produciendo fluído eléctrico á la tensión conveniente. Parte de este fluído destínase á ser utilizado como fuerza y para el alumbrado en la misma fábrica; el exceso, una vez transformado, se envía á la red general, servida por la central eléctrica de la ciudad.

Zurich recoge diariamente, de 40 á 50 toneladas de basura, y en invierno, de 65 á 75, transportándolas en carros especiales, con forro interior metálico, á la fábrica de incineración situada en las proximidades del viaducto de Winterthur, á veinte minutos de distancia del centro de la población. El peso del metro cúbico de estas basuras antes de secarse es de 600 kilos como promedio.

Las basuras, tal como llegan en los carros, se introducen en los hornos, sin mezclarlas con combustible alguno ni someterlas á tratamiento

especial. Los doce hornos existentes, funcionando normalmente durante las veinticuatro horas, pueden quemar 120 toneladas de inmundicias diarias. Están montados (fig. 118), simétricamente con relación al eje mayor de la sala, tienen una altura aproximada de 4 metros y se cargan



Esquema de la fábrica de incineración de basuras de Zurich.

Fig. 118.

por su parte superior, á cuyo efecto corre á lo largo de la nave un potente puente grúa eléctrico que levanta los carros cargados elevándolos,

hasta el piso establecido á la altura de las bocas de dichos hornos (cerradas con planchas metálicas), donde son descargados.

Dada la composición de las basuras, en las que mezcladas con materias fácilmente combustibles, como los papeles, trapos, carbón, pelos y barreduras finas, entran otras como los trozos de vidrio, hierros, piedras, etc., que con dificultad se reducen por el fuego, se comprende haya necesidad de activar violentamente la combustión, lo que se consigue por medio de un gran ventilador eléctrico que lanza á los hogares una fuerte corriente de aire y al propio tiempo aspira el aire caliente de los hornos, rechazándolo á una canalización con tal objeto dispuesta alrededor de los mismos y conduciéndolo á la sala de calderas, donde se emplea para recalentar el vapor. Los gases producidos en los hornos por la incineración de las basuras se transportan, una vez desprovistos de las cenizas y polvo que arrastran, á las dos calderas de hervidores, en las que se obtiene vapor á 8 atmósferas, al que se aumenta la temperatura hasta los 250 grados, obligándole á pasar por un recalentador, escapándose, después de haber sido utilizados, por una gran chimenea de 2 metros de diámetro interior en su extremidad y 60 metros de altura.

El vapor recalentado se conduce á la sala de máquinas, en la que se ha establecido una turbina de vapor sistema Bronn-Boveri-Parsons, de 220 caballos de potencia, con condensador de mezcla, directamente acoplada á una generatriz trifásica de 150 kilovatios, dando 3.000 revoluciones por minuto. Con este fluído hay para mover las bombas, ventilador, grúa y demás máquinas; se alumbra la fábrica y pabellones del director, contramaestre y operarios; y aún sobra gran cantidad, que hoy se envía, como antes indicábamos, á la canalización general de la ciudad, y que se piensa muy en breve destinar á accionar la maquinaria de una industria que va á montarse con el fin de aprovechar los resíduos de la incineración de las basuras, resíduos que se elevan al 35 ó 40 por 100 del volumen de inmundicias; la de fabricación de ladrillos de escorias, muy útiles por su ligereza, en la construcción. Un cuadro de distribución, registradores para marcar la temperatura de los gases, que oscila entre 400 y 800 grados centígrados, y aparatos accesorios completan tan interesante y moderna instalación, la primera de su género establecida en Suiza.

Lo mismo los pabellones destinados al personal y oficinas, que el grupo de edificios que componen la fábrica, estan construídos con el fin industrial perseguido, no habiéndose omitido detalle alguno para alcanzar reunieran las condiciones higiénicas tan recomendable en edificios de esta especie. Cuando visitamos la fábrica, á pesar de que el calor que se dejaba sentir favorecía la descomposición de las basuras acumuladas, no se

percibían olores desagradables, gracias á la activa ventilación de las salas de hornos, calderas y máquinas.

El conjunto de la instalación, incluyendo la adquisición de los terrenos y coste de los pabellones-viviendas, se ha elevado á 1.000.000 de pesetas.

Con el aprovechamiento de las escorias y del fluído eléctrico obtenido, el gasto de entretenimiento de la fábrica será pequeño y hasta puede resultar un negocio industrial, cuyo planteamiento convendría á muchos Ayuntamientos de España (1).

Según un estudio publicado por el especialista Mr. Deltman el 1907 en *Electrotechmiche Zeitschrift,* la energía eléctrica producida por una instalación de incineración es capaz:

1.° Para asegurar la tracción en una ciudad de 100 á 170.000 habitantes (en las mayores la inicineración podrá suministrar del 50 al 80 por 100 de la energía total necesaria para la tracción).

2.° Para las necesidades del servicio de agua en las pequeñas ciudades.

3.° Para servir la red de luz y energía motriz en las ciudades de menos de 200.000 almas en los períodos de pedidos mínimos.

Renunciamos á describir el tratamiento á que deben someterse las escorias obtenidas en los destructores para darlas valor industrial, recomendando á los que deseen conocer dicho tratamiento la lectura del folleto *La nouvelle usine d'incineration des inmondices de la ville de Bruxelles 1903*, que trata detalladamente del asunto.

Pequeños aparatos incineradores.—Como promedio, cada celda del destructor Horsfall puede incinerar al año 8.000 toneladas de basura, ó sea la cantidad producida por una capital de 25.000 almas (2). Para las poblaciones pequeñas, para los mataderos, hospitales y, en general, establecimientos en que se reunan á las inmundicias domésticas, restos de operaciones quirúrgicas, de carnes, ó de despojos de la vida animal que conviene destruir por el fuego, se construyen pequeños destructores ú aparatos incineradores que pueden utilizarse al propio tiempo para la incineración de animales domésticos muertos.

---

(1) El Municipio de Madrid, por consejo del reputado higienista director del Laboratorio Municipal Dr. Chicote, tiene en estudio la incineración de inmundicias en hornos Horsfall, habiendo adquirido para hacer ensayos previos en el precio de 21.000 pesetas un destructor ambulante.

(2) La Sociedad Horsfall Destructor C° Limited Leeds & London facilita numerosos informes y certificados que puntualizan la producción de fluído eléctrico y escorias que es capaz de rendir la tonelada de basura incinerada en los hornos Horsfall en distintas poblaciones inglesas y se encarga de la ejecución de proyectos y contratación de instalaciones.

En estos hornos no hay que buscar la auto-combustión de las inmundicias, siendo necesario acudir al auxilio de un combustible. Como modelos, pueden citarse el tipo Ball muy económico y usado, y el de la casa Jules Le Blanc, hace pocos años instalado en los hospitales Bretonneau y Trousseau de París.

En el horno Ball, las inmundicias se cargan por la parte superior, cayendo en la cámara de combustión, por cuya base tiene acceso el aire: paralelamente á esta cámara corren dos conductos laterales, por donde el aire caliente circula. En el horno Le Blanc (fig. 119) existen tres losas refractarias superpuestas, con sus correspondientes puertas registros, que aseguran la más completa combustión de las inmundicias.

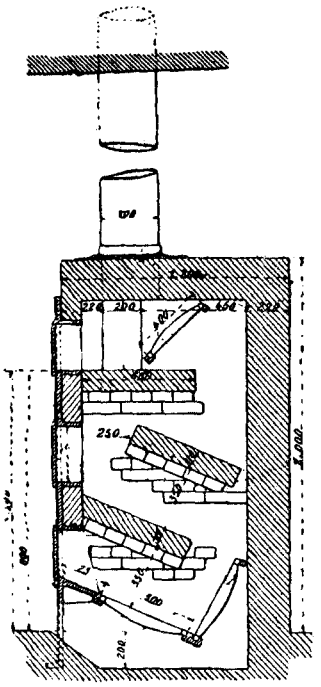


Fig. 119.

Puede aceptarse como mínimo, que cada tonelada de basura incinerada produce de 50 á 60 kilovatios-hora de fluído eléctrico, unidad que al precio medio de 0,25 pesetas kilovatio, á que en España se vende, representa 13,75 pesetas por tonelada.

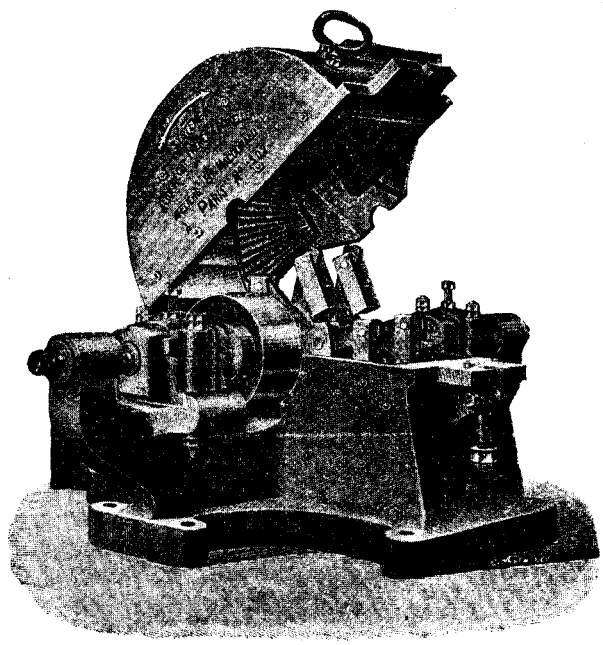
En las poblaciones rurales, es igualmente recomendable que en las urbanas, incinerar las basuras caseras, pudiendo arderlas en el foso del hogar ó recalentarlas cuando menos en una caja metálica que rodea el tubo de humos, con lo que se facilita la posterior incineración y se consigue una parcial desinfección, reduciéndose el volumen de inmundicias, al de las cenizas y materias difícilmente combustibles, como los metales, etc.

6.° *Procedimiento mixto.*—El separar de las basuras todo lo que es excesivamente húmedo ó susceptible de ser empleado como abono y arder el resto de aquéllas, es indiscutiblemente un procedimiento racional (aunque no tan higiénico como el de la total incineración), de utilizar dichas inmundicias, que viene patrocinando desde hace algunos años «La Societé generale des Engrais organiques» (1), que, como ya en otra ocasión indicamos, tiene el contrato con el Ayuntamiento de París para el tratamiento de sus basuras. Consiste en esencia el procedimiento mixto por esta Sociedad seguido:

(1) Esta casa, con domicilio social en París, Boulevard Haussmann, 47, se encarga de hacer instalaciones de este tipo.

1.°, en hacer pasar á las máquinas trituradoras la totalidad de las basuras, para pulverizar las materias orgánicas; 2.°, en tamizar el producto de la pulverización para separar el abono que se presenta bajo la forma de un polvo fino, inodoro de los resíduos formados casi exclusivamenta de pajas y papeles; 3.°, en arder estos últimos para producir fuerza motriz, para el alumbrado ó usos industriales. Según la mencionada Sociedad, tratando por este procedimiento las basuras de una población de 100.000 habitantes, se obtienen anualmente: 1.°, 16.000 toneladas de un abono más rico en principios fertilizantes que los mejores estiércoles; 2.°, 500.000 kilovatios-hora como exceso ó sobrante de la fuerza motriz necesaria para el funcionamiento de la fábrica. Tan excelentes resultados achácalos la «Sociedad des Engrais» á las superiores condiciones del triturador Schœller, que reduce á polvo las substancias orgánicas.

El tipo del triturador Schœller se compone esencialmente de un cilindro hueco (fig. 120), horizontal, de fundición, sobre el eje y en el interior del cuál están montadas varillas metálicas, terminadas por martillos móviles de acero. El aparato gira á la velocidad de 1.400 vueltas por minuto por la acción de un motor eléctrico de potencia adecuada al rendimiento del triturador (de 20 á 40 caballos para un gasto de 10 á 20 toneladas por hora). Por efecto de esa gran velocidad en la rotación del aparato la mayor parte de las basuras se reducen á un polvo fino y sólo ciertas substancias, como los papeles y los trapos, son únicamente rasgados, pudiéndose, por lo tanto, después de la trituración separar las materias que deben constituir el abono, de las utilizables como combustible por medio de una criba



Triturador Schaller de basuras.

Fig. 120.

formada de una envuelta cilíndrica de palastro, provista de agujeros, cuyo eje está inclinado hacia adelante y animado de un movimiento de rotación. El polvo que se escapa por los agujeros de esta criba representa un poco más de los $^4/_5$ del peso total de la basura triturada, es un abono excelente y afirma la Sociedad puede conservarse por tiempo indefinido, sin esparcir el menor olor, imputrescibilidad muy importante desde el punto de vista higiénico.

El polvo recogido debajo de la criba, constituye un abono de valor doble del asignable al estiercol, y los detritus que caen por gravedad á la extremidad de la criba un combustible de poder calorífico muy superior al de la basura bruta; como promedio, 3 kilogramos de estos resíduos dan tantas calorías como un kilogramo de carbón ordinario.

XV

RECOGIDA Y TRANSPORTE DE LAS BASURAS

Reconocido el poco éxito en las poblaciones urbanas de la incineración de las basuras en las propias cocinas de las casas particulares, sistema tan sólo aplicable en las poblaciones rurales cuando por circunstancias especiales no reciban dichas inmundicias aplicación agrícola, y exigiendo la higiene que las basuras se alejen antes de la fermentación, de las viviendas y poblaciones, impónese su recogida á medida que se producen y su inmediato transporte al punto donde hayan de ser tratadas.

Los consejos más esenciales de la higiene para efectuar dicha recogida y transporte son los siguientes:

1.° La recogida debe ser frecuente y si es posible diaria.

2.° Las basuras domésticas deben depositarse en recipientes cerrados é impermeables, fáciles de vaciar, limpiar y desinfectar, prohibiéndose en absoluto verterlas en las calles.

3.° La recogida debe hacerse en las primeras horas de la madrugada, antes de iniciarse la vida ordinaria de las poblaciones.

4.° El transporte debe efectuarse en carretillas y carros especiales cubiertos é impermeables y el vaciado en estos vehículos de las cajas de basura debe tener lugar sin levantamiento de polvo.

5.° A menos de llevarse en la práctica con escrupulosidad el servicio de recogida de basuras, no deben tolerarse los depósitos fijos de las calles y plazas para el almacenamiento de aquéllas.

El primer precepto conduce á evitar la fermentación de las basuras en la urbe y condena el sistema, que aún siguen algunas poblaciones, de recoger las basuras un par de veces en semana.

El segundo tiende á generalizar el empleo de los recipientes cerrados, evitando el detestable procedimiento de retener las basuras en cestos y receptáculos en constante comunicación con el ambiente al que impurifican y de verterlas en las puertas de las casas. El voto LXXIII emitido por la sección VII del I Congreso internacional de Saneamiento y Salubridad de la habitación, reunido en París el 1904, dice textualmente: «Que es deseable desde el punto de vista higiénico que las basuras sean destruídas á medida que se producen. En su defecto las cajas destinadas á contenerlas en el intervalo de las recogidas, deben ser impermeables y cerradas. Deben limpiarse y desinfectarse después de cada recogida.»

El tercero responde á la mayor facilidad que proporciona el efectuar esas operaciones de recogida, nunca agradables á la vista y olfato, en las

horas en que la circulación es menor, y menores tambien los riesgos que llevan consigo el levantamiento de polvo si no se cumplen rigurosamente los anteriores preceptos, y el adelanto en la fermentación, por efecto del calor.

No obstante, cuando como sucede, por ejemplo, en Berlín, nadie intenta esquibar el cumplimiento del precepto municipal de que «el transporte de las basuras de las casas se haga tan sólo en recipientes *herméticamente* cerrados» no hay motivo para que la substitución de los recipientes llenos por otros vacíos no pueda hacerse como allí sucede durante el día.

El cuarto obedece á la conveniencia grandísima, de que el viento no levante y reparta por las vías y viviendas, el polvo y materias ligeras de las basuras, que éstas no puedan durante la marcha de los vehículos irse cayendo por las juntas y hendiduras y sobre todo que al depositar las basuras en los carros, no se mezcle con el aire de la atmósfera el polvo de aquéllas que vehicula con mucha frecuencia el gérmen de la tuberculosis, de la difteria, de la escarlatina, de las fiebres eruptivas, etc., polvo que penetra hasta los alvéolos pulmonares.

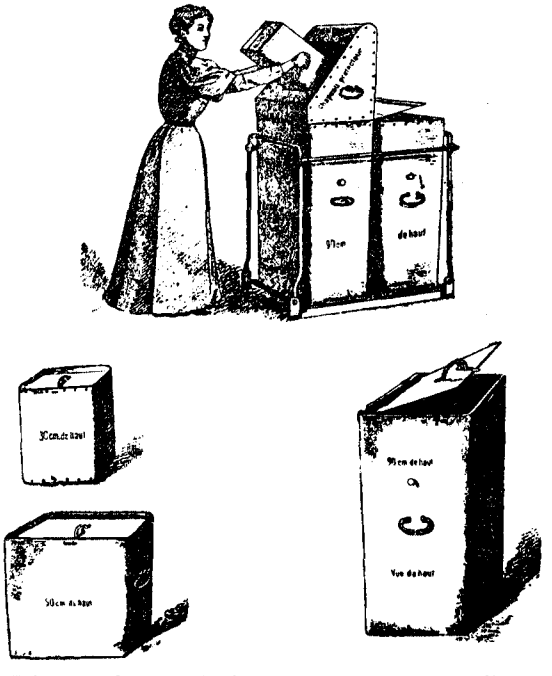
El quinto precepto restringe el empleo de las fosas fijas para el almacenamiento de la basura en calles y plazas. Estas fosas fijas, de ordinario subterráneas, cuando se limpian y desinfectan á diario, no dando tiempo á que la basura en ellas contenida entre en fermentación, facilitan el servicio de limpieza urbana, y son convenientes, como lo demuestran las 181 existentes en Hamburgo, por ejemplo, de capacidad comprendida entre 2 y 3 metros cúbicos, que almacenan la basura recogida durante el día y se vacían todas las noches. Pero si no se tienen con ellas dichas precauciones, las basuras fermentan en tales fosas, produciendo gases nauseabundos que encuentran salida al abrir las tapas y por los intersticios y juntas de las paredes.

Otro tanto debe decirse de las fosas ó depósitos fijos, para el almacenamiento de las basuras de cada casa. Estas fosas se colocan de ordinario en los patios, terminando en ellas la tubería ó conducto de mampostería ó mejor de gres ó de cemento en comunicación por medio de registros con cada piso. El sistema en principio es muy recomendable, siempre que la fosa y conductos sean impermeables, permitiendo los valdeos ó lavados desinfectantes á que periódicamente deben someterse para impedir la putrefacción de las materias que pudieran quedar adheridas á las paredes. Conviene que los conductos tengan como las bajadas de aguas sucias, la debida ventilación y que la extración de las basuras del foso sea diaria (1).

(1) Esta disposición con todos los requisitos higiénicos que exige, se ha empleado en las casas números 25 duplicado y triplicado de la calle de Serrano en esta corte.

En los reglamentos de policía urbana encuentran cabida todas las disposiciones de detalle conducentes á la más higiénica realización de los importantes servicios de limpieza de calles y recogida de basuras domésticas, obra esta última en la que debe colaborar el vecindario. Complemento de ellas debe ser la prohibición absoluta de práctica tan deplorable, como entre nosotros extendida, de sacudir en ventanas y balcones dando á la vía pública, alfombras, vestidos, etc., que lanzan á la atmósfera gérmenes peligrosos en abundancia. No se sabrá nunca recomendar bastante el empleo de los absorbe-polvos, aparatos que pueden accionarse á mano ó mecánicamente (1) y que por aspiración efectúan la limpieza de muebles, tapices, vestidos, estucos, etcétera, en inmejorables condiciones higiénicas.

La conveniencia de adoptar los Municipios un modelo de caja metálica cerrada para la recogida de basuras domésticas, imponiéndolo á los vecinos, es indiscutible y sólo exige un poco de energía y buena voluntad; como tipos de cajas recomendables reproducimos el modelo «Koproplior», reglamentario en Berlín después de desechado el sistema de sacos de cambio Becler y el adoptado en París.



Cajas para la recogida de las basuras, tipo Koproplior.

Fig. 121.

Las cajas Koproplior (fig. 121) son metálicas é intercambiables. Las figuras 121 *b* y *c* representan los modelos rectangular y circular reglamentarios en París, ambos de palastro galvanizado. El servicio con aquéllas se hace del modo siguiente: La caja ó cajas propiedad de cada casa se depositan en el patio, vertiendo en ellas durante la noche las basuras los

(1) Pueden estudiarse tan ventajosos mecanismos en el núm. 11, año 1907, de la revista *La Construcción Moderna*, Madrid.

diversos inquilinos (1). El carro Koproplior de Berlin (fig. 122) se ha substituído recientemente por el Rohrecke (fig. 122 bis), acondicionado para recibir 44 de estas cajas; al pararse dicho carro durante su servicio delante de cada casa deja uno ó más recipientes vacíos en el lugar del ó de los llenos, que dos hombres llevan al carro después de cerrarlas herméticamente; lleno el carro va al vertedero, procediendo á la descarga. El mismo modelo de cajas de la figura 121 se aplica á las *carretillas* de riego (fig. 123).

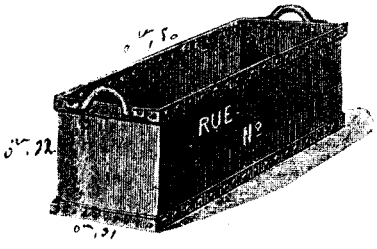


Fig. 121 b.

La elección del modelo de carruaje para el transporte de las basuras, es asunto que ha motivado numerosos ensayos por parte de los municipios celosos del cumplimiento de los preceptos higiénicos. Entre los muchos modelos existentes, reproducimos en las figuras 124 el tipo Oschner usado en Zurich; en la 125 el modelo del municipio de París, en las 126 y 127 el tipo Salubritas de Colonia, y en las 128 y 129 los modelos usados en Hamburgo para la recogida durante el día y la noche y transporte á los hornos de incineración. El tipo Ochsner,

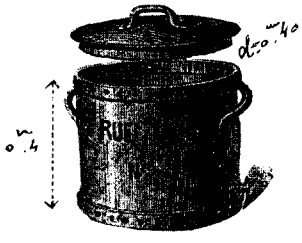
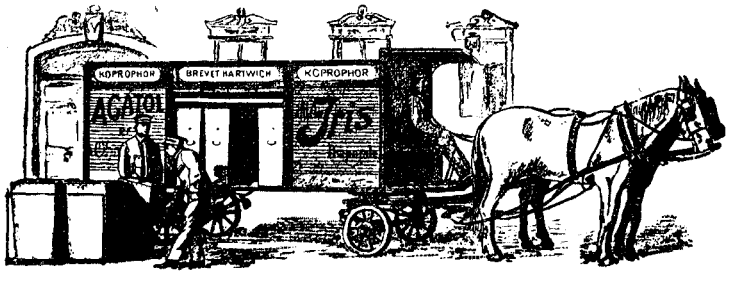


Fig. 121 c.



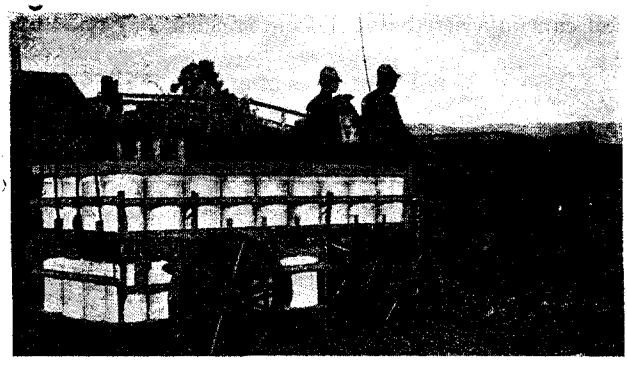
Carro Koproplior para la recogida de basuras.

Fig. 122.

muy celebrado, tiene 5 metros cúbicos de capacidad (1.400 kilos de basura), cuesta tan sólo 1.800 francos y 6,50 cada caja que son de forma de tronco de pirámide de base cuadrada. La cubierta metálica de caballete,

(1) Bilbao tiene aceptado un modelo de caja reglamentario.

está dividida en 14 partes por ocho travesaños cerrándose con 3 piezas dos de ellas fijas y resbalando sobre ranuras la tercera, hasta poderse colocar sobre las fijas. Frente á cada uno de los 14 espacios ó campos hay una barra, en la que se cuelga el gancho que lleva cada cubo de basura en su tapa, de modo que colocando éste cerrado, abriendo una vez enganchado, la cerradura del cubo y empujando con él hacia la cubierta del coche, se cierra ésta y se hace el vaciado sin que pueda salir el polvo al exterior; el cuerpo del coche puede levantarse del juego inferior de las ruedas, y la caja está formada por un armazón de encina y tablones de abeto ó pino de 22 milímetros. El carro pesa vacío 1.414 kilos. En París se ha aceptado recientemente el modelo de la figura 125 que consta de una caja de palastro de 3,20 metros por 1,50 de ancho y 1,30 de profundidad, abierta por la par-



Carro Rohrecke para la recogida de basuras (Berlín).

Fig. 122 bis.

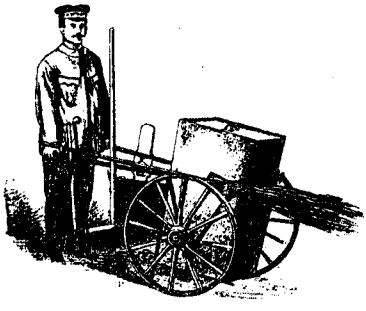
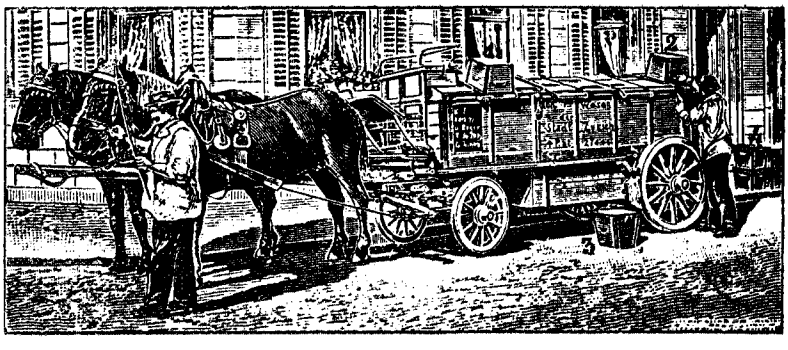


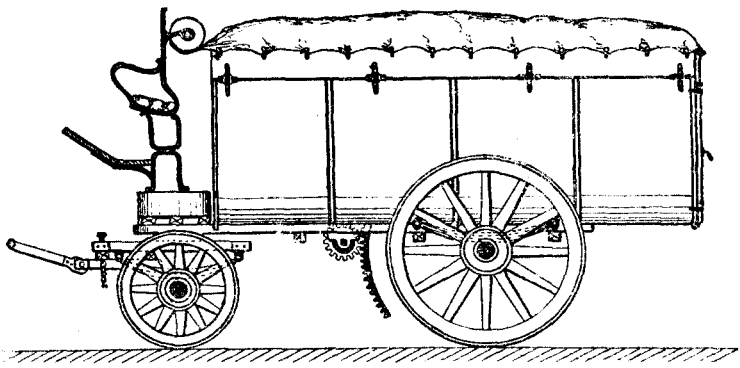
Fig. 123.



Carro de basuras tipo Oschner (Zurich).

Fig. 124.

te superior y provista en la posterior de una puerta sujeta con goznes. Una manivela que actúa sobre un sector dentado permite la basculación del carruaje alrededor del eje trasero; la caja se cubre con una lona que



Carro de basuras, modelo de París.

Fig. 125.

se arrolla á un torno fijo á la parte posterior del asiento del conductor y se sujeta por medio de alambres á las anillas que llevan los bordes, laterales de la caja. Este carro, como se vé, es sencillo, aunque no tan higiénico como el Oschsner.

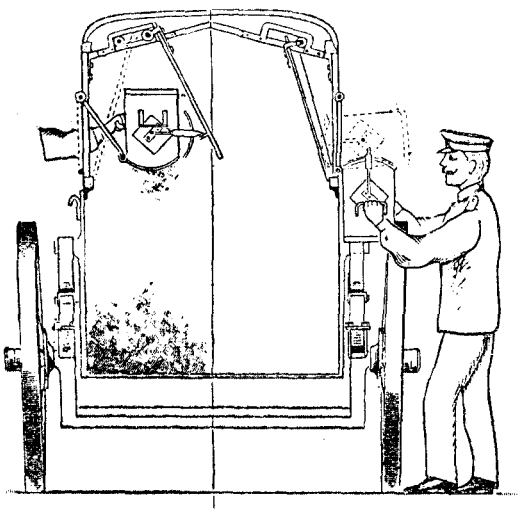
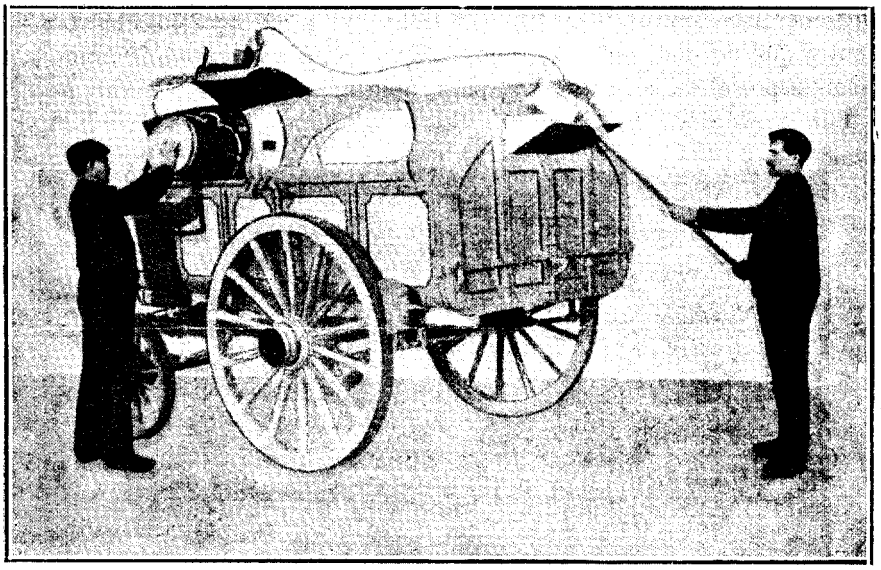


Fig. 126.

El carro «Salubrita» comenzado á usar en Colonia el 1899 y ya modificado el 1902, tiene una disposición especial, de la que da idea la figura 126 para promover el cierre de la abertura por donde se introduce el cubo de basura, al volcar ésta. Tiene una capacidad de dos metros cúbicos y lleva cuatro puertas en la cubierta accionadas por un juego de palancas que motivan la apertura de aquéllas al hacer descansar sobre una llanta longitudinal el cesto de las basuras; palancas y puertas que recobran automáticamente su posición natural al retirar el cubo. Esta disposición es algo compleja, exigiendo cubos especiales. Los carros de

Hamburgo (fig. 128) son también metálicos, cerrándose la cubierta con



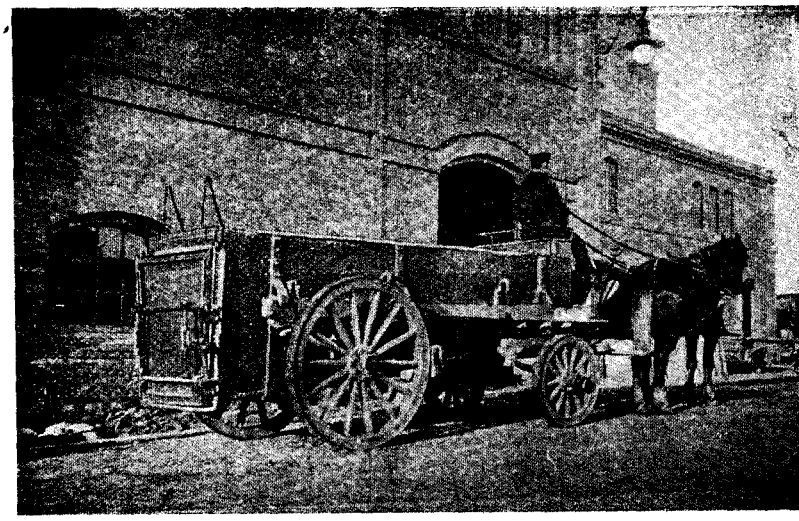
Carro de basuras «Salubritas» (Colonia).

Fig. 127.

Carros de basura de Hamburgo

Fig. 128.

puertas que giran á charnela. Los destinados á transportar á la fábrica de incineración los desperdicios de los mercados, basuras de los muelles y en general las inmundicias que conviene evitar sean removidas por las gentes que se dedican á la rebusca de objetos aprovechables, tienen la forma especial de la figura 129, para facilitar su descarga y van hermé-



Carro transportador de basuras á los hornos de incineración en Hamburgo.

Fig. 129.

ticamente cerrados, hasta el punto de no notarse el menor olor en los pabellones donde estos carros se reunen antes de su descarga. Bueno será advertir que nuestros Municipios deben acostumbrarse á considerar el servicio de recogida de basuras de las calles, casas y mercados, no como una fuente de ingresos para su presupuesto por la contratación de tales inmundicias, cuyo transporte se verifica de ordinario á horas inadecuadas y con vehículos careciendo de condiciones higiénicas, sino como una medida de salubridad urbana, que exige generalmente gastos ineludibles. La población de Hamburgo, cuya organización de servicios municipales puede considerarse como modelo en Europa (1) invierte anualmente en

(1) En la revista popular de Higiene *Nueva Vida*, que dirige el Conde de Pinofiel, descríbese con detalle en el núm. XVI (año II) la organización del servicio de limpieza en las ciudades de Hamburgo, Berlín y Munich.

el servicio de limpieza, recogida y transporte de basuras alrededor de millón y medio de marcos, poseyendo para desempeñarlo un completísimo material. El de transporte de basuras de las casas lo tiene subastado al precio de 300 marcos al año por 1.000 habitantes para las basuras que han de llevarse al quemadero, y 380 para las que se conducen al campo.

XVI

POLVO Y BARRO DE LAS CALLES Y CARRETERAS

La perjudicial influencia del polvo sobre los diferentes órganos del cuerpo humano y hasta sobre la vida vegetal, y especialmente sobre el arbolado, que tanto interesa á la higiene conservar y aumentar, obliga cada día más imperiosamente á combatir esta causa de impurificación del aire respirable, evitando en lo posible su producción, con cuyo fin existen, sobre todo en Francia y Suiza, diversas Sociedades ó «Ligas contra el polvo», culto ejemplo que sería higiénico imitar en España, hoy que los automóviles constituyen desde este punto de vista un mal enemigo.

El polvo de las carreteras se compone en sus $^4/_5$ de partículas minerales, que proceden del desgaste del camino, y de $^1/_5$ de deyecciones animales, detritus vegetales y resíduos orgánicos. Esta última proporción aumenta bastante para los caminos bordeados de edificios, y crece hasta elevarse á más de la mitad en las vías muy frecuentadas de las poblaciones, en las cuales á las deyecciones de animales de arrastre no es raro se unan basuras vertidas por los habitantes de las viviendas, polvo de la limpieza de ropas y muebles (cuando ésta, á pesar de estar prohibida por los Reglamentos de policía urbana, se verifica en los balcones y ventanas de fachada), y del barrido de tiendas, etc., etc. Con el agua de lluvia ó del riego, el polvo se convierte en barro, que, mezclado con los detritus, entra en putrefacción sirviendo de cultivo á toda clase de micro-organismos, que, seco aquél, son esparcidos en parte por el viento.

Los ángulos agudos y las aristas vivas de las partículas minerales del polvo, obran por erosión sobre las mucosas y determinan en las mismas inflamaciones, particularmente oftalmias; todas las materias orgánicas en el polvo y barro contenidas entran en putrefacción, del mismo modo que las inmundicias sólidas domésticas. Los polvos de las calles contienen accidentalmente ciertos microbios patógenos, especialmente los de la tuberculosis y de las fiebres eruptivas, siendo un hecho probado por los doctores Wiflin y Marnschita (1) que los polvos secos están menos cargados de bacterias que los barros de las calles, por matar el sol muchas especies patógenas; perduran, sin embargo, en aquéllos algunas de éstas no muy peligrosas como los staphylococos, las b. pyverpanens y los b. ligrefaciens.

Para desembarazarse del barro y polvo de las calles, síguese casi siem-

(1) *Archiv für hygiene*: 1889.

pre el mismo sistema que con las basuras, junto ó mezclado con las cuales se recoge en las ciudades de la vía pública, y hasta se trata en muchas de ellas por incineración, aun cuando esta mezcla disminuye notablemente el poder auto-comburente de las inmundicias.

Para combatir la producción del polvo, existen, además de los procedimientos ya conocidos por su antigüedad en el empleo, otros modernos y de gran porvenir, cuyos resultados importa mucho señalar para nuestro objeto por abundar en España las pequeñas poblaciones atravesadas por carreteras y ser éstas bastante frecuentadas por los automóviles, cuya generalización ha venido á complicar notablemente el problema de la reducción ó supresión del polvo en las carreteras y vías públicas (1).

Entre los métodos antiguos pueden incluirse, el *riego* con agua, el *deslodado* y el *barrido* y entre los modernos, el *empetrolado* y el *alquitranado* ya ensayados en España por obras públicas y entre otros Ayuntamientos por los de Logroño y Barcelona.

El riego con agua debe ser ligero y frecuente, pues si es muy abundante reblandece el firme y facilita su desgaste, contribuyendo con ello á la formación del polvo.

Es, pues, de absoluta necesidad regar con mucha rapidez, para poder repetir la operación á menudo, á fin de que el suelo esté suficientemente humedecido, sin polvo ni barro. Se precisa para conseguirlo disponer de material moderno, exigido por la creciente circulación de vehículos con llantas de goma, entre los que figuran en primer término los automóviles. No hay inconveniente en aplicar para el riego el agua del mar.

El *deslodado* consiste en cepillar el camino retirando el barro, después de una lluvia persistente ó riego abundante. El barro debe ser inmediatamente transportado, no dejándolo permanecer (como ocurre en general) varias horas y hasta varios días amontonado en las cunetas de las vías públicas. Tanto para reducir el polvo como el barro debe recomendarse el posible empleo de materiales de recargo duros, como los porfios, granito, etc.

