

EL ABASTECIMIENTO DE AGUAS DE EL CAIRO

Por JUAN DELGADO MORALES,
Ingeniero de Caminos.

Presenta el autor una descripción de las instalaciones de filtración y depuración de aguas del Nilo y de su desarrollo a lo largo del tiempo, y al final reseña las características de otros abastecimientos de agua rurales en Egipto.

La capital del moderno Egipto, población de más de dos millones de habitantes, ofrece un interesante ejemplo de estación depuradora de agua. pues, construída en 1910, no ha dejado de sufrir ampliaciones hasta nuestros días, recogiendo en las sucesivas ampliaciones las mejoras que se han ido introduciendo en la técnica de la depuración de aguas.

La "Société des Eaux du Caire" es una Sociedad Anónima egipcia, concesionaria de la distribución de aguas en la mayor parte de los barrios de la ciudad, a la que suministra unos 280 000 m.³ diarios de agua elevada del Nilo.

Características del agua del Nilo. — El agua del

Nilo presenta todos los años aproximadamente las mismas características durante el periodo de las aguas bajas, es decir, entre noviembre y finales de julio. El agua contiene de 50 a 80 p. p. m. de materias sólidas en suspensión, y de 180 a 220 p. p. m. de sales sólidas. La alcalinidad del agua varía de 100 a 150 mgr. por litro y es debida a la presencia de bicarbonato. El cloruro de sodio que contiene es inferior a 60 p. p. m.

En los meses de febrero, marzo y abril aparecen, a veces durante periodos de dos a tres semanas, una gran cantidad de algas que son inodoras e insípidas, pero que producen el efecto de colmatar muy rápida-

