

REVISTA EXTRANJERA

Puente levadizo en Syracuse sobre el canal Erie (Estados Unidos).

Este puente, descrito por M. Arthur Hayden en el *Engineering News Record*, no tiene más que una longitud de 13,72 metros, pero está complicado por una oblicuidad de 23° y el terreno encima del contrapeso ha tenido que permanecer fijo en lugar de formar parte del cuadro móvil. Las grandes vigas están soportadas por unos muñones cuyos ejes están en una línea paralela al paramento del estribo. Cuando se abre, las grandes vigas no giran en su plano medio y es necesario hacer móvil con el tablero una porción triangular de la calzada detrás de los muñones para asegurar el desarrollo del movimiento de rotación.

Dos motores eléctricos de 20 caballos colocados en un extremo del contrapeso mueven los muñones por el intermedio de engranajes.

La corriente eléctrica se transmite por un túnel establecido bajo el lecho del canal.

En Suecia, según el autor, el mismo problema del puente levadizo oblicuo se ha resuelto de un modo diferente para el paso del canal en Jonköping, disponiendo el tablero en la forma de un trapecio rectángulo, siendo entonces el eje de rotación normal a los planos medios de las grandes vigas, pero no se trata más que de una abertura de 10 metros.

Mejoras necesarias en varios puntos de los ferrocarriles holandeses.

M. P. A. Arriens, que es jefe del movimiento de la Sociedad de los ferrocarriles holandeses, examina en *De Ingenieur* las mejoras previstas ó que han de realizarse en los puntos recargados de las estaciones de Amsterdam, Hilversum Rotterdam, Utrecht, y las ventajas que hay que esperar de la electrificación de diversas líneas que terminan en estas estaciones.

El viaducto de Lethbridge (Canadá).

Este viaducto, construido sobre el Canadiam Pacific Railway y descrito por la *Engineering*, es el puente más largo y más elevado del mundo; su longitud es de 1.624 metros y su altura sobre el nivel del agua de 93,57 metros.

Es una obra de acero: comprende 44 tramos rectos de 20,42 metros de longitud, 22 tramos rectos de 30,17 y una viga de 50,90 metros.

Los soportes están formados por pilares metálicos; los macizos de hormigón, sobre los cuales descansan, tienen como fundación pilotes de hormigón cuya longitud varía de 3,66 á 6,10 metros. El peso del acero es de 12.300 toneladas.

Las instalaciones para proveer de agua potable á la ciudad de Bangkok (Siam).

La ciudad de Bangkok, capital del reino de Siam, está situada á orillas del Menam, á 40 kilómetros, próximamente, de la desembocadura del río siguiendo sus sinuosidades y á 22,5 kilómetros en línea recta.

Se extiende á lo largo de la orilla izquierda en una longitud de más de 10 kilómetros y en una profundidad de 3 á 4 kilómetros; pero la ciudad propiamente dicha, donde la población es más densa, comprendida entre el río y el gran canal de Padung, se extiende en una longitud de 6.500 metros con una superficie de 8 á 9 kilómetros cuadrados (fig. 1.^a).

La población total está comprendida entre 500.000 y 600.000 habitantes.

La ciudad está surcada por numerosos canales, por los que se

hace la mayor parte del tráfico, cuyos tres principales forman, por decirlo así, brazos del río; estos tres canales se comunican entre sí por gran número de canales secundarios.

La ciudad está situada en una inmensa llanura de aluvión, á una altitud de 4,25 metros solamente sobre el nivel medio del mar, de modo que en ciertas épocas del año el flujo del mar se hace sentir hasta á 30 kilómetros agua arriba de la población, viniendo á ser salobre el agua del río. El suelo es arcilloso y varios sondeos han mostrado que la capa superior de arcilla aluvionaria tiene un espesor de 30 á 40 metros.

Bangkok está situado á $13^\circ 58'$ de latitud Norte. Su clima es, pues, tropical y las estaciones poco marcadas. El año se divide en dos estaciones: la de las lluvias, que dura desde Mayo hasta Diciembre, y la seca los meses restantes.