Nada de particular tenemos que decir sobre el barrido, sino que debe prohibirse en absoluto, y lo está en casi todas partes, el barrido en seco. Todo barrido que no haya sido precedido de un ligero regado, no produce más efecto que desplazar el polvo, que violentamente agitado se eleva á considerable altura, penetra en las habitaciones ó cae sobre la cal-

(1) Por el aumento de la circulación y las condiciones de los vehículos modernos, una carretera que duraba antiguamente diez ó doce años, tiene hoy una duración de cuatro á cinco, si no se descuida su entretenimiento. El gasto medio del firme se aprecia en 0,02 metros por año en las carreteras frecuentadas.

zada ó sobre los vegetales, ejerciendo en ellos acción muy perjudicial.

Estos métodos antiguos, ante el aumento en la circulación son insuficientes para luchar con éxito contra el polvo, siendo preciso recurrir á nuevos métodos de conservación y á procedimientos nuevos para construir las carreteras y vías públicas. Apreciados en su conjunto esos nuevos métodos, se ve están todos fundamentados en el mismo principio: colmatar en cierto modo la superficie de la carretera para impedir ó dificultar su desagregación, en la que reside la formación del polvo. Ese colmatado se trata de producir regando aquélla con mezclas de agua y aceites alquitranados y bituminosos, ó simplemente con alquitrán, que puede y conviene hacerle penetrar hasta cierta profundidad (según concluyentes experiencias de M. Panerazzi en Versalles el 1905), descarnando los materiales de la carretera ó firme de los pavimentos.

En general, todos estos métodos de tratamiento de las vías públicas, son de coste poco elevado (0,15 á 0,30 pesetas el metro cuadrado), pero tienen los graves inconvenientes: 1.°, de ser poco resistentes á la intemperie y paso de vehículos, lo que exige entretenimiento constante, y 2.°, de no mejorar las condiciones de resistencia, y por lo tanto, de duración de la carretera. Y como tales inconvenientes hasta hoy han sido imposibles de salvar, se ha comenzado á trabajar con otra orientación, en la que los ingleses han llegado ya en estos tres últimos años á resultados favorables: la de variar el sistema de construcción de las carreteras, buscando un procedimiento que al mismo tiempo que reduzca la formación de polvo mejore sus condiciones de resistencia y duración. Esta orientación es lógica, pues á nuevas necesidades en la circulación, deben responder nuevos métodos de construcción de los caminos.

Entre los referidos métodos, los que han conducido á mejores resultados prácticos son el *petrolado* y el *alquitrado* en caliente, no habiendo prosperado el empleo de las sales delicuescentes, como los cloruros de calcio y de magnesio y quedando reducido el uso de los productos *oleaginosos* hechos solubles en el agua por vaporización á los países en que tales productos resultan á bajo coste, ó en los casos en que se trata de suprimir de momento el polvo con ocasión de una fiesta ó aglomeración de público. Con estos productos es forzoso reconocer que la duración del regado es mínima y siendo muy pequeña la resistencia de estas mezclas á la acción de la intemperie y al carreteo, hay que repetir á menudo la operación y acaba por llegar á ser muy cara.

Los principales productos de este género que se han empleado son la westrumita, la apulvita, el adocreol, la basalita y la rapidita. Debe-

mos, sin embargo, separar esta última, que es una especie de asfalto emulsionado, empleado con preferencia en el momento del recargo, vertiendo sobre la materia de agregación, en vez de agua, una solucción de rapidita al 5 por 100.

El *petrolado de las carreteras* por medio de aceites pesados se practica desde hace largo tiempo en América, en donde ha dado resultados, en lo que cabe, muy satisfactorios. Este modo de suprimir el polvo es no sólo el más radical, sino el más duradero, pero su precio de coste hace difícil la aplicación en los países europeos, en donde cuesta el petróleo cinco ó seis veces más caro que en América, donde se paga entre 25 y 30 francos la tonelada. Puede incluirse en este grupo también la asfaltina Lambercier, mezcla de aceites pesados, que puede aplicarse en frío; su coste en Ginebra, donde se ha aplicado con buen resultado es de 15 céntimos por metro cuadrado (1). El riego con petróleo debe practicarse por lo menos cada tres meses.

La acción del *alquitranado* contra el polvo se manifiesta de dos maneras diferentes: 1.ª, preservando el camino de la humedad, principal causa de desgaste de la calzada; 2.ª, fijando el polvo, aglutinándolo, haciéndolo más pesado, y se consigue en lo posible aproximándose al macizo monolítico, para cuyo objeto se rodean las piedras del macadán de alquitrán, materia que forma una ganga adherente que llena los vacíos entre piedras, inmoviliza éstas y da á la calzada mayor impermeabilidad. Los primeros alquitranados se practicaron hace quince años en Italia, Argelia y el Oeste de Francia.

Aunque se ha aplicado algo en Suiza con éxito, un alquitrán de aceite, llamado «alquitrán de gas al agua carburado», que es un resíduo de la fabricación del gas por el agua, carburado inmediatamente en la misma fabricación con aceites minerales naturales que se evaporan en presencia del gas al agua en un carburador, producto que se esparce fácilmente por el riego ordinario y cuyo precio varía poco de 30 francos, el alquitrán que se emplea generalmente es el *coaltar* ó *alquitrán de hulla*, que es un sub-producto de la destilación de la hulla para la fabricación del

(1) Para estudiar la práctica y condiciones económicas del alquitranado y petrolado de las carreteras, pueden consultarse los artículos sobre este particular publicados en la revista *La Construcción Moderna*, año 1905, así como el interesante trabajo presentado por el presidente de la Liga suiza contra el polvo, Mr. A. Navarza, al II Congreso internacional de Saneamiento de la Habitación (Ginebra, 1906), con el título «Sobre los diferentes medios de suprimir el polvo en las vías públicas», trabajo que, en unión del inserto en el núm. 2, año 1908, edición española de *L'Industrie Moderne*, de París, nos sirve de base para estas páginas.

gas del alumbrado y del coque. Es un líquido negro, espeso, viscoso, cuya densidad varía entre 1,10 y 1,15.

Hé aquí la composición media:

2,50	por 100	de benzol y sus derivados.
2,00	»	de fenol y sus derivados.
6,00	»	de naftalina.
0,25	»	de pyridin.
20,00	»	de aceites pesados.
2,00	»	de antraceno.
38,00	»	de asfalto.
24,00	»	de carbón.
4,00	»	de agua.
1,25	»	gas y pérdida.
100,00	por 100.	

Para hacer el alquitrán más fluído y facilitar su penetración en el suelo, se le calienta hasta su punto de ebullición, que es de 70 á 80 grados para el alquitrán que se obtiene en las fábricas de gas, y de 150 á 160 grados para el alquitrán deshidratado, obtenido por el procedimiento patentado Lassailly, es decir, desprovisto de aceites ligeros y bencinas, que destilan á muy baja temperatura. Algunos prácticos afirman que el alquitrán deshidratado tiene menos penetración que el alquitrán que contiene los aceites ligeros, punto aún no dilucidado, pues en Inglaterra y en América, donde las calzadas en macadán alquitranadas están muy extendidas, se busca hacer el alquitrán más espeso, agregándole brea ó resina, ó bien por destilación.

Los ensayos para el alquitranado en frío no son aún concluyentes, por lo que sigue empleándose generalmente el alquitranado en caliente á 70 ú 80 grados si se trata de alquitrán ordinario y á 120 ó 140 si es deshidratado, el cual se vierte por el suelo bien seco, á razón de 1 á 1,50 kilogramos por metro cuadrado; su duración varía entre uno y dos años, según la circulación de la vía.

Como el alquitranado forma una costra seperficial que protege el camino, impidiendo la penetración de las aguas pluviales y excrementos líquidos, reduce el desgaste, aumenta la duración del firme y disminuye la formación del polvo que dicho desgaste ha producido; pero claro es, que no puede evitar el depositado por las ruedas de los vehículos, el for-

mado por los detritus orgánicos al descomponerse, ni el transportado por el viento proveniente de los terrenos inmediatos al camino.

En resumen, podemos decir se impone el alquitranar todas las vías empedradas en las proximidades de las ciudades y los trozos de carretera recorridos con más frecuencia por los automóviles. El alquitranado, á pesar de sus defectos, no constituye un gasto, sino una verdadera economía, pues por poco que prolongue la duración de las vías públicas, disminuyen los gastos de entretenimiento, compensando el precio de coste de la aplicación de alquitrán, y sobre todo se consigue notable reducción, en la cantidad de barro y polvo producido, con gran beneficio en ello para la higiene pública (1).

Para que nuestros lectores puedan formarse idea bastante aproximada de los beneficios que desde el punto de vista higiénica reportan tanto el alquitranado como el petrolado de los caminos, indicamos á continuación los resultados de más de 100 análisis realizados el 1904, con aire inmediaio al polvo de diversos caminos del cantón de Ginebra por MM. H. Cristians y G. de Michelis. Dichos análisis demostraron la existencia por litro de aire del número de gérmenes vivientes que siguen en cada uno de los casos que se mencionan:

Caminos ordinarios al macadán.....	14;	en tiempo seco,	23.
» » alquitranados.....	6,8;	en » »	9,3.
» » petrolados.....	5,7;	en » »	5

El benéfico influjo de los rayos solares sobre el polvo de los caminos

(1) En un interesante informe emitido por el Ingeniero Mr. Salle, como consecuencia de sus estudios y observaciones en el circuito automovilista de la Sasthe (1903), y publicado en los *Annales de Ponts et Chausees* (1908), sobre los efectos en los caminos de las grandes velocidades de los automóviles, tomamos las conclusiones siguientes.

El alquitranado da completa satisfacción desde el punto de vista de la visibilidad y seguridad que interesan en una carrera, pero las partículas de polvo embreadas, han motivado en los corredores y espectadores *conjuntivitis* agudas, poco graves, pero muy dolorosas, debiéndose observar que si una pequeña cantidad de alquitrán es suficiente para suprimir momentáneamente el polvo, es necesario, para que la operación conserve la igualdad de superficie del camino y no perjudique su solidez, derramar una cantidad de aquélla lo menos de 1.500 gramos por metro cuadrado. De este modo se llega á un precio que puede alcanzar á 20 céntimos en campo raso. La temperatura debe ser de cerca de 80 grados; desde este punto de vista, los aparatos donde el alqultrán es calentado en vaso cerrado y extendido directamente sin sufrir ningún transvasamiento, parece deben ser preferidos.

Los alquitranados sobre viejos caminos dan malos resultados y deben ser proscriptos.

Los alquitranados sobre un camino nuevo no deben hacerse hasta que éste esté

demostrando elocuentemente los datos que siguen; referentes al número de gérmenes por litro de aire:

	Al sol.	Á la sombra
Caminos ordinarios al macadán.....	7	83
» » alquitranado.....	5	6
» » petrolado.....	3,5	5

Sobre el interesante particular que nos ocupa se adoptó en el último Congreso de Higiene y Demografía (Berlín, 1907), la siguiente conclusión:

«Es necesario combatir los inconvenientes del polvo:

»1.° Ilustrando al público sobre la importancia económica y sanitaria del polvo de las calles; debería empezarse ya en los colegios el tratamiento de cuestión:

»2.° Estableciendo calles conforme los preceptos técnicos, escogiendo un material conveniente para su empedrado. Con respecto á ésto, es preciso tratar las calles alejadas y solitarias de distinto modo que las calles frecuentadas, que en el interés de la población entera exigen el mayor alejamiento posible del polvo.

»3.° Regando las calles regular y abundantemente; ó fijando el polvo por medio de aceites solubles en el agua, de brea ó materias asfaltadas.

»Una supresión radical del polvo en las calles será seguida de una reducción de polvo en las casas y viviendas».

Las figuras 130 y 131 dan idea del material que se emplea para realizar la operación del alquitranado; la primera representa el carro para calentar el alquitrán y la segunda la máquina de alquitranar (1), debiendo

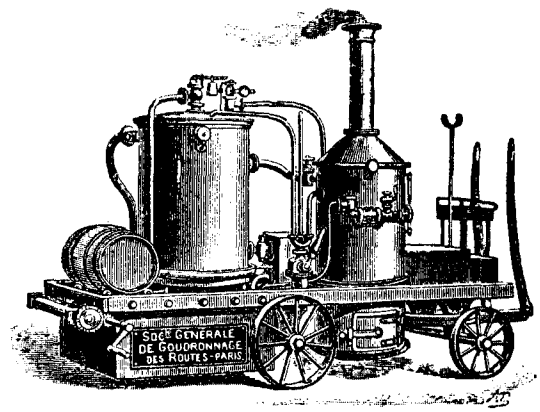
---

bien seco y haya tomado toda su compacidad. Para los caminos no bien cilindrados parece preferible no alquitranar hasta un año después del recargo, á menos que se haga el alquitranado en el cuerpo mismo del camino durante el curso del cilindrado.

Conviene que el camino sea alquitranado en todo su ancho, y que las cubiertas de los pavimentos sean suficientes para evitar que en ningún caso queden superficies sin embrear, que son una causa de desagregación de las partes vecinas.

(1) Recordamos que los establecimientos Sohy (17, 19 rue Le Brun) París, fabrican un completísimo material, tanto para el alquitranado de caminos, como para el riego y limpieza de los mismos, pavimentado, desinfección y demás servicios de higiene municipal, por lo que no insistimos en la descripción de este material que puede estudiarse en los catálogos de la referida casa con mayor provecho.

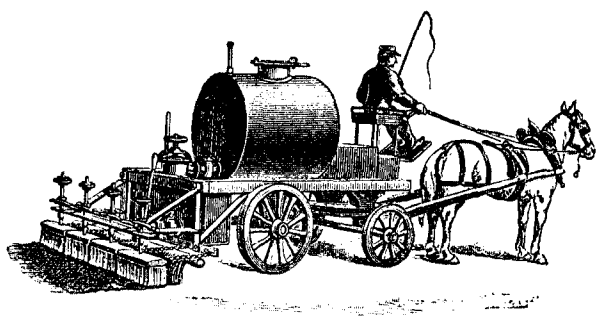
advertir que en Inglaterra se considera el extendido del alquitrán á mano, por medio de escobas, preferible en sus resultados al extendido á máquina, porque en el primer caso penetra en el suelo dicha materia más que en el segundo.



Carro para calentar el alquitrán.

Fig. 130.

Los nuevos procedimientos de construcción de las carreteras á que antes aludimos, inícianse en la ciudad de Eastboarne, donde el ingeniero Mr. Ernest Prescotf los ensaya en grande escala el 1905 con tan lisonjeros resultados, que poco después numerosas Municipalidades inglesas, deseando imitarlos y estudiarlos, enviaron á la citada villa Comisiones técnicas con tal objeto.



Máquina de alquitranar.

Fig. 131.

Están tales procedimientos fundados en el empleo de la escoria de altos hornos alquitranada *(tarred slag)* para constituir el firme del camino, ó por lo menos la capa superior de éste. Para aplicar dicho sistema en carreteras antiguas, se comienza por excavar el firme de éstas en una profundidad de 0,10 á 0,15 metros, llenando la caja así preparada con un macadán de escorias, compuesto por trozos del tamaño de una nuez, previamente mezclados con alquitrán, que se comprime por medio de un rodillo ó máquina apisonadora. Sobre esta primera capa, una vez apisonada, se coloca otra de igual material, pero teniendo los trozos de escoria de dimensiones mucho menores, que se apisona con un rodillo de mano, ex-

Fig. 131 bis.

tendiéndose, finalmente, por la superficie una ligera capa de guijo que acabe de tapar los últimos intersticios, con lo que se obtiene un conjunto sólido y compacto que daba en los ensayos de Eastboarne (fig. 131 bis), una vez apisonado, un espesor total de 11,5 centímetros. Frecuentemente, á los tres ó cuatro meses de servicio se da al camino una ó dos capas de alquitrán aprovechando un tiempo seco y cálido, con lo que se mejora notablemente la superficie. Para 3.500 metros cuadrados de superficie de carretera, el precio de coste fué de 5,90 francos el metro cuadrado, que aunque elevado, permitió caminos de solidez perfecta, de aspecto idéntico al hormigón, y completamente lisos y limpios, sin producir polvo ni aún con las circulaciones más intensas, observándose que el alquitrán penetra suficientemente en la escoria que es muy porosa y elástica haciéndola impermeable.

El anterior procedimiento se simplifica y abarata, conservando el antiguo firme, que una vez barrido y desembarazado cuidadosamente de todo el polvo, se recubre con una capa compuesta de pequeños pedazos do escoria (de 12 á 25 milímetros) alquitranada, y para que ésta capa agarre mejor y forme cuerpo con la parte antigua, se dejan en ella algunos agujeros ó estrías de trecho en trecho. Este procedimiento denominado por los ingleses *Tarred, Slag chippings* no es sino una simplificación del anterior, variando su coste entre 2 y 2,50 francos metro cuadrado, coste que aún puede reducirse limitando la aplicación de aquél á la verdadera carretera, ó sea la parte destinada á la circulación de vehículos, dejando intactos los paseos laterales.

Resulta en resumen, que según se trate de una carretera de mucha ó mediana circulación y peor ó mejor conservada convendrá aplicar el primer sistema descripto *(tarred slag)* ó el segundo *(tarred slag chippings)*, debiendo limitarse el empleo del alquitranado sencillo, ó riego con alquitrán *(tar paintaig)*, que forma en realidad un barniz sin resistencia é incapaz de proteger la carretera contra las intemperies del invierno, á los casos en que sólo se pretenda *prevenir el polvo*, y al entretenimiento de los caminos ya tratados por uno de los sistemas anteriores, aplicación en la que da los resultados más satisfactorios.

Pavimentado de calles y vías públicas. — Muy relacionado con la cuestión del polvo y producción de inmundicias, está el problema del pavimentado de calles y vías públicas, dependiendo de la clase de éste la cantidad de aquél producido y la facilidad de su recogida, así como de las restantes inmundicias sólidas que en los pavimentos se reunen.

Higiénicamente conviene á no dudar que las calles todas estén pavimentadas para evitar la contaminación del suelo de las poblaciones, y

dentro de la pavimentación que el sistema aceptado proporcione: 1.°, impermeabilidad lo más absoluta que sea dable; 2.°, dureza adecuada para reducir el desgaste y, en consecuencia, la producción de polvo; 3.°, superficie lisa y contínua que facilita la limpieza y evita la formación entre juntas de pequeños depósitos de materias putrescibles.

El afirmado, produce mucho polvo en las calles de gran tránsito, y es de entretenimiento costoso; sólo se recomienda en carreteras y caminos, pero no en poblaciones.

El empedrado con cantos rodados ó piedras irregulares colocadas de punta, es procedimiento primitivo y nada recomendable, ni higiénica, ni técnicamente, á pesar de su economía. Ofrece muchas juntas, la extracción del polvo y barro resulta muy difícil, la circulación de vehículos produce un ruído insoportable y el esfuerzo necesario para salvar el ganado de arrastre tan irregular pavimento es en parte improductivo.

El *adoquinado*, el *entarugado* y el *asfaltado* son los tres procedimientos que se disputan hoy la preferencia para las calles de gran tráfico; las losas de piedra natural ó artificial, las baldosas de cemento comprimido, de vidrio armado, de gres, la piedra vidrio y otros materiales modernos son de aplicación más limitada y circunstancial, utilizándose de ordinario en aceras, andenes de muelles, estaciones de ferrocarril, pasadizos, etc., etc.

La calle sometida á mayor tráfico en el mundo, que es la Grace Church de Londres, está asfaltada, la que le sigue en intensidad de circulación la King Wiliam, también de Londres, entarugada y en la siguiente, en orden descendente, Brovadweny de New-York, el pavimento es de granito en adoquines.

El siguiente cuadro (1) compara desde cuántos puntos de vista deben tenerse en cuenta al elegir un pavimento, las condiciones de los sistemas más usados.

DESDE EL PUNTO DE VISTA	Primer lugar.	Segundo lugar.	Tercer lugar.
De la higiene	asfalto.	granito.	entarugado.
Del menor ruido	entarugado.	asfalto.	granito.
De la superioridad para los caballos	entarugado.	asfalto.	granito.
De la limpieza	asfalto.	granito.	entarugado.
De la duración	granito.	asfalto.	entarugado.
De la facilidad de reparación	asfalto.	entarugado.	granito.
De la facilidad de colocación de los carriles del tranvía	granito.	entarugado.	asfalto.

(1) Tomado de un artículo publicado por el Dr. Vallin en la *Revue d'hygiene et de police sanitaire*, 1906.

El juicio que respecto á las aplicaciones de cada uno de estos tipos de pavimentos emite revista tan autorizada como *Municipal Engineering de Indianopolis* se reproduce en el párrafo siguiente:

«Las conclusiones del trabajo que estamos extractando sobre los diferentes modos de pavimentar calles sometidas á mucho tráfico, son: 1.ª, que el pavimento de granito debe reservarse para las inmediaciones de los doks y estaciones de mercancías, fábricas, depósitos, etc., á causa de las trepidaciones y ruído insoportable que se produce al pasar sobre él, vehículos pesados; 2.ª, que el asfalto es el pavimento ideal, pero caro, sobre todo, por su entretenimiento, debiendo reservarse su uso para las calles muy comerciales ó muy transitadas, pues por ser insonoro, elástico y fácilmente limpiable, resulta muy cómodo para los vecinos y hasta para los transeuntes, así como también para cuarteles, escuelas, hospitales, establecimientos de los servicios municipales, etc.; 3.ª, que el pavimento de tarugos ó blocks rectangulares de madera creosotados, muy usado en Londres, y sobre todo en París, puede competir hasta ventajosamente en muchas poblaciones con el asfalto, por sus cualidades y precio; 4.ª, que el macadán y el pavimento bitulítico (macadán, cuyas piedras se rodean previamente de una composición bituminosa que hace de mastic), deben emplearse en las carreteras, pero no en poblaciones (el coste de entretenimiento varía entre 0,55 y 1,80 francos por metro cuadrado en Berlín)».

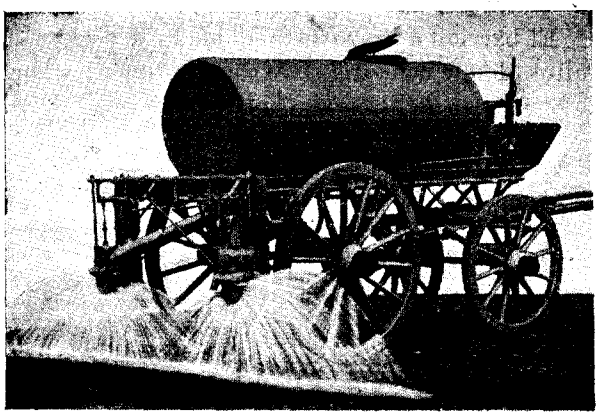
Rápidamente va generalizándose el empleo del asfalto en frío, que se transporta de fábrica á obra, comprimido bajo forma de panes.

Felizmente el asfalto se va aplicando en muchas poblaciones españolas, siendo de esperar se generalice su empleo, ya que por estar las industrias nacionales del cemento y del asfalto bastante desarrolladas, el precio de tan recomendable é higiénico sistema de pavimentos es muy aceptable (varía de 15 á 25 pesetas el metro cuadrado, incluyendo el firme de hormigón). Su inconveniente principal reside en no poderse emplear en calles cuya pendiente exceda de 0,015 metros, si bien el asfalto granítico (capa de asfalto sobre un lecho de piedras graníticas colocadas de punta sobre un firme de hormigón) tolera pendientes hasta del 5 por 100.

Riego y limpieza de la vía pública.—La limpieza debe responder á la condición higiénica esencial de recoger los polvos y barros sin ponerlos en suspensión en el aire y antes de haberse iniciado la fermentación.

La primera de dichas condiciones se facilita comenzando por regar las calles, no debiendo nunca hacerse el barrido en seco; la segunda practicando estos barridos y recogidas de inmundicias de las calles y plazas

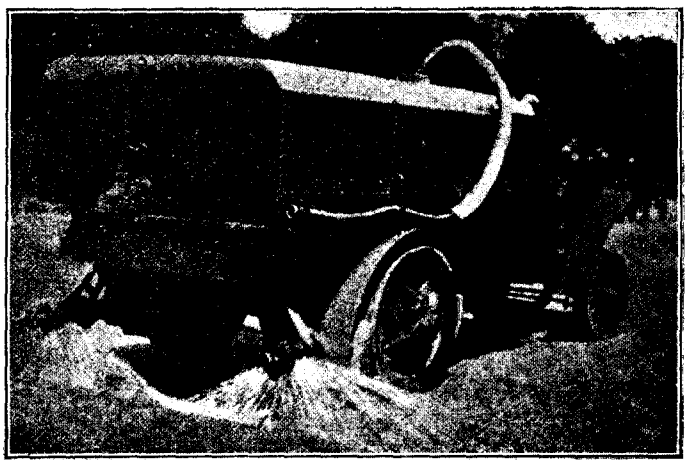
con el cuidado y frecuencia debidas. Generalmente, en las capitales de alguna importancia se agrupan el barrido de aceras y arroyos, riegos, extracción de barro y de basuras domésticas, integrando todas estas operaciones el servicio de limpieza pública.



Carro de riego sistema Miller.

Fig. 132.

El riego se verifica de ordinario con mangueras en las calles principales; en las secuudarias que no disponen de canalización para este servicio, empléanse carri-cubas arrastradas á brazo ó más comúnmente por una caballería (fig. 132).



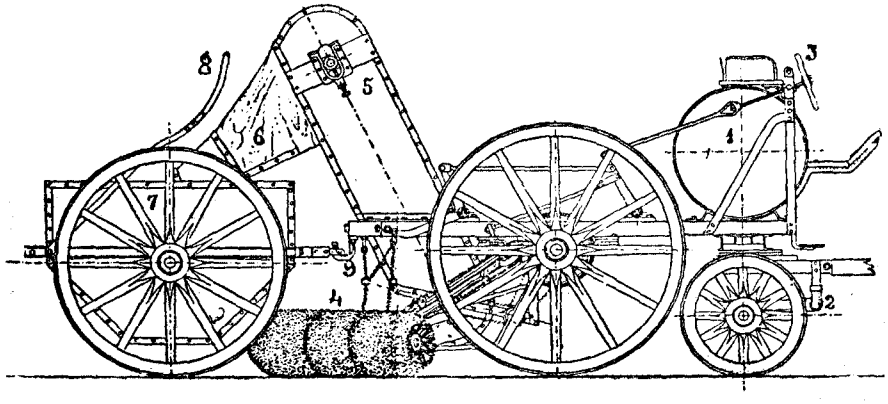
Regadora automóvil usada en Berlín.

Fig. 133.

Debe regarse por lo menos dos veces diarias y más en verano, sobre todo las calles de mucha circulación; el primer riego conviene sea muy de mañana, precediendo inmediatamente al barrido si éste es por el

peor y más extendido de los sistemas: el de á brazo por cuadrillas de barrenderos. Para el riego de las grandes avenidas empléanse ya carricubas automóviles (fig. 133).

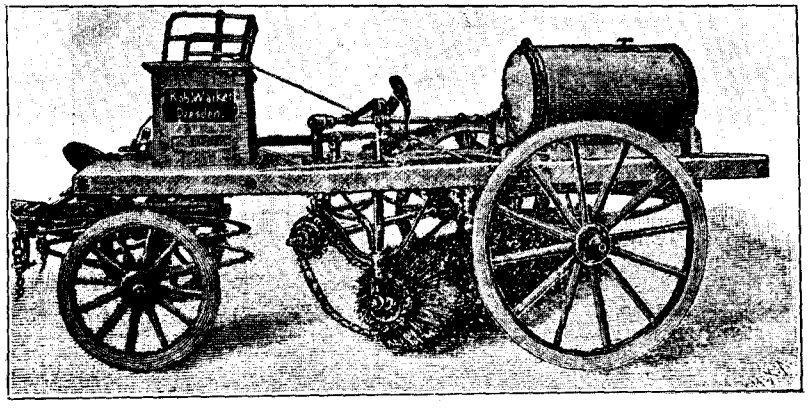
El barrido á brazo está llamado á pasar á la historia en los países cultos, donde cada día se extienden más las barrederas mecánicas (figu-



Máquina barredora-regadora usada en Bolonia.

Fig. 134.

ra 138) y las barrederas-regadoras, figuras 134, 135 y 137 habiéndose ya llegado en las grandes capitales al uso de las barrederas-regadoras-auto-



Barredera-regadera mecánica.

Fig. 135.

móviles. El barro, fluído ó líquido de las calles afirmadas, se recoge también en volquetes especiales que lo alejan de la población llevándolo á correr la misma suerte que las inmundicias sólidas domésticas.

Para la limpieza de aceras asfaltadas y de calles con este pavimento ó el entarugado de madera, empléanse mucho rastrillos de caucho formados por láminas metálicas, entre las que se coloca otra de dicho ma-

Servicio de limpiezas en Hamburgo

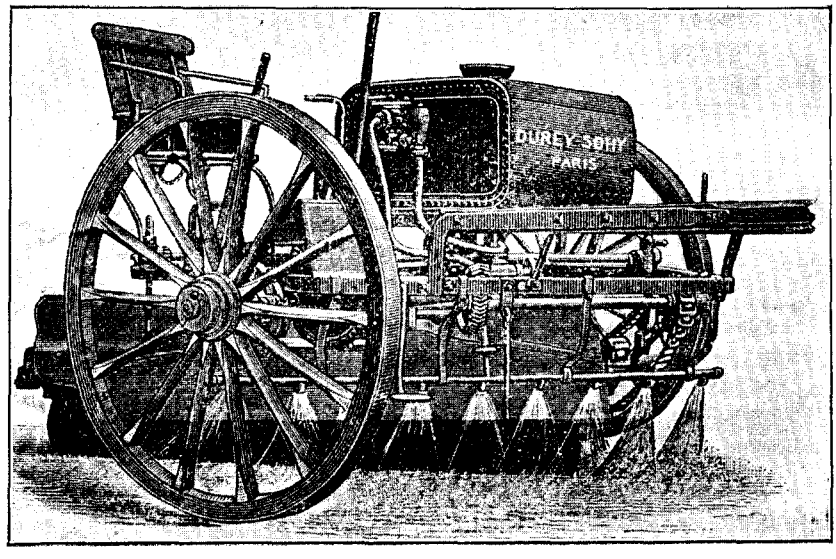
Fig. 136.

terial de 0,05 á 0,10 metros de anchura y cerca de un centímetro de espesor, armándose el conjunto sobre un mango inclinado con relación á las láminas, de tal modo que éstas echan á un lado el barro de las calles (figura 136).

Los toneles de riego movidos á brazo suelen tener una capacidad de 150 á 200 litros; las carri-cubas de una caballería de 1.000 á 1.200, y con ellos se pueden regar unos 10.000 metros cuadrados por hora. Las máquinas que barren y riegan al mismo tiempo, llevan un depósito cuya capacidad varía entre 500 y 1.000 litros.

En poblaciones en las que se atiende al buen servicio de limpieza de calles, el gasto de agua oscila en 80 y 150 litros por metro cuadrado y día, y el coste total de la limpieza, con servicios bien organizados, entre 20 y 30 céntimos por metro cuadrado de vía. Las calles de mayor tráfico, además de ser barridas diariamente á máquina y regadas dos ó tres veces, tienen á su servicio un personal encargado de mantenerlas constantemente limpias, recogiendo en el acto las deyecciones y basuras y transportándolas en carretillas metálicas, diariamente lavadas y des-

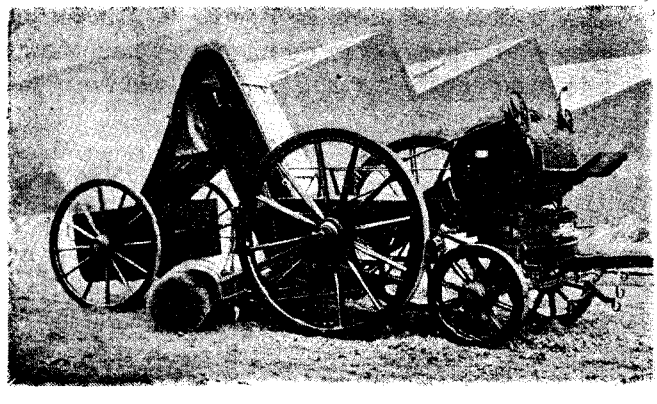
infectadas, ó en carros pequeños arrastrados á brazo, á depósitos fijos distribuídos en los diferentes sectores, en cuyos depósitos son recogidas



Barredera-regadora de Berlín.

Fig. 137.

por los carros de transportes de inmundicias. En Madrid dichos carros



Barredera mecánica Salus.

Fig. 138.

tienen medio metro cúbico de capacidad, pudiendo cerrarse su parte superior por medio de un tablero que se mueve á corredera.

Reproducimos en las figuras citadas los modelos más perfeccionados de las máquinas usadas en la limpieza de vías públicas, y recomendamos á los lectores que deseen conocer la organización de tan importante servicio en las principales capitales europeas consulten la ya mencionada Memoria, presentada al Ayuntamiento de Barcelona por el ingeniero D. Federico Armenter (1), extenso documento en el que con todo detalle se describe el material y práctica de la limpieza de vías públicas en París, Bruselas, Amberes, Lieja, Colonia y Zurich.

(1) Impresa por la Sociedad anónima *La Neotipia*, Paseo de Gracia, 77.—Barcelona, 1906.

XVII

TRATAMIENTO DE LOS CADÁVERES

Lo mismo el cuerpo humano que el de los animales, constituyen residuos de la vida, que es forzoso alejar de viviendas y urbes antes que la putrefacción les haga peligrosos para la salud pública.

Cadáveres de animales: Está demostrado que los gérmenes de numerosas enfermedades viven un cierto tiempo sobre los cadáveres de animales, y son susceptibles de reproducir aquéllas. Ese plazo no se ha precisado; pero parece indudable no pasa de algunas semanas, aunque hay autores que venían sosteniendo que los bacilos del carbunclo y de la tuberculosis podían quedar virulentos cinco años al menos sobre los cadáveres de estos animales; los bacilos del cólera y de la peste y el tífico, se reproducen al cabo de 28 días y pueden producir hasta epidemias. Esto patentiza la necesidad de alejar los cadáveres y someterlos á un tratamiento que los haga inofensivos. Si el animal muere de enfermedad ordinaria, por accidente ó por agotamiento de fuerzas, es lo más usual acudir á su enterramiento en zanjas entregándolo á la putrefacción, que conviene ayudar, echando sobre el cadáver cal viva, sulfato de cobre ú otro antiséptico. La deplorable costumbre generalizada en las poblaciones rurales de efectuar el enterramiento de los animales muertos en un extremo del corral ó jardín, es peligrosísima y más aún la de arrojarlos al estercolero. El lugar del enterramiento debe alejarse de la vivienda y la profundidad de la zanja nunca bajar de 2 metros, sin cuyas precauciones se corre el riesgo de que los cadáveres puedan ser desenterrados por perros, ratas, etc., que se contaminan y esparcen el contagio y hasta de que los microbios de la putrefacción sean transportados á la superficie por los gusanos de tierra como ha podido comprobar Pasteur. Si se arrojan los cadáveres al estercolero, constituyen una causa más de contaminación y facilitan el desarrollo de epidemias.

Si trata de aprovecharse en parte como abono, el animal cuya muerte esté comprobado no ha sido debida á enfermedad contagiosa, débese antes de depositarlo en la fosa y recubrirlo de cal viva, quitarle los despojos y cortarlo en grandes trozos. Cerrada la fosa, con tierra, á los dos ó tres meses vuelve á abrirse, separándose los huesos, agregando á los restos cal apagada y tierra; al cabo de otro mes puede ya emplearse el compuesto que no tiene olor alguno y constituye buen abono.

Si el animal ha muerto de enfermedad contagiosa, la fosa en que se entierre debe ser impermeable para evitar toda contaminación, la can-

tidad de cal viva mucho mayor así como las precauciones de alejamiento y situación de dicha fosa en punto donde los vientos reinantes alejen los gases que podrán desprenderse, de la población. Aun así es preferible acudir á:

La incineración: Es este un sistema excelente desde el punto de vista higiénico, sin más defecto que el desaprovechamiento de las grasas, gelatinas y materias útiles; puede efectuarse en los hornos ya descriptos al tratar de las basuras, ó en los destructores portátiles de los que debiera poseer uno, cada término municipal (1).

Por último, el *método químico* asegura la esterilización como la incineración y permite al propio tiempo extraer esas substancias útiles. Sométese el cuerpo á destruir á la acción del calor (previamente mezclado con ácido sulfúrico á 66° Beaumé) hasta que el conjunto se transforma en una masa homogénea semifluída; la grasa flota y se retira, mientras que la materia que queda en el fondo se deseca y vende como abono.

El tratamiento por el vapor de agua bajo presión, se utiliza pare separar las grasas y gelatinas, sometiendo los cadáveres durante 6 ó 7 á la cocción en aparatos digestores, muy parecidos al Arnold, de que nos ocupamos ya. Este tratamiento aplícase á los despojos y reses muertas en los mataderos de las grandes capitales.

Cadáveres humanos: Su putrefacción comienza dos ó tres días después de la muerte y antes en épocas del calor ó si el fallecimiento es debido á ciertas enfermedades; esta causa exige el rápido alejamiento de los cadáveres, poniendo un límite á esta conveniencia, la necesidad de distinguir si se trata de muerte aparente ó efectiva. El plazo de permanencia máxima de los cadáveres en las viviendas, es variable para las distintas naciones (4 días en Rusia, Inglaterra y Dinamarca, 2 en Suiza é Italia, 36 horas en Alemania, 24 en Francia y España). Este plazo de 24 horas parece breve, para proceder al enterramiento y, por otra parte, la permanencia de los cadáveres en los casos varios días es antihigiénica; de aquí que los *depósitos de cadáveres* ó *cámaras de espera* vengan generalizándose é imponiéndose con carácter obligatorio. Londres tiene ya 25 de estos depósitos, y Berlín 26; la permanencia en ellos de los cadáveres todos, da la absoluta seguridad de que no se trata de un caso de vida latente, y al alejarse de las viviendas los muertos en plazo muy

(1) Al propio tratamiento de la incineración ó por lo menos al de la desinfección deben someterse, todos los productos patológicos, cuyo esparcimiento es peligro siempre de contagio, como el pus, las evacuaciones de vientre de los animales, y hasta los mismos esputos y vómitos de las personas, materias que de ordinario se vierten en los retretes sin precaución alguna, siendo causa de transmisión de enfermedades muy frecuentes en el campo.

próximo al de la defunción, se evitan peligros de contagio en las propias familias, á las que lógicamente no es dable separar del contacto con los seres queridos, mientras están á su inmediato alcance.