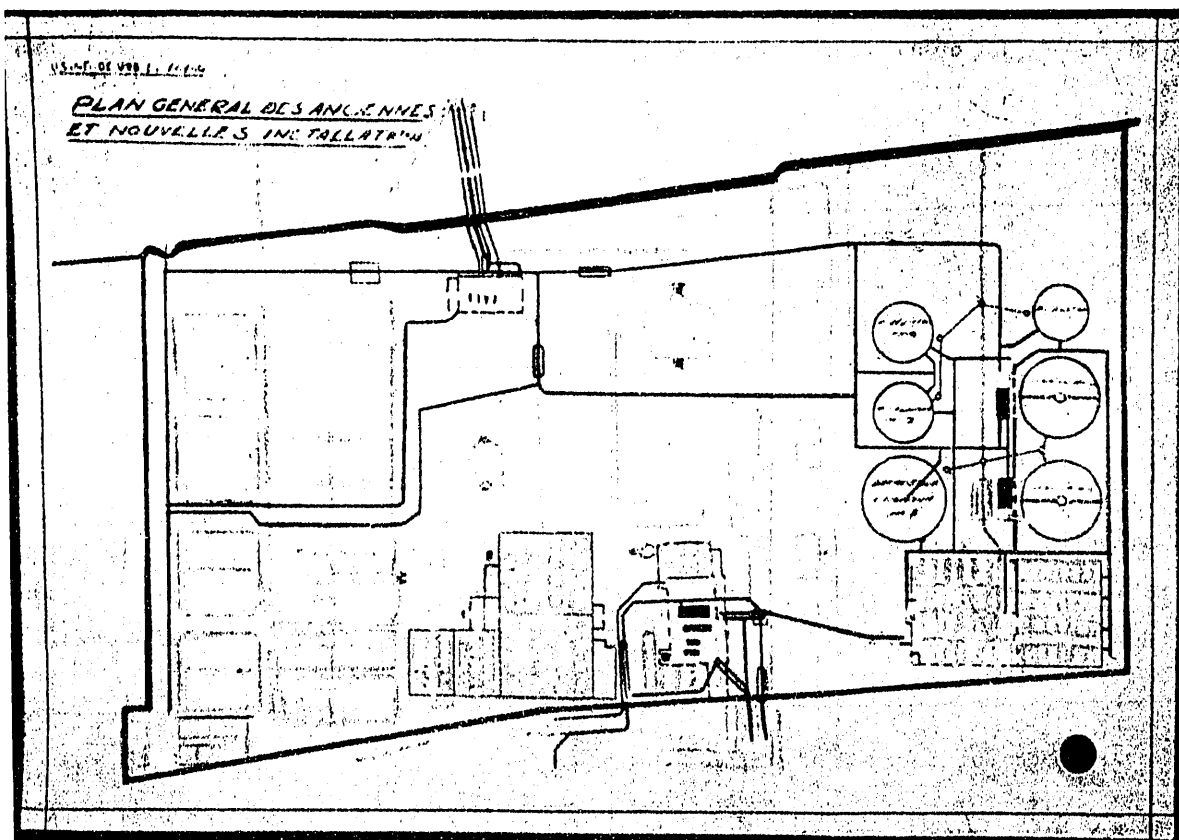


Foto núm. 1. — Planta general de la estación de Rod-el-Farag.

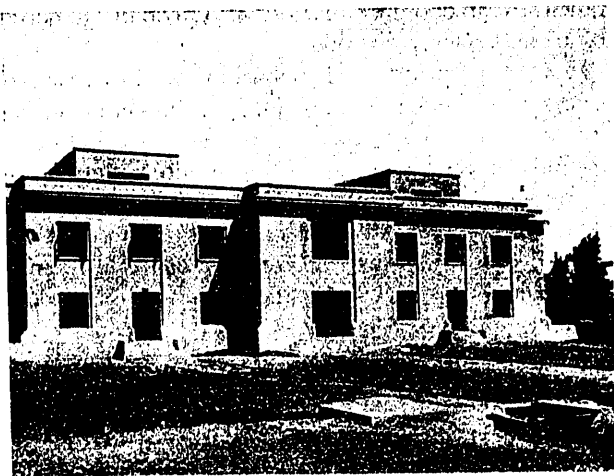


Foto núm. 2.—Edificio principal de la estación.

mente los filtros. En junio y julio, el agua del Nilo contiene, en menor o mayor cantidad, algas verdes que comunican al agua mal olor y mal sabor.

Crecida del Nilo.— La crecida del Nilo comienza, generalmente, a primeros de agosto y no alcanza el máximo hasta septiembre. Las materias en suspensión aumentan muy rápidamente y alcanzan más de 4 000 mgr. por litro, es decir, 8 000 a 10 000 p. p. m. en la escala de sílice. En 1951, la turbidez del agua alcanzó 4 594 p. p. m. en peso y 17 500 en la escala de sílice. Las sales solubles disminuyen en ese momento alrededor de 140 p. p. m. La alcalinidad del agua bruta tiene un valor medio de 100 p. p. m. y el pH es aproximadamente de 8,1.

Las materias en suspensión se componen principalmente de partículas de arcilla, arena y de un gran número de materias coloidales durante el primer período de la crecida.

Estación de Rod-el-Farag.

Esta planta, que eleva el agua directamente del Nilo, está dividida en dos partes que trabajan en paralelo: la parte Sur, que comprende las instalaciones antiguas y produce unos 100 000 m.³ diarios, y la Norte, con las modernas instalaciones, que distribuye 180 000 m.³ por día. La foto núm. 1 nos muestra la planta general de la estación, y la núm. 2, el edificio principal.

Instalación Sur.— Consta de los siguientes elementos:

a) Nueve tanques de sedimentación, rectangulares, de 4 014 m.³ cada uno, construidos entre 1910 y 1923.

b) Cuatro clarificadores de tipo Dorr-Oliver, cuadrados, teniendo cada uno una capacidad de 6 285 m.³, construidos entre 1918 y 1937.

Estos clarificadores fueron construidos para aumentar la eficacia de los primitivos tanques de sedimentación y trabajan en serie con ellos, es decir, que el agua bruta pasa primero a los clarificadores y después a los tanques de sedimentación, donde continúa la decantación. El tiempo de retención total es de unas ocho horas.