Hasta 1914, año en que se inauguró la distribución de agua potable, no se empleaba para la alimentación más que el agua

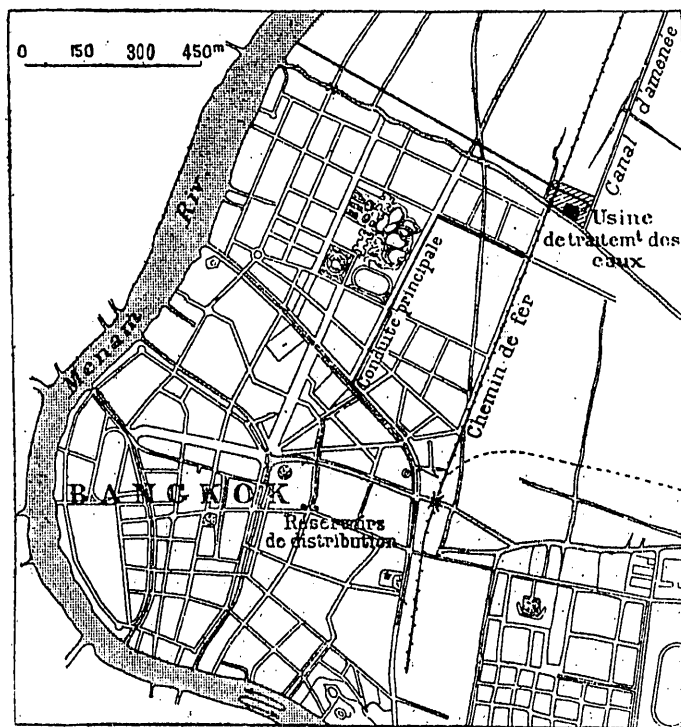


Fig. 1.^a

del río ó de la lluvia, para las cuales tenían las casas las instalaciones primitivas apropiadas. Pero la mayor parte de la población indígena usaba directamente el agua del río ó de los canales.

Como éstos no servían solamente para la navegación, sino que recibían todos los detritus y basuras de los habitantes establecidos en sus orillas, puede formarse una idea del deplorable estado sanitario de la ciudad. El cólera era en ella endémico, y sobre todo á fines de la estación seca causaba enormes estragos en la población indígena.

En 1903 un Ingeniero inglés perforó un pozo artesiano en la ciudad de Prapatome, á 50 kilómetros al Oeste de Bangkok y otro en esta última población, pero el agua que salía de estos pozos era de muy mediana calidad y además tan escasa que hubiera sido necesaria la apertura de un gran número de pozos, con los considerables gastos consiguientes, para poder abastecer á la ciudad; á consecuencia de esto el Gobierno siamés se decidió por la solución que vamos á describir resumiendo el artículo publicado en *Le Génie Civil* por el Ingeniero de Artes y Manufacturas M. L. Robert de la Mahotière.

CONDICIONES GENERALES DEL PROYECTO.—La ausencia completa de manantiales ó de valles susceptibles de transformarse en depósitos por medio de una presa no dejaba otro recurso que el del río. Pero como sus aguas no solamente están contaminadas, como hemos dicho, sino que vienen á ser salobres durante varios meses del año, no había más remedio que tomar las aguas del río á unos 30 kilómetros agua arriba de la ciudad, donde se conservan constantemente dulces y llevarlas por medio de un canal hasta Bangkok para filtrarlas y depurarlas antes de ser distribuidas en la población.

El sistema de filtración y depuración elegido, después de minuciosos estudios, fué el de filtros de arena rápidos, del sistema americano Jewell, que se ha empleado ya en numerosas poblaciones.

Sus ventajas son muchas y su funcionamiento es de una gran sencillez como luego veremos.

Como el terreno de la población y de sus cercanías es absolutamente llano, era imposible establecer un depósito á una altura suficiente para tener la presión necesaria para la distribución; se imponía, pues, la construcción de una ó varias torres-depósitos en el centro de la ciudad.

En fin, los numerosos canales que surcan la población tenían

importancia á causa de la pequeñísima pendiente de que se podía disponer.

La toma de agua está á 2.500 metros de la esclusa. Su anchura en el fondo es de 10 metros, y en la superficie de 20; su longitud es de 25.700 metros hasta su unión con el canal Samsen. En su recorrido atraviesa otros cinco canales transversales, que ha habido que salvar con sifones. Se ha tenido que construir una esclusa de puerta automática, cerca de su desembocadura en el canal Samsen, para evitar que entren las aguas de éste. Una cañería de cemento armado, de 1,10 metros de diámetro, lleva las aguas del canal á los pozos de las bombas alimentadoras.

Además de este canal de llegada se ha construido una cañería de cemento armado de 1,10 metros de diámetro entre la fábrica y el río, de manera de poder llevar las del río al pozo de las bombas independientemente del canal en la estación de las lluvias, cuando ya no se hace sentir el efecto de la marea, ó bien en caso de reparación del canal. Unas puertas especiales permiten cerrar ó abrir la comunicación de la cañería ó del canal con el pozo de las bombas.