El tratamiento que á los cadáveres humanos puede aplicarse, es: 1.°, el método de la inhumación; 2.°, el de la cremación. Con el primero se deja á la putrefacción seguir su proceso normal, secundada por los innumerables pequeños parásitos que no tardan en apoderarse del cadaver; por el segundo sistema, se encomienda al fuego la destrucción rápida de los restos humanos, transformando los cadáveres en humo y cenizas.

No cabe duda que la higiene debe dar preferencia á este segundo medio, que destruye en pocas horas lo que, aunque sea triste en confesarlo, resulta un origen de gérmenes mórbidos que estorban á los vivos; pero admite el primer procedimiento, al que impone sus reglas, para evitar la difusión en el suelo y en la atmósfera de los gases desprendidos y de aquellos gérmenes que pudieran hasta contaminar las aguas, de las que la población se alimenta, si no se tomaran las precauciones procisas, precauciones que se refieren al emplazamiento de los cementerios, su alejamiento de lugares habitados y condiciones de los féretros, profundidad de las fosas, duración del período de exhumación, etc., etc., las cuales se fijan en leyes y reglamentos especiales dentro de cada nación. Oportuno será hacer constar la tendencia que viene acentuándose estos últimos años de acelerar todo lo posible el período de la putrefacción, favoreciéndola en vez de impidiéndola como involuntariamente se venía practicando. Distintos congresos de Medicina se han ocupado ya de este particular interesante, y, en nuestro concepto, la tendencia es acertada y con su implantación ganaría mucho la higiene de los cementerios. Su fundamento descansa en suprimir el empleo de toda substancia antiséptica que impida la vida parásita alrededor de los cadáveres y la eliminación de todo obstáculo que dificulte la libre circulación del aire alrededor de los mismos; nada pues, de nichos herméticamente cerrados, ni de féretros antisépticos. En Saint-Nazaire se ha puesto en práctica el sitema Cripry, que patrocina estas tendencias (1) y la prohibición del empleo de los féretros metálicos va generalizándose.

La cremación de los cadáveres humanos es muy antigua, y con aplauso de la higiene pública cada día gana más adeptos; los griegos y los romanos empleaban ya el procedimiento, al que según datos estadísticos de 1905 habíanse sometido en Europa y América 125.000 cadáveres, con

(1) Puede estudiarse con detalle en el artículo, publicado por el Dr. Goïc en *Annales d'Hygiene*, «Installation a Saint-Nazaire du Cimetiere de l'Avenir» «systeme Coupry».—Diciembre, 1900.

existencia de 90 hornos crematorios. Japón lo aplica en gran escala, incinerándose en Tokio el 42 por 100 de los muertos; los Estados Unidos tienen 20 hornos crematorios, Alemania 9, Italia 27, Inglaterra 5, Suiza y Suecia 2, y en algunas ciudades francesas (París (1), Lyon, Marsella, Bombaix, Bercen, Burdeos, Reims) existen ya (2). Aparte de su aspecto legal é higiénico, el problema tiene un punto de vista moral muy digno de respeto, que retardará seguramente mucho el desarrollo en Europa y especialmente entre nosotros, de la cremación (3).

Los aparatos crematorios son innumerables, y se pueden dividir en tres grupos: 1.°, los de destilación, operada en vaso cerrado con utilización de los gases producidos; 2.°, los de combustión ordinaria, en los cuales la llama rodea al cadáver, produciéndose aquélla por un combustible ó por el gas de un gasógeno; 3.°, los de aire caliente, que se hace obrar con su alta temperatura sobre el cadáver.

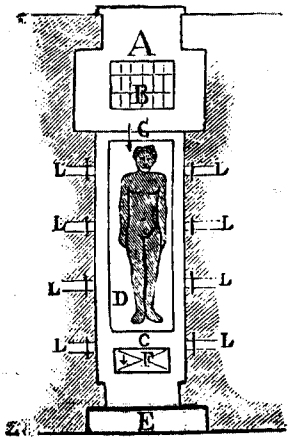


Fig. 139.

Más bien, como motivo de curiosidad, reproducimos dos modelos de hornos crematorios: el de Gorini que, aunque antiguo, funciona aún en Milán, Tokio, Roma, Turín, Varesio, Cremona, etc., y ha sido ensayado en París, y el Kuborn y Jacques, que por su carácter de horno móvil, puede servir de modelo de aparatos crematorios de campaña, ó utilizable para pequeñas poblaciones.

En el tipo Gorini (figs. 139 y 140), la llama del fuego *A* rodea al cadáver depositado en la cámara, siguiendo los gases desprendidos juntos con los de la combustión del hogar *B*, por *F* al hogar auxiliar *G*, donde

(1) El horno crematorio de París, está instalado en el cementerio de Perè Le Chaisse, siendo en número no pequeño las familias que solicitan su utilización para el tratamiento de sus deudos; el precio de cada cremación oscila entre 1 y 250 francos, según la categoría de los funerales (1.ª á 9.ª). En 1903 se incineraron en él 6364 cadáveres, de ellos 354 á petición de las familias, 2364 procedentes de los hospitales y 3964 fetos.

(2) En su parte técnica el problema está muy bien rozonado en la obra de Cristolini *Etude practique sur la cremation moderne*, Milán, 1890.

(3) El Dr. Norberto de Arcas ha publicado en la revista *El Monitor Sanitario* que dirije en Madrid el Dr. Ortega Morejón (números de febrero á julio 1908), un amplio trabajo sobre cremación cadavérica, patentizando sus ventajas y proponiendo sea impuesta por los Municipios como servicio de higiene municipal.

se queman en parte antes de salir por la chimenea *H*, que por medio de un obturador permite moderar ó activar el tiro; la operación puede observarse por las mirillas *L*, *L*. La temperatura llega á 700 grados y la incineración dura de una á dos horas, al cabo de las cuales pueden retirarse las cenizas, con frecuencia reclamadas por deudos ó amigos.

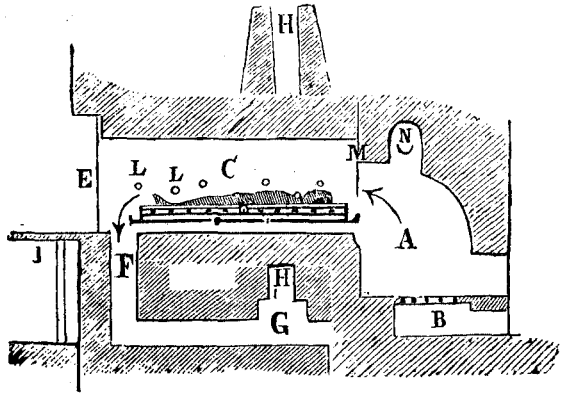


Fig. 140.

En el vagón crematorio Kuborn-Jacques (figura 141), los cadáveres se introducen por la cubierta *E E*, haciéndose descansar en los tabiques inclinados *S*, *S* de ladrillos refractarios que se apoyan por un extremo en el pequeño depósito de agua *B* que hace de cierre. Los hogares *F*, *F* pueden alimentarse con cok ú otro combustible sólido.

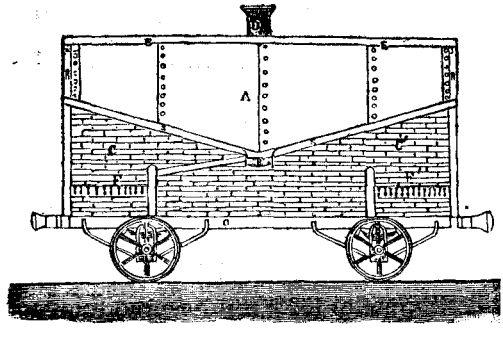


Fig. 141.

Los hornos de destilación se usan muy poco; los de combustión con llama comenzaron á generalizarse hace treinta años y se emplean bastante; los de aire caliente, á temperaturas de 1.000 á 1.500 grados, datan del 1878 y llevan la cámara de cremación al rojo pálido; permiten arder varios cadáveres á la vez y muy rápidamente.

XVIII

INMUNDICIAS GASEOSAS

De las comprendidas en este grupo son las más importantes, por la cantidad con que se producen en las poblaciones industriales, los humos y gases de la combustión; en lugar secundario, por su escasez, aparecen los vapores y gases nocivos que tienen su orígen en el trabajo de las máquinas-útiles y en las manipulaciones que exige la transformación de la materia en determinadas industrias, químicas en su mayoría.

El peligro que encierra la producción de humos en todo hogar cuando se verifica la combustión, estriba principalmente en el desprendimiento de óxido de carbono, ácidos sulfurosos y sulfídrico, gases perjudiciales para la respiración del hombre y de los vegetales y que ejercen una potente acción corrosiva sobre las piezas metálicas. Además de estos gases nocivos, los humos contienen en cantidad, tanto más grande cuanto más incompleta es la combustión, partículas sólidas no ardidas, y otras pastosas alquitranadas, en un estado de división extrema, debiéndose á la presencia de estas últimas su olor, su opacidad y su adherividad. Entre los principios que contienen estas partes visibles de los humos son unos como los hidrocarburos sólidos y carbones muy divididos, de orígen orgánico; otros son de orígen vegetal, como los sulfatos, fosfatos, carbonatos, silicatos terrosos y alcalinos, etc. La atmósfera en las poblaciones donde se producen humos abundantes encierra como promedio de 0,10 á 0,40 milígramos de polvo ú hollín por metro cúbico de aire, polvos que encierran del 5 al 10 por 100 de gas sulfuroso y del 15 al 20 por 100 de alquitrán y aceites pesados.

Los perjuicios que la abundancia de humos en las poblaciones ocasionan, son debidos:

1.° A impurificación del aire respirable.

2.° A depositar sobre las construcciones, vestidos y personas, resíduos negros, cuya limpieza origina los cuidados y gastos consiguientes, y que siempre dan á las ciudades aspecto de suciedad.

3.° A condensar los vapores atmosféricos, las nubes y la lluvia, modificando el clima, que tiende á hacerse frío.

4.° A obscurecer la luz solar, disminuyendo la benéfica influencia de ésta sobre las bacterias del aire.

Además de los humos, por las chimeneas se desprenden entre otros gases de la combustión, vapor de agua, hidrógeno, hidrógeno sulfurado ó hidrocarburos diversos; se comprende en su vista los perjuicios que á

las ciudades pueden resultar de una concentración exagerada de las fábricas en un sector determinado, y sobre todo de una producción excesiva de humos y gases. En París, sólo de materias sólidas por los humos industriales arrastradas, se depositan al año 160.000 kilogramos y la nube que estos humos forma se extiende hasta dos kilómetros de sus últimas casas, envolviendo la ciudad; en Dresde se calcula caen diariamente sobre la población 20 kilogramos de polvo ú hollín por kilómetro cuadrado; en Manchester esta cifra llega á 80 kilogramos; en Budapest, se eleva á 6.500 quintales por año sobre toda la ciudad, lo que representa el 1,50 por 100 del combustible consumido; el efecto relativo en nuestro Bilbao, en Gijón, etc., no será seguramente inferior.

La higiene urbana, como no podía menos, se ha preocupado del problema de la reducción de humos, llevando á la legislación de muchos países (Inglaterra, Estados Unidos, Alemania, Austria, Bélgica, Francia) diversas prescripciones con tendencia á la reducción de humos, votándose en el Congreso de higiene de 1900 «que los humos siendo malsanos, sobre todo cuando son negros, espesos ó prolongados, una reglamentación severa de la fumivoridad, se impone en el interés superior de la salubridad pública: una vigilancia administrativa es particularmente necesaria en los cuarteles ó sectores donde se producen humos industriales».

En los reglamentos de las ciudades mencionadas, obligase á los industriales, bajo pena de multas más ó menos severas, «á consumir bastante completamente su propio humo, de tal modo que no se deje escapar una cantidad desagradable de espeso humo negro», entendiéndose por «humo negro» el que hace imposible distinguir á simple vista, dónde cesa el borde superior de la chimenea y dónde comienza la corriente de humo de salida.

La circunstancia de ir unido el problema higiénico de la reducción de humos, al económico que envuelve aquél, toda vez que ese humo espeso y abundante es producto de un deficiente aprovechamiento del combustible ardido en la parrilla del hogar (representando una pérdida del 15 al 20 por 100 de combustible), ha motivado se adelante mucho en el camino de encontrarle solución, á la que han contribuído los «fabricantes unidos, de máquinas de vapor» y las «ligas contra el humo», que en algunas poblaciones, como Londres, funcionan.

Los aparatos «fumívoros», hoy usadísimos en la industria, y el convencimiento de que un buen maquinista, aún cobrando elevado jornal, es más barato, por la acertada conducción del fuego, que un obrero que cobre poco y en cambio no tenga la debida habilidad y práctica profesional en el manejo de una máquina de vapor, han reducido hoy muchísimo los perjuicios que por razón de los humos producían las industrias, perjuicios que cada día irán siendo menores por el desarrollo extraordi-

nario del motor eléctrico, que en gran número de aplicaciones substituye con ventaja al de vapor; los aparatos fumívoros, de los que existen multitud de sistemas, el desarrollo del motor eléctrico y la enseñanza más completa del personal encargado del funcionamiento de los hogares, son los elementos llamados á solucionar, en resumen, el problema higiénico de la producción de humos en las poblaciones, si no por completo, en términos bastantes grandes que aumentarán aún más en porvenir próximo, y hoy cada industrial, por propia conveniencia, trata de aquilatar el gasto de combustible, lo que lleva aparejado la reducción de humos, debiendo á esta acción individual unirse la del poder legislativo, obligando á emplear los referidos aparatos y facilitando la adopción del motor eléctrico.

Los *vapores y gases* que se desprenden en las manipulaciones exigidas por ciertas industrias (de productos químicos, textiles, tintorerías, fábricas de sombreros de fieltro, de papel, etc., etc.), son unas veces corrosivos, muchas vehiculan gérmenes infecciosos, algunas son irrespirables. Para impedir sus perniciosos efectos fisiológicos, se les recoge en el punto de producción, y las más de las veces se les lanza fuera de la fábrica, bastando para ello la instalación de potentes ventiladores; en otras se les somete á un lavado preliminar ó á un tratamiento que les obliga á condensarse y mezclarse con el agua; se les hace arder en hornos exprofeso, etc., etc. En general, el empleo de aparatos aspiradores y la activa ventilación de las salas, se imponen en todos los establecimientos donde estas emanaciones perjudiciales se originan (1). Las leyes relativas á la «higiene y seguridad de los trabajadores en los establecimientos industriales», leyes que por fortuna van extendiéndose en Europa, obligan, por otra parte, á las fábricas de que tratamos á tomar ciertas medidas con tendencia á prevenir esos efectos de los polvos (de origen mineral, vegetal, animal ó heterogéneo) y de los gases ó vapores producidos. Las ordenanzas municipales exigen, por otra parte, muy justificadamente que tales establecimientos industriales estén emplazados á cierta distancia del casco de las poblaciones, con lo que la viciación que los productos gaseosos pueden producir en el aire respirable de las ciudades ó los peligros que su existencia represente para la propiedad contigua, resultan aminorados todo lo posible.

En general las ordenanzas municipales imponen ciertas reglas

(1) Para el estudio de los medios más adecuados en cada industria para la recogida y tratamiento de esos resíduos de presencia peligrosa é inconveniente, puede consultarse con gran fruto la excelente y modernísima obra de higiene industrial *Construction de usines au point de vue de l'hygiene*, por Maniquet, ingenieur-architecte.—París, 1906.

no sólo á los establecimientos *insalubres y peligrosos* sino á los *incómodos* incluyendo en este último grupo á los en que se producen ruidos y molestias para el vecindario próximo. Las de Madrid clasifican estos establecimientos en los 3 grupos siguientes: 1.°, los que siendo muy insalubres ó muy incómodos por las operaciones que en ellos se practican ó muy peligrosos por riesgo de explosiones ó incendio deben fundarse á la distancia mínima de 500 metros de todo lugar habitado; en el 2.°, los que produciendo los mismos efectos que los anteriores lo hacen en menor escala pudiendo fundarse dentro de la población en determinadas condiciones de aislamiento, y en el 3.°, los que no siendo ordinariamente insalubres, incómodos, ni peligrosos, deben quedar, si están dentro de poblado, bajo la vigilancia de la autoridad local para tener la certeza de que en ellos se efectúan en todo momento las operaciones de tal manera que no molesten ni perjudiquen al vecindario, ni á los obreros de los mismos talleres. En un largo apéndice hácese la clasificación de los establecimientos industriales en las tres categorías indicadas, señalando los inconvenientes que cada una de las industrias ofrece, exceptuándose las calderas y máquinas de vapor, para cuya instalación y régimen rigen prescripciones especiales (1).

DESINFECCIÓN

Aunque no es esta obra el lugar más adecuado para ocuparse de la desinfección, como quiera que constituye hoy día un servicio de higiene municipal en todas las capitales de alguna importancia y es de suma conveniencia que los ciudadanos todos cooperen á la buena obra de hacer efectivo el cumplimiento de las leyes sanitarias que, en aras del bien común, consideran obligatoria la *declaración, aislamiento y desinfección* de los atacados de enfermedades contagiosas (fiebres tifoideas, tifus exentemático, viruela, varioloide y varicela, escarlatina, difteria, cólera y colerina, fiebre amarilla, disentería, peste bubónica, septicemias y especialmente la puerperal, meningitis cerebro-espinal, sarampión, grippe, coqueluche, tuberculosis abierta y otras varias (2), así como de las ropas

(1) En el tomo I, 11.ª edición de la *aide-memoire* de J. Claudel *Formules, tables et renseignements usuels*, París 1907, se inserta en la página 963 y siguientes una amplísima relación por clases de los establecimientos insalubres, peligrosos ó incómodos que por lo completa y detallada puede servir de útil consulta en los casos dudosos.

(2) Las enfermedades infecciosas, contagiosas é infecto-contagiosas mencionadas en este paréntesis, son las que según la *Instrucción general de Sanidad pública* vigente *obligan* «á la declaración, desinfección esmerada del enfermo, anejos y dormitorio y el aislamiento posible y suficiente».

y locales, que han podido ser infectadas por los enfermos, estimamos oportuno resumir en unas páginas, lo más saliente y esencial de la desinfección, servicio encomendado de ordinario al cuerpo médico municipal y laboratorios afectos (1).

Interesa á la salubridad pública, cuando se presenta un caso de enfermedad peligroso para ella, combatirlo y sobre todo destruir los gérmenes patógenos capaces de extender el peligro y desarrollar el contagio; es forzoso, por lo tanto, convertir en aséptico cuanto el enfermo ha tocado ó podido infeccionar (muebles, ropas, locales) y esto se consigue por medio de la *desinfección*, operación que si es inteligentemente ejecutada, ofrece toda seguridad y toda eficacia, es decir, consigue la destrucción de la totalidad de los microbios, propagadores del mal.

La *desinfección* puede hacerse: 1.°, por medio del calor *a* (por aparatos de aire caliente, *b;* por incineración, *c;* por agua hirviendo, *d;* por estufas de vapor); 2.°, por antisépticos ó desinfectantes líquidos ó gaseosos.

La desinfección por el calor, aplícase generalmente á las ropas y tejidos ordinarios; la desinfección por antisépticos encuentra su empleo más adecuado en los tejidos muy delicados, en muebles y sobre todo en locales.

Desinfección por el calor: Los aparatos de aire caliente ó calor seco, se han abandonado ya, por el deterioro que ocasionaba ese calor al pasar de 100 grados en los objetos y sobre todo por haberse comprobado que los microbios resisten mejor el aire caliente que el vapor.

La incineración desinfecta destruyendo; no puede aplicarse más que á los objetos que se quieran inutilizar, y para practicarla se aprovechan los hornos ya descriptos.

La desinfección por el agua hirviendo ó lejía es un buen medio, para mejorar el cual es frecuente agregar al agua cloruro de sodio ó de calcio, ó carbonato de potasa ó sosa, con lo que se consigue retardar el punto de ebullición, pasando de los 100 grados; precede siempre á la aplicación del vapor cuando se trata de ropas con manchas de sangre, pus, mucosidades ú otras materias albuminóideas, que se coagulan y quedan insolubles por el calor.

Como muestra de aparatos de este grupo, reproducimos en las figu-

(1) Cuantos deseen conocer con detalle, el material empleado en la desinfección, así como la legislación que sobre este servicio rigen en las principales naciones de Europa, pueden estudiar dichos extremos en el tomo II de la meritísima obra ***L'alimentation en eau et l'assainissement des villes***, por el Dr. Edo. Imbeux, que dedica al particular referido sus páginas 832 á 946 ambas inclusive.

ras 142 y 143 la lavadora-desinfectante Dehaître, bastante usada en sanatorios y hospitales, no siendo en esencia más que una máquina de lavar, funcionando en el interior de una estufa de desinfección.

La estufa ó envuelta exterior está formada por dos cilindros concéntricos (interiormente revestidos para evitar pérdidas de calórico), entre los que pasa el vapor á la presión de 3 kilos, cilindros que se cierran por sus extremidades por medio de puertas con cerrojos, movidos con un volante que asegura el cierre simultáneo y rápido; una serie de llaves permiten distribuir el vapor y los líquidos del lavado por distintas partes del aparato.

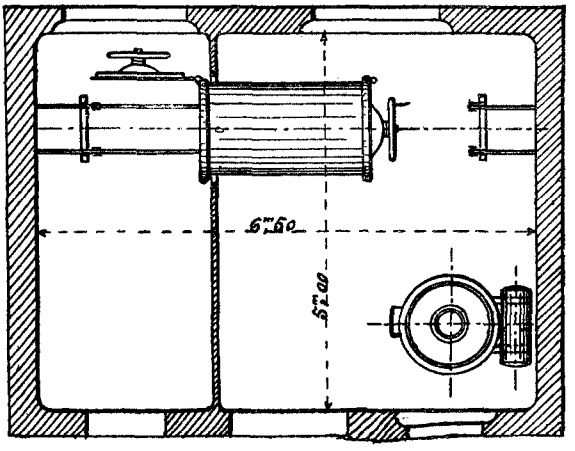


Fig. 142.

El tambor lavador es cilíndrico y está dividido longitudinalmente en dos compartimentos por un diafragma perforado, de palastro galvanizado. Cada uno de estos dos compartimentos tiene una puerta de carga y otra de descarga, situadas en locales distintos, práctica siempre seguida. El tambor lavador descansa sobre las paredes interiores de la estufa por medio de rodillos y ún movimiento de rotación, en los dos sentidos, se consigue mediante una transmisión (accionada mecánicamente ó á mano) y un cambio de marcha automático.

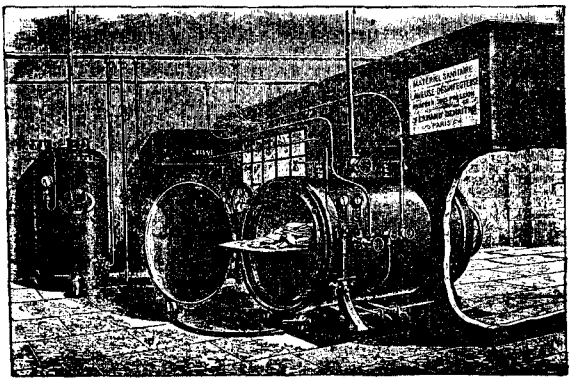


Fig. 143.

La instalación se completa por un pequeño depósito cilíndrico, que recoge los líquidos de los diversos baños; líquidos que se hacen hervir á 115 grados, para desinfectarlos antes de ser enviados á la alcantarilla. El funcionamiento, en esencia, del aparato, es el siguiente:

La ropa de los enfermos, cuidadosamente recogida y guardada en receptáculos especiales, se lleva inmediatamente á la lavadora-desinfectadora, introduciéndose en el tambor lavador, del que se cierran, una vez cargado, las puertas, haciendo lo propio con las de la estufa. Se introduce

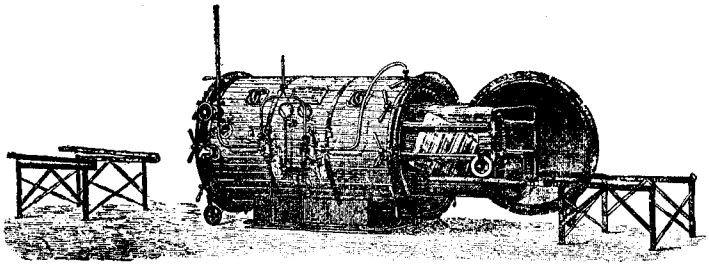


Fig. 144.

entonces agua fría, en la que dichas ropas se sumergen, activándose con el movimiento de rotación que al tambor se imprime, la acción del agua, sobre las materias solubles en frío, como las manchas albuminóideas, gomosas ó azucaradas, evacuando después dicho líquido al pequeño depósito de esterilización, á 115 grados. Se introduce en seguida en el aparato una disolución de lejía, que se mezcla con agua, llevándose este baño á la ebullición, bajo una presión 0,750 kilogramos y temperatura 115 grados.

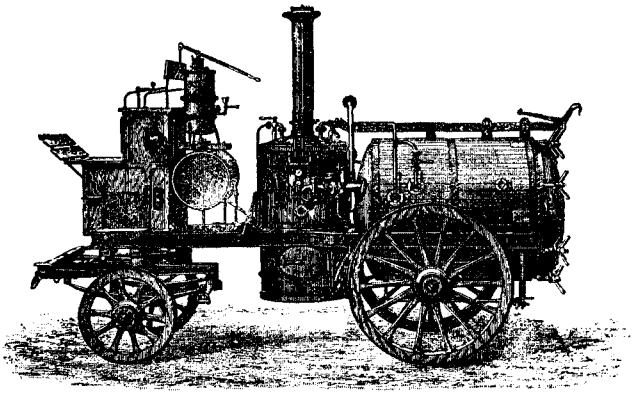


Fig. 145.

En esta lejía á presión se disuelven ya todas las manchas; se evacua el baño y se enjuga la ropa en frío ó agua tibia.

Las estufas de vapor son aparatos muy prácticos, y por lo mismo muy extendidos. Representamos en la dicha figura 144 la estufa fija Geneste-Hercher, de vapor á baja presión, tipo muy corriente en estaciones de desinfección. Consta de un cuerpo cilíndrico de diámetro variable, generalmente entre 0,75 y 1,50 metros, cerrado por dos puertas por las que se introduce y saca la ropa á desinfectar, que se coloca sobre unos basti-

dores, que corren sobre los cojinetes de la figura; un tabique separa como siempre en la sala donde está montada la estufa, el lado infectado del desinfectado. La estufa lleva, como es consiguiente, tubos para la entrada y salida del vapor, purga de aire, manómetro, etc.

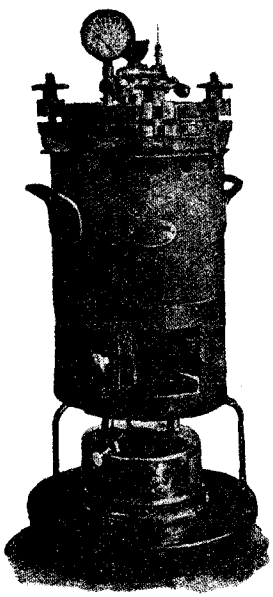


Fig. 146.

El mismo tipo de estufa puede colocarse sobre un carruaje de dos ruedas (fig. 145), que lleva como accesorios indispensables de la estación desinfectante móvil, una caldera de 3 metros cuadrados de superficie de calentamiento, un depósito de agua, otro de combustible y caja de útiles. La estufa mide 1,30 metros de longitud y 1,10 metros de diámetro, y puede prestar muy buenos servicios en expediciones, epidemias regionales, etc.

Desinfección por los antisépticos.— Aprovecha este sistema la potencia antiséptica ó poder bactericida de ciertas substancias capaces de matar, por su contacto, los gérmenes infecciosos. Estas substancias se utilizan en forma líquida (solución), muy cómoda para lavados y pulverizaciones, ó en forma gaseosa, que penetra en los poros de los efectos y materiales.

Entre la infinidad de desinfectantes que pueden utilizarse (sublimado, ácido fénico y derivados; sulfato de cobre y hierro, permanganato y bicromato de potasa, solución acuosa de jabón (una libra de jabón negro, en 12 litros de agua), ácido sulforoso y anhídrido sulfuroso puro ($S\ O^2$) nitrato de plata, compuesto de cal, etc.), los más usados son: la solución de sublimado al 1 por 1.000, la solución de ácido fénico al 5 por 100, la lechada de cal del 20 al 50 por 100, la solución acuosa de ácido sulfuroso, la creolina al 1 por 100 y sobre todo el formol ó formalina, el triformometileno, el cresol y el amoníaco.

El sublimado al 1 por 1.000 con adición del 2 por 1.000 de cloruro de sodio, es recomendable como excelente antiséptico para el lavado de pisos y para pulverizaciones; la lechada de cal, para los terrenos contaminados, aguas de alcantarilla, etc.; su uso es muy corriente.

El empleo del formol ó aldehido fórmico (CH^2O), ha resuelto el problema de la desinfección de los vestidos frágiles, guantes y objetos finos que no podrían ser sometidos á la estufa. Los vapores de aldehido fórmico operan la destrucción absoluta de los gérmenes patógenos, pero son muy irritantes y exigen precauciones que motivan de ordinario que esta

desinfección se efectúe al lado de la realizada con las estufas. Como es condición indispensable para obtener una eficaz desinfección por el formol que los vapores de este cuerpo se proyecten con cierta fuerza expansiva que les permita llegar á todos los puntos de la habitación, hay que producir estos vapores bajo presión. Un aparato para obtener en tales condiciones el vapor de formol es el que se reproduce en la figura 146. Es una auto-clave en la que se introduce el formol del comercio al 40 por 100, al que se agrega el 5 por 100 de una sal neutra; una lámpara de petróleo colocada debajo del auto-clave, eleva la temperatura, lo que debe hacerse lentamente para evitar una violenta evaporación.

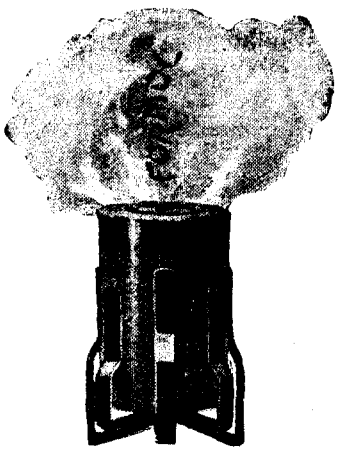


Fig. 146 bis.

Una sociedad francesa recientemente establecida, para explotar los procedimientos *Gorini* de desinfección por medio del aldehido fórmico (1) ha conseguido hacer extremadamente sencillo y práctico el empleo del referido gas para la desinfección de locales y ropas. El aparato que emplea, denominado *fumigator* consiste (fig. 146 bis), en un pequeño cartucho con delgada envuelta de cobre, conteniendo un polvo blanco (trioxymetileno) y rodeado de una pasta combustible especial; la cubierta de dicho cartucho es de parafina y tiene en el centro un taladro. Colocado el cartucho sobre un ligerísimo soporte de metal, se prende fuego á la pasta combustible que arde sin llama ni chispas, desprendiendo un calor considerable que funde la parafina, y llega por el taladro al trioxymetileno, que se disocia y volatiliza produciendo los vapores de aldehido fórmico.

Los fumigadores del número 4 (contienen 84 gramos de formol) desinfectan eficazmente hasta 20 metros cúbicos, y cuestan 3 francos, y 15 los del 3, que contienen 65 gramos de formol, desinfecta 15 metros cúbicos cada uno y vale 2,50 francos. Cubicada una habitación, y abiertos todos los armarios, estantes de á donde se desea lleguen los vapores, se esparce sobre la habitación tantos fumigadores de los números indicados como exija su capacidad, y se cierran balcones, puertas y huecos, utilizando para matar las rendijas papel engomado. Así preparado el local, se colocan los fumigadores en los soportes sobre una placa metálica, de modo que una llama cualquiera actúe sobre la pasta del cartucho, y se cierra la puerta de

(1) Societè *Le Fumigator*, 60 rue Saussure, París.

entrada. Siete horas después puede penetrarse en la habitación y abrir balcones ó ventanas para airearla y á la hora siguiente la pieza es habitable. Si persiste el olor de formol, puede hacerse desaparecer en seguida hirviendo amoníaco líquido, cuyos vapores se esparcen instantáneamente.

Fig. 147.

Habiendo sido declarado por el Comité Consultivo de higiene pública de Francia, que el fumigator Gorini es susceptible de asegurar una desinfección tan eficaz como la exigen la ley de 15 febrero 1902 y reglamentos complementarios, dado su fácil manejo y bajo precio, se ha extendido considerablemente en Francia, habiéndolo adoptado el *Ministerio de la Guerra* (circular ministerial 30 abril 1906) *para la desinfección* de los efectos usados en todos los cuerpos de tropa y establecimientos militares y recomendado el Touring-Club, de France, para el saneamiento de habitaciones en los hoteles.

La desinfección ordinaria de los locales es operación delicada, para la que se emplea el pulverizador de la figura 147, con solución de sublimado, ó los desinfectantes gaseosos, especialmente el aldehido fórmico y el ácido sulfuroso para fumigaciones, que deben confiarse á manos expertas.

El ácido sulfuroso líquido bajo presión tiene un poder desinfectante extraordinario, pero como su manejo tiene algún peligro para quien no esté familiarizado con su empleo, es más recomendable para los casos que no exigen una desinfección enérgica el uso de la solución acuosa de este gas que es posible preparar barata y concentrar hasta el 10 por 100, siendo su manejo muy fácil y sin riesgos. De aquí que se aplique bastante en la desinfección de locales y ropas de habitaciones obreras y económicas y purificación de su aire, habiéndose comprobado que una atmósfera cargada de vapores sulfurosos húmedos lejos de molestar á los enfermos estimula la acción de los pulmones y del corazón.

Los desinfectadores fijos y móviles aplicables á ropas y locales son muy numerosos, formando parte del material de que disponen *las estaciones municipales de desinfección*, de las cuales es el tipo más elemental el representado en la figura 148. Los objetos infeccionados llegan á la habitación *a*, no pudiendo salir por la *b* sino después de haber pasado por la estufa de desinfección que hace de exclusa. A la sala de la estufa se agre-

ga, generalmente, otra de lavado y desinfección química y un auto-clave para la aplicación de aldehido fórmico ó formocetona.

Como modelo en grande de organización de este servicio de desinfección, puede citarse el de Madrid á cargo del Laboratorio Municipal que dirige el reputado Dr. Chicote. Al modesto y deficientísimo material que hacia el año 1884 en que el Laboratorio se fundó, empleábase en la desinfección, consistente en cubetas para el transporte de soluciones desinfectantes, conducidas en carretillas del servicio de limpiezas; regaderas, pesadas pulverizadoras, cilindros de palastro para inmersión de ropas en soluciones de bicloruro de mercurio y cazuelas para quemar azufre, ha substituído un material abundante y modernísimo (manejado por personal idóneo y un núcleo de desinfectadores bien instruído), del que forman parte:

2 estufas locomóviles.
3 grandes estufas de vapor fijas.
1 gran estufa lejiadora.
1 lejiadora á presión.
3 cámaras fijas para formoldehido.
50 pulverizadoras sistema Syphonnia.
35 » » Geneste.
25 aparatos Hotton para desprendimiento de formoldehido.
8 aparatos Ligner.
6 aparatos productores de gas amoniaco.
2 grandes aparatos para producir ácido sulfuroso.
3 mezcladores dosimétricos.
1 horno locomóvil de cremación sistema Horsfall.

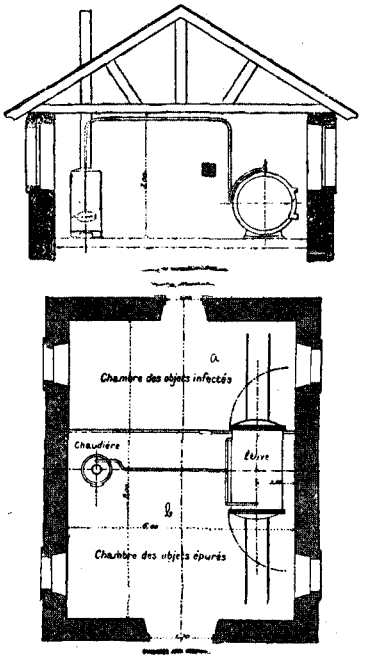


Fig. 148.

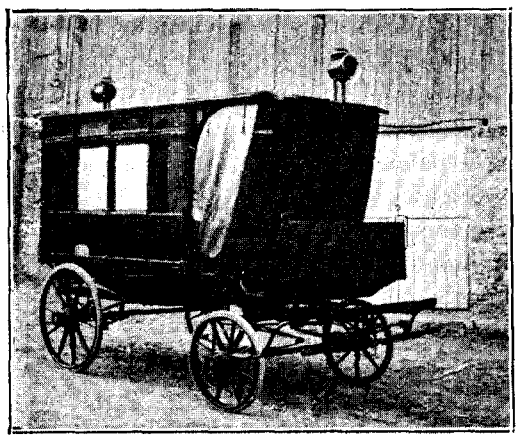
Complemento de tal material, es el de transporte, del que toda estación debe disponer. El existente para el servicio que nos ocupa en el Laboratorio de Madrid es:

4 coches para el transporte de ropas.
2 » » » . de material.
4 » sistema Lohner con 4 camillas cada uno para el traslado de enfermos contagiosos.

(Las camillas pueden desarmarse fácil y rápidamente dejando libre el interior del coche, donde existen unos bancos plegados.)

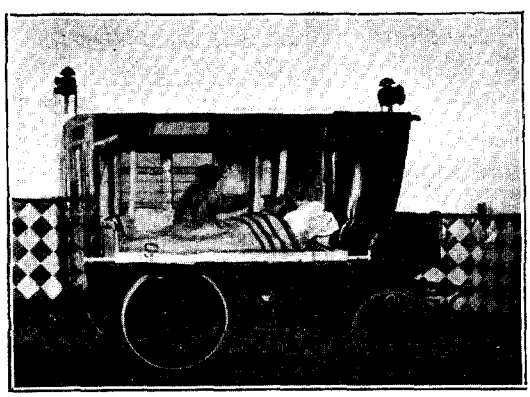
Las figuras 149 y 150 representan un tipo de los carruajes para enfermos, usados por el servicio de desinfección en San Sebastián y las

151 y 152 del modelo de carro empleado en la misma capital para transporte de caballos y reses muertas, cuyo vehículo es todo él de planchas de palastro y está provisto de un torno de fácil manejo que al enrollar el cable que se ata al animal lo introduce fácilmente en el carro.