Como último perfeccionamiento añadido a esta parte de la instalación, los dos clarificadores Dorr núm. 3 y 4 han sido equipados con sendos floculadores de una capacidad de 530 m.³ cada uno.

Hasta 1952, la solución de alúmina destinada a la coagulación del agua se inyectaba en la tubería de impulsión de las bombas de agua bruta. En la actualidad, el coagulante se dosifica exactamente a la entrada del agua bruta en cada uno de los tanques.

En los clarificadores, los fangos se depositan en el fondo y son evacuados continuamente hacia una bomba que los eleva al desagüe, mientras que en los tanques van depositándose en el fondo, que carece de evacuación automática, lo que obliga a vaciar totalmente estos tanques, por lo menos cuatro veces al año, para proceder a la extracción de dichos fangos, con los consiguientes gastos y entorpecimiento en el servicio.

Instalación Norte.— En las modernas instalaciones se ha tendido ya a la decantación acelerada, unificando los procesos de floculación y clarificación, lo que lleva consigo una gran disminución de la obra de fábrica y un mayor rendimiento de las instalaciones, como puede comprobarse fácilmente en el plano de la estación y comparando los caudales de ambas instalaciones, citados más arriba. Además, la calidad del agua obtenida es muy superior en la parte moderna que en la antigua, lo que se traduce en un más desahogado trabajo de los filtros.

Consta esta parte de los siguientes elementos:

a) Dos decantadores circulares de 35 m. de diámetro.

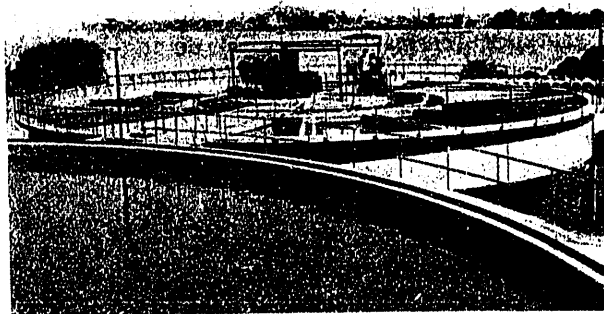


Foto núm. 3.—Decantador Acelerator de 23,50 m. de diámetro.

metro (núms. 5 y 6 del plano), de tipo Paterson, teniendo cada uno una capacidad de 4 815 m.³. Tienen un rastrillo diametral que gira lentamente, y están equipados con floculadores. Su caudal es de 25 000 metros cúbicos por día cada uno y están en funcionamiento desde abril de 1948.

b) Un decantador de tipo Accelerator, de 23,50 m. de diámetro (núm. 7 del plano), con un caudal nominal de 1 200 m.³/hora, pero pudiendo alcanzar caudales superiores a los 2 000 m.³/hora. Este aparato ha funcionado durante las crecidas de los años 1952,

ministran 50 000 m.³ diarios, el Cyclazur 30 000 y los tres Accelerator 100 000.

La preparación y distribución de los reactivos está concentrada en un edificio. La solución de sulfato de alúmina se prepara en tanques, haciéndose la mezcla por medio de aire comprimido y después es impulsada por bombas a un depósito elevado que alimenta, por gravedad, a otro de nivel constante, del que parten las distribuciones para los diferentes decantadores. La cal se dosifica mediante ocho dosificadores en seco.