Bombas.—Su potencia se ha calculado para un consumo diario de 25.000 metros cúbicos. La instalación (fig. 2.^a, corte transversal, y 3.^a, plano parcial) comprende:

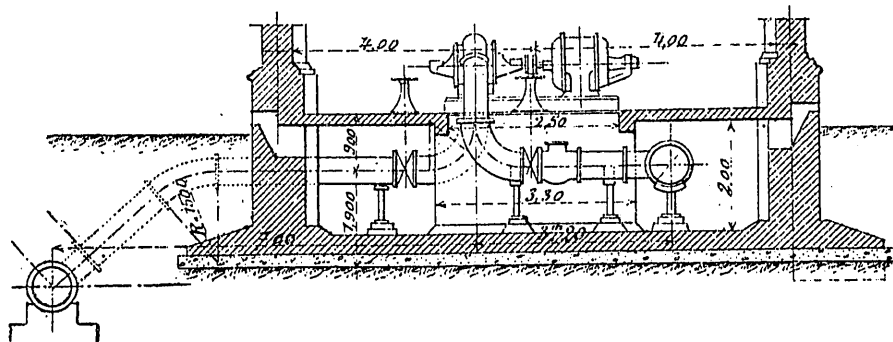


Fig. 2.^a

que hacer difícil la colocación de las cañerías, debiéndose hacer la travesía de estos canales casi siempre por medio de sifones.

En cuanto á la fuerza motriz debía suministrarse por la estación central eléctrica, establecida por el Gobierno siamés.

Descripción general de la fábrica.—La fábrica está situada á las orillas del canal Samsen, al lado septentrional, á una distancia de 2.800 metros del río y al lado del canal de llegada de las aguas brutas.

Las instalaciones comprenden el edificio de las bombas alimentadoras y de impulsión, el del sulfato de alúmina empleado para la precipitación, los estanques de decantación, el edificio de los filtros, un gran depósito subterráneo de agua filtrada y otras construcciones accesorias, ocupando el conjunto una superficie de 4 hectáreas.

Se ha previsto la ampliación posible de la instalación, dejando el sitio necesario para poder duplicar los principales aparatos.

Canal de llegada de las aguas brutas.—El sitio escogido para la toma de agua está en un antiguo brazo del río, de una longitud de 21 kilómetros, próximamente. Se ha construido una esclusa á un kilómetro, aproximadamente, de su desembocadura meridional, y se ha establecido una presa hacia la mitad de su longitud, en su punto más aproximado al río, con el cual se le puso en comunicación por un pequeño canal, provisto de una puerta automática, que se abre en el momento de las altas aguas.

Se ha formado así una especie de embalse de 8.500 metros de longitud, de 40 á 60 de anchura y de 20 de profundidad, en el cual las aguas fangosas del río experimentan un principio de clarificación; se han sustraído también á los cambios periódicos nivel, debidos á las altas y bajas aguas, lo que tenía una gran

1.º Dos bombas alimentadoras destinadas á enviar el agua del canal á los estanques de decantación. Son bombas centrífugas que giran á la velocidad de 730 vueltas por minuto. Pueden suministrar cada una 340 litros por segundo á una altura de 9 metros. Una sola basta para suministrar el agua necesaria, y aún más, á fin de tener en cuenta las pérdidas que se producen. La segunda bomba está de reserva.

2.º Tres bombas elevadoras, que expulsan el agua filtrada en los tubos de distribución y en los depósitos de la ciudad. Son también centrífugas y giran á razón de 960 vueltas por minuto. Cada una de ellas puede suministrar 235 litros por segundo á la presión de 33 metros. Se han calculado de modo que dos sean suficientes, aun en las horas de mayor servicio.

Cada bomba se une directamente á un motor trifásico que funciona á 3.500 voltios y 50 períodos. Los motores de las bombas alimentadoras tienen una potencia normal de 60 caballos y los de las elevadoras de 160.

La carga de las bombas se efectúa por medio de una pequeña bomba de aire de 200 milímetros de diámetro y 200 de recorrido y gira á razón de 180 vueltas por minuto; está movida por un motor trifásico de 3,5 caballos á 100 voltios y 50 períodos, dando 960 vueltas por minuto. La transmisión se hace por una correa.

El edificio que contiene á la instalación tiene 40 metros de longitud y 10 de anchura.