Carruaje para enfermos empleado en San Sebastián.

Fig. 149.



Carruaje de enfermos (San Sebastián).

Fig. 150.

En concepto general, la misión de las estaciones municipales de desinfección abarca:

1.° La desinfección de cuartos desalquilados, la de locales ó lugares, en los que la diaria aglomeración de personas puede constituir un peligro para la salud pública y la de calzado y ropas usadas.

2.° La desinfección de las viviendas, en las que se registren casos de enfermedades contagiosas.

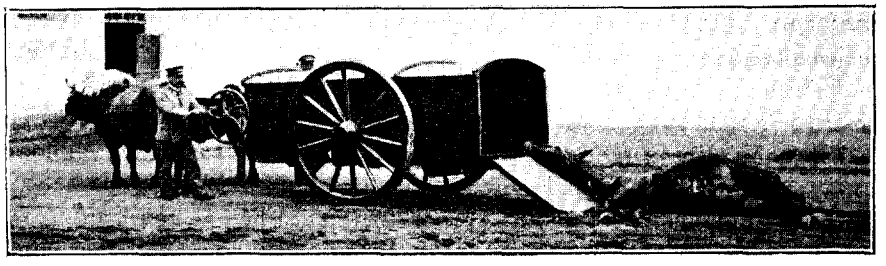
3.° El saneamiento de las casas que, por su estado de suciedad y abandono, constituyan un peligro para la salud de sus moradores y convecinos.

Como modelos de organización y funcionamiento del servicio, describiremos á grandes rasgos, cómo se verifica aquél en el caso de una ciudad importante y en un municipio rural, comprendiendo varios pueblos caracterizados por la diseminación inherente á su naturaleza agrícola ó ganadera.

Ejemplo del primer caso es Madrid; del segundo reproduciremos el departamental de Ille et Vilaine (Francia), citado como digno de estímulo y reproducción por la interesante revista *L'edilite technique* (número

de abril 1908), ya que por desgracia no es fácil encontrarlo en España.

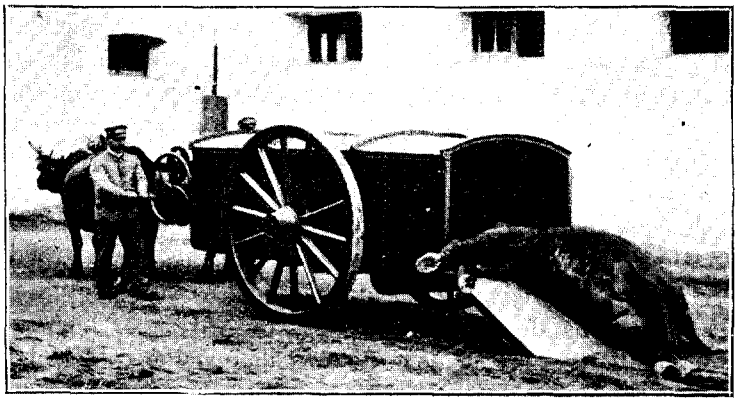
Madrid, á los efectos de la desinfección, está dividido en dos zonas Norte y Sur, al frente de cada una de las cuales se encuentra un inspec-



Carro para el transporte de reses muertas (San Sebastián).

Fig. 151.

tor técnico con dos capataces auxiliados por 18 desinfectadores. En la oficina central está permanentemente dispuesta una brigada, con un furgón para el transporte de ropas y objetos contaminados, y en ella, á toda



Carro para el transporte de reses muertas (San Sebastián).

Fig. 152.

hora del día y de la noche, recíbense de palabra, por escrito ó por teléfono los avisos para practicar un servicio, no sólo al final de las enfermedades, sino durante el curso de las mismas, siempre que sean reclamados, poniéndose, para facilitar estas reclamaciones, á disposición de los médicos, tarjetas especiales de pedido. Los coches que han transportado

los objetos infectados se desinfectan interiormente con los aparatos de pulverización. El servicio deja en las casas de los enfermos, sacos para almacenar ropas y cilindros de metal con soluciones antisépticas para la inmersión inmediata de pañuelos, fundas de almohada, sábanas, camisas de dormir, etc. Cada veinticuatro horas se transportan en el furgón esos recipientes á la estación, entregándose previamente otros de recambio y se desinfectan la escalera, pasillos y retrete de la casa, así como en caso de traslado del enfermo de una habitación á otra, la que abandone.

No habiéndose practicado en Madrid ninguna reforma transcendental de saneamiento urbano, parece indudable que la reducción de mortalidad que viene observándose (del 33,70 por 1000 en 1900, al 27,44 en 1907) obedece en parte, no pequeña, á la acertadísima organización y escrupuloso funcionamiento del servicio de desinfección, cada día más solicitado. El servicio departamental de desinfección en Ille-et-Vilaine (Francia) funciona desde el 1.º de marzo de 1908, habiendo sido establecido por el Dr. Follet, especialista en tales asuntos y autor de una notable obra sobre organización de dicho servicio, utilísima para todos nuestros municipios rurales (1).

En esencia, consiste el sistema en organizar un cierto número de estaciones (15 por departamento en Francia) dependientes todas del delegado sanitario instalado en la cabeza del departamento. Cada una de esas estaciones está formada por un material muy sencillo: dos sillas, un armario, una mesa, los aparatos, los accesorios y productos químicos; los aparatos, todos robustos, son pulverizadores de mano, pudiendo vaporizar en frío sin el socorro del vapor de agua, bajo una presión de 3 atmósferas triformetileno por el agujero de la cerradura; pesan 3 kilos y se transportan fácilmente á la espalda por el jefe de la estación, que como detalle importante es precisamente el *peón caminero*, quien recibe por tal servicio una indemnización de 3 francos, exigiéndosele que sea *buen ciclista* y abonándosele esa indemnización para entretenimiento de la bicicleta, en la que se transporta todo el material necesario para una desinfección.

Los accesorios principales son: vestidos para efectuar las desinfecciones, esponjas y rollos de 50 metros de papel engomado para obturar las rendijas durante la desinfección y las substancias químicas el triformometileno, el cresol sólido, el trimoformol y el amoníaco.

La instalación de una de estas estaciones, con todo su material, supone un gasto de primer establecimiento de 883 francos.

(1) *La pratique de la desinfection departamentale.*—Dunod et Pinard, editeurs, París, 49 quai des Grands Augustins.

El funcionamiento es el que sigue: El médico ó la comadrona avisan al alcalde la existencia de un vecino con enfermedad contagiosa y éste transmite la noticia inmediatamente al caminero, jefe de la estación desinfectadora, el cual, sin pérdida de tiempo, se persona en el domicilio del atacado, poniéndose á su disposición durante el curso de la enfermedad para desinfectar ropas, excrecciones y deyecciones; registra la enfermedad, hace conocer con doce horas de anticipación la de la desinfección definitiva, é indica la nota de objetos á desinfectar, constituyéndose en propagador de las medidas de desinfección y de sus ventajas. Tanto el alcalde como el jefe de estación dan cuenta del caso registrado al delegado sanitario, que desde luego tiene la misión de educar al personal de todas las estaciones de su distrito y ejerce la inspección del mismo, dirigiendo el funcionamiento del conjunto.

Sea cualquiera la parte aprovechable para España de tal modo de organización del servicio, lo interesante es llamar la atención sobre la transcendencia que para la salubridad de nuestras poblaciones rurales tiene la existencia de un servicio de desinfección, ya que en ellas, por el poco culto que á la higiene se rinde y el desprecio al contagio por transmisión, aumenta mucho la mortalidad. Cada estación sanitaria de circunscripción francesa cuesta 11.000 francos, descompuestos como sigue: construcción de edificios, 3.500; carruajes de desinfección, 2.000; aparatos y productos, 3.500, comprendiendo entre éstos una cámara-estufa de formol, una caldera vertical, un aparato productor de gas sulfuroso-sulfúrico, dos pulverizadores, desinfestantes, etc., etc. Entre este precio y el modestísimo de 883 de las estaciones departamentales, hay modelos para cualquier pueblo, por pequeños que sean sus recursos, faltando sólo un poco de buena voluntad por parte de las autoridades y cuerpo médico, ya que la práctica de la desinfección puede ser enseñada á cualquier empleado del Municipio. En todos casos, y especialmente en tiempo de epidemia, pueden prestar muy buenos servicios las estufas locomóviles de desinfección, que conviene mucho existan en la cabecera de cada Ayuntamiento formando parte del material local, no estando de más agregar que la exposición un poco prolongada en cualquier horno á una temperatura entre 100 y 120 grados, bastará para desinfectar completamente las ropas contaminadas de los bacilos tíficos, de la difteria, etc.

Es, en fin, muy útil para facilitar las prácticas de desinfección en los pueblos la adopción de una medida que en Rumanía es obligatoria desde el 1895: la existencia de una casa de aislamiento ó enfermería con 5 á 10 camas y un enfermero, á la que se trasladan los enfermos contagiosos, procediéndose inmediatamente á la desinfección de las habitaciones que ocupaban; casa que podría servir para depósito de vagabundos, que con

frecuencia llevan á los pueblos enfermedades epidémicas. Según hacía constar el Dr. Manoleno en una comunicación al I Congreso de Saneamiento de la Habitación (París 1904), existían en dicha fecha 980 de estas enfermerías en Rumanía, donde también se obliga á las Communes á sostener un *baño popular con ducha* de agua fría y caliente y pilas para cinco personas, en cuyos baños deben lavarse semanalmente todos los alumnos de las Escuelas públicas. Tales instalaciones, generalizadísimas en Alemania, Austria y Bélgica, son en extremo recomendables como medida de primera necesidad para el servicio de las clases proletarias, por ser el aseo corporal, preservativo eficaz de muchas enfermedades epidémicas é infecciosas (1).

Como complemento de las anteriores brevísimas ideas sobre desinfección, creemos útil y oportuno reproducir las interesantes indicaciones que sobre «Medios de desinfección y aparatos sanitarios» figuran en el anexo II de la Instrucción general de Sanidad pública de España, en vigor desde el 1904.

Medios de desinfección y aparatos sanitarios.—Hasta tanto que por el Real Consejo de Sanidad se dicte el Reglamento relativo á Laboratorios, Institutos y medios de desinfección, podrán los Ayuntamientos atenerse á las normas ó modelos siguientes, entendiéndolos como recursos mínimos de sus respectivas categorías.

Desde luego, todos los Ayuntamientos deberán tener en un local, por modesto que sea, á disposición exclusiva del Inspector municipal de Sanidad, los medios que á continuación se enumeran, á no existir Laboratorios debidamente montados, en cuyo caso se regirán por las disposiciones contenidas en los capítulos correspondientes de esta Instrucción.

I. Los Ayuntamientos de menos de 5.000 almas tendrán dispuesto para las desinfecciones, en los casos de enfermedades epidémicas, infecciosas y contagiosas:

1.° Para lavado de paredes y suelos, la lechada de cal preparada según se advierte al final de este anejo.

2.° Para mezclar con las deposiciones, vómitos, esputos y demás productos infecciosos, la misma lechada.

3.° Para el lavado de las manos, objetos no metálicos y pulveriza-

(1) El arquitecto D. Luis María Cabello, vocal de la Junta técnica municipal de Salubridad é Higiene de esta corte, presentó en 1905 un bien estudiado proyecto de baños-duchas populares de la villa de Madrid, al que el Municipio de la corte, apático en demasía, no se dignó conceder la menor atención, siguiendo sin implantar tan ventajosísimo y necesario servicio. Dicho proyecto se publicó en *La Construcción Moderna* año 1905.

ción de los mismos, la disolución de sublimado corrosivo, en la forma que luego se describe.

4.° Para la desinfección de colchones, muebles, cortinas, alfombras, mantas y objetos que no puedan someterse á la colada, azufre, con el cual, según las reglas que luego se prescriben, se producirá el desprendimiento del gas sulfuroso.

5.° Tendrá, además, una ó varias calderas para someter á colada las ropas blancas de cuerpo y cama. Estas coladas se efectuarán en agua hirviendo, adicionando 25 gramos por litro de carbonato ó cloruro sódico para elevar el grado de ebullición del agua.

II. Los Ayuntamientos de 5 á 10.000 almas, emplearán los mismos medios y con los mismos objetos que se mencionan en la clase anterior, y tendrán, además, disoluciones de sulfato de cobre para la mezcla con las deyecciones, vómitos ó esputos, ácido fénico para el lavado de los objetos metálicos, y pulverizadores ordinarios para la aplicación de estas disoluciones.

III. Los Ayuntamientos de 10 á 20.000 almas, además de los medios exigidos á los anteriores, emplearán para la desinfección de muebles y habitaciones, el formaldehido; y las disoluciones de creolina, cresilo y zotal, para el lavado de camas y objetos metálicos.

Emplearán para las coladas á que se hace mención lejiadoras de los modelos más aceptados.

IV. Los Ayuntamientos de 20 á 40.000 almas, además de los medios que se exigen á los anteriores, tendrán pulverizadores portátiles de gran potencia, lejiadoras y aparatos de desprendimiento forzado de formaldehido; debiendo tener estos medios distribuídos, por lo menos, en dos puntos de la población.

V. Los Ayuntamientos de mayor vecindario de 40.000 almas, deberán tener ya estufas de desinfección fijas y portátiles, lejiadoras y pulverizadores transportables á domicilio, y dos locales destinados á la desinfección de los objetos que se les envíen.

Fórmulas y detalles de obtención.—El orden de importancia de los desinfectantes es el siguiente:

A. Calor.

B. Vapor de agua á presión (en estufa).

C. Vapores de formalina.

D. Vapores de azufre.

E. Disoluciones fuertes de sublimado, ácido fénico, sulfato de cobre, creolina, cresilos y productos similares.

F. Lechada de cal y de hipoclorito.

G. Lejías ó agua salada.

Las aplicaciones de vapor á presión y de formaldehido se hacen en aparatos especiales.

Cuando éstos falten en absoluto podrán substituirse con los vapores de azufre aplicados en la forma siguiente:

Se quemarán 40 gramos de azufre por metro cúbico, tapando previamente todas las rendijas y junturas por donde pueden escaparse los vapores sulfurosos.

Se hace hervir en la habitación, durante una media hora, agua en cantidad suficiente para llenar de vapores el local.

El azufre, en pequeños trozos, se pone en vasijas poco profundas, que á su vez deben colocarse en otras llenas de agua para evitar los peligros de un incendio. (Una cazuela pequeña dentro de una jofaina con agua puede servir para estos fines).

Para inflamar el azufre se le rocía con un poco de alcohol, ó se le cubre con algodón en rama bien empapado en dicho líquido; se le prende fuego y se deja en la habitación, procurando no respirar los vapores, y cerrando herméticamente la puerta, que no se abrirá hasta pasadas veinticinco horas.

La disolución fuerte de sublimado se formulará al 1 por 1.000 de agua, y la disolución débil al 1 por 2.000. Conviene que ambas se coloreen para evitar errores peligrosos; la coloración menos expuesta á ellos es la azul.

La disolución fuerte de ácido fénico, consiste en:

Ácido fénico	50 gramos.
Ácido tartárico	1 —
Agua	1.000 —

La de creolina, cresilos y productos similares:

Creolina, etc	50 gramos.
Agua	1.000 —

La fuerte de sulfato de cobre, en la proporción de 5 por 100; y la débil en la de 2 por 100.

La de hipoclorito cálcico clorurado (polvos de gas, polvos de lavandera), en la de 5 gramos por cada 20 de cal, al hacerse la lechada.

La lechada de cal se obtiene en el máximo de actividad desinfectora, empleando cal viva de buena calidad, que se mezcla poco á poco con la mitad de su peso de agua. Al contacto del agua se va pulverizando la cal, y al terminar la operación, se guarda el polvo resultante en un recipiente herméticamente tapado, y que se conservará en un sitio seco. Como un kilogramo de cal, después de absorber 500 gramos de agua,

adquiere un volumen de 2.200 centímetros cúbicos, basta con diluirle en doble volumen de agua (4.400 centímetros cúbicos), para obtener una lechada de cal al 20 por 100 próximamente, y á la cual puede agregarse ó no la disolución de hipoclorito cálcico clorurado.

El agua salada para la ebullición de ropas y objetos, puede prepararse en la proporción de 6 á 10 gramos de sal común por litro de agua. Entiéndase que esta disolución no se tiene por desinfectante, y se aconseja con el sólo objeto de elevar el grado de ebullición del agua.

En igual sentido puede emplearse el hervido de las ropas en las diferentes lejías de uso doméstico.

Terminada la enfermedad, se llevarán al Establecimiento de desinfección, si lo hubiera, los vestidos, la cama, almohadas, colchones, sábanas, mantas, colchas, etc.

Se procurará no remover estas prendas ni sacudirlas, y se las envolverá en lienzos empapados en una disolución desinfectante.

FIN DE LA PRIMERA PARTE

ÍNDICE DE LA PRIMERA PARTE

Relaciones mensuales de la Asociación Filantrópica,

Novedades ocurridas en el personal, etc., etc.,

correspondientes al año de 1908.

CUERPO DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO

RELACIONES MENSUALES

de la

ASOCIACIÓN FILANTRÓPICA

Novedades ocurridas en el personal, etc., etc.,

correspondientes al año de 1908.

MADRID

IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO»

1908

ASOCIACIÓN FILANTRÓPICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO.

ACTA *de la junta general ordinaria celebrada el día 4 de enero de 1908.*

PRESIDENTE

Excmo. Sr. General, D. JOSÉ GÓMEZ PALLETE.

VOCAL

Coronel, D. JAVIER DE MANZANOS.

TESORERO

Teniente Coronel, D. GUILLERMO DE AUBAREDE.

SECRETARIO

Teniente Coronel, D. ENRIQUE CARPIO.

EN Madrid, á 4 de enero de 1908, previa convocatoria publicada en el MEMORIAL DE INGENIEROS correspondiente al mes de diciembre próximo pasado, se reunió la Asociación Filantrópica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército en junta general ordinaria, en el despacho que en el Ministerio de la Guerra, y como Jefe de la Sección del Cuerpo en el mismo, ocupa el Excmo. Sr. General D. José Gómez Pallete, bajo la presidencia de éste y asistiendo, además, los señores que forman parte de la junta directiva expresados al margen.

Era la hora de las cinco de la tarde cuando el Sr. Presidente declaró abierta la sesión, disponiendo que se diera lectura de la convocatoria, que dice así:

«Con arreglo á lo dispuesto en el art. 19 del Reglamento de esta Asociación, y para los efectos que el mismo artículo determina, se celebrará junta general ordinaria en el local que ocupa la Sección de Ingenieros del Ministerio de la Guerra, el día 4 de enero próximo, á las cinco de la tarde.—Madrid 1.º de diciembre de 1907.—El General Presidente, *José Gómez.*»

Leída también el acta de la sesión anterior, celebrada el 25 de enero de 1907, fué aprobada por unanimidad.

Acto seguido se leyeron las cuentas de ingresos y gastos correspondientes al año último de 1907, las cuales arrojan el siguiente resultado:

		Pesetas.
CARGO		
Existencia en metálico en 31 de diciembre de 1906		50.419,18
Importe de las cuotas recaudadas durante el año de 1907		28.996,35
Intereses devengados por las 25.000 pesetas impuestas en la Caja de Ahorros de Madrid		749,59
Suma		80.165,12
DATA		
Importe de 5 cuotas funerarias satisfechas á las familias de igual número de socios fallecidos	15.000,00	
Gastos de sepelio y funeral de un socio, conforme al artículo 12 del Reglamento	969,00	
Gastos de administración	944,45	
Suma	16.913,45	16.913,45
Quedando, por consiguiente, en 31 de diciembre último una existencia de		63.251,67
distribuídas en la forma que sigue:		
En el Banco de España en cuenta corriente	36.044,40	
En la Caja de Ahorros de Madrid	27.207,27	
Total	63.251,67	

Puestos los comprobantes de estas cuentas á disposición de la Junta general, aprobó ésta, por unanimidad, la gestión de la directiva, con un voto de gracias para los señores que la componen, por el solícito interés que demuestran en pro de la Sociedad, cuyo estado económico alcanza hoy una prosperidad que no había logrado conseguir, ni aún relativamente, en ninguno de los años transcurridos desde su creación en 1872.

Dada cuenta del movimiento de socios habido durante el año económico cuya gestión se examina, resulta que

Existían en 1.º de enero	661
ALTAS	
Tenientes procedentes de la Academia	9
Suman	670
BAJAS	
Por fallecimiento	6
A voluntad propia	1
Suman	7
Quedan en 31 de Diciembre	663

A continuación manifestó el Sr. Presidente que, como cuestión previa acerca de lo que después pudiera acordarse, se abría discusión sobre la interpretación del párrafo 2.º del art. 7.º del Reglamento de la Sociedad, que dice así: «Cualquiera otra inversión (además de la de tener los fondos en cuenta corriente en el Banco de España y Caja de Ahorros de Madrid hasta el límite máximo que ésta admita con abono de interés) que pretenda darse á los fondos de la Sociedad, habrá de ser acordada precisamente en Junta general de asociados»; puesto que podría caber la duda en cuanto á considerar si la Junta general ordinaria podía acordar otra inversión de fondos, ó si sería necesario convocar á Junta general extraordinaria, conforme á los artículos 20 y 21 del Reglamento.

Abierta discusión sobre este extremo, se acordó, por unanimidad, que la junta general ordinaria tiene atribuciones para resolver acerca de la inversión del capital de la Asociación.

Como consecuencia de este acuerdo, el Sr. Presidente propuso que, con el fin de obtener algún rendimiento del capital que la Asociación tiene en la cuenta corriente sin interés en el Banco de España, y alguno mayor de parte del que posee en la Caja de Ahorros de Madrid, se invirtiese alguna cantidad en la adquisición de títulos de la Deuda del Estado.

Discutido ampliamente este asunto, la Junta general acordó, por unanimidad, autorizar á la directiva, y en su representación al Sr. Presidente, para que gestione en esta plaza que de las 63.251,67 pesetas de capital que la Sociedad posee, se invierta en títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 una suma prudencial, cuya cuantía podrá fijar la Junta directiva y que pudiera ser hoy de 50.000 pesetas, sin perjuicio de continuar las adquisiciones en lo sucesivo, siempre que al llevarse á cabo las necesarias operaciones quede alguna existencia, con que poder atender á necesidades del momento.

A propuesta también del Sr. Presidente, la junta general acordó, por último, por unanimidad, elevar á 100 pesetas la gratificación mensual de 65 que hasta ahora ha disfrutado el escribiente de la Asociación, teniéndose para ello en cuenta que con el actual sistema de recaudación de cuotas ha aumentado considerablemente el trabajo en las oficinas de la Sociedad, y que es el único gasto, aparte la gratificación de 10 pesetas mensuales, que se entrega al cobrador en Madrid, que exige la administración y recaudación de fondos de la Sociedad.

Y no habiendo más asuntos de que tratar, el Sr. Presidente levantó la sesión á las seis de la tarde.—El Teniente Coronel Secretario, *Enrique Carpio.*—El Teniente Coronel Tesorero, *Guillermo de Aubarede.*—El Coronel Vocal, *Javier de Manzanos.* —V.º B.º.—El General Presidente, *Gómez.*

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de diciembre de 1907.*

	Pesetas.
Existencia en 31 de noviembre.	60.106,63

CARGO.

Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto.	76,80
Por el 2.º id. id.	82,75
Por el 3.er id. id.	99,35
Por el 4.º id. id.	82,75
Por el 5.º id. id.	83,60
Por el 6.º id. id.	56,75
Por el 7.º id. id.	68,50
Por el Regim. de Pontoneros.	83,80
Por el Bon. de Ferrocarriles..	61,45
Por la Brigada Topográfica...	21,05
Por la Academia del Cuerpo..	142,55
En Madrid.....	1.065,60
Por la Deleg.n de la 2.a Región.	106,60
Por la id. de la 3.a id.	98,00
Por la id. de la 4.a id.	101,25
Por la id. de la 5.a id.	103,55
Por la id. de la 6.a id.	77,30
Por la id. de la 7.a id.	69,00
Por la id. de la 8.a id.	86,20
Por la id. de Ceuta.....	»
Por la id. de Melilla.....	»
Por la Com.a de Mallorca.....	59,30
Por la id. de Menorca.....	35,75
Por la id. de Tenerife.....	43,60
Por la id. de Gran Canaria	139,95
Intereses devengados durante el segundo semestre del año que hoy termina por las 25.000 pesetas de capital impuestas en la Caja de Ahorros de Madrid.....	374,59
Suma el cargo.....	63.326,67

	Pesetas.

DATA.

Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	75,00
Suma la data.....	75,00

Resumen.

Importa el cargo.....	63.326,67
Idem la data.....	75,00
Existencia en el día de la fecha.	63.251,67

DETALLE DE LA EXISTENCIA.

En el Banco de España.....	36.044,40
En la Caja de Ahorros.....	27.207,27
Total igual.....	63.251,67

NOTA.—Durante el presente mes no ha habido alteración en el número de socios, existiendo, por tanto, los 663 que figuraron en el balance de noviembre último.

Madrid, 31 de diciembre de 1907.=El teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=V.º B.º.—El general, presidente, GÓMEZ.

Sociedad Benéfica de Empleados subalternos de Ingenieros.

AÑO 1907

CUENTA *que rinde el Tesorero que subscribe, del movimiento de fondos y socios, habidos durante el tiempo expresado (Art. 14 del Reglamento).*

CARGO	Pesetas.	Cts.
Existencia de fondos en Caja en fin de diciembre de 1906.....	945	00
Recaudado durante el año por cuotas corrientes.....	7.504	00
Cuota de entrada de D. José Caballero.....	108	00
» » D. Federico Ferreira.....	36	00
Suma el Cargo.....	8.593	00

	Pesetas.	Cts.
DATA		
Abonado por cuota funeraria de D. Arturo Carrera	1.000	00
» » » D. Ricardo Prol	1.000	00
» » » D. Modesto Guallart	1.000	00
» » » D. Casimiro Cossío	1.000	00
» » » D. José Cordomí	1.000	00
Gastos de Tesorería	100	00
Suma la Data	5.100	00

RESUMEN		
Importa el Cargo	8.593	00
Idem la Data	5.100	00
Existencia en Caja	3.493	00

MOVIMIENTO DE SOCIOS

ALTAS

D. Rafael Arce.
» Ceferino Arribas.
» Gabriel Bell.
» Narciso Cadavid Gómez.
» José Caballero.
» Francisco Carroquino.
» Ventura Chillón.
» Angel Dávila.
» Manuel García Pérez.

D. Manuel López.
» Gaspar Muñoz Cuenca.
» Miguel Miarnau.
» Valentín Negrete.
» Vicente Núñez.
» Bienvenido Pérez.
» Bernardo Sanz.
» Manuel Sena.
» Florencio Sagaseta.

D. José M.ª del Saltó.
» Gorgonio Uriarte.
» Francisco Utrilla.
» Manuel Segura.
» Federico Ferreira.
» Angel Oliva.
» Nicolás Borrás.
» Manuel Gómez.

BAJAS

Á PETICIÓN PROPIA

D. Juan Tortella.
» José Morilla.
» José Gorroño.

FALLECIDOS

D. Ricardo Fuentes.
» Juan Villalta.
» Arturo Carrera.
» Ricardo Prol.

D. Modesto Guallart.
» Casimiro Cossío.
» José Cordomí.

Número de socios en 31 de diciembre de 1906	162
Altas	26
Suma	188
Bajas	10
EXISTENCIA EN 31 DE DICIEMBRE DE 1907	178

Junta Directiva de la Sociedad para el año 1908.

Presidente... D. Enrique Carpio y Vidaurre, Teniente Coronel.
Vocales..... D. Faustino Fernández de Mendoza, Oficial Celador de 2.ª
D. Joaquín Cerezo Ayuso, Dibujante.
Tesorero..... D. Basilio Burgaz y Díaz, Oficial Celador de 2.ª
Suplente.... D. Marcelino Sagaseta, Maestro de taller.

Madrid 31 de diciembre de 1907.=El Tesorero, FRANCISCO GARCÍA ZOYA.—V.º B.º—El Presidente, CARPIO.

NOTA. El Secretario-Tesorero, á quien deben remitirse las cuotas, incluso las incidencias del 4.º trimestre de este año, presta sus servicios en el Museo de Ingenieros.

BIBLIOTECA DEL MUSEO DE INGENIEROS

RESULTADO *del Sorteo de Instrumentos, correspondiente al 2.º semestre de 1907, verificado el 10 de enero de 1908.*

Acciones que han entrado en suerte: 188, menos los números 90, 130, 135, 147 y 158, que se hallan vacantes.

LOTES SORTEADOS Y NOMBRES DE LOS AGRACIADOS

N.º	NOMBRE DEL LOTE.	Valor.	Acción agraciada.	DEPENDENCIA Ó NOMBRE DEL SOCIO.
1	Gemelo Zeiss.....	213,75	22	D. Joaquín Gisbert.
2	Barómetro tourista.....	156,75	61	» Juan Ramón Sena.
3	Estuche de dibujo, suizo...	142,50	162	» Fra.º de la Torre Luxán.
4	Gemelo telemétrico.....	142,50	31	» Joaquín Salinas.
5	Gemelo Krauss.....	118,75	179	» Emilio Morata.
6	Reloj barómetro.....	95,00	38	» Miguel López Fernández
7	Regla de cálculo, de marfil.	90,25	143	» Eduardo Gómez Acebo.
8	Estuche de dibujo, alemán.	80,75	124	» José Casuso.
9	Brújula Bournier.....	57,00	3	Biblioteca de Ingenieros.
	Total.....	1.097,25		

Madrid, 11 de enero de 1908.—El capitán encargado, LEOPOLDO GIMÉNEZ.=V.º B.º—El coronel director, URZÁIZ.

ESTADO *de fondos del Sorteo de Instrumentos, correspondiente al 2.º semestre de 1907.*

	Pesetas.
Sobrante del semestre anterior	17,10
Importe de 188 acciones del semestre, menos los números 90, 130, 135, 147, y 158 que se hallan vacantes, á 6 pesetas una.....	1.098,00
Suma.....	1.115,10
Importe de los lotes sorteados en el 2.º semestre.....	1.097,25
Suma.....	1.097,25

	Pesetas.
Resumen.	
Suma el Cargo.....	1.115,10
Idem la Data.....	1.097,25
Queda disponible para el semestre siguiente.....	17,85

Madrid, 11 enero de 1908.=El capitán encargado, LEOPOLDO GIMÉNEZ.=V.º B.º—El coronel director, URZÁIZ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE DICIEMBRE DE 1907.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Baja.
C.[1]	Sr. D. Vicente Mezquita y Paus, por retiro.—R. O. 12 diciembre.—*D. O.* núm. 277.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Ascensos.
	A Coronel.
T. C.	D. Cayo Azcárate y Menéndez.—R. O. 3 diciembre.—*D. O.* núm. 269.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	A Teniente coronel.
C.e	D. Pascual Fernández Aceytuno y Gastero.—Id.—Id.
	A Comandantes.
C.n	D. Félix Aguilar y Cuadrado.—Id.—Id.
»	D. Tomás Guillén y Mondría.—Id.—Id.
	A Capitán.
1.er T.e	D. Emilio Herrera y Linares.—Id.—Id.
	Cruces.
C.e	D. Pedro Maluquer y Viladot, se le concede la de la Orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 31 de agosto de 1901.—R. O. 24 diciembre.—*D. O.* núm. 287.
	Recompensas.
C.n	D. Francisco Cañizares y Moyano, se le concede la cruz de 1.a clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, por los cinco proyectos que para establecer polígonos de tiro en Ceuta ha redactado.—R. O. 14 diciembre.—*D. O.* número 280.
»	D. Ernesto Villar y Peralta, íd. íd., por su obra *Lecciones de cimentaciones.* — R. O. 21 diciembre.—*D. O.* núm. 286.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
1.er T.e	D. Luis Valcárcel y López-Espila, se le concede la gratificación de 600 pesetas anuales á partir de 1.º de diciembre, por haber cumplido un año de servicios en los Talleres del Material de Ingenieros.—R. O. 5 diciembre.—*D. O.* número 271.
C.n	D. José Méndez y Fernández, íd. de 600 pesetas anuales, correspondiente á los diez años de efectividad en su empleo, á partir del 1.º de enero de 1908.—R. O. 21 diciembre.—*D. O.* núm. 286.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Destinos.
C.l	Sr. D. Cayo Azcárate y Menéndez, ascendido, á situación de excedente en la 1.a Región.—R. O. 11 diciembre.—*D. O.* número 276.
T. C.	D. Braulio Albarellos y Sáenz de Tejada, á la Comandancia de Tenerife.—Id.—Id.
»	D. José Fernández y Menéndez Valdés, al 2.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
»	D. Angel Arbéx é Inés, al 5.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
»	D. Enrique Valenzuela y Sánchez Muñoz, á la Comandancia general de la 6.a Región.—Id.—Id.
»	D. Pascual Fernández Aceytuno y Gastero, ascendido, al 6.º Regimiento mixto.—Id.—Idem.
C.e	D. Francisco Cano y Lasso, al Ministerio de la Guerra, en vacante de plantilla.—Id.—Id.
»	D. Luis Andrade y Roca, al 2.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
»	D. Vicente García y del Campo, á la Compañía de Aerostación y alumbrado en campaña.—Id.—Id.
»	D. Mariano de Solís y Gómez de la Cortina, á la Comandancia de Gran Canaria.—Id.—Id.
»	D. Félix Aguilar y Cuadrado, ascendido, supernumerario en la 1.a Región, sigue en igual situación.—Id.—Id.
»	D. Tomás Guillén y Mondría, ascendido, á la Comandancia de Ciudad-Rodrigo.—Id.—Id.
C.n	D. Emilio Herrera y Linares, ascendido, al 5.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
»	D. Ricardo Alvarez Espejo y Castejón, á la Comandancia de la Coruña.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Eduardo Barrón y Ramos de Sotomayor, á la Compañía de Aerostación y alumbrado en campaña.—Id.—Id.
C.n	D. César de Cañedo-Argüelles y Quintana, cesa en el cargo de ayudante de campo del general de brigada D. Manuel Ruiz Rañoy, quedando en si-

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	tuación de excedente con residencia en Vitoria.—R. O. 16 diciembre.—*D. O.* número 280.
C.n	D. Tomás Fernández y Quintana, representante del Centro Electrotécnico y de Comunicaciones para la instalación de las estaciones radio-telegráficas de Almería, Melilla y Chamartín de la Rosa.—R. O. 21 diciembre.—*D. O.* núm. 285.
1.er T.e	D. José Martos, á la estación radio-telegráfica de Almería.—Id.—Id.
»	D. Emilio Alzugaray, á la íd. de Melilla.—Id.—Id.
C.n	D. César Sánz y Muñoz, á ayudante de campo del general de la 2.a brigada de la 10.a División D. Mariano Salcedo y Pérez.—R. O. 24 diciembre.—*D. O.* núm. 286.
»	D. César de Cañedo-Argüelles y Quintana, á íd. íd. de la 12.a División D. Eduardo de Cañedo-Argüelles y Meabe.—Id.—Id.
	Reemplazo.
1.er T.e	D. Juan Sánchez de León, por enfermo, con residencia en Canarias.—R. O. 31 diciembre.—*D. O.* núm. 2.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Supernumerarios.
C.n	D. Arturo Montel y Martínez, sin sueldo, quedando adscripto á la Subinspección de la 8.a Región.—R. O. 5 diciembre.—*D. O.* núm. 272.
»	D. Luis Ugarte y Sáinz, sin sueldo, por haber sido nombrado Gobernador civil de la provincia de León.—R. O. 26 diciembre.—*D. O.* núm. 287.
»	D. Federico Molero y Levenfeld, sin sueldo, quedando adscripto á la Subinspección de la 2.a Región.—R. O. 30 diciembre.—*D. O.* núm. 290.
	Matrimonio.
C.n	D. Enrique Meseguer y Marín, se le concede licencia para contraerlo con doña Josefa Castillo Cembrano.—R. O. 28 diciembre.—*D. O.* núm. 289.
	PERSONAL DEL MATERIAL
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
M. de O.	D. Gabriel Bell y Reyes, se le concede, á partir del día 1.o del próximo enero, el sueldo de 3500 pesetas anuales, por haber cumplido veinte años de servicios.—R. O. 19 diciembre.—*D. O.* núm. 284.

Relación del aumento de la Biblioteca del Museo de Ingenieros.

Noviembre de 1907.

OBRAS COMPRADAS

Carbonell: Curso de Economía minera.—2 vols.

Pacoret: La houille blanche.—1 vol.

Rousselet: Appareils de levage.—1 vol.

Demy: Essai historique sur les expositions universelles de Paris.—1 vol.

Haton de la Goupilliére: Cours d'exploitation des mines.—2 vols.

Chwolson: Traité de Physique.—2 vols.

Poincaré: La valeur de science.—1 vol.

Maristany: La Conferencia ferroviaria de 1905.—5 vols.

Rousseau: Régne de Charles 3.o d'Espagne.—2 vols.

Rouse Ball: Histoire des mathématiques.—2 vols.

Darwin: L'origine des espéces.—1 vol.

Devaux-Charbonnel: Etat actuel de la science electrique.—1 vol.

Rouse Ball: Récréations mathématiques et problemes.—1 vol.

Poirier: L'Officier.—1 vol.

Costa: Oligarquía y caciquismo.—1 vol.

Oliver: Partida doble y prácticas de contabilidad.—3 vols.

Renaissance Architecture and ornament in Spain.—1 vol.

Fischer: Guide de préparations organiques.—1 vol.

Berthier: Les nouvelles machines thermiques.—1 vol.

Canal: Geographie générale du Maroc.—1 vol.

Enock: The andes and the amazon.—1 vol.

OBRAS REGALADAS

Vidal: Aplicaciones geométricas del cálculo integral á la rectificación de líneas, cuadratura de superficies y cubatura de sólidos. 2.ª edición.—1 vol.—Por el autor.

Eclipse total de Sol del 30 agosto de 1905. Observaciones hechas en Carrión de los Condes (Palencia).—1 vol.—Por los Padres de la Compañía de Jesús.

Arraiz: Prácticas y ejercicios militares en Cataluña en septiembre, octubre y noviembre de 1906.—1 vol.—Por el autor.

Isern: Las Capitanías Generales vacantes. El General Polavieja como militar y como hombre de gobierno.—1 vol.—Por el autor.

Mauri: Contador de electricidad Krumer, para corriente contínua.—1 vol.—Por el autor.

Diciembre.

OBRAS COMPRADAS

Vierendel: Cours de stabilité des constructions.—10 vols.

Reclus: L'homme et la Terre.—Tomo 4.º—1 vol.