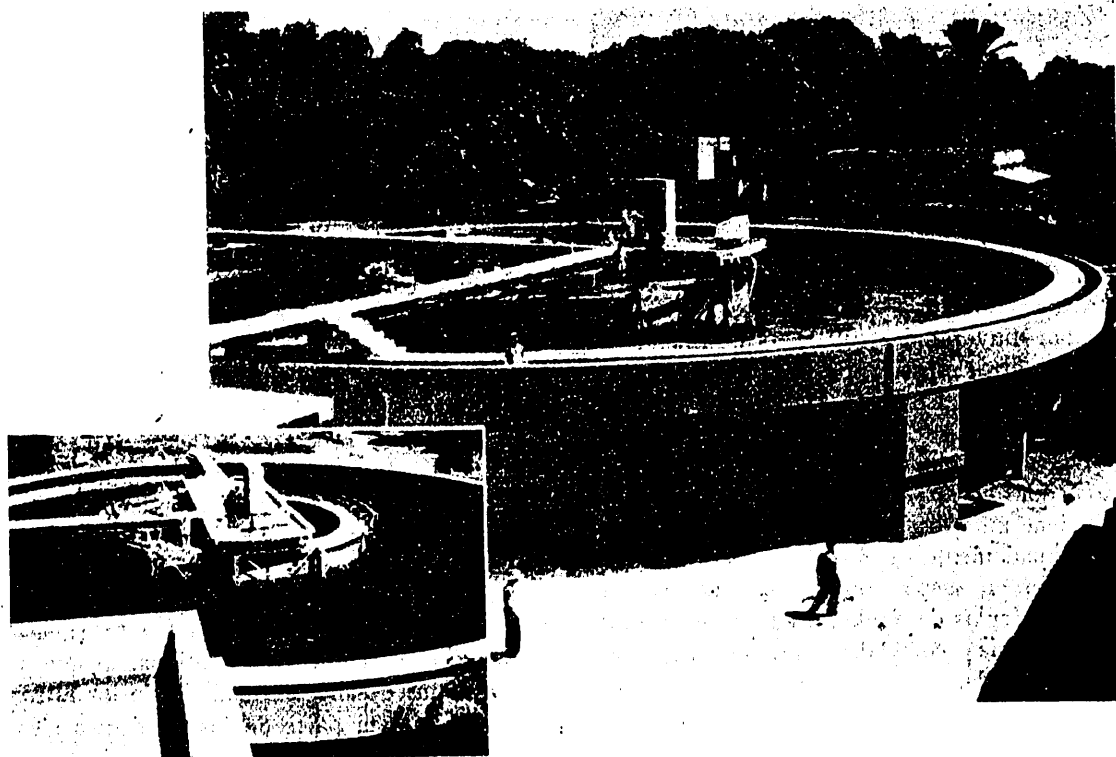


Foto núm. 4. — Decantador estático Cyclazur, de 35 m. de diámetro.

53 y 54, con un caudal superior a 1 500 m.³/hora, y fué puesto en marcha en agosto de 1951 (foto número 3).

c) Un decantador estático Cyclazur, de 35 m. de diámetro (núm. 8 del plano) y caudal nominal de 1 400 m.³/hora, puesto en servicio en julio de 1953 (foto núm. 4).

d) Dos decantadores Accelerator de 26,20 m. de diámetro (núms. 9 y 10 del plano), con caudal nominal de 1 400 m.³/hora, pero pudiendo sobrepasar de 2 000 m.³/hora. Estos dos aparatos han entrado en funcionamiento en julio de 1954.

Resumiendo, los dos decantadores Paterson su-

Tratamiento del agua del Nilo. — Hasta 1951 fué empleada la alúmina como único coagulante. A partir de esa fecha, comenzó a inyectarse, al mismo tiempo que la alúmina, una solución de cal, en los períodos de máxima turbidez, a fin de obtener una mejor floculación y rebajar los gastos de explotación. En efecto, durante las crecidas, era necesario emplear dosis muy elevadas de alúmina, lo cual hacía descender el pH del agua, que llegaba a ser de 5,5, con el doble inconveniente de mala floculación y distribución de un agua ácida que ataca las tuberías.