FILTRACIÓN Y DEPURACIÓN.—Como ya hemos dicho, estas operaciones se hacen por el sistema Jewell por las ventajas que presenta sobre los filtros ordinarios de arena.

En efecto, mientras que en estos últimos la velocidad de filtración no debe exceder de 10 centímetros para que esté asegurado su buen funcionamiento, debiendo permanecer constante esta velocidad en los filtros Jewell, la velocidad puede llegar de 4,60 á 5,75 metros con un resultado tan bueno ó mejor; por otra

parte, esta velocidad puede modificarse sin ningún inconveniente.

Resulta de aquí que el sitio ocupado por los filtros Jewell está considerablemente reducido. Su lavado se hace mecánicamente, sin ningún contacto de los trabajadores con los filtros. El espacio reducido que ocupan permite colocarlos a cubierto en un edificio al abrigo del sol y del polvo, lo que es muy importante, sobre todo en los países tropicales; en fin, cada filtro

está provisto de una serie de llaves que sirven para dosificar la cantidad de solución según las necesidades.

De estas llaves corre la solución por una serie de tubos verticales que llevan encima un embudo, á un tubo de plomo, cuyo extremo desemboca en la cañería de expulsión de las aguas brutas en los estanques de decantación.

La cantidad de sulfato de alúmina necesario para obtener una buena clarificación depende de la naturaleza del agua bru-

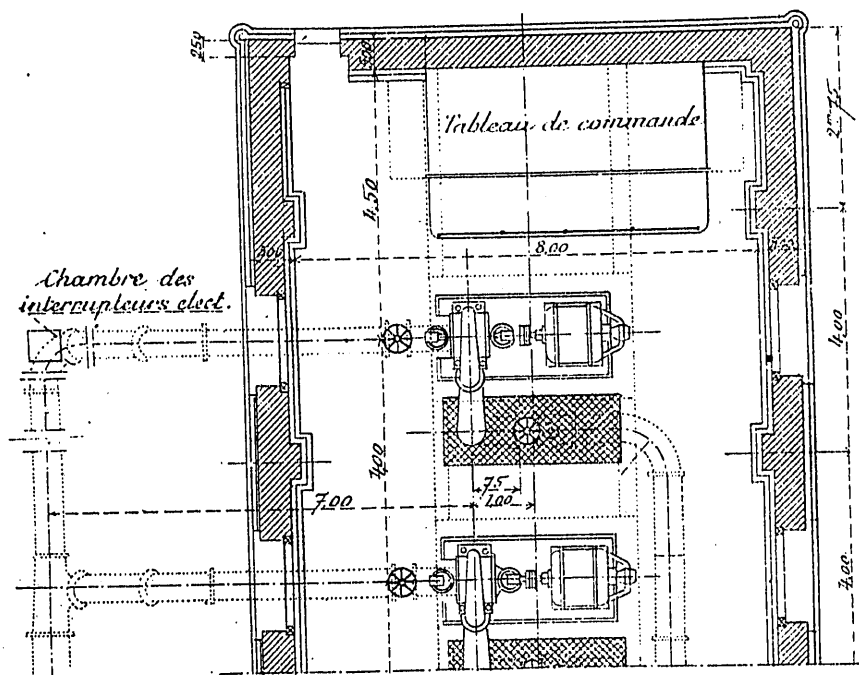


Fig. 3.ª

está provisto de un aparato muy sencillo y poco voluminoso para regular la velocidad de filtración, que permanece constante cualquiera que sea el estado de obstrucción del filtro.

Por otra parte, esta velocidad puede regularse y variar á voluntad entre ciertos límites. Es necesario también notar que como el agua bruta sufre en este sistema un tratamiento preliminar, basta una permanencia muy corta en los estanques de decantación, y éstos, por lo tanto, pueden ser muy reducidos.

El sistema de los filtros Jewell está fundado en el empleo del sulfato de alúmina, que se mezcla en muy ligera cantidad con el agua bruta antes de enviarla a los estanques de decantación. En éstos la mayor parte de las materias en suspensión se deposita rápidamente; el agua sale de ellos en un estado muy avanzado de clarificación, dirigiéndose después á los filtros que terminan la clarificación y depuración. El procedimiento comprende, pues, tres operaciones distintas: tratamiento preliminar de las aguas brutas por el sulfato de alúmina, decantación y filtración.