Marchis: Production et utilisation des gas pauvres.—1 vol.

Dictionnaire illustré des termes techniques en six langues.—Tomo 2.º—1 vol.

Seco: Nomogramas del Ingeniero.—1 yol.

Scott Elliot: Chile.—1 vol.

Moulieras: Le Maroc inconnu.—2 vols.

Moulieras: Fez.—1 vol.

Loeb: La dynamique des phénomenes de la vie.—1 vol.

Conférences sur la guerre russo-japonaise.—5 entregas.—5 vols.

Marfil: Relaciones entre España y la Gran Bretaña.—1 vol.

OBRAS REGALADAS

Labra: El Instituto de Derecho Internacional.—1 vol.—Por el autor.

Exercier-Reglement für die Infanterie.—1 vol.—Por el capitán D. Carlos Requena.

Mallada: Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España. Explicación.—Tomo VI.—Por dicha Comisión.

Becker: Der Bataillonskommandeur.—1 vol.—Por el capitán D. Carlos Requena.

Congreso social y económico Hispano-Americano.—2 vols.—Por la Sociedad «Unión Ibero-Americana».

Unión Ibero-Americana. Año de 1907.—1 vol.—Por dicha Sociedad.

ASOCIACIÓN FILANTRÓPICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de enero de 1908.*

	Pesetas.
Existencia en 31 de diciembre.	63.251,67

CARGO.

Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto.	76,80
Por el 2.º id. id.	80,95
Por el 3.er id. id.	101,85
Por el 4.º id. id.	82,75
Por el 5.º id. id.	73,45
Por el 6.º id. id.	54,75
Por el 7.º id. id.	83,70
Por el Regim. de Pontoneros.	83,80
Por el Bon. de Ferrocarriles..	67,80
Por la Brigada Topográfica...	21,05
Por la Academia del Cuerpo..	133,95
En Madrid.....	604,05
Por la Deleg.n de la 2.a Región.	106,60
Por la id. de la 3.a id.	93,15
Por la id. de la 4.a id.	101,25
Por la id. de la 5.a id.	99,05
Por la id. de la 6.a id.	78,10
Por la id. de la 7.a id.	69,55
Por la id. de la 8.a id.	»
Por la id. de Ceuta.....	»
Por la id. de Melilla.....	»
Por la Com.a de Mallorca.....	60,30
Por la id. de Menorca.....	35,75
Por la id. de Tenerife.....	43,60
Por la id. de Gran Canaria	»
Derechos de corretaje cedidos por el agente de Bolsa, antiguo alumno de la Academia del Cuerpo, D. Lorenzo Escanciano, con motivo de su intervención en la compra de títulos de la Deuda, que más adelante se detalla.....	25,40
Suma el cargo.....	65.429,32

DATA.

	Pesetas.
Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido Excmo. señor D. Carlos Reyes y Rich.	3.000,00
Idem por derechos de agencia por la adquisición de 50.000 pesetas nominales en títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100 al cambio de 101,65.	50,80
Póliza del resguardo de la compra de ídem.....	7,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	3.167,80

Resumen.

Importa el cargo.....	65.429,32
Idem la data.....	3.167,80
Existencia en el día de la fecha.	62.261,52

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En el Banco de España.....	7.836,52
En títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 por su valor en compra al cambio de 101,65 por 100 (50.000 pesetas nominales), depositados en el Banco de España .	50.825,00
En la Caja de Ahorros	3.600,00
Total igual.....	62.261,52

MOVIMIENTO DE SOCIOS

Existían en 31 de diciembre ..	663
Bajas.	
Excmo. Sr. D. Carlos Reyes y Rich, por fallecimiento...	1
Quedan en el día de la fecha...	662

NOTA.—Cumpliendo lo acordado por la Junta general ordinaria en su sesión del día 4 del corriente mes, el 25 han sido adquiridos títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 por la suma de 50.000 pesetas no-

minales, mediante intervención del agente de Bolsa citado en el *Cargo*, al cambio de 101,65. Dichos títulos, que en el mismo día de su adquisición quedaron depositados con el carácter de intransmisibles, en el Banco de España, según resguardo núm. 49279, pertenecen á las series y llevan los números que á continuación se expresan:

NÚMERO de títulos.	SERIE	NUMERACIÓN DE LOS TÍTULOS	VALOR NOMINAL	
			Pesetas.	Cts.
8	B	98443 á 98450	20.000	00
6	C	75665 á 75670	30.000	00
14	TOTALES.....		50.000	00

Madrid, 31 de enero de 1908.—El Teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=V.º B.º—El General, presidente, MARVÁ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE ENERO DE 1908.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Retiro.
C.[l]	Sr. D. Antonio Ortiz y Puerta, para esta corte, siendo baja en el Cuerpo en fin del corriente mes.—R. O. 28 enero.—*D. O.* núm. 22
	Ascensos.
	A Capitanes.
1.er T.e	D. Valentín Suárez y Navarro.—R. O. 7 enero.—*D. O.* número 5.
»	D. Rafael Fernández y López.—Id.—Id.
»	D. Ruperto Vosga y Zamora.—Id.—Id.
	Cruces.
T. C.	D. Faustino Tur Palau, se le concede la placa de la Orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 31 de agosto de 1907.—R. O. 8 enero.—*D. O.* núm. 7.
C.n	D. Juan de Lara y Alhama, se le concede la cruz de íd, con la íd. de 30 de enero de 1906.—R. O. 21 enero.—*D. O.* número 18.
»	D. Rafael Pineda y Benavides, íd. íd., con la íd. de 24 de septiembre de 1906.—Id.—Id.
	Recompensas.
1.er T.e	D. Victor San Martín y Losada, se le concede la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, como comprendido en las Reales órdenes de 9 de enero de 1892 y 23 de agosto de 1902.—R. O. 17 enero.—*D. O.* núm. 15.
C.n	D. Francisco Montesoro y Chavarri, íd. íd. y pasador especial del Profesorado, como comprendido en el art. 8.º del Reglamento orgánico para las Academias militares.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Andrés Fernández y Mulero,

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	se le concede la cruz de 1.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco y pasador de Industria militar, como comprendido en las Reales órdenes de 1.º de julio de 1898, 9 de septiembre de 1899 y 26 de junio de 1901.—R. O. 17 enero.—*D. O.* núm. 15.
T. C.	D. Rafael Rávena y Clavero, se le concede la cruz de 2.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, pensionada con el 10 por 100 del sueldo de su actual empleo hasta su ascenso al inmediato, por los trabajos que ha realizado como Delegado en la conferencia internacional de radio-telegrafía de Berlin, en 1906.—R. O. 25 enero.— *D. O.* núm. 21.
C.e	D. Isidro Calvo y Juana, íd. íd. por igual motivo.—Id.—Id.
C.n	D. Antonio Peláez-Campomanes y García, se le concede la cruz de 1.ª clase, con igual distintivo y análoga pensión, por íd. íd.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Eusebio Redondo y Ballester, íd. íd. é igual pensión, por los servicios que viene prestando á la Junta de arbitrios de la plaza de Melilla.—R. O. 29 enero.—*D. O.* núm. 24.
C.l	Sr. D. Sixto Soto y Alonso, se le concede la cruz de 3.ª clase del Mérito Militar, con distinvo blanco, por el resultado de su viaje de instrucción al extranjero efectuado en 1905. —R. O. 30 enero.—*D. O.* número 25.
T. C.	D. Antonio Mayandía y Gómez, íd. de 2.ª íd. de íd., por la misma causa.—Id.—Id.
	Destinos.
C.l	Sr. D. Joaquín de la Llave y García, á la Junta facultativa de Ingenieros.—R. O. 7 enero. —*D. O.* núm. 5.
C.e	D. José Blanco y Martínez, á la Comandancia General de la 8.ª Región.—Id.—Id.
»	D. Salvador Salvadó y Brú, al 8.º Depósito de Reserva.—Id. —Id.
C.n	D. Guillermo Ortega y Agulla, al Centro Electrotécnico y de Comunicaciones.—R. O. 7 enero.—*D. O.* núm. 5.
C.n	D. Ricardo Goytre y Bejarano, al íd.—Id.—Id.
»	D. Francisco del Valle y Oñoro, al 2.º Regimiento mixto.—Id. —Id.
»	D. Vicente Rodríguez y Rodríguez, al íd.—Id.—Id.
»	D. Daniel de la Sota y Valdecilla, al 8.º Depósito de reserva.—Id.—Id.
»	D. Felipe Gómez y Pallete, á la Comandancia de Madrid. — R. O. 9 enero.—*D. O.* núm. 8.
»	D. Enrique Milián y Martínez, á ayudante de campo del General de Brigada D. José Marvá.—R. O. 11 enero.—*D. O.* núm. 10.
»	D. Eduardo Gallego y Ramos, cesa en el cargo de ayudante de campo del General de División D. Fernando Alvarez de Sotomayor.—R. O. 14 enero.—*D. O.* núm. 11.
»	D. Ramón Serrano y Navarro, íd. íd. del General D. Diego Muñoz Cobo. — R. O. 13 enero.—*D. O.* núm. 11.
»	D. Fernando Jiménez y Sáenz, á ayudante de campo del General de División D. Fernando Alvarez de Sotomayor.— R. O. 14 enero.— *D. O.* número 11.
T. C.	D. Julio Lita y Aranda, á la Comandancia general de la 6.ª Región.—R. O. 22 enero. —*D. O.* núm. 18.
C.n	D. Emilio Herrera y Linares, á la Compañía de aerostación y alumbrado en campaña del 5.º Regimiento mixto.—Id.— Idem.
»	D. Valentín Suárez y Navarro, ascendido, al 5.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
»	D. Rafael Fernández y López, ascendido, al mismo Regimiento, para el percibo de haberes, continuando en la Escuela Superior de Guerra. —Id.—Id.
»	D. Ruperto Vesga y Zamora, ascendido, á la Comandancia de Coruña.—Id.—Id.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
C.n	D. Ricardo Alvarez Espejo y Castejón, al 6.º Regimiento mixto.—R. O. 22 enero.—*D. O.* núm. 18.
1.er T.e	D. Ubaldo Martínez Septiem y Gómez, del 5.º Regimiento mixto, á la Compañía de Telégrafos del mismo Regimiento.—Id.—Id.
»	D. Juan Guasch y Muñoz, de la Compañía de Telégrafos del 5.º Regimiento mixto, al mismo Regimiento.—Id.—Id.
C.e	D. Eugenio de Eugenio y Mínguez, á ocupar una vacante de profesor que existe en la plantilla de la Academia de Ingenieros.—R. O. 29 enero.—*D. O.* núm. 23.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
C.n	D. Salvador Navarro de la Cruz, se le concede la gratificación anual de 600 pesetas, por haber cumplido diez años de efectividad en su empleo, á contar desde 1.º febrero próximo.—R. O. 20 enero.—*D. O.* núm. 17.
»	D. José García y Benítez, íd. íd., por íd. íd.—Id.—Id.
»	D. José Galván y Balaguer, íd. íd., por íd. íd.—Id.—Id.
»	D. Francisco Ibáñez y Alonso, íd. íd., por íd. íd.—Id.—Id.
»	D. León Sanchiz y Pavón, íd. íd., por íd. íd.—Id.—Id.
	Comisiones.
T. C.	D. Félix Casuso y Lozano, la de representar á este Ministerio en la Comisión mixta para el estudio de la carretera, de la estación del tranvía de Marín, á la playa del Cou.—R. O. 16 enero 1908.
»	D. Eduardo Ramos y Díaz de Vila, la íd. íd. en íd. en el estudio del puerto de Algeciras.—R. O. 31 enero 1908.
C.n	D. Ricardo Salas y Cadenas, la de íd. íd. en íd en el estudio de la carretera de Orna á Jánovas, sección de Laguarta á este último punto, provincia de Huesca.
	Reemplazo.
T. C.	D. Enrique Valenzuela y Sánchez Muñoz, con residencia en Guadalajara, durante el curso actual y hasta la próxima convocatoria en las Academias militares. — R. O. 7 enero.—*D. O.* núm. 5.
C.n	D. Julián Gil y Clemente, con residencia en la 1.ª Región, por el término de un año como plazo mínimo.—R. O. 9 enero.—*D. O.* núm. 8.
»	D. Eduardo Gallego y Ramos, con residencia en la íd., por íd. íd.— R. O. 28 enero.—*D. O.* núm. 22.
C.e	D. Salvador Salvadó y Brú, con residencia en la 4.ª Región, por el término de un año como plazo mínimo.— R. O. 30 enero.—*D. O.* núm. 24.
	Licencias.
C.l	Sr. D. Miguel López y Lozano, una de dos meses, por asuntos propios, para Bedmar, Garcier y Jimena (Jaén). Concedida por el Capitán general de la 6.ª Región en 27 de enero de 1908.
T. C.	D. José Benito y Ortega, dos meses de prórroga á la que disfruta, por enfermo, en Alicante. Concedida por el Inspector general de los Establecimientos de Instrucción é Industria Militar en 28 de enero de 1908.
1.er T.e	D. Francisco de Paula y Gómez, una de un mes, por asuntos propios, para Zamora y Cartagena. Concedida por el Capitán general de la 7.ª Región en 29 de enero de 1908.
	Matrimonio.
C.e	D. José Tafur y Funes, se le concede licencia para contraerlo, con doña María Ruiz Salazar.— R. O. 14 enero.—*D. O.* núm. 11.

ASOCIACION FILANTROPICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de febrero de 1908.*

	Pesetas.
Existencia en 31 de enero.....	62.261,52

CARGO.

Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto.	78,25
Por el 2.º id. id.	89,35
Por el 3.er id. id.	120,55
Por el 4.º id. id.	82,75
Por el 5.º id. id.	85,10
Por el 6.º id. id.	54,75
Por el 7.º id. id.	84,20
Por el Regim. de Pontoneros.	90,00
Por el Bon. de Ferrocarriles..	67,00
Por la Brigada Topográfica...	21,05
Por la Academia del Cuerpo..	155,85
En Madrid.....	827,75
Por la Deleg.n de la 2.a Región.	199,60
Por la id. de la 3.a id.	93,15
Por la id. de la 4.a id.	98,45
Por la id. de la 5.a id.	99,55
Por la id. de la 6.a id.	161,35
Por la id. de la 7.a id.	64,30
Por la id. de la 8.a id.	42,75
Por la id. de Ceuta.....	»
Por la id. de Melilla.....	»
Por la Com.a de Mallorca.....	59,80
Por la id. de Menorca.....	35,75
Por la id. de Tenerife.....	46,10
Por la id. de Gran Canaria	»
Intereses de las 50.000 pesetas nominales que en títulos de la Deuda del 5 por 100 amortizable posee esta Sociedad, cobrados con cargo al cupón vencido el 15 del corriente mes.....	500,00
Suma el cargo.....	65.418,92

	Pesetas.

DATA.

Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	110,00

Resumen.

Importa el cargo.....	65.418,92
Idem la data.....	110,00
Existencia en el día de la fecha.	65.308,92

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En el Banco de España.....	10.883,92
En títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 por su valor en compra.....	50.825,00
En la Caja de Ahorros	3.600,00
Total igual.....	65.308,92

NOTA.—Durante el presente mes no ha habido alteración en el número de socios, existiendo, por tanto, los 662 que figuraron en el balance de enero último.

Madrid, 29 de febrero de 1908.=El teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=V.º B.º=El general, presidente, MARVÁ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE FEBRERO DE 1908.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Bajas.
C.l	Sr. D. Sebastián Kindelán y Sánchez Griñán, por ascenso á General de brigada.—R. D. 8 febrero.—*D. O.* núm. 32.
»	Sr. D. Antonio Ortiz y Puerta, por haber cumplido la edad reglamentaria para el retiro. —R. O. 13 febrero.—*D. O.* número 37.
C.e	D. Arturo Escario y Herrera-Dávila, por pase á situación de retirado á petición propia.— R. O. 24 febrero—*D. O.* número 45.
	Ascensos.
	A Coronel.
T. C.	D. Francisco de la Torre y de Luxán.— R. O. 3 febrero.— *D. O.* núm. 27.
	A Teniente coronel.
C.e	D. Luis Martínez y Méndez.— Id.—Id.
	A Comandante.
C.n	D. Juan Gálvez y Delgado.— Id.—Id.
	A Capitán.
1.er T.e	D. Anselmo Loscertales y Sopena.—Id.—Id.
	Recompensas.
C.n	D. Francisco Lozano y Gorriti, se le concede la cruz de 1.a clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, pensionada con el 10 por 100 del sueldo de su actual empleo, hasta que ascienda al inmediato, por trabajos efectuados y estudio presentado, acerca de la red óptica militar de Galicia. —R. O. 6 febrero.— *D.* O. número 31.
»	D. Honorato Manera y Ladico, íd. la cruz de 1.a clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, por idéntico concepto. —R. O. 6 febrero.—*D. O.* número 31.
C.n	D. Francisco del Valle y Oñoro, íd. íd. por íd. íd.—Id.—Id.
»	D. Luis Castañón y Cruzada, mención honorífica, en concepto de autor del anteproyecto correspondiente á dicha red óptica militar de Galicia. —Id.—Id.
»	D. Alfredo Kindelán y Duany, íd. íd. por íd. íd.— Id.—Id.
»	D. Juan Carrascosa y Revellat, íd. íd. por íd. íd.—Id.—Id.
»	D. Numeriano Mathé y Pedroche, íd. íd. por íd. íd.—Id.—Id.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
C.e	D. Engenio de Eugenio y Mínguez, se le concede la gratificación anual de 600 pesetas, á partir de 1.º febrero de 1908, con arreglo á lo dispuesto en el reglamento orgánico vigente para las Academias Militares.— R. O. 11 febrero. —*D. O.* núm. 35.
»	D. Vicente García del Campo, íd. de 600 pesetas anuales, á partir de 1.º de enero de 1908, con arreglo á la Real orden de 9 de septiembre de 1899.— R. O. 13 febrero.—*D. O.* número 37.
C.n	D. Emilio Herrera y Linares, íd. de 1500 pesetas íd. íd., á partir de 1.º de febrero de 1908, íd. íd.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Eduardo Barrón y Ramos de Sotomayor, íd. de 450 pesetas íd., á partir de 1.º de enero de 1908, íd. íd.—Id.—Id.
C.e	D. Ramiro Ortiz de Zárate y Armendáriz, se le concede la gratificación anual de 720 pesetas, correspondiente á los diez años de efectividad en su empleo, á partir del 1.º de marzo próximo.—R. O. 17 febrero.—*D. O.* núm. 40.
C.n	D. Francisco Montesoro y Chavarri, se le concede la grati-

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	ficación anual de 600 pesetas, correspondiente á los diez años de efectividad en su empleo, á partir del 1.º de marzo próximo.—R. O. 17 febrero.—*D. O.* núm. 40.
C.n	D. Bruno Morcillo y Munera, íd. íd., por íd. íd.—Id.—Id.
	Destinos.
T. C.	D. Narciso Eguía y Arguimbau, al Ministerio de la Guerra.—R. O. 21 febrero.—*D. O.* número 43.
C.l	Sr. D. Miguel López y Lozano, á la Comandancia de Sevilla.—Id.—Id.
»	Sr. D. Francisco de Latorre y de Luxán, á la Comandancia de Buenavista.—Id.—Id.
T. C.	D. Pascual Fernández Aceytuno y Gastero, á la Comandancia de Madrid.—Id.—Id.
»	D. Julio Lita y Aranda, al 6.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
»	D. Luis Martínez y Méndez, á la Comandancia de Gerona.—Id.—Id.
C.e	D. Nicolás de Pineda y Romero, al 8.º Depósito de reserva.—Id.—Id.
»	D. Juan Gálvez y Delgado, al Batallón de Ferrocarriles.—Id.—Id.
»	D. Tomás Guillén y Mondría, al 5.º Regimiento mixto.—Id.—Idem.
»	D. Juan Vilarrasa y Fournier, á la Comandancia de Ciudad-Rodrigo.—Id.—Id.
C.n	D. Vicente Rodríguez y Rodríguez, al Batallón de Ferrocarriles.—Id.—Id.
»	D. Ricardo Alvarez-Espejo y Castejón, al 2.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
»	D. Anselmo Loscertales y Sopena, al 6.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
»	D. Juan Ramón y Sena, al 3.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
»	D. Mario de la Escosura y Méndez, á la Comandancia de Sevilla.—Id—Id.
»	D. Gonzalo Zamora y Andreu, de la Compañía de Telégrafos del 5.º Regimiento, al mismo Regimiento.—R. O. 21 febrero.—*D. O.* núm. 43.
C.n	D. Valentín Suárez y Navarro, á la Compañía de Telégrafos del 5.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Luis Cañellas y Marquina, á la Compañía de Telégrafos del 4.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
»	D. José Combelles y Burgos, al 4.º Regimiento mixto.—Id.—Idem.
»	D. Jesús Romero y Molezúm, á la Compañía de Telégrafos del 6.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
T. C.	D. Carlos de las Heras y Crespo, cesa en el cargo de ayudante de campo del Capitán general de la 8.a Región.—R. O. 21 febrero.—*D. O.* núm. 44.
	Reemplazo.
C.n	D. Ramón Serrano y Navarro, con residencia en la 2.a Región, por el término de un año, como plazo mínimo.—R. O. 15 febrero.—*D. O.* número 39.
	Supernumerarios.
T. C.	D. Carlos de las Heras y Crespo, sin sueldo, quedando adscripto á la Subinspección de la 1.a Región.—R. O. 25 febrero.—*D. O.* núm. 46.
C.n	D. Victoriano García San Miguel y Tamargo, sin sueldo, quedando adscripto á la íd. de la 7.a Región.—R. O. 27 febrero.—*D. O.* núm. 48.
	Licencias.
C.n	D. José Navarro y Sánchez, dos meses, por asuntos propios, para Los Martínez del Puerto (Murcia).—Orden del Capitán general de la 3.a Región, 3 febrero de 1908.
»	D. Félix Madinaveitia y Vivanco, dos meses de prórroga á la que disfruta por enfermo.—Orden del Capitán general de la 5.a Región, 4 febrero 1908.
C.e	D. José Briz y López, dos meses, por enfermo, para Madrid y Campillo de Altobuey (Cuenca).—Orden del Capitán

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	general de la 6.ª Región, 17 febrero de 1908.
C.t	Sr. D. Manuel de Luxán y García, dos meses, por enfermo, para Marmolejo (Jaén) y Madrid.—Orden del Capitán general de la 2.ª Región, 18 febrero de 1908.
C.n	D. Tomás Ortiz de Solorzano, dos meses, por asuntos propios, para Madrid y Haro (Logroño).—Orden del Capitán general de la 5.ª Región, 19 febrero de 1908.
C.e	D. Juan Vilarrasa y Fournier, dos meses de prórroga á la que disfruta en Barcelona.—Orden del Capitán general de la 6.ª Región, 20 febrero de 1908.
C.n	D. Anselmo Otero-Cossío y Morales, se le concede por cuatro meses, por asuntos propios, para la Habana y Sagua la Grande (Cuba).—R. O. 27 febrero.—*D. O.* núm. 50.
C.e	D. Juan Portalatín y García, dos meses, por enfermo, para Talavera de la Reina (Toledo).—Orden del Capitán general de la 1.ª Región, 27 febrero de 1908.
»	D. Juan Beigbeder y Atienza, un mes de prórroga á la que disfruta en Murcia por enfermo.—Orden del Capitán general de la 4.ª Región, 27 febrero de 1908.
1.er T.e	D. José de la Gándara y Cividanes, dos meses de prórroga á la que disfruta por enfermo en Santiago.—Orden del Capitán general de la 8.ª Región, 27 febrero de 1908.
	Matrimonio.
1.er T.e	D. Luis Piñol é Ibáñez, se le concede licencia para contraerlo con doña María Py y Ramírez de Cartagena.—R. O. 21 febrero.—*D. O.* núm. 43.

Relación del aumento de la Biblioteca del Museo de Ingenieros en enero de 1908.

OBRAS COMPRADAS

Martín Peinador: Marruecos. Estudios geográficos.—1 vol.

Aide-mémoire du mécanicien et de l'électricien 1908.—1 vol.

Behelfsbrücken-Vorschrift.—1 vol.

Pellat: Cours d'électricité.—Tomo III. —1 vol.

Lunge: Analyse chimique industrielle. —2 vols.

Azan: Récits d'Afrique. La légion étrangère en Espagne 1835-39.—1 vol.

Azan: Récits d'Afrique. Sidi-Brahim. —1 vol.

Darwin: La Descendance de l'Homme. —1 vol.

Maeterlinck: La sagesse et la destinée.—1 vol.

Roux: La milice prochaine ou l'évolution actuelle de notre armée.—1 vol.

Cordemoy: Ports maritimes.—Tomo 2.º—1 vol.

Istruzione sul servizio automobilistico. —1 vol.

ORRAS REGALADAS

Calzavara: Motores de gas, de alcohol y de petróleo.—1 vol.—Por el editor.

Commelerán: Técnica del dibujo.—1 vol.—Por el editor.

Barutell: Relaciones entre factores de la energía.—1 vol.—Por el autor.

Banús: El arte de la guerra á principios del siglo XX.—1 vol.—Por el autor.

La Llave y Sierra: Organización más conveniente de los modernos fuertes aislados.—1 vol.—Por el autor.

Armenteras: Necesidad de separar en España la Política de la Administración.—1 vol.—Por el autor.

Proyectos que han sido designados á los actuales cursantes de Ingeniería.—1 vol.—Por el editor.

Bordons: Nociones del sistema de acotaciones.—1 vol.—Por el autor.

Escuela Central de Tiro del Ejército. Curso especial para capitanes de Infantería. Septiembre de 1907.—1 vol. —Por el editor.

Militär-Strafgesekbuch.—1 vol.—Por D. Carlos Requena.

ASOCIACION FILANTROPICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de marzo de 1908.*

	Pesetas.
Existencia en 29 de febrero...	65.308,92

CARGO.

Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto.	»
Por el 2.º id. id.	88,65
Por el 3.er id. id.	107,65
Por el 4.º id. id.	85,30
Por el 5.º id. id.	89,30
Por el 6.º id. id.	60,30
Por el 7.º id. id.	86,45
Por el Regim. de Pontoneros.	83,75
Por el Bon. de Ferrocarriles..	59,30
Por la Brigada Topográfica...	21,05
Por la Academia del Cuerpo..	150,45
En Madrid.....	772 50
Por la Deleg.a de la 2.a Región.	77,15
Por la id. de la 3.a id.	93,65
Por la id. de la 4.a id.	98,50
Por la id. de la 5.a id.	99,30
Por la id. de la 6.a id.	72,70
Por la id. de la 7.a id.	74,60
Por la id. de la 8.a id.	49,65
Por la id. de Ceuta.....	126,25
Por la id. de Melilla.....	»
Por la Com.a de Mallorca.....	59,80
Por la id. de Menorca.....	37,10
Por la id. de Tenerife.....	49,80
Por la id. de Gran Canaria	157,05
Suma el cargo.....	67.909,17

DATA.

	Pesetas.
Por la cuota funeraria del socio fallecido Excmo. Señor Teniente general D. Federico Alameda y Liancourt...	3.000,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	3.110,00

Resumen.

Importa el cargo.....	67.909,17
Idem la data.....	3.110,00
Existencia en el día de la fecha.	64.799,17

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En el Banco de España.....	10.374,17
En títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 por su valor en compra.....	50.825,00
En la Caja de Ahorros.....	3.600,00
Total igual.....	64.799,17

MOVIMIENTO DE SOCIOS

Existían en 29 de febrero.....	662
Bajas.	
Excmo. Sr. Teniente general D. Federico Alameda y Liancourt, por fallecimiento....	1
Quedan en el día de la fecha...	661

Madrid, 31 de marzo de 1908.=El teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=V.º B.º=El general, presidente, MARVÁ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE MARZO DE 1908.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Baja.
C.[1]	Sr. D. Sixto Soto y Alonso, por haber cumplido la edad reglamentaria para el retiro, siendo baja en el Cuerpo en fin del corriente mes.—R. O. 30 marzo.—*D. O.* núm. 72.
	Ascensos.
	A Coronel.
T. C.	D. Pedro Vives y Vich.—R. O. 2 marzo.—*D. O.* núm. 51.
	A Teniente coronel.
C.[e]	D. Ramiro Ortiz de Zárate y Armendáriz.—Id.—Id.
	A Comandantes.
C.[n]	D. Juan Carrera y Granados.—Id.—Id.
C.[n]	D. Victoriano García San Miguel y Tamargo.—Id.—Id
C.[n]	D. Vicente Martí y Guberna.—Id.—Id.
	A Capitanes.
1.er T.[e]	D. Victor San Martín y Losada.—Id.—Id.
1.er T.[e]	D. José Velasco y Aranaz.—Id.—Id.
	Condecoraciones.
1.er T.[e]	D. Mariano Sáinz y Ortiz de Urbina, la de Caballero de la Real Orden de Isabel la Católica—R. O. 17 marzo.—*D. O.* núm. 64.
C.[n]	D. Leandro Lorenzo y Montalvo, se le concede la cruz de la Orden de San Hermenegildo, con antigüedad de 28 de enero de 1906.—R. O. 20 marzo.—*D. O.* núm. 66.
C.[n]	D. Cirilo Aleixandre y Ballester, la íd. de íd. íd., con antigüedad de 31 de agosto de 1907.—Id.—Id.
C.[n]	D. Francisco del Río y Joan, la cruz de 1.[a] clase del Mérito Militar, con distintivo blanco y pasador de «Industria Militar».—*D. O.* núm. 66.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
C.[n]	D. Guillermo Ortega y Agullá, se le concede la gratificación de Industria Militar de 1500 pesetas anuales, á partir de 1.º de enero del corriente año.—R. O. 27 marzo.—*D. O.* número 71.
C.[n]	D. Ricardo Goytre y Bejarano, íd. íd. de 600 pesetas, por íd. íd.—Id.—Id.
C.[e]	D. Adolfo del Valle y Pérez, se le concede la gratificación anual de 720 pesetas correspondiente á los diez años de efectividad en su empleo, á partir de 1.º de abril del corriente año.—R. O. 28 marzo. *D. O.* núm. 72.
C.[e]	D. José de Soroa y Fernández de la Somera, íd. íd. por íd. íd.—Id.—Id.
C.[n]	D. Gregorio Francia y Espiga, se le concede la gratificación anual de 600 pesetas, correspondiente á los diez años de efectividad en su empleo, á partir de 1.º de abril del corriente año.—Id.—Id.
C.[n]	D. Luis Alonso y Pérez, íd. id. por íd. íd.—Id.—Id.
C.[n]	D. Eduardo Gallego y Ramos, íd. íd. por id. íd.—Id.—Id.
C.[n]	D. Nicomedes Alcaide y Carvajal, íd. íd. por íd. íd.—Id.—Id.
	Destinos.
C.[n]	D. Felipe Gómez Pallete y Cárcer, á ayudante de órdenes del General de División don José Gómez Pallete.—R. O. 9 marzo.—*D. O.* núm. 56.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
C.n	D. Federico García y Vigil, á la Comandancia de Madrid.—R. O. 9. marzo.—*D. O.* número 56.
C.n	D. Manuel Hernández y Alcalá, á ayudante de campo del Director general de Carabineros.—R. O. 14 marzo.—*D. O.* núm. 61.
1.er T.e	D. Antonio Parellada y García, se le concede la separación de la Academia del Cuerpo, como ayudante de profesor.—R. O. 17 marzo.—*D. O.* número 63.
C.e	D. Juan Carrera y Granados, continúa prestando servicio, en Comisión, en la Academia del Cuerpo, hasta fin del presente curso.—R. O. 17 marzo.—*D. O.* núm. 64.
C.e	D. Francisco Ternero y Rivera, se le concede la vuelta al servicio activo, debiendo continuar en situación de supernumerario, hasta que le corresponda obtener colocación.—R. O. 20 marzo.—*D. O.* número 66.
T. C.	D. Luis Valcárcel y Arribas, á ayudante de campo del General de Brigada D. Sebastián Kindelán y Sánchez Griñán.—R. O. 23 marzo.—*D. O.* número 67.
C.l	Sr. D. Pedro Vives y Vich, á situación de excedente en la 1.a Región.—Id.—Id.
T. C.	D. Ramiro Ortiz de Zárate y Armendáriz, de los Talleres del Cuerpo, á los mismos.—Id.—Id.
C.e	D. Juan Carrera y Granados, á la Comandancia general de la 6.a Región.—Id.—Id.
C.e	D. Victoriano García San Miguel y Tamargo, continúa en igual situación.—Id.—Id.
C.e	D. Vicente Martí y Guberna, á la Comandancia de Tenerife.—Id.—Id.
C.n	Victor San Martín y Losada, al 6.º Regimiento mixto.—Id.—Idem.
C.n	D. José Velasco y Aranaz, continúa en el 3.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
C.n	D. Bernardo Cabañas y Chavarría, al 7.º Regimiento mixto. R. O. 23 marzo.—*D. O.* número 67.
C.n	D. Alfonso Rodríguez y Rodríguez, al 2.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
C.n	D. Francisco Vinyas y Sidrach de Cardona, al 4.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Cipriano Arbex y Gusí, al 5.º Regimiento mixto.—Id.—Idem.
1.er T.e	D. Francisco Carcaño y Más, á la Compañía de Zapadores de la Comandancia de Melilla, en Comisión, conservando su actual destino.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Antonio Parellada y García, al 6.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
C.n	D. Julio Berico y Arroyo, se le concede la vuelta al servicio activo, debiendo continuar en situación de supernumerario hasta que le corresponda obtener colocación.—R. O. 27 marzo.—*D. O.* núm. 71.
C.l	Sr. D. Jacobo García y Roure, á comandante principal de Ingenieros de la 8.a Región.—R. O. 28 marzo.—*D. O.* número 71.
	Comisiones.
C.e	D. Eustaquio Abaitúa y Zubizarreta, designado para formar parte de la Comisión mixta para el estudio de la carretera de Ainsa á la frontera francesa (Huesca).—R. O. 13 marzo 1908.
C.e	D. Juan Maury y Uribe, íd. íd. para el estudio del ferrocarril desde Torre del Mar á Maro por Jorrox y Nerja (Málaga).—R. O. 14 marzo 1908.
C.e	D. Eustaquio Abaitúa y Zubizarreta, íd. íd. para el estudio de la carretera del puente sobre el río Veras, en la carretera de Jaca á Sangüesa (Zaragoza).—Id.
C.e	D. José Camps y Oliver, designado para formar parte de varias comisiones mixtas para el estudio de carreteras en

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	la provincia de Gerona.—R. O. 28 marzo 1908.
C.ª	D. Antonio Martínez Victoria y Fernández Liencres, designado en Comisión mixta para el replanteo del puerto de Motril (Granada).—R. O. 28 marzo 1908.
	Reemplazo.
C.ª	D. Juan Ramón y Sena, por el término de un año, como plazo mínimo, con residencia en la 2.ª Región.—R. O. 16 marzo.—*D. O.* núm. 62.
C.ª	D. Félix Madinaveitia y Vivanco, se le concede el pase á esta situación, con residencia en Bilbao.—Orden del Capitán General de la 5.ª Región, 16 de marzo de 1908.
	Licencias.
T. C.	D. Antonio Boceta y Rodríguez, se le concede de tres meses, por asuntos propios, para Italia, Monte-Carlo, Lisboa y varias poblaciones de España.—R. O. 23 marzo.—*D. O.* núm. 67.
C.ª	D. Juan Ramón y Sena, una de dos meses, por enfermo, para Alcalá de Guadaira (Sevilla). —Orden del Capitán General de la 2.ª Región, 3 de marzo de 1908.
C.ª	D. Salvador Navarro de la Cruz, íd. íd., para Hospitalet del Llobregat (Barcelona).—Orden del Capitán General de la 3.ª Región, 13 de marzo de 1908.
1.er T.e	D. José Mompó y Costa, íd. íd., para Luchente y Antella (Valencia).—Id. de íd., íd., 28 de marzo de 1908.
	Matrimonios.
C.ª	D. Pedro Rodríguez y Perlado, se le concede licencia para contraerlo con doña María de de la Concepción Alonso de la Puente y Mucha.—R. O. 20 marzo.—*D. O.* núm. 66.
C.ª	D. Antonio Loscertales y Sopena, íd. íd. con doña Joaquina Mercadal y Quintana.—Id.—Id.
	PERSONAL DEL MATERIAL
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
O.l C. F.	D. Miguel Santa María é Ibáñez, se le concede la gratificación anual de 600 pesetas, correspondiente á los diez años de efectividad en su empleo, á partir de 1.º de febrero último.—R. O. 17 marzo.—*D. O.* núm. 64.
M. de O.	D. Domingo Matres y Pré, se le concede el sueldo de 2750 pesetas, correspondiente á los diez años de servicio como Maestro de obras militares, á partir de 1.º de abril del corriente año.—R. O. 27 marzo. —*D. O.* núm. 74.

JUNTA REDACTORA DEL "MEMORIAL DE INGENIEROS,,

Habiéndose acordado, en la reunión de 10 de Marzo último, que el número correspondiente al próximo mes de Mayo, se dedique por entero á conmemorar el Centenario de la guerra de la Independencia, los artículos y memoria que ahora publica, se continuarán en el número de Junio; en el que también aparecerán las necrologías de los Ingenieros del Ejército, recientemente fallecidos.

ASOCIACION FILANTROPICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO.

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de abril de 1908.*

	Pesetas.
Existencia en 31 de marzo....	64.799,17

CARGO.

Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto.	154,65
Por el 2.º id. id.	83,05
Por el 3.er id. id.	104,25
Por el 4.º id. id.	83,15
Por el 5.º id. id.	90,50
Por el 6.º id. id.	68,40
Por el 7.º id. id.	84,65
Por el Regim. de Pontoneros.	81,60
Por el Bon. de Ferrocarriles..	59,30
Por la Brigada Topográfica...	21,05
Por la Academia del Cuerpo..	139,90
En Madrid.....	860,20
Por la Deleg.n de la 2.ª Región.	105,35
Por la id. de la 3.ª id.	93,40
Por la id. de la 4.ª id.	94,75
Por la id. de la 5.ª id.	99,30
Por la id. de la 6.ª id.	»
Por la id. de la 7.ª id.	82,20
Por la id. de la 8.ª id.	48,30
Por la id. de Ceuta.....	»
Por la id. de Melilla.....	116,40
Por la Com.ª de Mallorca.....	60,70
Por la id. de Menorca.....	36,20
Por la id. de Tenerife.....	47,90
Por la id. de Gran Canaria	82,90
Suma el cargo.....	67.497,27

DATA.