Los ensayos efectuados en 1952 demostraron que el tratamiento combinado de alúmina y cal daba un

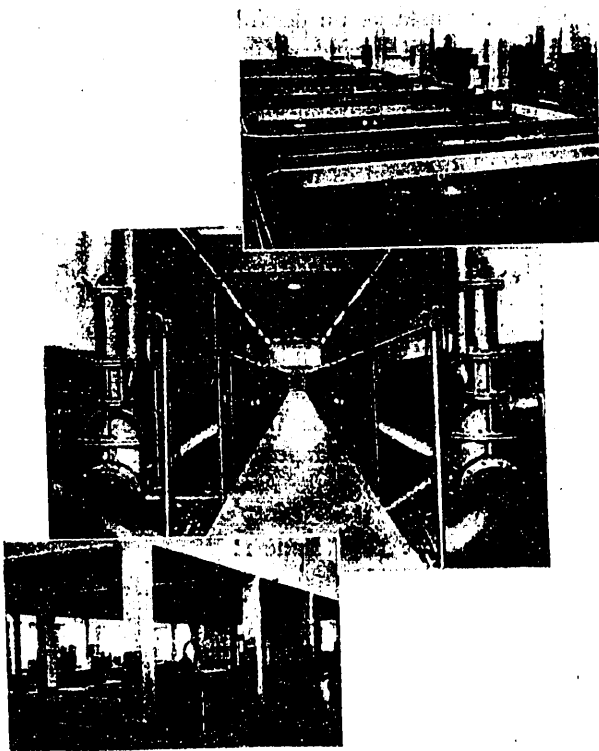


Foto núm. 5. — Batería de 12 filtros Degremont, para 45 000 metros cúbicos diarios.

agua de mejor calidad y permitía realizar muy grandes economías: el día de máxima turbidez de ese año, la Sociedad de Aguas tuvo un ahorro de 300 libras egipcias (unas 42 000 pesetas).

Filtración. — La parte antigua de la instalación consta de los siguientes grupos de filtros:

a) 32 filtros Jewell, metálicos, circulares, con una superficie unitaria de $32,7 \text{ m}^2$, instalados entre 1910 y 1912.

b) Un primer grupo de 12 filtros, de tipo Paterson, rectangulares, de hormigón, con una superficie filtrante unitaria de $25,80 \text{ m}^2$, instalado en 1918.

c) Un segundo grupo de 12 filtros Paterson, de $31,10 \text{ m}^2$, instalado en 1936-37.

d) Un tercer grupo de otros 12 filtros Paterson, análogos a los del primer grupo, instalado en 1938-1940.

La superficie total filtrante de esta parte Sur de la instalación es, pues, de $2 038,80 \text{ m}^2$, para producir, como ya hemos dicho, $100 000 \text{ m}^3$ diarios.

El agua decantada en la parte Norte de la estación pasa a una batería de 48 filtros rápidos, de hormigón, compuesta por tres grupos de 12 filtros cada uno, de tipo Paterson, de 33 m^2 de superficie filtrante (instalados: el primero, en 1947-48; el segundo, en julio de 1953, y el último, en julio de 1954), que filtran en total $135 000 \text{ m}^3$ diarios, y otro

grupo de 12 filtros, Degremont, de $36,27 \text{ m}^2$, instalado en 1950-51, que filtra $45 000 \text{ m}^3$ diarios (foto núm. 5). El total de la superficie filtrante es de $1 628,64 \text{ m}^2$.

Todos estos filtros son de una concepción semejante, con maniobras por válvulas hidráulicas, con pupitres de mando e indicador-registrador de caudal y pérdida de carga en los filtros. La velocidad de filtración es de $4 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hora}$. Las tuberías y válvulas están concentradas en una galería situada entre dos filas de filtros, y la galería superior no lleva más que los pupitres de maniobra (foto núm. 6).