Tratamiento de las aguas brutas por el sulfato de alúmina.—El sulfato de alúmina se mezcla al agua bruta en el estado de solución muy diluida. Esta solución se efectúa en tres grandes cubas de madera de 2,40 metros de diámetro, colocadas en el piso superior del edificio. Cada cuba se pone alternativamente en servicio mientras que las otras dos están en preparación.

El sulfato de alúmina preliminarmente pesado se coloca en una caja poco profunda fijada en la parte superior de las cubas, al mismo tiempo que se llena la cuba de agua hasta cubrir la caja que contiene la sal; la disolución se facilita agitando el agua por medio de un compresor de aire que hace que éste penetre en el fondo de la cuba.

La solución corre por unos tubos de ebonita á una cajita rectangular de madera donde se mantiene el nivel constante por medio de una llave de flotador; esta caja está además provista de un aliviadero y de una rejilla de cobre colocada delante del orificio de salida.

De esta caja pasa la solución á un tubo horizontal de ebo-

ta y del tiempo empleado en la decantación; en Bangkok se han obtenido excelentes resultados con 22 á 25 gramos de sulfato por metro cúbico de agua y una permanencia de dos horas en los estanques de decantación.

Estanques de decantación.—Son cuatro adosados entre sí y ocupando un espacio rectangular de 25,60 $\times$ 20,80 metros. Cada estanque tiene 22 metros de longitud, 5 de anchura y 6,70 de profundidad media. Están divididos en cuatro compartimientos por tabiques verticales transversales que tienen aberturas alternativamente arriba y abajo, de modo de aumentar el recorrido del agua y facilitar así el depósito de las materias en suspensión.

Los tubos que llevan el agua bruta desembocan por bajo de un conducto vertical de 1,20 metros de anchura, colocado enfrente de los estanques y en el cual la agitación del agua produce la mezcla perfecta del sulfato de alúmina. Después de haber recorrido los cuatro compartimientos del estanque, el agua pasa ya muy clarificada por un conducto vertical de 1,20 metros de anchura, por debajo del cual desembocan los tubos por donde corre directamente á los filtros.

Estos estanques han sido contruídos de cemento armado.

Filtros.—Los filtros (figuras 4.ª y 5.ª) son doce, dispuestos en dos filas paralelas de seis. Son de palastro de acero, de forma circular, de 5,18 metros de diámetro y 2,30 de altura. Contienen una capa de arena de 90 centímetros de espesor que descansa sobre una capa de grava fina. Su funcionamiento es el siguiente: el agua que sale de los estanques de decantación llega por un tubo *T* (fig. 5.ª) de 305 milímetros de diámetro á un espacio anular *E* de 146 milímetros de anchura que rodea la parte superior del filtro, y se vierte por todo el perímetro de la superficie de la arena.

La llegada del agua se regula por un regulador de flotador *r* que, por el intermedio de la varilla *t*, actúa sobre una válvula circular del interior del tubo. Después de haber atravesado la capa de arena, el agua filtrada corre á través de un sistema de

902 pequeñas cribas de bronce atornillados sobre unos tubos de hierro *H* que ocupan todo el fondo del filtro; estos tubos están cerrados en sus extremos superiores y atornillados en su otro extremo á un tubo central *H* de 20 centímetros de diámetro, por donde el agua filtrada corre fuera del filtro. Todos estos tubos están envueltos por una capa de hormigón con un enlucido de

sencilla y se efectúa del modo siguiente: se cierran las compuertas de llegada del agua decantada y de salida del agua filtrada, después se abre la compuerta de evacuación para hacer correr el agua contenida en el espacio anular hasta no dejar en el filtro más que el agua que cubre la arena hasta el reborde interior del espacio anular.