Por la cuota funeraria del socio fallecido Excmo. Señor General D. Antonio Rojí y Dinarés.....	3.000,00
Por la íd. del íd. D. José Benito y Ortega.....	3.000,00
Suma y sigue.....	6.000,00

	Pesetas.
Suma anterior.....	6.000,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	6.110,00

Resumen.

Importa el cargo.....	67.497,27
Idem la data.....	6.110,00
Existencia en el día de la fecha.	61.387,27

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En el Banco de España.....	6.962,27
En títulos de la Deuda amortizable al 5 por 100 por su valor en compra.....	50.825,00
En la Caja de Ahorros.....	3.600,00
Total igual.....	61.387,27

MOVIMIENTO DE SOCIOS

Existían en 31 de marzo.....	661
Bajas.	
Excmo. Sr. D. Antonio Rojí Dinarés, por fallecimiento..	1
D. José Benito Ortega, por íd.	1
D. José Franquiz Alcázar, por hallarse comprendido en el caso 3.º del art. 18 del Reglamento.....	1
Quedan en el día de la fecha...	658

Madrid, 30 de abril de 1908.=El teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=V.º B.º=El general, presidente, MARVÁ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE ABRIL DE 1908.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Baja.
T. C.	D. José Benito y Ortega, falleció en Alicante el día 8 de abril de 1908.
	Cruces.
C.[1]	Sr. D. Lorenzo Gallego y Carranza, se le concede la placa de San Hermenegildo, con la antigüedad de 19 de junio de 1907.—R. O. 14 abril.—*D. O.* núm. 86.
C.[n]	D. Miguel López y Rodríguez, la cruz de San Hermenegildo, con la antigüedad de 31 de agosto de 1906.—R. O. 9 abril. —*D. O.* núm. 82.
C.[e]	D. Miguel de Tórres é Iribarren, íd. íd., con la antigüedad de 28 de febrero de 1904.—R. O. 27 abril.—*D. O.* núm. 95.
C.[n]	D. Saturnino Homedes y Mompón, íd. íd., con la antigüedad de 6 de marzo de 1905.—Id.—Idem.
C.[n]	D. Julio Soto y Rioja, íd. íd., con la antigüedad de 4 de marzo de 1907.—Id.—Id.
	Recompensas.
C.[s]	D. Diego Belando y Santiesteban, se le concede la cruz de 2.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, por los servicios que viene prestando por diversos conceptos.—R. O. 24 abril.—*D. O.* núm. 93.
C.[n]	D. Antonio Gordejuela y Causillas, íd. íd. de 1.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, pensionada con el 10 por 100 del sueldo de su actual empleo hasta su ascenso al inmediato, por los servicios extraordinarios que viene prestando en la Compañía de Aerostación y alumbrado en campaña.—R. O. 15 abril.—*D. O.* núm. 87.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
C.[n]	D. Pompeyo Martí y Montferrer, se le concede la gratificación anual de 600 pesetas, correspondiente á los diez años de efectividad en su empleo, á contar desde el 1.º de mayo próximo.--R. O. 24 abril —*D. O.* núm. 93.
C.[1]	D. Pedro Vives y Vich, la de Industria Militar de 1.500 pesetas anuales, á partir del 1º mayo próximo.—R. O. 28 abril 1908.
	Destinos.
C.[n]	D. Francisco Lozano y Gorriti, á la Academia de Ingenieros. —R. O. 22 abril.—*D. O.* número 90.
C.[n]	D. Mariano Lasala y Llanas, cesa en el cargo de ayudante de campo del General de Brigada D. Miguel Pierra y Gil de Solá.—R. O. 23 abril.—*D. O.* núm. 91.
C.[1]	Sr. D. Manuel de Luxán y García, á situación de excedente en la 1.ª Región.—Id.—Id.
C.[1]	Sr. D. Pedro Vives y Vich, á la Comandancia de Cádiz, continuando en comisión en el Parque y servicio Aerostático.—Id.—Id.
T. C.	D. Luis Martínez y Méndez, á la Inspección general de los Establecimientos de Instrucción é Industria Militar.—Id. —Id.
T. C.	D. Fernando Navarro y Muzquiz, á la Comandancia de Cádiz.—Id.—Id.
T. C.	D. Juan Gayoso y O'Naghten, á la Comandancia de Sevilla.—Id.—Id.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
C.n	D. Tomás Fernández y Quintana, al Centro Electrotécnico y de Comunicaciones.—R. O. 23 abril.—*D. O.* núm. 91.
C.n	D. José Esteban y Clavillar, al 1.er Regimiento mixto.—Id.—Idem.
C.n	D. Ricardo Salas y Cadena, á la Comandancia de Bilbao, con residencia en Santander.—Id.—Id.
C.n	D. Mariano Lasala y Llanas, á la Comandancia de Jaca.—Id.—Id.
C.n	D. Ruperto Vesga y Zamora, al 6.º Regimiento mixto.—Id.—Idem.
C.n	D. Gumersindo Fernández y Martínez, al 8.º Depósito de reserva.—Id.—Id.
C.n	D. Daniel de la Sota y Valdecilla, á la Comandancia de la Coruña.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José de Acosta y Tovar, del 3.er Regimiento mixto, á la Compañía de Telégrafos del mismo Regimiento.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Rafael Serra y Astrain, ayudante profesor de la Academia de Ingenieros.—R. O. 27 abril.—*D. O.* núm. 94.
	Comisiones.
C.l	Sr. D. Ramón Taix y Fábregas, una de un mes para Madrid, sin derecho á indemnización.—R. O. 30 abril 1908.
	Licencias.
T. C.	D. Fernando Carreras é Iragorri, una de dos meses por enfermo para Vigo (Pontevedra) y Madrid.—Orden del Capitán General de la 8.ª Región, 1º abril 1908.
C.n	D. Luis Sárraga y Cubero, otra de dos meses por enfermo para Huesca y Madrid.—Orden del Capitán General de Canarias, 3 abril 1908.
1.er T.e	D. Rafael Aparici y Aparici, dos meses por enfermo para Madrid y Alcalá de Henares.—Orden del Capitán General de Baleares, 4 abril 1908.
1.er T.e	D. Inocente Sicilia y Ruiz, dos meses por enfermo para Madrid y Logroño.—Orden del Capitán General de Baleares, 7 abril 1908.
C.e	D. Julio Lafuente y Herrera, dos meses por enfermo para Villamayor (Zaragoza).—Orden del Capitán General de la 5.ª Región, 8 abril 1908.
C.n	D. Ansolmo Loscertales y Sopena, dos meses por asuntos propios para Zaragoza, Port-Bou (Gerona) San Sebastián y Huesca.—Orden del Capitán General de la 7.ª Región, 9 abril 1908.
1.er T.e	D. Román Ingunza y Lima dos meses por enfermo para Mondoñedo (Lugo).—Orden del Capitán General de la 1.ª Región, 20 abril 1908.
C.n	D. Tomás Ortiz de Solorzano dos meses de prorroga á la que disfruta por asuntos propios en Madrid y Haro (Logroño).—Orden del Capitán General de la 5.ª Región, 20 abril 1908.
	Reemplazo.
1.er T.e	D. José de la Gándara y Cividanes pasa á esta situación por enfermo con residencia en Santiago á partir del 31 de Marzo último.—Orden del Capitán General de la 8.ª Región, 4 abril 1908.
C.e	D. Juan Vilarrasa y Fournier, en esta situación, por enfermo, con residencia en Barcelona á partir del 20 del actual.—Orden del Capitán General de la 7.ª Región, 29 abril 1908.
C.n	D. Benito Navarro y Ortiz de Zárate, á situación de reemplazo, con residencia en Vitoria, por el término de un año, como plazo mínimo.—R. O. 28 abril.—*D. O.* número 95.
	Excedencia.
T. C.	D. Santos López Pelegrín y Bordonada, queda en situa-

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	ción de excedente, por haber sido elegido Senador del Reino.—R. O. 28 abril.—*D. O.* núm. 95.
	Matrimonios.
1.er T.e	D. Antonio Parellada y García, se le concede licencia para contraerlo con doña Josefa Larraz y Arnaiz.—R. O. 20 abril.—*D. O.* núm. 88.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	PERSONAL DEL MATERIAL.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
M. de O.	D. Justino Sebastián y Silva, á partir del día primero del corriente mes, se le abone el sueldo de 3.500 pesetas anuales, que es el que le corresponde por haber cumplido en 20 de abril próximo pasado 20 años de servicios.—R. O. 30 mayo.—*D. O.* número 121.

Relación del aumento de la Biblioteca del Museo de Ingenieros.

Febrero de 1908.

OBRAS COMPRADAS

Sargent: The Campaign of Santiago de Cuba.—3 vols.
Phin: The seven follies of Sciences.—1 vol.
García Estébanez: Manual de Mnemotecnia ó Arte de la Memoria.-1 vol.
Monrigal: Baréme pour le calcul des journées d'ouvriers.—1 vol.
Blanchon: L'atelier de tout le monde.—1 vol.
Martel: L'évolution souterraine.—1 vol.
Le Bon: L'Éovolution des Forces.—1 vol.
Clarke: Fortification. Its past achievements, recent development, and future progress.—1 vol.
Unwin: A treatise on Hydraulics.-1vol.
Howe: A treatise on Arches.—1 vol.
Borcher: Les fours électriques.—1 vol.
Cappa: Corso di idraulica pratica.—1 vol.
Conférences sur la guerre russo-japonaise. Fascicule VI.—1 vol.
Manville: Les découvertes modernes en Physique.—1 vol.
Grimshaw: Procédés mécaniques spéciaux et tours de main.—2 vols.
Saladin et Migeon: Manuel d'Art musulman.—2 vols.
Barzini: La Mitad del Mundo vista desde un automóvil de Pekin á Paris en 60 días.—1 vol.
Montessus de Ballore: Les tremblements de terre.—1 vol.
Haug: Traité de Géologie. I. Les Phénoménes géologiques.—1 vol.
Berthier: Les nouveaux modes d'éclairage électrique.—1 vol.
Leech: History of the Manchester Ship Canal from its inceptionto its completion.—2 vols.
Chatterton-Hill: Heredity and Selection in Sociology.—1 vol.
Espitallier: La technique du ballon.—1 vol.
Schillings: In Wilder Africa.—2 vols.
Fletchner: Optimism á real remedy.—1 vol.

OBRAS REGALADAS

Maniobras generales de 1907. Memoria.—1 vol.—Por el Depósito de la Guerra.
Cabanyes: Polisección gráfica del ángulo.—1 vol.—Por el autor.
Ochando: Discursos pronunciados en el Senado en contra de la totalidad del presupuesto del Ministerio de la Guerra para 1907.—1 vol.—Por el autor.

Presupuestos generales del Estado para el año económico de 1908.—1 vol.—Por el Ministerio de Hacienda.
Reglamentos provisionales para el Cuerde Automovilistas voluntarios al servicio del Ejército.—1 vol.—Por el Depósito de la Guerra.
Emblema, uniforme y distintivo del Cuerpo de Automovilistas voluntarios al servicio del Ejército.—1 vol.—Por el Depósito de la Guerra.

Regaladas por el Instituto Geográfico y Estadístico.

Anuario del Observatorio de Madrid. Años 1907-1908.—2 vols.
Instrucciones para los trabajos geodésicos.—1 vol.
Teoría general de las proyecciones geográficas.—1 vol.
Red geodésica de primer orden de España.—1 vol.
Estado de altitudes correspondientes á la línea de nivelación.—32 hojas.
Instrucciones para los trabajos topográficos.—1 vol.
Mapa de España en escala 1 : 1.500.000.
Mapa planimétrico de la provincia de Murcia, escala 1 : 200.000.
Hojas del Mapa Topográfico, números 580, 792, 840 á 842, 861, 862, 864 á 867, 879, 883 á 887, 900 á 907, 921 á 928, 943 á 946, 965 á 968 y 948.
Autografías de los términos municipales de Córdoba.
Autografías de 23 términos municipales de Sevilla.
Autografías de 1 término municipal de Cádiz.
Plano de Madrid en escala 1 : 2.000.
Plano de Madrid en escala 1 : 5.000.
Facsímil de la topografía de la villa de Madrid en 1656.
Ley de pesas y medidas y Reglamento para su ejecución.—1 vol.
Censo de la población de España en 1900.—Tomos 2.º, 3.º y 4.º—2 vols.
Estadística de emigración é inmigración de 1901-2 y 1903-6.—2 vols.
Movimiento de la población de España en 1901 y 1902.—3 vols.
Censo escolar de 1903.—1 vol.

Marzo de 1908.

OBRAS COMPRADAS

Challéat: Mécanique des Affûts.—1 vol.
Borias: Traité pratique de la fabrication du gaz.—1 vol.
Algrain: Le béton armé.—1 vol.
Nansouty: Actualités scientifiques. 4ª année.—1 vol.
Hartenberg: Physionomie et caractére.—1 vol.
Ochoa: Legislación sobre el Código de Justicia militar.—1 vol.
Maubras: Traite pratique de fumisterie &.—2 vols.
Ranza: Fototopografia e fotogrammetria aerea.—1 vol.
Izzet-Fuad: Autres occasions perdues.—1 vol.
Puiseux: La Terre et la Lune.—1 vol.
Guillaume: Métré de sorrurerie, quincaillerie, charpente en fer &.—1 vol.
Nivet: Calcul du béton armé.—1 vol.
Palacio: (Traductor) Las Baleares. Las Pityusas.—2 vols.
Die Insel Menorca.—2 vols.
Levkosia die Hauptstad von Cyrpern.—1 vol.
Die Insel Giglio.—1 vol.
Columbretes.—1 vol.
Alboran.—1 vol.
Ustica.—1 vol.
Die Liparischen Inseln.—7 vols.
Paasch: Dictionnaire de Marine, Anglais-Francais-Allemand-Espagnol-Italien.—1 vol.
Alcubilla: Boletín Jurídico-Administrativo. Apéndice de 1907.—1 vol.
Sauerwein: Histoire de la Terre.—1 vol.

OBRAS REGALADAS.

Memoria de la Unión Ibero-Americana corespondiente al año 1907.—1 vol. Por la Unión Ibero-Americana.
Memorias del Instituto Geográfico y Estadístico. Tomo XIII.—1 vol.—Por el Instituto Geográfico.
Movimiento natural de la población de España. Año 1903.—1 vol.—Por el Instituto Geográfico.

ASOCIACION FILANTROPICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de mayo de 1908.*

	Pesetas.
Existencia en 30 de abril.....	61.387,27

CARGO

Abonado durante el mes:

Por el 1.er Regimiento mixto..	72,00
Por el 2.° id. id.	83,05
Por el 3.er id. id.	104,40
Por el 4.° id. id.	84,05
Por el 5.° id. id.	117,50
Por el 6.° id. id.	60,80
Por el 7.° id. id.	87,70
Por el Regim. de Pontoneros..	79,45
Por el Bon. de Ferrocarriles..	60,30
Por la Brigada Topográfica...	21,05
Por la Academia del Cuerpo..	147,20
En Madrid.....	790,65
Por la Deleg.n de la 2.ª Región	97,00
Por la id. de la 3.ª id.	93,40
Por la id. de la 4.ª id.	124,75
Por la id. de la 5.ª id.	94,15
Por la id. de la 6.ª id.	70,75
Por la id. de la 7.ª id.	66,20
Por la id. de la 8.ª id.	63,70
Por la id. de Ceuta.....	»
Por la id. de Melilla.....	»
Por la Com.ª de Mallorca.....	60,10
Por la id. de Menorca.....	36,20
Por la id. de Tenerife.....	46,75
Por la id. de Gran Canaria.	27,80
Intereses de las 50.000 pesetas nominales que en títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100 existen depositadas en el Banco de España, y cobrados con cargo al cupón vencido en 15 del corriente mes.....	500,00
Suma el cargo.....	64.376,22

DATA

Por la cuota funeraria del socio fallecido teniente coronel D. Rafael Rávena y Clavero.....	3.000,00
Por la id. del id. id. retirado	
Suma y sigue.....	3.000,00

	Pesetas.
Suma anterior.....	3.000,00
D. Luis Sánchez de la Campa y Tasquer.....	3.000,00
Pagado á la imprenta del «Memorial» del Cuerpo por una factura de impresos.....	65,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	6.175,00

Resumen.

Importa el cargo.....	64.376,22
Idem la data.....	6.175,00
Existencia en el día de la fecha	58.201,22

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En el Banco de España en cuenta corriente.....	3.776,22
En el id. de id., en depósito, en títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100 por precio de compra (50.000 pesetas nominales).....	50.825,00
En la Caja de Ahorros de Madrid.....	3.600,00
Total igual.....	58.201,22

MOVIMIENTO DE SOCIOS

Existían en 30 de abril.....	658
Bajas.	
D. Rafael Rávena y Clavero, por fallecimiento.....	1
D. Luis Sánchez de la Campa, por id.....	1
D. Julián Piña López, por id..	1
Quedan en el día de la fecha...	655

Madrid, 31 de mayo de 1908.=El teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=V.° B.°=El general, presidente, MARVÁ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE MAYO DE 1908

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Bajas.
T. C.	D. Rafael Rávena y Clavero, falleció en Madrid el 4 de mayo de 1908.
1.er T.e	D. Julián Piña y López, falleció en las Palmas de Gran Canaria el 24 de mayo de 1908.
	Ascensos.
	A Teniente coronel.
C.e	D. Adolfo del Valle y Pérez.—R. O. 5 mayo.—*D. O.* número 100.
	A Comandantes.
C.n	D. Pablo Padilla y Trillo.—Id.—Id.
	A Capitán.
1.er T.e	D. Ubaldo Martínez Septién y Gómez.—Id.—Id.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
1.er T.e	D. Sixto Pau y Portes, se le concede la gratificación anual de 600 pesetas, correspondientes á un año de servicios á partir del primero del mes de marzo próximo pasado.—R. O. 8 mayo.—*D. O.* número 104.
1.er T.e	D. Rafael Serra y Astraín, íd. íd. de 450 pesetas, á partir de 1.º de mayo.—R. O 13 mayo.—*D. O.* núm. 108.
1.er T.e	D. Francisco Lozano y Gorriti, íd. íd. de 1500 pesetas, íd. íd.—Id.—Id.
C.n	D. Sebastián Carreras y Porta, íd. íd. de 600 pesetas, á partir desde 1.º de junio próximo, correspondiente á los diez años de efectividad en su empleo.—R. O. 18 mayo.—*D. O.* núm. 111.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Destinos.
T. C.	D. Narciso de Eguía y Arguimbau, al Centro Electrotécnico y de Comunicaciones.—R. O. 8 mayo.—*D. O.* núm. 103.
T. C.	D. Adolfo del Valle y Pérez, á la Comandancia de Gerona.—R. O. 21 mayo.—*D. O.* número 113.
C.e	D. Gerardo López y Lomo, al Estado Mayor Central.—Id.—Id.
C.e	D. Francisco de Lara y Alonso, á la Comandancia de Madrid.—Id.—Id.
C.e	D. Enrique Toro y Vila á la Comandancia de Badajoz.—Id.—Id.
C.e	D. Francisco Ternero y Rivera, á la Comandancia de Algeciras.—Id.—Id.
C.e	D. Pablo Padilla y Trillo, á la Comandancia General de la 7.ª Región.—Id.—Id.
C.e	D. José Barranco y Catalá, á la Comandancia de Ciudad-Rodrigo.—Id—Id.
C.n	D. Julio Berico y Arroyo, al 1.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
C.n	D. Ubaldo Martínez Septién y Gómez, del 5.º Regimiento mixto al mismo.—Id.—Id.
T. C.	D. Adolfo del Valle y Pérez, que continúe prestando sus servicios de profesor, en comisión.—R. O.—*D. O.* número 113.
C.n	D. Ricardo Seco y de la Garza, cesa en el cargo de ayudante de campo del General de la 2.ª Brigada de la 1.ª División D. Francisco San Martín y Patiño.—R. O. 26 mayo.—*D. O.* núm. 117.
C.n	D. Emilio Civeira y Ramón, á ayudante de Campo del General de la 2.ª Brigada de la 1.ª

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	División don Francisco San Martín y Patiño.—R. O. 26 mayo.—*D. O.* núm. 117.
C.n	D. José Ortega y Parra, al 2.º Regimiento mixto.—R. O. 27 mayo.—*D. O.* núm. 118.
C.n	D. Ricardo Seco y de la Garza, á la Compañía de Telégrafos del 2.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
	Licencias.
T. C.	D. Eduardo Ramos y Díaz de Vila, dos meses, por enfermo, para Alhama (Granada), Madrid, Toledo y Sevilla.—Orden del Capitán general de la 2.ª Región, 1.º de mayo de 1908.
C.n	D. Francisco del Valle y Oñoro, un mes, por asuntos propios, para Valencia.—Orden del Capitán general de la 1.ª Región, 6 de mayo de 1908.
C.n	D. José Berenguer y Cagigas, dos meses, por asuntos propios, para Madrid.—Orden del Capitán general de Baleares, 21 de mayo de 1908.
1.er T.e	D. Cristóbal de Aguilar y Fernández Golfín, dos meses, por asuntos propios, para Madrid, Barcelona, Uberguaga (Guipuzcoa) y La Sensiana (Sevilla).—Orden del Capitán general de la 2.ª Región, 21 de mayo de 1908.
	Reemplazo.
T. C.	D. Juan Gayoso y O'Naghten, por el término de un año como plazo mínimo, con residencia en la 1.ª Región.—R. O. 4 mayo.—*D. O.* núm. 99.
C.e	D. Dionisio Delgado y Domínguez, íd. íd., por íd. íd.—R. O. 5 mayo.—*D. O.* núm. 100.
C.n	D. Jaime Coll y Soriano, íd. íd. por íd. íd., con residencia en la 6.ª Región.—R. O. 8 mayo.—*D. O.* núm. 103.
C.l	Sr. D. Jacobo García y Roure, íd. íd. por íd. íd., con residencia en la 2.ª Región.—R. O. 25 mayo.—*D. O.* núm. 116.
	Matrimonio.
C.n	D. Salvador García de Pruneda y Arizón, se le concede licencia para contraerlo con doña María del Pilar Ledesma y Reyna.—R. O. 21 mayo.—*D. O.* núm. 114.
	PERSONAL DEL MATERIAL
	Ascensos.
	A oficiales celadores de 1.ª con 3900 pesetas.
O.lC.r1.ª	D. Miguel Santa María é Ibáñez.—R. O. 11 mayo.—*D. O.* núm. 106.
O.lC.r1.ª	D. Vicente Pérez y Gil.—Id.—Idem.
	A oficiales celadores de 1.ª
O.lC.r2.ª	D. Joaquín Rodríguez y Díaz.—Id.—Id.
O.lC.r2.ª	D. Francisco García y Zoya.—Id.—Id.
O.lC.r2.ª	D. Tomás Flores y Flores.—Id.—Id.
	Destinos.
O.lCr1.ª	D. Miguel Santa María é Ibáñez, ascendido, en la misma situación.—R. O. 11 mayo.—*D. O.* núm. 106.
O.lC.r1.ª	D. Vicente Pérez y Gil, ascendido, á situación de excedente en la 5.ª Región.—Id.—Id.
O.lC.r1.ª	D. Tomás Flores y Flores, á la Comandancia de Ingenieros de Pamplona, con residencia en Logroño.—Id.—Id.
O.lC.r1.ª	D. Joaquín Rodríguez y Díaz. ascendido, continúa en la misma situación.—Id.—Id.
O.lC.r1.ª	D. Francisco García y Zoya, íd., íd. íd.—Id.—Id.

ASOCIACION FILANTROPICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DEL EJERCITO

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de junio de 1908.*

	Pesetas.
Existencia en 30 de mayo.....	58.201,22

CARGO

Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto..	80,80
Por el 2.° id. id.	132,35
Por el 3.er id. id.	104,40
Por el 4.° id. id.	84,10
Por el 5.° id. id.	99,00
Por el 6.° id. id.	60,80
Por el 7.° id. id.	»
Por el Regim. de Pontoneros..	79,45
Por el Bon. de Ferrocarriles..	»
Por la Brigada Topográfica...	19,05
Por la Academia del Cuerpo..	147,30
En Madrid.....	799,85
Por la Deleg.a de la 2.a Región	280,30
Por la id. de la 3.a id.	91,40
Por la id. de la 4.a id.	99,50
Por la id. de la 5.a id.	90,90
Por la id. de la 6.a id.	72,95
Por la id. de la 7.a id.	75,20
Por la id. de la 8.a id.	51,90
Por la id. de Ceuta.....	»
Por la id. de Melilla.....	29,00
Por la Com.a de Mallorca.....	60,10
Por la id. de Menorca.....	36,20
Por la id. de Tenerife.....	45,60
Por la id. de Gran Canaria.	62,50
Intereses devengados desde 1.° de enero último por las 3.600 pesetas depositadas en la Caja de Ahorros de Madrid y que han sido retiradas de la misma en 26 del actual...	57,55
Suma el cargo.....	60.861,42

DATA

Por la cuota funeraria del socio fallecido primer teniente D. Julián Piña y López.....	3.000,00
Por la id. del id. id. comandante D. Julio Lafuente Herrera.....	3.000,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma y sigue.....	3.000,00
Suma anterior.....	3.000,00
Suma la data.....	6.110,00

Resumen.

Importa el cargo.....	60.861,42
Idem la data.....	6.110,00
Existencia en el día de la fecha	54.751,42

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En el Banco de España en cuenta corriente.....	3.926,42
En el id. de id., en depósito, en títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100 por precio de compra (50.000 pesetas nominales).....	50.825,00
Total igual.....	54.751,42

MOVIMIENTO DE SOCIOS

Existían en 31 de mayo.....	655
Bajas.	
D. Julio Lafuente Herrera por fallecimiento.....	1
Quedan en el día de la fecha...	654

Madrid, 30 de junio de 1908.=El teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE. V.° B.° El general, presidente, MARVÁ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE JUNIO DE 1908

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Baja.
C.e	D. Julio Lafuente Herrera, por fallecimiento.
	Ascensos.
	A Teniente coronel.
C.e	D. José María de Soroa y Fernández de la Somera.—R. O. 2 junio.—*D. O.* núm. 122.
	A Comandante.
C.n	D. Luis Cavanilles y Sanz.—Id.—Id.
	A Capitán.
1.er T.e	D. Juan del Solar y Martínez.—Id.—Id.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
C.n	D. Celestino García Antúnez, se le concede la gratificación anual de 600 pesetas, correspondiente á los diez años de efectividad en su empleo á contar desde el 1º de julio próximo.—R. O. 12 junio.—*D. O.* núm. 132.
C.n	D. Celestino Domenge y Mir, íd. íd.—Id.—Id.
C.n	D. Julián Gil Clemente, íd. íd.—Id.—Id.
C.n	D. Mariano Campos y Tomás, íd. íd.—Id.—Id.
C.n	D. Rogelio Ruiz-Capilla y Rodríguez, íd. íd.—Id.—Id.
C.n	D. Francisco Lozano y Gorriti, íd. íd.—Id.—Id.
	Destinos.
1.er T.e	D. José Castilla y Castilla, al 6º Regimiento mixto de Ingenieros.—R. O. 3 junio.—*D. O.* núm. 123.
T. C.	D. José María de Soroa y Fernández de la Somera, al Ministerio de la Guerra.—R. O. 8 junio.—*D. O.* núm. 128.
C.n	D. Germán de León y Castillo, se le concede la vuelta al servicio activo, debiendo permanecer en su situación actual hasta que le corresponda obtener colocación.—R. O. 11 junio.—*D. O.* núm. 131.
C.e	D. Cayetano Fúster y Martí, como profesor á la Academia de Ingenieros.—R. O. 22 junio.—*D. O.* núm. 138.
T. C.	D. Antonio Boceta y Rodríguez, á la Comandancia de Sevilla.—R. O. 25 junio.—*D. O.* número 141.
C.e	D. Luis Cavanilles y Sanz, ascendido, á situación de reemplazo en la 1.a Región.—Id.—Id.
C.e	D. Sixto Laguna y Gasca, al regimiento de Pontoneros.—Id.—Id.
C.n	D. Germán de León y Castillo, á la Comandancia de Gran Canaria.—Id.—Id.
C.n	D. Luis Sárraga y Cubero, excedente en la 1.a Región.—Id.—Id.
C.n	D. Juan del Solar y Martínez, ascendido, excedente en la 4.a Región.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Cipriano Arbéx y Gusi, del 5.º Regimiento á la Compañía de Télegrafos del mismo.—Id.—Id.
	Reemplazo.
1.er T.e	D. Francisco Gómez y Pérez, pasa á esta situación, por enfermo, con residencia en Zamora.—Orden del Capitán General de la 7.a Región, 9 de junio de 1908.
C.n	D. Tomás Ortiz de Solorzano y Ortiz de la Puente, pasa á situación de reemplazo, con residencia en la 1.a Región, por el término de un año como plazo mínimo.—R. O. 26 junio.—*D. O.* núm. 142.
	Supernumerario.
T. C.	D. Enrique Valenzuela y Sánchez-Muñoz, sin sueldo, quedando adscripto á la Subins-

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	pección de la 1.ª Región.—R. O. 20 junio.—*D. O.* número 138.
	Comisiones.
C.ª	D. Mariano Lasala y Llanas, para el estudio del trazado de la carretera de Benasque á Sort; de Orna á Jánovas y de Huesca á la estación de Sabiñánigo.—R. O. 6 junio.
T. C.	D. Juan Avilés y Arnau, para estudiar reformas del proyecto de ferrocarril de Ripoll á Puigcerdá.—R. O. 15 junio.
C.ª	D. Ramón Taix y Fábregas, se le prorroga por un mes la comisión no indemnizable del servicio, concedida para Madrid por Real orden de 30 de abril de 1908—R. O. 20 junio.
C.ª	Sr. D. Joaquín de la Llave y García, una para Rumanía y Bulgaria durante dos meses para estudiar la organización de su Ejército.-R. O. 26 junio.
	Licencia.
1.er T.e	D. José Mompó y Costa, se le concede dos meses de prórroga, para Antella (Valencia).—Orden del Capitán General de la 3.ª Región, 12 de junio de 1908.
T. C.	D. Juan Gayoso O'Naghten, se le concede licencia de un mes, para evacuar asuntos propios, para San Sebastián, Francia, Noruega y Rusia.—R. O. 22 junio.—*D. O.* número 138.
C.e	D. José Vallejo y Elías, un mes, por asuntos propios, para Madrid, San Sebastián, Saturraran (Guipúzcoa) y Bilbao.—Orden del Capitán General de la 6.ª Región, 25 de junio de 1908.
	Matrimonios.
C.ª	D. Heriberto María Durán y Calsapeu, se le concede licencia para contraerlo con doña Carolina Broqués y Lasserre.—R. O. 3 junio.—*D. O.* número 124.
C.ª	D. Daniel de la Sota y Valdecilla, íd. íd. con doña María Teresa Martínez y Correa.—R. O. 9 junio.—*D. O.* número 129.
1.er T.e	D. José Tejero y Ruiz, íd. íd. con doña Amalia Benito y Jiménez.—R. O. 16 junio.—*D. O.* núm. 134.
	PERSONAL DEL MATERIAL
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
M. de O.	D. Jaime Sagalés y Ratos, se le concede el sueldo de 3500 pesetas anuales á partir del 1.º de mayo próximo pasado, por haber cumplido veinte años de servicios como maestro de obras militares.—R. O. 19 junio.—*D. O.* núm. 137.

Relación del aumento de la Biblioteca del Museo de Ingenieros.

Abril de 1908.

OBRAS COMPRADAS

Grandmaison: L'Espagne et Napoléon .1804-1809.—1 vol.
Coustet: La Photographie en couleurs sur plaques á filtres colorés.—1 vol.
Coustet: La Photographie en couleurs.—1 vol.
Berthelot et Jungfleisch: Traité élémentaire de Chimie Organique (4ª edición).—2 vols.
Beltzer: La grande industrie tinctoriale.—1 vol.
Coreil et Nicolas: Les industries insalubres.—1 vol.
Escard: L'électro-sidérurgie.—1 vol.
Bazard: Cours de Mécanique. Tomo tercero.—1 vol.
Montessus: Leçons élémentaires sur le calcul des probabilités.—1 vol.
Comte: Cours de Philosopie positive.—3 vols.
Gautier; L'année scientifique et industrielle. 1907.—1 vol.

Houllevigue: L'Evolution des Sciences.—1 vol.
Séverin: Toute la Chimie minérale par l'électricité.—1 vol.
Jousset: L'Espagne et le Portugal illustrés.—1 vol.
Conférences sur la guerre russo-japonaise. 7ª fasc.—1 vol.
Berbergh: La reforme de l'enseignement.—1 vol.
Payot: Educación de la voluntad.-1 vol.
Van Dam. Télegraphie sans fil.—1 vol.
Kraemer: L'Univers et l'Humanité.—5 vols.

OBRAS REGALADAS

La Llave y Gómez: Cetáreas y viveros de Langosta.—1 vol.—Por los autores
Cuerpos de Ingenieros Geógrafos y de Topógrafos auxiliares de Geografía. Su cometido, organización, estado actual y aspiraciones.—1 vol.—Por el Instituto Geográfico y Estadístico.
García de Pruneda: Cuatro iglesias Románicas en la ría de Camariñas.—1 vol.—Por el autor.

Mayo de 1908.

OBRAS COMPRADAS

Buysse: Méthodes americaines d'education.—1 vol.
Curey: Les grenades à main.—1 vol.
Anuario del Comercio para 1908 (Bailly-Bailliere).—2 vols.
Brassey: The Naval Annual 1908.—1 vol.
The Statesman's Year-Book 1908.—1 vol.
Planat: L'art de batir. Vol. V.—1 vol.
Pigeaud: Ponts métalliques.—1 vol.
Dechamps: Charpentes métalliques.—1 vol.
Charlton: L'évolution de la vie.—1 vol.
Perez de Guzmán: El Dos de Mayo de 1808 en Madrid.—1 vol.
Grandmaison: L'Ambassade française en Espagne.—1 vol.
Campo Angulo: Geografía de Marruecos.—1 vol.
Gachot: Le siege de Gênes.—1 vol.
Bujac: La guerre russo-japonaise.—1 vol.
Noalhat: Torpilles et projectiles automobiles.—1 vol.
Annuaire général et international de Photographie 1908.—1 vol.

OBRAS REGALADAS

Lara: Pizarras y apuntes para el estudio de la Geometría de Don Miguel Ortega.—1 vol.—Por el autor.
Gallego Carranza: Curso de Topografía. 6ª edición.—1 vol.—Por el autor.
Serrano: Memoria acerca de los fines que persigue la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.—1 vol.—Por dicha Academia.
Arzadun: Daoiz y Velarde.—1 vol.—Por el autor.
Gallego Ramos: Anuario de los Ingenieros Militares Españoles 1908.—1 vol.—Por el autor.

Junio de 1908.

OBRAS COMPRADAS

Courcelle et Lemaitre: Législation du batiment.—1 vol.
Hospitalier: Formulaire de l'électricien et du mécanicien 1908.—1 vol.
Comte: Cours de Philosophie positive. Tomo IV.—1 vol.
Deguise: La fortification permanente contemporaine. Texto y Atlas.-2 vols.
Reclus: L'homme et la Terre. Tome 5.º—1 vol.
Nadal: Locomotives á vapeur.—1 vol.
Robison: Manual of Wireless Telegraphy.—1 vol.
Armengaud: Le problème de l'aviation.—1 vol.
Brysson Cunningham: A treatise on the principles and practice of Dock Engineering.—1 vol.
Rocchi: Le fonti storiche dell'Architettura militare.—1 vol.
History of the War in South Africa 1899-902. Vol. 3.º Texto y atlas.-2 vols.
Fleury: Manuel théorique et pratique de la peinture en batiment.—1 vol.
Rosset: L'accumulateur au plomb.—1 vol.
Album artístico y literario en el primer Centenario de la guerra de la Independencia, publicado por el Círculo de Bellas Artes.—1 vol.
Flemming: The Principles of Electric Wave Thelegraphy.—1 vol.
Chwolson: Traité de Physique. Tomo 1.º fasc. 4.º—1 vol.

OBRAS REGALADAS

Garcini: Discurso leido ante la Real Academia de Ciencias.—1 vol.—Por el autor.
Rivista d'Artiglieria e Genio. Fascicolo ricordo nel Centenario della nascita del Generale Giovanni Cavalli 1808-1908.—1 vol.—Por dicha revista.

Relación de las obras que pertenecieron al Excmo. Sr. General de División D. Angel Rodríguez de Quijano y Arroquia, y las cuales han sido regaladas por sus herederos á esta Biblioteca.