Resulta sumamente interesante el comprobar la importancia que tiene una perfecta decantación y floculación en el proceso general del tratamiento de las aguas potables. En esta estación de El Cairo, que hemos visitado recientemente, se necesitan $2 038,80$ metros cuadrados de superficie filtrante para producir $100 000 \text{ m}^3$ diarios, después de una decantación

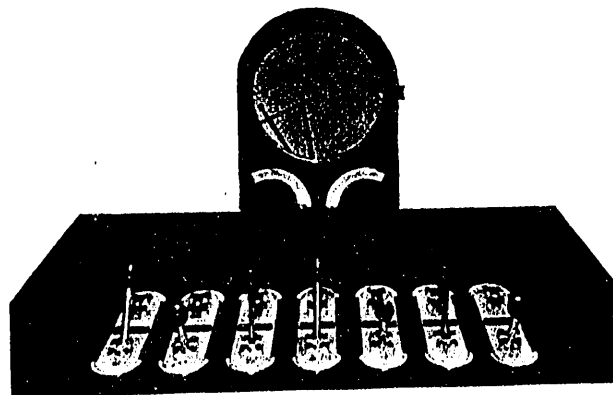
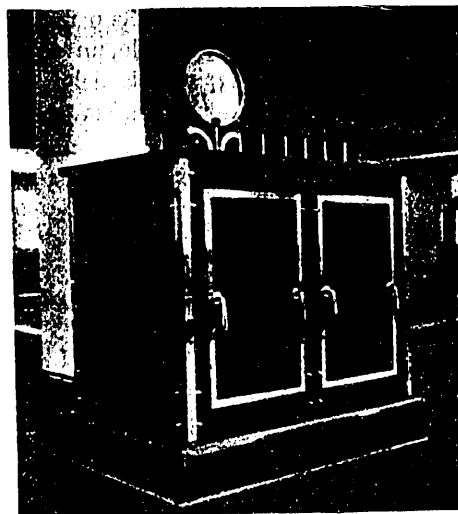


Foto núm. 6. — Pupitre de mando manual de lavaje de los filtros, con indicador registrador de caudal y de pérdida de carga.

defectuosa y una floculación incompleta, mientras que con las modernas instalaciones de floculación y decantación acelerada son suficientes 1 628,64 m.² de superficie filtrante para producir 180 000 m.³ al día.

Regulación y esterilización. — Los tres Accelerators de la instalación Norte están equipados de reguladores para mantener un caudal constante en dichos aparatos, y los filtros están equipados con reguladores de tipo Venturi.

El agua filtrada pasa a los depósitos subterráneos situados bajo los filtros, donde permanece, por lo menos, media hora, y se efectúa la esterilización mediante cloro gaseoso. Desde dichos depósitos el agua es bombeada a los depósitos situados en el punto más alto de la red de distribución de la ciudad.

Otros abastecimientos rurales en Egipto.

La estación de Abou Zaabal, situada a unos 30 kilómetros de El Cairo, está destinada a abastecer de agua potable una fábrica de armamento, y trata un caudal de 100 l./seg. de agua de un canal cuya turbidez es notoriamente inferior a la del Nilo; pero que, sin embargo, está también sujeta a notables

variaciones. Consta de un decantador de 23,70 m. de diámetro, de tipo Bamag, y cuatro filtros Aquazur, con superficie filtrante unitaria de 22,25 m.², accionados por válvulas hidráulicas y con regulación por Venturi, con reguladores de caudal tipo Infilco. La velocidad de filtración es de 4 m. por hora y la esterilización se hace con cloro gaseoso.

Cerca de la anterior está la instalación para la leprosería de Abou Zaabal, con agua de la misma procedencia y un caudal de 40 l./seg. Comprende un decantador Accelerator de 8,25 m. de diámetro y tres filtros Aquazur de 18 m.² de superficie filtrante unitaria, regulados por sifones Neyrpic.

Finalmente visitamos la instalación de filtración para el abastecimiento del poblado de Benha, construida por el Ministerio de Asuntos Municipales y Rurales, para un caudal de 100 l./seg. Está compuesta por un decantador Accelerator de 12,50 m. y dos dobles filtros, o sea cuatro de tipo Degrémont y superficie filtrante unitaria de 22,92 m.². La regulación se hace por sifones y la depuración por cloro.

Todas estas pequeñas instalaciones, dentro de su sencillez y economía, están perfectamente concebidas y resultan muy adecuadas para el abastecimiento de pequeños núcleos de población.