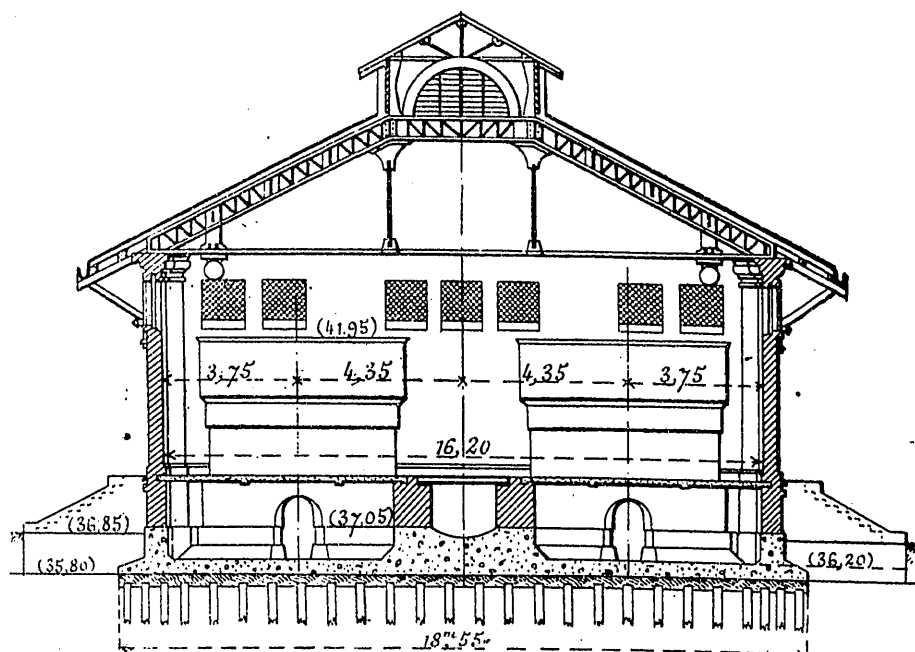


Fig. 4.ª

cemento, de manera de no dejar libre más que la superficie superior de las cribas, y sin que haya ningún vacío en el fondo del filtro.

Al salir del filtro, el agua corre por un gran regato central cubierto que se extiende entre las dos filas de filtros, y de aquí pasa por un tubo á un gran depósito subterráneo, donde se al-

Se abre entonces la compuerta de lavado; el agua filtrada llega bajo presión al tubo central del fondo, atraviesa las cribas y toda la masa de arena y corre en el espacio anular, arrastrando con ella todo el fango que se ha depositado en la superficie de la arena.

Al mismo tiempo se pone en movimiento un rastrillo *R* for-

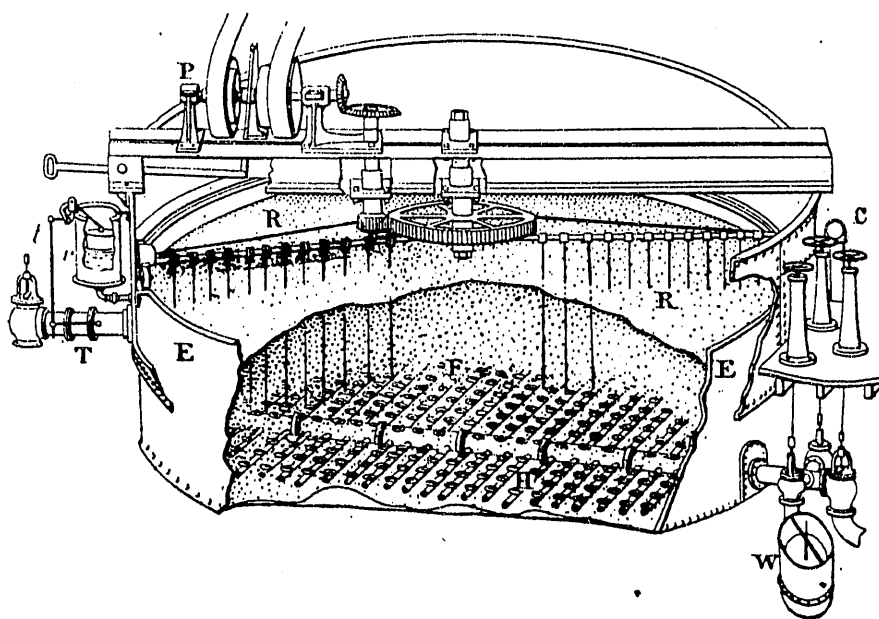


Fig. 5.ª

macena; pero antes de entrar en el regato central pasa por un regulador automático *W*, que sirve para regular la presión y mantener una corriente constante.

La pérdida de presión que se produce por la obstrucción creciente del filtro se indica automáticamente sobre un cuadrante de aguja *C* por una cadena de contrapeso. Esta aguja indica el momento en que se debe proceder á la limpieza del filtro.

Esta se hace generalmente una vez al día; es muy rápida y

mado de dos brazos horizontales, armados de dientes verticales que raspan la parte superior de la capa de arena.

Suministra la fuerza motriz un motor eléctrico de 12 caballos que transmite el movimiento á dos árboles horizontales que están sobre los filtros, sobre los cuales se acuan las poleas de gobierno *P*.

La limpieza dura cinco ó seis minutos.

(Continuad.)