Virgile: Géographie de Virgile.—1 vol.
Monge: Geometría descriptiva.—1 vol.
Olivan: Manual de Agricultura.—1 vol.
Mapa de España y Portugal.—1 vol.
Juanes: Memoria sobre fabricación de planchas de blindaje.—1 vol.
La Cruz Manrique de Lara: Defensorio de la Religiosidad de los Caballeros Militares.—1 vol.
Nava: Noticias sobre el Imperio del Japón.—1 vol.
Bonelli: El Sahara.—1 vol.
Fernández Vallin: Discursos leidos ante la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.—1 vol.
Fazio: Memoria descriptiva de la provincia de Santiago del Estero.—1 vol.
Fernández Duro: Don Pedro Enrique de Acevedo, Conde de Fuentes. Bosquejo encomiástico leído en la Real Academia de la Historia.—1 vol.
Formularios para la redacción de los proyectos de caminos de hierro, aprobados por R. O. de 17 Diciembre de 1858.—1 vol.
Pinheiro: Os descobrimentos portuguezes e os de Colombo.—1 vol.
Taviel: Cuestión de Marruecos.—1 vol.
Isern: Del desastre nacional y sus causas.—1 vol.
Pavía: Pacificación de Andalucía.—1 vol.
Houssaye: 1814 (17me edition).—1 vol.
Retortillo: Compedio de Historia del Derecho Internacional.—1 vol.
La Piñera: Conferencias sobre puentes militares.—1 vol.
Repertorio de publicaciones y tareas de la Sociedad Geográfica de Madrid (1876-1900).—1 vol.
García del Real, Bentaból y Martínez Pardo: Legislación de puertos.—1 vol.
Hidalgo: Tratado del cultivo de la vid en España.—1 vol.
Sacristán: Municipalidades de Castilla y Leon.—1 vol.
Tello: Manual del Zapador.—1 vol.
Espinosa: Manual de construcciones de Albañilería.—1 vol.
Barghon de Fort-Rion: Jehanne d'Arc. Chronique rimée.—1 vol.
Apuntes y consideraciones sobre la guerra franco-alemana en 1870-71.—1 vol.
Cristóbal y Mañas: La Hacienda Municipal de la Villa de Madrid.—1 vol.
Perrin: Marche d'Annibal des Pyrénées au Pô.—1 vol.
Vilanova: Los Congresos científicos de Chalons, Berna, París, Lisboa y Argel.—1 vol.
Leonhard: Géologie des gens du monde.—2 vols.
Congreso Geográfico Hispano-Portugués-Americano, reunido en Madrid en Octubre de 1892. Actas.—2 vols.
Recueil des lois, arrêtés, réglements, instructions & concernant le service spécial du Genie.—1 vol.
Certamen Naval organizado por la Real Sociedad Económica de Amigos del País, de la ciudad de Almería y celebrado el día 25 de Agosto de 1900. Discurso y memorias.—1 vol.
Quarto centenario Colombiano. Atti della Regia Universitá di Génova.—1 vol.
Guet: Le Colonel François de Collart et la Martinique de son temps.—1 vol.
Rojí (traductor): Estudios sobre la aplicación del hierro á las construcciones.—1 vol.
Fay: Etude sur la guerre d'Allemagne de 1866.—1 vol.
Scribá: Apología en excusación y favor de las fabricas del Reino de Nápoles.—1 vol.
Irizar: Etudes d'un antiquaire pour la défense de Dieu de la Religión et du Pape.—1 vol.
Coello: Atlas del Diccionario Geográfico. Coruña, Alava y 2.ª hoja de suplemento.—3 vols.
Roldán: Proyecto de un plan de acuartelamiento.—1 vol.
Génova: Los prisioneros. Memoria de la comisión desempeñada en el campo filipino.—1 vol.
Fernández Caro: Causas de la ceguera y modo de evitarlas.—1 vol.
La Iglesia: Estudios sobre las campañas del Gran Capitán.—1 vol.
González Fiori: La Justicia y Don Venancio González.—1 vol.
Daubrée: La chaleur interieure du Globe.—1 vol.
Sánchez: El Derecho á la Corona.—1 vol.
La Nao Santa María.—1 vol.

(Se continuará.)

BIBLIOTECA DEL MUSEO DE INGENIEROS

RESULTADO *del Sorteo de Instrumentos, correspondiente al 1.er semestre de 1908, verificado el 11 de julio.*

Acciones que han entrado en suerte 179. No han sorteado las de los números 29, 92, 100, 112, 130, 135, 147 y 158 por hallarse vacantes, y la número 85 por no haber satisfecho su importe.

LOTES SORTEADOS Y NOMBRES DE LOS AGRACIADOS

N.º	NOMBRE DEL LOTE.	Valor.	Acción agraciada.	DEPENDENCIA Ó NOMBRE DEL SOCIO.
1	Gemelos prismáticos Zeiss..	213,75	38	D. Miguel López Fernández.
2	Gemelos prismáticos Busch.	142,50	81	D. José Madrid Ruiz.
3	Estuche de dibujo, suizo...	142.50	133	D. Felipe Martínez Méndez.
4	Gemelo Krauss	104,50	9	Dep.º planos é instrumentos.
5	Gemelo Estadia.....	99,75	114	D. Enrique Vidal y Lorente.
6	Planímetro Corradí	95,00	52	D. Angel María Rosell.
7	Estuche de precisión.....	77,90	176	D. Joaquín de la Llave Sierra
8	Regla de cálculo, de marfil.	71,25	95	Comandancia exenta Céuta.
9	Estuche francés.....	66,50	1	D. Ignacio de Castro.
10	Brújula Bournier.....	57.00	115	D. Andrés Fernández Osinaga
	Total.....	1.070,65		

Madrid, 13 de julio de 1908.—El capitán encargado, LEOPOLDO GIMÉNEZ.=V.º B.º—El coronel director, P. A., GIMÉNEZ.

ESTADO *de fondos del Sorteo de Instrumentos, correspondiente al 1.er semestre de 1908.*

	Pesetas.
Sobrante del semestre anterior	17,85
Importe de 179 acciones del semestre, á 6 pesetas una	1.074,00
No han entrado en suerte los números 29, 92, 100, 112, 130, 135, 147 y 158, que se hallan vacantes, y la número 85, por no haberse satisfecho su importe.	
Suma.....	1.091,85
Importe de los lotes sorteados en el 1.er semestre	1.070,65
Suma.....	1.070,65

	Pesetas.
Resumen.	
Suma el Cargo.....	1.091,85
Idem la Data.....	1.070,65
Queda disponible para el semestre siguiente.....	21,20

Madrid, 13 julio de 1908.=El capitán encargado, LEOPOLDO GIMÉNEZ.=V.º B.º—El coronel director, P. A., GIMÉNEZ.

ASOCIACION FILANTROPICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DEL EJERCITO

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de julio de 1908.*

	Pesetas.
Existencia en 30 de junio.....	54.751,42

CARGO

Abonado durante el mes:

Por el 1.er Regimiento mixto..	77,65
Por el 2.º id. id.	87,05
Por el 3.er id. id.	104,40
Por el 4.º id. id.	82,60
Por el 5.º id. id.	99,60
Por el 6.º id. id.	60,80
Por el 7.º id. id.	169,90
Por el Regim. de Pontoneros..	79,15
Por el Bon. de Ferrocarriles..	119,60
Por la Brigada Topográfica...	19,05
Por la Academia del Cuerpo..	165,50
En Madrid.....	736,95
Por la Deleg.ª de la 2.ª Región	121,55
Por la id. de la 3.ª id.	91,00
Por la id. de la 4.ª id.	91,20
Por la id. de la 5.ª id.	87,90
Por la id. de la 6.ª id.	80,60
Por la id. de la 7.ª id.	69,10
Por la id. de la 8.ª id.	47,10
Por la id. de Ceuta.....	»
Por la id. de Melilla.....	»
Por la Com.ª de Mallorca.....	60,10
Por la id. de Menorca.....	36,20
Por la id. de Tenerife.....	45,60
Por la id. de Gran Canaria.	32,20
Suma el cargo.....	57.316,22

	Pesetas

DATA

Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	110,00

Resumen.

Importa el cargo.....	57.316,22
Idem la data.....	110,00
Existencia en el día de la fecha	57.206,22

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En el Banco de España en cuenta corriente.....	6.381,22
En el id. de id., en depósito, en títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100, por precio de compra (50.000 pesetas nominales).....	50.825,00
Total igual.....	57.206,22

NOTA.—Durante el presente mes no ha habido alteración en el número de socios, existiendo, por tanto, los 654 que figuran en el balance de junio último.

Madrid, 31 de julio de 1908.—El teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.—V.º B.º—El general, presidente MARVÁ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE JULIO DE 1908

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Baja.
C.e	D. Julio Lafuente y Herrera, por fallecimiento.
C.n	D. Esteban Collantes y de la Riva, por íd.
	Ascensos.
	A Comandante.
C.n	D. Roberto Fritschi y García. —R. O. 2 julio.—*D. O.* número 146.
	A Capitán.
1.er T.e	D. Fernando Iñiguez y Garrido.—Id.—Id.
	Recompensas.
C.n	D. Alfredo Kindelán y Duany, se le concede la cruz de 1.a clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, pensionada con el diez por ciento del sueldo de su actual empleo hasta su ascenso al inmediato, por el mérito contraído en la accidentada ascensión aerostática realizada en Valencia el 24 de julio del año anterior.—R. O. 15 julio.—*D. O.* núm. 158.
	Cruces.
T. C.	D. José Ramírez y Falero, se le concede la placa de San Hermenegildo, con la antigüedad de 21 de febrero de 1907.—R. O. 1.º julio.—*D. O.* núm. 146.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
C.n	D. Tomás Fernández y Quintana, se le concede la gratificación de Industria Militar de 600 pesetas anuales, á partir de 1.º de mayo próximo pasado. —R. O. 3 julio.—*D. O.* número 148.
C.n	D. Cayetano Fúster y Martí, se le concede la gratificación de Profesorado, de 600 pesetas anuales, á partir del 1.º del corriente mes.—R. O. 7 julio. —*D. O.* núm. 151.
	Destinos.
T. C.	D. Luis Valcárcel y Arribas, á la Comandancia de Sevilla.—R. O. 20 julio.—*D. O.* número. 162.
C.e	D. Roberto Fritschi y García, á la Comandancia de Valencia. —Id.—Id.
C.n	D. Luis Sárraga y Cubero, á la Comandancia de Mallorca, con residencia en Ibiza.—Id. —Id.
C.n	D. Fernando Iñiguez y Garrido, del 3.er Regimiento mixto al mismo.—Id.—Id.
C.n	D. Rogelio Ruiz-Capilla y Rodríguez, al 6.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
C.n	D. Juan del Solar y Martínez, al 1.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Andrés Fernández y Albalat, al 2.º Regimiento mixto. —Id.—Id.
1.er T.e	D. Jesús Romero y Molezum, á la Brigada Topográfica.—Id. —Id.
1.er T.e	D. Jesús Ordovás y Galvete, al Regimiento de Pontoneros. —Id.—Id.
1.er T.e	D. Manuel Pérez y Beato, al 4.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Joaquín Tarazona y Aviñón, á la Compañía de Telégrafos del 4.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Juan Beigbeder y Atienza

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	al 4.º Regimiento mixto.-R. O. 20 julio.—*D. O.* núm. 162.
1.er T.e	D. Luis Barrio y Miegimolle, al 5.º Regimiento mixto. — Id. —Id.
1.er T.e	D. Rafael Aparici y Aparici, al 7.º Regimiento mixto.—Id.—Idem.
1.er T.e	D. Juan Petrinera y Aurrecoechea, á la Compañía de Telégrafos del 5.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Angel Menéndez y Tolosa, al 7.º Regimiento mixto.—Id. —Id.
1.er T.e	D. Anselmo Arenas y Ramos, al 6.º Regimiento mixto.—Id. —Id.
1.er T.e	D. Enrique Adrados y Semper, al Batallón de Ferrocarriles. —Id.—Id.
1.er T.e	D. José Sanjuán y Otero, al 4.º Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Jesús Camaña y Sanchis, al 6.º Regimiento mixto.—Id.—Idem.
1.er T.e	D. Domingo Moriones y Larraga, al 1.er Regimiento mixto. —Id.—Id.
1.er T.e	D. Joaquín Lahuerta y López, al Regimiento de Pontoneros. —Id.—Id.
1.er T.e	D. Pascual Fernández-Aceytuno y Montero, á la Compañía de Telégrafos del 1.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Luis Martínez y Pedrosa, al 1.er Regimiento mixto.—Id.—Idem.
1.er T.e	D. José Mollá y Noguerol, al íd. íd.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Tomás Ardid y Rey, al Regimiento de Pontoneros.—Id. —Id.
1.er T.e	D. Teodomiro González y Antonini, al 1.er Regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Julio García y Rodríguez, al 6.º Regimiento mixto.—Id.—Idem.
1.er T.e	D. Arturo Laclaustra y Valdés, al Batallón de Ferrocarriles. —Id.—Id.
1.er T.e	D. Manuel Martín de la Escalera, á la Compañía de Zapadores de la Comandancia de Tenerife.—Id.—Id.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Reemplazo.
T. C.	D. Antonio Boceta y Rodríguez, por el término de un año, como plazo mínimo, con residencia en la 1.ª Región.—R. O. 3 julio.—*D. O.* núm. 147.
C.n	D. José Madrid y Blanco, íd. íd., con íd. íd.—R. O. 16 julio. —*D. O.* núm. 158.
	Licencias.
C.n	D. Daniel de la Sota y Valdecilla, dos meses, por asuntos propios, para Pontevedra.—O. del Capitán General de la 8.ª Región, 1.º julio.
C.n	D. José Cueto y Fernández, íd., por enfermo, para Mondariz (Pontevedra), Gijón (Oviedo) y Potes (Santander).—O. del Capitán General de la 1.ª Región, íd.
1.er T.e	D. Román Inguanza y Lima, dos meses de prórroga á la que por enfermo disfruta en Mondoñedo (Lugo).—Id., 3 julio.
C.e	D. Rafael Melendreras y Lorente, dos meses, por enfermo, para Murcia y Leibrillas (Murcia).—O. del Capitán General de la 3.ª Región, 7 julio.
C.n	D. Francisco Alabert y Piella, se le conceden dos meses de licencia, por asuntos propios, para Londres y Cardiff (Inglaterra), Bruselas (Bélgica) y Paris (Francia).—R. O. 16 julio.—*D. O.* núm. 159.
1.er T.e	D. Manuel Cuartero y Martínez, íd., por enfermo, para El Pozuelo (Zaragoza).—O. del Capitán General de Canarias, 16 julio.
C.e	D. Leoncio Rodríguez y Mateos, íd., íd., para Villagarcía (Pontevedra) y Espinar (Segovia). —O. del Capitán General de la 7.ª Región, 23 julio.
C.l	Sr. D. Félix Arteta y Jáuregui, se le concede un mes de licencia, por asuntos propios, para Francia.—R. O. 28 julio.—*D. O.* núm. 166.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Comisiones.
C.n	D. Ricardo Alvarez Espejo y Castejón, una de cuatro meses para Suiza y Alemania.—R. O. 7 julio.
C.l	Sr. D. Joaquín de la Llave y García, que para ampliar estudios realice un viaje á Bukarest (Rumanía) durante el tiempo que dure su comisión en Sofía (Bulgaria).—Id.
C.l	Sr. D. Ramón Taix y Fábregas, se dispone preste servicio, en comisión, en la Junta Facultativa del Cuerpo.—R. O. 22 julio.
C.e	D. José Camps y Oliver, una para el estudio de la carretera de las Funosas á Olot, ramal de San Pedro de Seguries, en la provincia de Gerona.—R. O. 23 julio.
	Matrimonios.
C.n	D. Gumersindo Fernández y Martínez, se le concede licencia para contraerlo con doña María de la Cruz Flórez Urdapilleta.—R. O. 6 julio.—*D. O.* núm. 149.
C.n	D. César Sánz y Muñoz, íd. íd. con doña María Josefa Fernández de Pierola y Mauleón.—R. O. 21 julio.—*D. O.* número 162.
	PERSONAL DEL MATERIAL
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
C.r M.	D. Manuel Matilla y Ramos, que á partir del día 1.º del corriente mes se le abone el sueldo de 4.250 pesetas anuales, que le corresponden por haber cumplido el día 29 de junio último treinta años de servicios desde que ascendió á oficial celador de fortificación de 3.ª clase.—R. O. 23 julio.—*D. O.* núm. 165.

Relación del aumento de la Biblioteca del Museo de Ingenieros.

Relación de las obras que pertenecieron al Excmo. Sr. General de División D. Angel Rodríguez de Quijano y Arroquia, y las cuales han sido regaladas por sus herederos á esta Biblioteca.

(Continuación.)

Beaumont: Emanaciones volcánicas y metalíferas.—1 vol.
Montojo: Las primeras tierras descubiertas por Colón.—1 vol.
Vilanova: Discursos leídos en la Real Academia de la Historia.—1 vol.
Fernández Duro: Discursos leidos ante la Real Academia de la Historia.—1 vol.
Jordán: Id. íd.—1 vol.
Uhagón: Id. íd.—1 vol.
Pirala: Id. íd.—1 vol.
Menéndez: Id. íd.—1 vol.
Beltrán: Id. íd.—1 vol.
Danvila: Id. íd.—1 vol.
Madrazo: Resumen de los acuerdos y tareas de la Real Academia de la Historia.—1 vol.
Proyecto de ley de ascensos y recompensas del Ejército.—1 vol.
Aguilar: Anuncio del eclipse anular y central que tendrá lugar el 15 de Marzo de 1858.—1 vol.
Proyecto de un nuevo sistema de frenos para ferrocarriles.—1 vol.
Ejercicios de la Escuela práctica de Ingenieros en 1844.—1 vol.
Los Ingenieros del Ejército Español en la Exposición Universal de Viena.—1 vol.

(Se continuará.)

ASOCIACION FILANTROPICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DEL EJERCITO

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de agosto de 1908.*

	Pesetas.
Existencia en 31 de julio.....	57.206,22

CARGO

Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto..	78,80
Por el 2.° id. id.	89,65
Por el 3.er id. id.	101,65
Por el 4.° id. id.	84,75
Por el 5.° id. id.	94,45
Por el 6.° id. id.	63,50
Por el 7.° id. id.	84,95
Por el Regim. de Pontoneros..	81,90
Por el Bon. de Ferrocarriles..	59,80
Por la Brigada Topográfica...	21,05
Por la Academia del Cuerpo..	157,05
En Madrid.....	657,75
Por la Deleg.n de la 2.a Región	135,55
Por la id. de la 3.a id.	95,55
Por la id. de la 4.a id.	121,70
Por la id. de la 5.a id.	87,90
Por la id. de la 6.a id.	85,75
Por la id. de la 7.a id.	59,00
Por la id. de la 8.a id.	53,50
Por la id. de Ceuta.....	»
Por la id. de Melilla.....	58,60
Por la Com.a de Mallorca.....	60,10
Por la id. de Menorca.....	32,20
Por la id. de Tenerife.....	45,60
Por la id. de Gran Canaria.	25,55
Por intereses de las 50.000 pesetas nominales que en títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100 existen depositadas en el Banco de España, cobrados con cargo al cupón vencido en 15 del corriente mes.....	500,00
Suma el cargo.....	60.142,52

	Pesetas

DATA

Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido capitán D. Esteban Collantes de la Riva.....	3.000,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	3.110,00

Resumen.

Importa el cargo.....	60.142,52
Idem la data.....	3.110,00
Existencia en el día de la fecha	57.032,52

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En el Banco de España en cuenta corriente.....	6.207,52
En el id. de id., en depósito, en títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100, por precio de compra (50.000 pesetas nominales).....	50.825,00
Total igual.....	57.032,52

MOVIMIENTO DE SOCIOS

Existencia anterior.....	654
Altas.	
Ninguna.	
Bajas.	
El capitán D. Esteban Collantes de la Riva, por fallecimiento.....	1
Quedan en el día de la fecha...	653

Madrid, 31 de agosto de 1908.=El teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=V.° B.°=El general, presidente MARVÁ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE AGOSTO DE 1908

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Ascensos.
	A Capitán.
1.er T.e	D. Enrique Saiz y López.—R. O. 3 agosto.—*D. O.* número 174.
	Destinos.
C.n	D. Juan Carrascosa y Revillat, del 1.er regimiento mixto, alumno de la Escuela Superior de Guerra, queda en el mismo regimiento para el percibo de haberes, en plaza de categoría inferior, continuando en la referida Escuela.—R. O. 25 agosto.—*D. O.* número 189.
C.n	D. Enrique Saiz y López, á excedente en la 2.a Región.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Mariano del Pozo y Vázquez, á la compañía de Telégrafos del 3.er regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Mariano Ramis y Huguet, del 4.o regimiento mixto, alumno de la Escuela Superior de Guerra, queda en el mismo regimiento para el percibo de haberes, continuando en la referida Escuela.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José Vallespín y Cobián, al 6.o regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Aresio Viveros y Gallego, de la compañía de Telégrafos de Mallorca, alumno de la Escuela Superior de Guerra, queda en la misma compañía para el percibo de haberes, continuando en la referida Escuela.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Emilio Ostos y Martín, al 3.er regimiento mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Antonio Laclaustra y Valdés, á la compañía de Telégrafos de Tenerife.—Id.—Id.
	Licencias.
C.l	D. Ricardo Seco y Bittini, dos meses de licencia por enfermo para Madrid.—Orden del Capitán General de Canarias.—8 agosto.
T. C.	D. Angel Arbéx é Inés, dos meses por asuntos propios para Estella y Funes (Navarra), Zaragoza, Madrid, Irún y Burgos.—Orden del Capitán General de la 6.a Región.—25 agosto.
	Comisiones.
C.n	D. Alfredo Kindelán y Duany, designado para representar á este Ministerio en el concurso internacional aerostático de la Copa Gordón-Bennet, que tendrá lugar en Berlín en octubre próximo.—R. O. 29 julio.
C.n	D. Emilio Herrera Linares.—Id. Id.—Id. Id.
C.n	D. José Ubach y Elosegui, para formar parte de la comisión mixta que ha de entender en la elección de emplazamiento de una sirena en Ceuta.—R. O. 30 Julio.
C.n	D. Victor San Martín y Losada, á formar parte de la comisión para el estudio de los ferrocarriles de la 7.a Región.—R. O. 20 agosto.—*D. O.* número 187.
	Cruces.
C.n	D. Nicomedes Alcayde y Carvajal, la de 1.a clase del Mérito Militar, blanca, por su obra titulada *Cálculo de probabilidades.*—R. O. 18 agosto.—*D. O.* núm. 185.
	Reemplazo.
1.er T.e	D. José Mompó y Costa, se dispone quede en esta situación

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	con residencia en Antuella (Valencia).— Orden del Capitán General de la 3.ª Región. —13 agosto.
C.°	D. Roberto Fritschi y García, por el término de un año, como mínimo, con residencia en Ceuta.—R. O. 26 agosto.— *D. O.* núm. 190.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	PERSONAL DEL MATERIAL
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
A. de O.	D. Valentín Solís y Naval, se le concede el sueldo de 1700 pesetas anuales, á partir del mes de septiembre, por haber cumplido diez años en su actual empleo.—R. O. 21 agosto. —*D. O.* núm. 187.
Dib.°	D. Manuel Fernández y Bofill, íd. íd. por íd. íd.—Id.—Id.

Relación del aumento de la Biblioteca del Museo de Ingenieros.

Agosto de 1908.

OBRAS COMPRADAS

Elola: Levantamientos y reconocimientos topográficos.—3 vols.

Elola: Procés verbaux et Comptes rendus des Travaux de la Sesion extraordinaire tenue a Bruxelles du 12 au 15 septembre 1907.—1 vol.

Taris: L'Automobile.—1 vol.

Diccionario Enciclopédico Hispano-Americano. Apéndice. años 24, 25, y 26.—3 vols.

OBRAS REGALADAS

Annual Reports of the War Departement for the Fiscal Year Ended june 30, 1905.—1.ª, 2.ª, 3.ª parte y suplemento y volumen 5.° de 1906.—5 vols.— Por el Cuerpo de Ingenieros Inglés.

Deguise: La fortification permente contempoarine.—2 vols.—Por el autor.

Relación de las obras que pertenecieron al Excmo. Sr. General de División D. Angel Rodríguez de Quijano y Arroquia, y las cuales han sido regaladas por sus herederos á esta Biblioteca.

Continuación.

Herrán: La cuestión de fueros.—1 vol.

Longuemare: Notes sur l'instruction primaire en Normandie.—1 vol.

Lozano: Reseña histórica del comercio de España.—1 vol.

Ley de 14 de Julio de 1836 sobre enajenación forzosa de la propiedad particular.—1 vol.

Legislación de minas.—1 vol.

López y López: Línea Indo-Hispana. Ligeras reflexiones sobre los importantísimos proyectos presentados al Gobierno de S. M. por Don Alberto Falp.—1 vol.

Apuntes sobre la organización del servicio de ferrocarriles para campaña.—1 vol.

Aldodern: Poder naval de los EE. UU. en 1898.—1 vol.

D'Almeida: Manual do cultivador e manipulador do chá.—1 vol.

Constituciones de la Real y distinguida Orden Española de Carlos III. —1 vol.

Boulongne: Photographie et gravure héliographique.—1 vol.

Procés-Verval de la séance du 15 Mars 1894.—1 vol.

Congreso español de Geografía Colonial y Mercantil.—1

Botella: Los terremotos de Málaga y Granada.—1 vol.

Rajal: Memoria de la provincia de Nueva-Écija en Filipinas.—1 vol.

Paganini: Del rilevamento fototopografico.—1 vol.

Mac-Pherson: Fenómenos dinámicos que han contribuido al relieve de la serranía de Ronda.—1 vol.

Benitez: Recuerdos de la Universidad de Coimbra. Discurso.—1 vol.

Carrasco: Artilleros y Artillería bajo su aspecto industrial.—1 vol.

Mac-Pherson: Predominio de la estructura uniclinal de la Península Ibérica.—1 vol.

Mac-Pherson: Breve noticia acerca de la especial estructura de la Península Ibérica.—1 vol.

Mallada: Reseña geológica de la provincia de Huesca.—1 vol.

Mesa: La riqueza minera y metalúrgica de España.—1 vol.

Calonje: Vestuario, equipo y armamento del Ejército.—1 vol.

Foronda: Estancias y viajes de Carlos V.—1 vol.

Fuentes: Artillería de sitio.—1 vol.

Guide pour l'aquarium de la station zoologique de Naples.—1 vol.

Vilanova: Lección inaugural de Paleontología.—1 vol.

Montero: Anuario Geográfico-Astronómico y Cronológico para 1878.—1 vol.

Noticia sobre una colección de documentos históricos existentes en la Dirección General de Ingenieros del Ejército.—1 vol.

Palacio: Proyecto de organización militar.—1 vol.

Carta pastoral que el Cardenal Benavides, Patriarca de las Indias dirige al Clero y fieles de su doble jurisdicción con motivo de la Santa Cuaresma en 1880.—1 vol.

Idem, íd. íd. íd. 1877.—1 vol.

Denancy: Christophe Colomb 1492-1506. Notice biographique & ode.—1 vol.

La Barre-Duparcq: Histoire sommaire de l'Infanterie.—1 vol.

Gamayo: El Arte de la Guerra.—1 vol.

Gualberto: La cuestión de Cuba en 1844.—1 vol.

González Ferrer: Memoria sobre las minas de carbón tituladas, "El Porvenir de la Industria".—1 vol.

González Rojas. Relaciones entre los beligerantes y la población civil.—1 vol.

Decreto orgánico y Reglamento del Instituto Geográfico y Estadístico.—1 vol.

De la forma de dar el hábito y armar caballero de Calatrava.—1 vol.

Marlasca: Corona fúnebre á la memoria de las víctimas de la Libertad.—1 vol.

Marquess of Bute: On the Ancient Language of the Natives of Tenerife.—1 vol.

Nota instructiva para el estudio de la causa sobre irregularidades en la contabilidad del batallón de reserva de Huesca.—1 vol.

Sección astrofísica del Observatorio del Ebro.—1 vol.

Disdéri: Manuel operatoire de Photographie sur collodion instantané.—1 vol.

Garín: Conferencias dadas en el Centro del Ejército y de la Armada.—1 vol.

Ruiz: Id. íd.—1 vol.

Romero Quiñones: Id. íd.—1 vol.

Rodríguez de Quijano Arroquia: Id. íd.—1 vol.

Suárez Inclán: Id. íd.—3 vols.

(Se continuará.)

ASOCIACION FILANTROPICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DEL EJERCITO

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de septiembre de 1908.*

	Pesetas.
Existencia en 31 de agosto....	57.032,52

CARGO

Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto..	99,40
Por el 2.° id. id.	89,35
Por el 3.er id. id.	99,65
Por el 4.° id. id.	88,75
Por el 5.° id. id.	108,75
Por el 6.° id. id.	77,50
Por el 7.° id. id.	88,95
Por el Regim. de Pontoneros..	90,20
Por el Bon. de Ferrocarriles..	63,80
Por la Brigada Topográfica...	21,05
Por la Academia del Cuerpo..	157,05
En Madrid.....	761,45
Por la Deleg.n de la 2.a Región	122,55
Por la id. de la 3.a id.	99,50
Por la id. de la 4.a id.	93,10
Por la id. de la 5.a id.	87,90
Por la id. de la 6.a id.	89,15
Por la id. de la 7.a id.	65,25
Por la id. de la 8.a id.	53,50
Por la id. de Ceuta.....	151,50
Por la id. de Melilla.....	58,40
Por la Com.a de Mallorca.....	63,40
Por la id. de Menorca.....	32,20
Por la id. de Tenerife.....	45,60
Por la id. de Gran Canaria.	»
Suma el cargo.....	59.740,47

DATA

Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido, Excelentísimo Sr. General D. Julián Chacel y García.....	3.000,00
Idem por id. íd. del socio fallecido, capitán D. Luis Baquera y Ruiz.....	3.000,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	6.110,00

Resumen.

Importa el cargo.....	59.740,47
Idem la data.....	6.110,00
Existencia en el día de la fecha	53.630,47

	Pesetas
DETALLE DE LA EXISTENCIA	
En el Banco de España en cuenta corriente.....	2.805,47
En el id. de id., en depósito, en títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100, por precio de compra (50.000 pesetas nominales).....	50.825,47
Total igual.....	53.630,47

MOVIMIENTO DE SOCIOS

Existencia anterior.....	653
Altas con fecha 1.° de agosto último, *como socios fundadores, con arreglo al caso b del art. 3.° del Reglamento.*	
D. Enrique Adrados y Semper.	
D. Tomás Ardid y Rey.....	
D. Anselmo Arenas y Ramos .	
D. Jesús Camaña y Sanchiz...	
D. Pascual Fernández Aceytuno y Montero.....	
D. Julio García y Rodríguez..	
D. Teodomiro González y Antonini.....	
D. Arturo Laclaustra y Valdés.	
D. Joaquín Lahuerta y López.	16
D. Manuel Martín de la Escalera.....	
D. Luis Martínez y Pedrosa..	
D. Angel Menéndez y Tolosa..	
D. José Mollá y Noguerol	
D. Domingo Moriones y Larraga.....	
D. Juan Petrirena y Aurrecoechea.....	
D. José Sanjuán y Otero.....	
Suma.....	669
Bajas.	
Excmo. Sr. D. Julián Chacel y García, por fallecimiento...	2
D. Luis Baquera y Ruiz, por íd.	
Quedan en el día de la fecha...	667

Madrid, 30 de septiembre de 1908.=El teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=Intervine: El coronel, contador, JAVIER DE MANZANOS.=V.° B.° =El general, presidente, MARVÁ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE SEPTIEMBRE DE 1908

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Bajas.
C.n	D. Luis Baquera, por defunción el día 20 de septiembre de 1908.
	Retiros.
C.e	D. Joaquín Barco y Pons, se le concede con residencia en Toledo.—R. O. 30 septiembre.—*D. O.* núm. 219.
T. C.	D. José Gago y Palomo, íd., con íd. en Granada.—Id.—Id.
	Cruces.
C.n	D. José de Campos y Munilla, se le concede la cruz de 1.ª clase, con distintivo blanco en recompensa del tiempo de profesorado en escuela regimental, como comprendido en las reales órdenes de 9 de enero de 1892.—R. O. 29 agosto.—*D. O.* núm. 194.
C.l	Sr. D. Carlos Banús y Comas, íd., íd. la de 3.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco, ponsionada con el 10 por 100 del sueldo de su actual empleo, por haber publicado la obra *El arte de la guerra á principios del siglo XX.*—R. O. 29 septiembre.—*D. O.* número 220.
C.l	Sr. D. Jacobo García Roure, se le concede la placa de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo con la antigüedad de 31 de mayo de 1908.—R. O. 30 septiembre.—*D. O.* número 220.
C.l	Sr. D. José Saavedra y Lugilde, íd., íd., con íd., íd.—Id.—Id.
T. C.	D. Ramón Fort Medina, íd., íd., con la antigüedad de 4 de mayo.—Id.—Id.
C.e	D. Joaquín Barco y Pons, íd., íd., de 15 de marzo.—Id.—Id.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
C.n	D. Federico Torrente y Villacampa, se le concede la gratificación de mando, de los meses de agosto y septiembre de 1907, en que disfrutó licencia por enfermo.—R. O. 31 agosto.—*D. O.* núm. 195.
C.n	D. Miguel Vilarrasa y Juliá, íd. íd., del mes de agosto de 1907, íd.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Ladislao Ureña y Sánz, se le concede la gratificación anual de 600 pesetas, á partir del día 1.º del corriente mes, por haber sido nombrado profesor de alemán.—R. O. 22 septiembre.—*D. O.* núm. 213.
	Destinos.
C.e	D. Alejandro Rodríguez Borlado y Alvarez, de la Comandancia de Melilla, á la de Valencia.—R. O. 22 septiembre.—*D. O.* núm. 212.
C.e	D. Pablo Padilla y Trillo, de la Comandancia general de la 7.ª Región, á la íd. de Melilla.—Id.—Id.
C.e	D. Angel Góngora y Aguilar, excedente en la 1.ª Región á la Comandancia general de la 7.ª Región.—Id.—Id.
C.n	D. Ramón Serrano y Navarro, de reemplazo en la 2.ª Región, á la Comandancia de Córdoba.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Francisco Buero y García, á la Compañía de Zapadores de la Comandancia de Gran Canaria.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Enrique Alvarez y Martínez á la Compañía de Zapadores de la Comandancia de Menorca.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Fernando Recacho y de Eguía, á la íd. íd.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Fernando Balseyro y Flores, de la Compañía de Telégrafos del 2.º Regimiento mixto, al Batallón de Ferrocarriles.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José Lasso de la Vega y Olaeta, de la Compañía de Telégrafos del 6.º Regimiento mixto, á la íd. de íd. del 2.º

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Regimiento mixto.—R. O. 22 septiembre.—*D. O.* núm. 212.
C.n	D. Felipe Gómez Pallete y Carcer, á ayudante de campo del general de División D. José Gómez Pallete.—R. O. 23 septiembre.—*D. O.* núm. 213.
C.n	D. José Rodrigo-Vallabriga y Brito, se le concede la vuelta al servicio activo, debiendo permanecer en su situación actual hasta que le corresponda obtener colocación.—Id.—Id.
C.n	D. José María de la Torre y García Rivero, íd. íd.—R. O. 23 septiembre.—*D. O.* número 214.
C.n	D. Celestino García y Antúnez, se le concede la separación de la Academia del Cuerpo.—R. O. 26 septiembre.—*D. O.* núm. 216.
C.n	D. Pedro Sopranis y Arriola, de la Compañía de Telégrafos de la Comandancia de Tenerife, al 1.er Regimiento mixto.—R. O. 29 septiembre.—*D. O.* núm. 218.
C.n	D. José Rodrigo-Vallabriga y Brito, á la Compañía de Telégrafos de la Comandancia de Tenerife.—Id.—Id.
C.n	D. Enrique Cánovas y Lacruz, de reemplazo en la 8.a Región, á la Comandancia de Vigo.—Id.—Id.
C.n	D. Enrique Saiz y López, de excedente en la 2.a Región, al 7.o Regimiento mixto.—Id.—Id.
C.n	D. Celestino García y Antúnez, de la Academia del Cuerpo, á situación de excedente en la 1.a Región.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Antonio Parellada y García, del 6.o Regimiento mixto, á la Compañía de Telégrafos del mismo Regimiento.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Jesús Camaña y Sanchiz, del 6.o Regimiento mixto, á la Compañía de Telégrafos del mismo Regimiento.—Id.—Id.
	Comisiones.
C.n	D. Félix Angosto y Palma, para inspeccionar las obras de un muelle embarcadero en el puerto de Mazarrón.—R. O. 3 septiembre.—*D. O.* núm. 198.
C.n	D. Gumersindo Gómez y Fernández, se dispone forme parte, sin perjuicio de su actual cometido, de la comisión militar de estudio de los ferrocarriles de la 8.a Región en substitución de D. Daniel de la Sota y Valdecilla.—R. O. 14 septiembre.—*D. O.* núm. 206.
C.n	D. Juan Martínez y Fernández, íd. íd., de la 2.a Región en substitución de D. Carlos Bernal y García.—R. O. 16 septiembre.—*D. O.* núm. 209.
C.n	D. Florencio de la Fuente y Zalba, una para representar este Ministerio en la comisión del estudio del ferrocarril de Gijón al Ferrol, en la parte comprendida en la demarcación de la Comandancia de Gijón.—R. O. 21 septiembre.
	Licencias.
C.n	D. Gumersindo Fernández y Martínez, dos meses, por asuntos propios, para Celanova (Orense), León y Jaén.—Orden del Capitán General de la 8.a Región, 6 agosto.
1.er T.e	D. Domingo Moriones y Larraga, dos meses, por asuntos propios, para Zaragoza, Madrid, Irún, Guadalajara y San Sebastián (Guipúzcoa).—Orden del Capitán General de la 5.a Región, 24 septiembre.
C.e	D. Narciso González y Martínez, dos meses, por asuntos propios, para Graenal (Granada) y Sevilla.—Orden del Capitán General de la 2.a Región, 25 septiembre.
	Reemplazo.
C.e	D. José Vallejo y Elías, pasa á dicha situación, con residencia en la 1.a Región, por el término de un año como plazo mínimo.—R. O. 22 septiembre.—*D. O.* núm. 212.
C.n	D. José Navarro y Sánchez, íd., con residencia en Murcia, por íd. íd.—Id.—Id.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Matrimonios.
C.ª	D. César Cañedo Argüelles y Quintana, se le concede licencia para contraerlo con doña María García Mina.—R. O. 1.º septiembre.—*D. O.* núm. 195.
C.ª	D. Isidoro Tamayo y Cabañas, íd. íd. con doña María Mercedes de la Fuente Andrés Ceruti.—Id.—Id.
C.ª	D. José Velasco y Aranaz, íd. íd. con doña Concepción González Veguilla.
1.er T.e	D. Domingo Moriones y Larraga, íd. íd. con doña María del Pilar y Astraín.—R. O. 21 septiembre.—D. O. núm. 211.
	PERSONAL DEL MATERIAL
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
M. de O.	D. Antonio Sánchez Illescas y Durán, el sueldo de 3.500 pesetas anuales, desde el 1.º del presente mes, por haber cumplido veinte años como maestro de obras militares.—R. O. 11 septiembre.—*D. O.* número 204.
M. de O.	D. Julián Baños y Nuño, el íd. de 4250 pesetas anuales, á partir del día 1.º de julio próximo pasado, por haber cumplido treinta años de servicios como tal maestro de obras militares.—R. O. 23 septiembre.—*D. O.* núm. 214.
C.r M.	D. Saturnino González y Torollo, íd. de 3.500 pesetas anuales, á partir del 1.º de agosto próximo pasado, por haber cumplido veinte años de servicio desde que ascendió á oficial celador de fortificación de 3.ª clase.—Id.—Id.
	Destinos.
M. de O.	D. Rafael Deza y Berdejo, á la Comandancia de Jaca.—R. O. 26 septiembre.—*D. O.* número 217.
M. de O.	D. José Pascual y Martínez, á la Comandancia de Gijón, continuando en la de Madrid, hasta que termine la comisión que actualmente desempeña.—Id.—Id.

Relación del aumento de la Biblioteca del Museo de Ingenieros.

Relación de las obras que pertenecieron al Excmo. Sr. General de División D. Angel Rodríguez de Quijano y Arroquia, y las cuales han sido regaladas por sus herederos á esta Biblioteca.

Continuación.

Valero: Conferencia dada en el Centro del Ejército y de la Armada.—1 volumen.
Obertin: Id. íd.—1 vol.
Mesía: Id. íd.—1 vol.
García Alix: Id. íd.—1 vol.
Bayod: Id. íd.—1 vol.
Barrios: Id. íd.—1 vol.
Casaubón: Id. íd.—1 vol.
Donoso-Cortés: Id. íd.—1 vol.
Cervera: Id. íd.—1 vol.
Sáez: Id. íd.—1 vol.
López-Cerezo: Conferencia dada en el Centro del Ejército y de la Armada—1 volumen.
Sanchiz: Discurso pronunciado en el Centro del Ejército y de la Armada.—1 vol.
Ramos Calderón: Memorias leídas en el Centro del Ejército y de la Armada.—1 vol.
Sanchiz: Id. íd.—1 vol.
Montero: Id. íd.—1 vol.
Suárez Inclán: Id. íd.—1 vol.

(Se continuará.)

ASOCIACION FILANTROPICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DEL EJERCITO

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de octubre de 1908.*

	Pesetas.
Existencia en 30 de septiembre	53.630,47

CARGO

Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto..	92,70
Por el 2.° id. id.	102,15
Por el 3.er id. id.	99,65
Por el 4.° id. id.	86,75
Por el 5.° id. id.	101,60
Por el 6.° id. id.	69,65
Por el 7.° id. id.	83,25
Por el Regim. de Pontoneros..	85,90
Por el Bon. de Ferrocarriles..	66,10
Por la Brigada Topográfica...	21,05
Por la Academia del Cuerpo..	133,65
En Madrid.....	865,30
Por la Deleg.n de la 2.a Región	118,65
Por la id. de la 3.a id.	92,85
Por la id. de la 4.a id.	100,60
Por la id. de la 5.a id.	87,90
Por la id. de la 6.a id.	88,50
Por la id. de la 7.a id.	69,15
Por la id. de la 8.a id.	53,50
Por la id. de Ceuta.....	31,65
Por la id. de Melilla.....	29,20
Por la Com.a de Mallorca.....	63,40
Por la id. de Menorca.....	36,20
Por la id. de Tenerife.....	55,20
Por la id. de Gran Canaria.	99,00
Suma el cargo.....	56.364,02

DATA

Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido, teniente coronel D. Emilio de la Viña y Fourdinier.....	3.000,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	3.110,00

	Pesetas

Resumen.

Importa el cargo.....	56.364,02
Idem la data.....	3.110,00
Existencia en el día de la fecha	53.254,02

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En el Banco de España en cuenta corriente.....	2.429,02
En el id. de id., en depósito, en títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100, por precio de compra (50.000 pesetas nominales).....	50.825,00
Total igual.....	53.254,02

MOVIMIENTO DE SOCIOS

Existencia anterior.....	667
Altas como socios fundadores, con arreglo al caso *b* del art. 3.° del Reglamento.	
D. Enrique Alvarez Martínez.. D. Francisco Buero García.... D. Fernando Recacho de Eguía	3
Suma.....	670
Bajas.	
D. Emilio de la Viña y Fourdinier, por fallecimiento..... D. José Casamitjana Cubero, por íd.....	2
Quedan en el día de la fecha...	668

Madrid, 31 de octubre de 1908.=El teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=Intervine: El coronel, contador, JAVIER DE MANZANOS.=V.° B.° =El general, presidente, MARVÁ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE OCTUBRE DE 1908

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Baja.
T. C.	D. Emilio de la Viña y Fourdinier, por fallecimiento ocurrido en Madrid el día 1.º de octubre de 1908.
	Retiros.
T. C.	D. Joaquín González Estéfani y Arambarri, se le concede para esta corte. — R. O. 29 octubre.—*D. O.* núm. 243.
	Ascensos.
	A Teniente coronel.
C.e	D. Miguel Bago y Rubio.—R. O. 2 octubre.—*D. O.* núm. 221.
	A Comandante.
C.n	D. Francisco Alabert y Piella.—Id.—Id.
	A Capitanes.
1.er T.e	D. Francisco Bellosillo y Pérez.—Id. Id.
1.er T.e	D. Arturo Revoltós y Sanromá.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Ramón Valcárcel y López Espila.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Román Ingunza y Lima.—Id.—Id.
	Cruces.
T. C.	D. Narciso Eguía y Arguimbau, se le concede la placa de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 19 de abril de 1908.—R. O. 6 octubre.—*D. O.* número 225.
C.e	D. Cayetano Fúster y Martí, se le concede la cruz de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 1.º de enero de 1905. — Id.—Id.
T. C.	D. Enrique Carpio y Vidaurre, se le concede la placa de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 31 de mayo de 1908.—Id.—Id.
T. C.	D. Francisco Pintado y Delgado, íd. íd., con la antigüedad de 12 de agosto de 1908.—R. O. 30 octubre.—*D. O.* núm. 245

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
C.n	D. Ernesto Villar y Peralta, se le concede la gratificación anual de 600 pesetas por haber cumplido diez años de efectividad en su actual empleo, á partir del 1.º de octubre.—R. O. 30 septiembre.—*D. O.* núm. 219.
1.er T.e	D. Ramón Corrales y López, se le concede la gratificación anual de 450 pesetas anuales, como ayudante de profesor de la Academia del Cuerpo, á partir de 1.º del próximo noviembre.—Id.—Id.
	Destinos.
1.er T.e	D. Román Gautier y Atienza, del Regimiento de Pontoneros, se dispone pase á situación de supernumerario sin sueldo, con residencia en la 1.ª Región.—R. O. 7 octubre.—*D. O.* núm. 226.
C.n	D. Enrique Sáiz y López, del 7.º Regimiento Mixto, á ayudante de campo del General de División D. Francisco de Alaminos y Chacón.—R. O. 12 octubre.—*D. O.* núm. 229.
C.l	Sr. D. Vicente Cebollino y Revest, de la Comandancia de Ingenieros de Valladolid, á Comandante General de Ingenieros de la 7.ª Región.—R. O. 20 octubre.—*D. O.* número 236.
C.l	Sr. D. Cayo de Azcárate y Menéndez, de excedente en la 7.ª Región, al Regimiento de Pontoneros.—Id.—Id.
T. C.	D. José Madrid y Ruiz, del 1.er Regimiento Mixto, al batallón de Ferrocarriles.—Id.—Id.
T. C.	D. Braulio Albarellos y Sáenz de Tejada, de la Comandancia de Tenerife, á la de Gran Canaria.—Id.—Id.
T. C.	D. José González y Gutiérrez Palacios, de la Comandancia de Gran Canaria, á la de Tenerife.—Id.—Id.
T. C.	D. Miguel de Bago y Rubio, as-

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	cendido, de la Comandancia de Sevilla, á la de Málaga, con residencia en Granada.—R. O. 20 octubre.—*D. O.* número 236.
C.e	D. José Núñez y Muñoz, excedente en la 2.ª Región, á la Comandancia de Sevilla.—Id.—Id.
C.e	D. Francisco Alabert y Piella, ascendido, del 4.º Regimiento Mixto, al 6.º Depósito de Reserva.—Id.—Id.
C.n	D. Francisco Bellosillo y Pérez, ascendido, supernumerario en el Instituto Geográfico y Estadístico, continúa en igual situación.—Id.—Id.
C.n	D. Arturo Revoltós y Sanromá, ascendido, supernumerario en el Instituto Geográfico y Estadístico, continúa en igual situación.—Id.—Id.
C.n	D. Ramón Valcárcel y López-Espila, ascendido, de la Compañía de obreros, al 1.er Regimiento Mixto.—Id.—Id.
C.n	D. Román Ingunza y Lima, ascendido, de reemplazo por enfermo en la 8.ª Región, continúa en igual situación.—Id.—Id.
C.n	D. Juan del Solar y Martínez, del 1.er Regimiento Mixto, al 4.º—Id.—Id.
1.er T.e	D. Francisco Gómez y Pérez, de reemplazo por enfermo en la 3.ª Región, al 6.º Regimiento Mixto.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Julio García Rodríguez, del 6.º Regimiento Mixto, á la Compañía de obreros.—Id.—Id.
C.n	D. Anselmo Loscertales y Sopena, del 6.º Regimiento Mixto, á Ayudante del General de brigada D. Eusebio Lizaso y Azcárate.—R. O. 21 octubre.—*D. O.* núm. 237.
C.n	D. Gumersindo Fernández y Martínez, del 8.º Depósito de Reserva, al 6.º Regimiento Mixto de Ingenieros.—R. O. 27 octubre.—*D. O.* núm. 241.
C.n	D. Victoriano Barranco y Gauna, del 6.º Depósito de Reserva, de profesor á la Academia del Cuerpo.—R. O. 31 octubre.—*D. O.* núm. 246.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Comisiones.
C.n	D. José Fajardo y Verdejo, se dispone forme parte, sin perjuicio de su actual destino, de la Comisión militar de estudio de los ferrocarriles de la 5.ª Región, en reemplazo de don Federico Mendicuti.—R. O. 7 octubre.—*D. O.* núm. 226.
C.e	D. Eustaquio Abaitúa y Zubizarreta, en comisión mixta para el replanteo de la sección de Villanúa, del ferrocarril de Francia por Canfranc, construcción de la estación internacional y variante de la carretera de Zaragoza á Francia y otras obras de caracter provisionalmente en las inmediaciones del fuerte de Coll de Ladrones.—R. O. 8 octubre 1908.
C.e	D. Wenceslao Carreño y Arias, otra para el replanteo de la carretera de El Barquero al puerto de Vares (Coruña).—R. O. 16 octubre 1908.
C.n	D. Ricardo Echevarría y Ochoa, otra para el estudio de la carretera de la Punta de Pivé á Santa María (Mallorca).
	Licencia.
C.e	D. José Viciana y García Roda, dos meses, por asuntos propios, para Barcelona y Teruel.—Orden del Capitán General de la 4.ª Región, 6 de octubre de 1908.
	Título nobiliario.
1.er T.e	D. Domingo Moriones y Larraga, se dispone que se anote en su hoja de servicios y demás documentos oficiales que se halla en posesión del título, de Marqués de Oroquieta.—R. O. 2 octubre.—*D. O.* núm. 222.
	Matrimonios.
C.n	D. Emilio Herrera y Linares, se le concede licencia para contraerlo con Doña Irene Aguilera y Cappa.—R. O. 15 octubre.—*D. O.* núm. 232.

Relación del aumento de la Biblioteca del Museo de Ingenieros.

Septiembre de 1908.

OBRAS COMPRADAS

Hervieu: Le chemin de fer métropolitain municipal de Paris.—Tomo II.—Texto y atlas.—2 vols.
Michotte: Etude de l'incendie.—1 vol.
Ruiz Fornells: Fuegos de la Infantería.—1 vol.
Bogaert: Notes sur le problème de l'Aviation.—1 vol.
Nisseson: Manuel du chimiste métallurgiste.—1 vol.

OBRAS REGALADAS

Manual de la ametralladora automática Vickers del calibre de fusil.—1 vol.—Por el capitán Don Arístides Fernández.
Trípode mecánico Vickers de altura variable.—1 vol.—Por íd.
Andrade: Geología.—1 vol.—Por el autor.
Martínez Méndez y Franco Pineda: Memoria referente á la construcción de barracones desmontables para alojamiento de fuerzas españolas en Casablanca (Marruecos).—2 vols.—Por los autores.
Baudry de Saunier: El arte de conducir un automovil.—1 vol.—Por el traductor Don Guillermo Ortega, capitán de Ingenieros.
Good: Higiene y Moral.—1 vol.—Por el editor.

Octubre de 1908.

OBRAS COMPRADAS

Aragon: Ponts et ouvrages en maçonnerie.—1 vol.
Lebois: L'électricité industrielle.—Tomo 2.º.—1 vol.
Maristany: La Conferencia ferroviaria de 1905.—Tomo 6.º.—1 vol.
Combaz: La Construction.—Tomo 5.º.—1 vol.
Fabry: Traité de Mathématiques générales.—1 vol.
Champly: Les automobiles «Unic».—1 vol.
Tatin: Eléments d'Aviation.—1 vol.
Piarron de Mondesir: Fortification cuirassée.—1 vol.
Schrader: L'Année Cartographique.—Supplement annuel 1907.—1 vol.
Sainturat: L'automobile à la portée de tout le monde.—1 vol.
Paths: A Study in Biology.—1 vol.

OBRAS REGALADAS

Morcillo: Manual de explosivos para usos militares.—1 vol.—Por el autor.

Relación de las obras que pertenecieron al Excmo. Sr. General de División D. Angel Rodríguez de Quijano y Arroquia, y las cuales han sido regaladas por sus herederos á esta Biblioteca.

Continuación.

Mac-Pherson: Bosquejo geológico de la provincia de Cádiz.—1 vol.
Oscar: Les Colomb au service de France (1325-1558).—1 vol.
Oliver Hurtado. Munda Pompeyana. Viaje arqueológico.—1 vol.
Hermosa: Una visita á Calatrava la Nueva.—1 vol.
Apuntes para la campaña del primer Cuerpo del Ejército del Norte en 1874 y 1875.—1 vol.
Torres Campos: Conferencia sobre viajes escolares.—1 vol.
Soria. Compañía Madrileña de Urbanización. Conferencia dada en el Ateneo Científico.—1 vol.
Textor L'Architecture dans l'Hindoustan.—1 vol.
Textor: La Poetesse Komati.—1 vol.
La Aritmética aplicada á la reforma monetaria y el sistema métrico legal de pesas y medidas.—1 vol.
La Llave: Memoria sobre los obreros dedicados á la industria militar á cargo del Cuerpo de Artillería.—1 vol.
La capitalidad militar de Andalucía.—1 vol.
La fábrica de Trubia.—1 vol.
Bremond: Memoria sobre el poder luminoso del gas.—1 vol.
Sorela: Alemania en Africa.—1 vol.
Sorela: Les possessions espagnoles du Golfe de Guinée.—1 vol.
Rodríguez y Arroquia: Estudios topográficos.—1 vol.
Sorela: Notas de una misión en la República de Liberia.—1 vol.
Sotorra: El Trono, defensa de la sabia ley sálica. Discurso.—1 vol.

(Se continuará.)

ASOCIACION FILANTROPICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DEL EJERCITO

BALANCE *de fondos correspondiente al mes de noviembre de 1908.*

	Pesetas.
Existencia en 31 de octubre...	53.254,02

CARGO

Abonado durante el mes:	
Por el 1.er Regimiento mixto..	82,60
Por el 2.° id. id.	108,40
Por el 3.er id. id.	99,65
Por el 4.° id. id.	»
Por el 5.° id. id.	101,60
Por el 6.° id. id.	77,65
Por el 7.° id. id.	78,10
Por el Regim. de Pontoneros..	87,70
Por el Bon. de Ferrocarriles..	71,75
Por la Brigada Topografica...	21,05
Por la Academia del Cuerpo..	140,10
En Madrid.....	803,80
Por la Deleg.n de la 2.a Region	116,50
Por la id. de la 3.a id.	102,65
Por la id. de la 4.a id.	96,85
Por la id. de la 5.a id.	87,90
Por la id. de la 6.a id.	84,75
Por la id. de la 7.a id.	68,15
Por la id. de la 8.a id.	53,85
Por la id. de Ceuta.....	28,45
Por la id. de Melilla.....	25,45
Por la Com.a de Mallorca.....	51,25
Por la id. de Menorca.....	36,20
Por la id. de Tenerife.....	51,15
Por la id. de Gran Canaria.	26,10
Intereses de las 50.000 pesetas nominales que, en títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100, existen depositadas en el Banco de España, y cobrados con cargo al cupón vencido en 15 del presente mes.....	500,00
Suma el cargo.....	56.256,07

	Pesetas

DATA

Pagado por la cuota funeraria del socio fallecido, coronel D. Jose Casamitjana y Cubero.....	3.000,00
Nómina de gratificaciones del escribiente y del cobrador..	110,00
Suma la data.....	3.110,00

Resumen.

Importa el cargo.....	56.256,07
Idem la data.....	3.110,00
Existencia en el día de la fecha	53.146,07

DETALLE DE LA EXISTENCIA

En el Banco de España en cuenta corriente.....	2.321,07
En el id. de id., en depósito, en títulos de la Deuda amortizable del 5 por 100, por precio de compra (50.000 pesetas nominales).....	50.825,00
Total igual.....	53.146,07

NOTA.—Durante el presente mes no ha ocurrido alteración alguna en el número de socios, existiendo, por tanto, los 668 que figuran en el balance de octubre último.

Madrid, 30 de noviembre de 1908.=El teniente coronel, tesorero, GUILLERMO DE AUBAREDE.=Intervine: El coronel, contador, JAVIER DE MANZANOS.=V.° B.° =El general, presidente, MARVÁ.

CONVOCATORIA

Con arreglo á lo dispuesto en el art. 19 del Reglamento de esta Asociación, y para los efectos que el mismo artículo determina, se celebrará Junta general ordinaria, en el local que ocupa la Sección de Ingenieros del Ministerio de la Guerra, el día 7 de enero próximo, a las cinco de la tarde.

Madrid 1.° de diciembre de 1908.—El General, Presidente, JOSÉ MARVÁ.

NOVEDADES OCURRIDAS EN EL PERSONAL DEL CUERPO

EN EL MES DE NOVIEMBRE DE 1908

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	Baja.
C.n	D. Luis Sárraga y Cubero, se le concede licencia absoluta en fin del mes corriente sin sueldo ni goce de uniforme.—R. O. 17 noviembre.—*D. O.* número 259.
	Ascensos.
	A Coronel.
T. C.	D. Pablo Parellada y Molas.—R. O. 2 noviembre.—*D. O.* número 246.
	A Tenientes coroneles.
C.e	D. Dionisio Delgado y Domínguez.—Id.—Id.
C.e	D. Fernando Plaja y Sala.—Id.—Id.
	A Comandantes.
C.n	D. Juan Díaz y Muela.—Id.—Id.
C.n	D. Manuel Mendicuti y Fernández Díez.—Id.—Id.
	A Capitanes.
1.er T.e	D. Fernando Falceto y Blecua.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Juan Aguirre y Sánchez.—Id.—Id.
	Cruces.
C.n	D. Ignacio de Castro Ramón, la cruz de San Hermenegildo, con la antigüedad de 6 de Mayo de 1808.—R. O. 3 agosto.—*D. O.* núm. 163.
C.n	D. Pedro Soler de Cornellá y Scandella, se le concede la cruz de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 31 de agosto de 1908.—R. O. 4 noviembre.—*D. O.* núm. 249.
C.e	D. Ramón Irureta-Goyena y Rodríguez, se le concede el abono de las pensiones anexas á una cruz del Mérito Militar, con distintivo rojo, que fué concedida por Real orden de 6 de marzo de 1900.—R. O. 17 de noviembre.—*D. O.* número 259.
C.n	D. Francisco Castells y Cubells, se le concede la cruz de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, con la antigüedad de 24 de agosto de 1908. R. O. 2 noviembre.—*D. O.* núm. 267.
C.n	D. Fermín de Sojo y Lomba, la cruz de 1.a clase del Mérito Militar, con distintivo blanco y pasador del profesorado, por haber cumplido el plazo de cuatro años en el cargo de profesor de la Academia de Ingenieros.—R. O. 28 noviembre.—*D. O.* núm. 270.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
C.n	D. Victoriano Barranco y Gauni, se le concede la gratificación anual de 600 pesetas á partir del 1.º del corriente mes, como profesor de la Academia.—R. O. 17 noviembre.—*D. O.* núm. 260.
1.er T.e	D. Julio García y Rodríguez, se le concede la gratificación anual de 450 pesetas, á partir de 1.º del actual, con arreglo á lo dispuesto en la Real orden de 22 de mayo de 1899.—R. O. 26 noviembre.—*D. O.* núm. 268.
	Destinos.
C.n	D. Silverio Cañadas y Valdés, se le concede la vuelta al servicio, debiendo permanecer de supernumerario hasta que le corresponda obtener colocación.—R. O. 5 noviembre.—*D. O.* núm. 250.
C.n	D. Rogelio Sol y Mestre, del Batallón de Ferrocarriles, á ayudante de campo del General de División D. José Gómez Pallete.—R. O. 7 noviembre.—*D. O.* núm. 251.
C.e	D. Victoriano García San Miguel y Tamargo, de ayudante del General de División don Juan Franco González, queda en situación de excedente en

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	la 7.ª Región.—R. O. 10 noviembre.—*D. O.* núm. 253.
C.ª	D. Manuel Jiménez Fuente, cesa en el cargo de ayudante de campo del General de Brigada D. Florencio Caula y Villar.—R. O. 11 noviembre.—*D. O.* núm. 254.
C.l	Sr. D. Luis Gómez de Barreda y Salvador, de la Comandancia principal de la 8.ª Región, á la Comandancia de Valladolid.—R. O. 16 noviembre.—*D. O.* núm. 258.
C.l	Sr. D. Pablo Parellada y Molas, ascendido, de la Comandancia de Valladolid, á excedente en la 7.ª Región.—Id.—Id.
T. C.	D. Adolfo del Valle y Pérez, de la Comandancia de Gerona, á la de Valladolid.—Id.—Id.
T. C.	D. Dionisio Delgado y Domínguez, ascendido, de reemplazo en la 1.ª Región, al 1.er Regimiento Mixto.—Id.—Id.
T. C.	D. Fernando Plaja y Sala, ascendido, del 7.º Depósito de reserva, á la Comandancia de Gerona.—Id.—Id.
C.e	D. Antonio Tavira y Santos, del 6.º Regimiento Mixto, al 7.º Depósito de Reserva.—Idem. Idem.
C.e	D. Juan Díaz y Muela, ascendido, del 1.er Regimiento Mixto, al 6.º ídem.—Id.—Id.
C.e	D. Manuel Mendicuti y Fernández Díez, ascendido, de las tropas afectas al Servicio de Aerostación y Alumbrado en campaña, á excedente en la 1.ª Región.—Id.—Id.
C.n	D. Celestino García Antúnez, de excedente en la 1.ª Región, á las tropas afectas al Servicio de Aerostación y Alumbrado en campaña.—Id.—Id.
C.n	D. Gonzalo Zamora y Andreu, del 5.º Regimiento Mixto, al 7.º ídem.—Id.—Id.
C.n	D. Silverio Cañadas y Valdés, de supernumerario en la 1.ª Región, que tiene concedida la vuelta al servicio, al 8.º Depósito de reserva.—Id.—Id.
C.n	D. José María de la Torre y García Rivero, de reemplazo en la 1.ª Región, al Batallón de Ferrocarriles.—R. O. 16 noviembre.—*D. O.* núm. 258.
C.n	D. Manuel Jiménez Fuente, excedente en la 6.ª Región, al 6.º Depósito de reserva.—R. O. 26 noviembre.—*D. O.* núm. 267.
C.n	D. Fernando Falceto y Blecua, ascendido, del Regimiento de Pontoneros, al 1.er Regimiento Mixto.—Id.—Id.
C.n	D. Juan Aguirre y Sánchez, ascendido, de la compañía de Telégrafos del 2.º Regimiento Mixto, al 5.º id.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Pascual Fernández Aceytuno y Montero, de la compañía de Telégrafos del 1.er Regimiento Mixto, á la del 2.º id.—Id.—Id.
C.n	D. Fernando Falceto Blecua, del 1.er Regimiento Mixto, á la Comandancia de Jaca, en comisión, conservando su actual destino.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Joaquín Tarazona y Aviñón, de la compañía de Telégrafos del 4.º Regimiento Mixto, al Regimiento de Pontoneros.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Rafael Aparici y Aparici, del 7.º Regimiento Mixto, á la compañía de Telégrafos del mismo.—Id.—Id.
1.er T.e	D. Luis Almela y Estrada, de la compañía de Telégrafos del 7.º Regimiento Mixto, al mismo Regimiento.—Id.—Id.
1.er T.e	D. José Molla y Noguerol, del 1.er Regimiento Mixto, á la compañía de Zapadores de la Comandancia de Ceuta, en comisión, conservando su actual destino.—Id.—Id.
T. C.	D. Luis Iribarren y Arce, de ayudante de campo del General de Brigada D. Fabriciano Menéndez Baizán, á ayudante de órdenes del mismo General.—R. O. 28 noviembre.—*D. O.* núm. 269.
C.e	D. Ramón Irureta-Goyena y Rodríguez, se le concede la vuelta al servicio activo, debiendo permanecer en su actual situación hasta que le corresponda obtener colocación.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	R. O. 30 noviembre.—*D. O.* núm. 270.
	Licencia.
C.n	D. César Cañedo-Argüelles y Quintana, se le concede un mes de licencia por asuntos propios para París (Francia), R. O. 5 noviembre.—*D. O.* núm. 250.
	Matrimonios.
C.n	D. Emilio Goñi y Urquiza, se le concede licencia para contraerlo con D.ª María Gálvez y Rubio de Villegas.—R. O. 5 noviembre.—*D. O.* núm. 250.
C.n	D. José González y Juan, ídem, íd., con D.ª Luisa Grenzner y Comes.—R. O. 17 noviembre. *D. O.* núm. 259.
C.n	D. Juan Carrascosa y Revellat, íd. íd., con D.ª María Mercedes Barrón y Velasco.—R. O. 24 noviembre.—*D. O.* núm. 265.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	PERSONAL DEL MATERIAL
	Destinos.
Dib.e	D. Manuel Fernández y López, á la Comandancia del Ferrol. Orden del Capitán General de la 8.ª Región.
M. T.	D. Pablo de la Granja Ruiz, se le nombra maestro de taller con el sueldo anual de 2.000 pesetas.—R. O. 29 noviembre. *D. O.* núm. 270.
M. T.	D. Pablo de la Granja Ruiz, á los talleres del Material de Ingenieros.—R. O. 30 noviembre.—*D. O.* núm. 270.
	Sueldos, haberes y gratificaciones.
Apar.	D. Agustín Castro y Muñoz, se le concede, á partir del 1.º del corriente mes de noviembre, el sueldo anual de 2.150 pesetas, por haber cumplido veinte años en el actual destino. R. O. 5 noviembre.—*D. O.* núm. 250.

Relación del aumento de la Biblioteca del Museo de Ingenieros.

Noviembre de 1908.

OBRAS COMPRADAS

Dictionnaire illustré des termes techniques en six langues. Vol. 4.º—Moteurs á combustion interne.—1 vol.

Letombe: Les Moteurs.—1 vol.

Bofarull: Colección de documentos inéditos del Archivo general de la Corona de Aragón.—Tomo 10.—1 vol.

L'Aéroplane des Fréres Wright.—1 vol.

Napoleón: Œuvres de Napoleón III.—Tomo 5.º—1 vol.

Claude: Air liquide, Oxygéne, Azote.—1 vol.

Vries: Espéces et variétés.—1 vol.

D'Adhémar: Exercices et leçons d'Analyse.—1 vol.

Turpain: La Télégraphie sans fil. (2.ª edición.)—1 vol.

Sattler: Traction Electrique.—1 vol.

Fuentes: Conde de Fuentes y su tiempo.—1 vol.

Gourgaud et Montholon: Mémoires pour servir à l'Histoire de France sous le régne de Napoléon.—Tomos 7.º, 8.º y 9.º—3 vols.

Paloque: Artillerie de Campagne.—1 vol.

Malifaud: Planchers Métalliques.—1 vol.

Guichot: Historia general de Andalucía.—Tomos 6.º, 7.º y 8.º—3 vols.

Anquetil: Compendio de la Historia Universal.—Tomos 1.º y 2.º—2 vols.

OBRAS REGALADAS

Balcells: La Observación Solar. — 1 vol.—Por el Observatorio del Ebro-Tortosa.

Cirera: Noticias del Observatorio y de algunas observaciones del eclipse de 30 de agosto de 1905.—1 vol.—Por el Observatorio del Ebro-Tortosa.

Rocchi: La Fortificazione permanente contemporanea.—1 vol.—Por el coronel de Ingenieros D. Joaquín de La Llave.

Iradier: La Caballería en los Ejércitos modernos.—1 vol.—Por la *Revista de Caballería.*

Barutell: Efecto térmico de la depuración en los motores de gas.—1 vol.—Por el autor.

Barutell: Consideraciones sobre el estado actual de los motores Térmicos. —1 vol.—Por el autor.

Observations des ascensions internationales.—Año 1906.—1 vol.—Por el autor.

Relación de las obras que pertenecieron al Excmo. Sr. General de División D. Angel Rodríguez de Quijano y Arroquia, y han sido regaladas por sus herederos á esta Biblioteca.

(Conclusión.)

Botella: Instrucción para la mejor inteligencia del mapa en relieve de España y Portugal.—1 vol.

Cerero: Estudio sobre la resistencia y estabilidad de los edificios sometidos á huracanes y terremotos.

Saavedra: Discurso leído ante la Real Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales.—1 vol.

Vilanova: Id. íd.—1 vol.

Pereda: Id. íd.—1 vol.

Pardo: Id. íd.—1 vol.

Arrillaga: Id. íd.—1 vol.

Palacios: Id. íd.—1 vol.

Cortázar: Id. íd.—1 vol.

Becerro de Bengoa: Id. íd.—1 vol.

Bosch: Id. íd.—1 vol.

Botella: Id. íd.—1 vol.

Archilla: Id. íd. -1 vol.

Vicuña: Id. íd.—1 vol.

Sáenz: Id. íd.—1 vol.

Verdes: Adelantos de la Artillería.—Conferencia.—1 vol.

Los Ríos: Discurso leído ante la Real Academia Española.—1 vol.

Madrazo: Id. íd.—1 vol.

Ruiz: Discurso leído ante la Real Academia de Ciencias Morales y políticas. —1 vol.

González: Id. íd.—1 vol.

Alonso Martínez: Id. íd.—1 vol.

Borbón: Discurso inaugural pronunciado en la solemne apertura de la Real Academia Española de Arqueología y Geografía.—1 vol.

Taboada y Alarcón: Discursos leídos en la Academia Médico-Quirúrgica Española.—1 vol.

Moret: Discurso leído en el Ateneo Científico y Literario de Madrid.—1 vol.

Reorganización militar 1893.—1 vol.

Relazione del rappresentante il Ministero della Guerra al Consiglio Superiore dei Lavori Geodedici dello Stato sui lavori dell'Istituto Geografico Militare.—1 vol.

Progressi fatti negli ultimi tempi dalla cartografia nei vari Stati di Europa e più specialmente in Italia.—1 vol.

Torres Campos: La Administración Militar suiza en la maniobras militares de 1891.—1 vol.

Torres Campos: El Congreso y la Exposición de Geografía de Berna en 1891.—1 vol.

Rodríguez Arroquia: Complemento á la Geometría descriptiva (original manuscrito y 2.ª edición).—4 vols.

Rodríguez Arroquia: Extracto del informe sobre la extensión que debe tener la enseñanza del dibujo militar en la Academia especial del Cuerpo.—1 vol.

Bernáldez: Noticias referentes á la organización y fuerza del Ejército de la confederación de Alemania del Norte.—1 vol.

Instrucción para el dibujo topográfico. —1 vol.

Zapata Descripción del cronógrafo Zapata.—1 vol.

Laville: Quatrième centenaire de la découverte de l'Amerique. Rapport sur les travaux du Comité du Var.—1 vol.

Scheda Leitfaden zum Gebrauche der Situations-Beichnungs-Schule.—1 vol.

Varios: Primer Congresso Geografico

Italiano. Relazioni su arcune tesi e comunicazioni da presentarsi alla Sezione prima, seconda e terza del Congresso.—3 vols.

Croizier: Notice des manuscrits Siamois.—1 vol.

Seddler: La infantería, la artillería y la caballería alemanas en el combate y fuera del campo de batalla durante las campañas de 1870 71.—1 vol.

Vasselot: Recherches sur l'art français.—1 vol.

The Anglyta decoration.—1 vol.

Saint-Saud: Contribution à la carte des Pyrénées espagnoles.—1 vol.

Shelly: Memoria dirigida al Ministerio de la Guerra.—1 vol.

Spínola: Crítica de la obra del Sr. Fernández de Bethencourt.—1 vol.

Ribera: Hormigón y cemento armado. Mi sistema y mis obras.—1 vol.

Richoux: Etude sur les changements de voies.—1 vol.

Granges: Quatrième centenaire de la découverte de l'Amerique. Rapport sur les travaux du Comité de la Loire-Inferieure.—1 vol.

Durán: Trovas á la Reina Nuestra Señora. —1 vol.

Organización militar según el terreno. —1 vol.

Prieto: Breves apuntaciones para trazar un juicio de la obra titulada *Reflexiones militares*.—1 vol.

González: La crisis agrícola. Discurso pronunciado en el Senado.—1 vol.

Del Solar: El Perú de los Incas. Conferencia en el Ateneo de Madrid.—1 vol.

Los cañones de Bange.—1 vol.

Reseña de los reconocimientos practicados en el coto minero San Juan, Porvenir de la Industria y Esperanza. —1 vol.

Bruna: La supresión de la masita del sol lado.—1 vol.

Botella: Geografía mofológica y etiológica.—1 vol.

¡El Rey ha muerto! ¡Viva el Rey!—1 vol.

García Gutiérrez: El Rey de España Amadeo I.—1 vol.

Velázquez: ¡Bendita sea la guerra!—2.ª edición.—1 vol.

Botella: La ciudad encantada.—1 vol

Mesa: Informe facultativo sobre varias minas de plomo.—1 vol.

Hernández-Agero: Procedimientos modernos para el saneamiento de las poblaciones.—1 vol.

Estatutos de la Santa Iglesia Prioral de las cuatro órdenes militares.—1 vol.

Silva: A escravatura na Europa e na Africa a proposito da conferenzia de Bruxellas.—1 vol.

La remonta de la Caballería con yeguas y caballos capones en sustitución de los enteros.—1 vol.

Mac-Pherson: Memoria sobre la estructura de la serranía de Ronda.—1 vol.

Memoria histórico-facultativa de las fortificaciones y edificios militares de Pancorbo desde 1794 hasta 1828, precedida de una introducción y noticia biográfica del autor.—1 vol.

Primo de Rivera: Memoria dirigida al Senado acerca de su gestión en Filipinas.—1 vol.

Informe sobre el Censo de Cuba de 1899. —1 vol.

Modelos sobre la manera de ejecución de la carta topográfica de Francia.—1 vol.

Album de fotografías de material de Artillería.—1 vol.

Vasch: Plane zur theorie der Bergzeichung.—1 vol.

Datos estadísticos correspondientes á 1887 88, 89-90, 90-91 y catastro de las minas productivas 1890-91.—4 vols.

Map of part the Pyrinees.—1 vol.

Ward: Derrotero del Golfo de Aden.—1 vol.

Elorza: Experiencias verificadas en Lieja con bronce fosforoso.—1 vol.

Plarr: La France à Moscou. Exposition de 1891.—1 vol.

Difiniciones de la Orden y Cavalleria de Calatrava.—1 vol.

Lacál: El Libro de Honor.—1 vol.

Roldán: Estudio estratégico de la Península Ibérica.—1 vol.

Teruel: Órdenes militares.—1 vol.

El hecho y el derecho.—1 vol.

Cos-Gayon: Crónica del viaje de SS. MM. á Andalucía.—1 vol.

Tofiño de San Miguel: Atlas marítimo de España.—1 vol.

Marín: Destrucción del arrecife de Hallet's. Point en New York.—1 vol.

Lucini: Tablas para el cálculo de superficies.—1 vol.

Cortijo: La Caballería en los ejércitos modernos.—1 vol.

Bertrand: La liberté des mers.-3 vols.

Tramagal: Apparecimento dos hespanhoes e portuguezes na America.—1 vol.

Marcas del ganado caballar.—1 vol.

Boyer: Manuel du porcelainier, du faiencier &.—2 vols.

Biston: Manuel du chauffournier.-1 vol.

Huot: Manuel de Géographie physique. —1 vol.
Etienne: Manuel du terrassier &.—1 vol.
Elorza: Memoria sobre la Artillería destinada á la defensa de las costas. —1 vol.
Elorza: Noticia sobre la Artillería de diferentes naciones.—1 vol.
González: Tratado de varias aguas minero-medicinales de España.-1 vol.
Cervantes: O Enghenoso Fidalgo Don Quichote de la Mancha.—2 vols.
Coll: Monografía histórica del Centro del Ejército y de la Armada.—1 vol.
Beltrán: La Polinesia.—1 vol.
Benot: Método Ollendorf para aprender francés.—2.ª edición.—2 vols.
Botella: Consideraciones geográfico-militares al mapa de España y Portugal.—1 vol.
Breve reseña del empleo de la Artillería en la campaña de Schleswig.—1 vol.
López: Manual de procedimientos jurídico-militares.—5.ª edición.—1 vol.
Táctica de Artillería. Instrucción de batería y regimiento.—1 vol.
Villegas: Santoña.
Ozanam: La Trigonometrie rectilinée et spherique.—1 vol.
Montero: Historia de Costa Rica.—1 vol.
Montero: Geografía de Costa Rica.—1 vol.
Détroyat: Réponse au Mémoire de M. Alexandre Léon contre la ligne projetée de Bayonne à Pampelune par les Alduides.—1 vol.
Gándara: Ideas sobre disciplina y organización militar.- 1 vol.
Reiguera: Manual del tenedor de Deuda amortizable al 2 por 100.—1 vol.
Alsamora: Tratado elemental de Perspectiva.—1 vol.
D'Adhémar: Tramways ou chemins de fer à chevaux.—1 vol.
Castellón: Los Alfonsos en España.—1 vol.
Moreno: Carta pastoral sobre cumplimiento del Santo tiempo de Cuaresma.—1 vol.
Araujo: Os açores a Colombo.—1 vol.
Extracto de la Memoria relativa á los ferrocarriles de Madrid á San Martín, Béjar y Boadilla.—1 vol.
Puerto de Barcelona. Obras para su ensanche y mejora.—1 vol.
Ordenanza para el Real Colegio de San Telmo de Málaga.—1 vol.
Ordenanza de S. M. en que se prescriben las reglas, que deben observar el Capitán del Puerto de Cádiz y sus ayudantes.—1 vol.
Bravais: Géographie physique et Physique du sol.—1 vol.
Ferrocarril de los Alduides. Documentos relativos á esta línea y á los estudios de prolongación de la de Zaragoza á Alsásua.—1 vol.
Medrano: La trayectoria.—1 vol.
Martínez Unciti: ¡Inglaterra señora del Mundo!—1 vol.

ÍNDICE