

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

CANAL METÁLICO EN EGIPTO

En la *Revue Mineralurgique* de Septiembre último hallamos un estudio de Tenondji sobre la ejecución de un trabajo muy interesante y sobre todo muy original á que se acaba de proceder en Egipto para regar una gran extensión de terreno de este país. Se encuentra en él, en primer lugar, un procedimiento muy rápido para construir una vía de agua absolutamente impermeable, en las mejores condiciones de rapidez y sin posibilidad de pérdidas sensibles de agua; hay, por otra parte, una utilización curiosa de los productos metalúrgicos llamados palastros, que es conveniente hacer conocer y vulgarizar.

Existía la necesidad de asegurar el riego de un territorio muy importante que se encuentra entre Assonan y Edfon, limitado de un lado por el Nilo y de otro por el Desierto y cuya superficie es superior á 48.000 hectáreas; hará ciertamente tres mil á cuatro mil años que el suelo de esta región no ha recibido una gota de agua, y no tenemos necesidad de decir cuánta falta le hace si se quiere cultivar en él alguna cosa. Por otra parte, el nivel de la orilla del río es tal, que es imposible contar con las crecidas para inundar, y por consecuencia para regar estas tierras, y se ha tenido que recurrir á un juego de bombas. Éstas son muy potentes, puesto que hacen su aspiración por tubos que tienen un poco más de 1^m,80 de diámetro; el agua elevada á una altura de 15 á 20 metros se deposita en un estanque. Y es de aquí de donde es necesario en seguida distribuir las por un canal principal, para repartirla después en derivaciones secundarias que pueden establecerse en el mismo suelo, porque las filtraciones no se producen entonces más que en una pequeña longitud y en terrenos precisamente que se quiere poner en cultivo.

Ahora bien; este canal principal de distribución es el que se ha hecho de metal y que responde perfectamente á lo que se esperaba de él.

Está formado de palastros de acero unidos con roblones los unos á los otros y de un espesor de 6 centímetros, es de forma semicircular, siendo el diámetro del círculo de 7 metros próximamente, estando, por lo demás, completada lateralmente la sección semicircular por partes rectas de 0^m,50 de altura, resultando que la profundidad total del canal es de 3^m,60 sensiblemente. Se comprende que con estas dimensiones el establecimiento del canal era una obra considerable y que ha habido necesidad de cuidados especiales para llevarlo á un feliz término, sobre todo teniendo en cuenta que se ha utilizado en gran parte la mano de obra local. Por lo demás, el canal en sí mismo tiene una longitud de 1.600 metros lineales. Para formar la cuneta del canal en el sentido transversal, han sido precisos más de 7 pa-

lastros que se han unido por roblones; estando colocadas las juntas alternadas en el sentido de la circunferencia. Para el roblonado de todos estos palastros se ha necesitado emplear más de 650.000 roblones. Claro es (aunque, como veremos, esta cuneta metálica está sostenida por las tierras, en medio de las cuales está alojada) que se han tomado precauciones para reforzar la construcción metálica. Con este objeto, se han dispuesto exteriormente hierros en π transversalmente al eje del canal, los cuales se han fijado á un poco más de 75 centímetros los unos de los otros. Como, por otra parte, el canal no tenía por objeto más que dar paso á las aguas, sin que tuviese que circular nada por su superficie, no se le ha perjudicado instalando en su superficie arriostamientos que radian toda la construcción y le dan una rigidez absoluta á pesar de la delgadez relativa de los palastros. Con este fin, á través de la abertura del canal, de cada orilla de la cuneta se ha roblonado un perfil, sobre el cual vienen á apoyarse barras planas paralelas á los perfiles exteriores, y cantoneras diagonales unen los pies sucesivos de estas barras.

En un país tan cálido como el que se atravesaba, era absolutamente esencial tener en cuenta las dilataciones. Por esta causa se ha subdividido el canal en una serie de secciones que pueden obedecer, con independencia las unas de las otras, á la influencia de esta dilatación. Se cuentan, por lo menos, 17 secciones, que tienen cada una una longitud de 96 metros. Cada sección termina en cada una de sus extremidades en una especie de estanque de mampostería; y el extremo de la sección puede resbalar en una especie de manguito de mampostería que forma su entrada en el canal; su movimiento de dilatación se hace por resbalamiento sobre una especie de carriles. Se ha previsto, como era natural, hacer una junta tan impermeable como fuera posible, á pesar de esta movilidad, para permitir los cambios de lugar que se habían de verificar sin que se filtre el agua en cantidad apreciable. La junta está, en realidad, hecha por una gruesa cuerda ensebada que está oprimida por dos cantoneras y que hace naturalmente reborde en contacto con la pared de mampostería, bajo la pared metálica de la sección del canal.

Esta disposición, que no podemos describir más que sumariamente, es interesante y puede proporcionar buenos servicios en muchos casos. No hay que decir que cuando el canal está lleno de agua la dilatación no se hace sentir más que débilmente, á consecuencia de la especie de volante y también de freno que forma el agua.

Durante la construcción del canal, es decir, de las secciones metálicas de éste, se sostenían los palastros por una especie de cuna de madera que les impedía derribarse. Se procedía, naturalmente, al montaje en el mismo sitio donde había de colocarse para no tener que transportar esta larga cubeta metálica, muy pesada, y los estanques que formaban los empalmes habían sido

construidos con antelación, para que se pudieran establecer las partes extremas de la sección en el manguito de resbalamiento constituido á la entrada del estanque. Por lo demás, fué preciso recurrir á gatos para levantar todo el conjunto de la sección con objeto de dar al canal su nivel y sobre todo su inclinación exacta; se ha dado una pendiente de 10 milímetros á cada sección. Cuando estaba reglada cuidadosamente la inclinación y la situación, se volvían á llevar las tierras, ó, mejor dicho, las arenas, bajo el canal y alrededor de él formando un sólido terraplén á una y á otra parte; se regaban abundantemente estas arenas y se las apisonaba para obtener una acumulación estable de estos materiales tan esencialmente movedizos.

Por otra parte, durante la misma construcción se tropezó con grandes dificultades. Á menudo sobrevenían huracanes, como no se encuentran más que en estas regiones desiertas que acumulan la arena en un lado, que le arrastran por completo á otro y que llegaban á hacer perder todo aplomo á la sección que en aquellos momentos se establecía. Á menudo también el calor actuaba de un modo terrible sobre los palastros expuestos al descubierto; resultaban de aquí dilataciones desiguales que llegaban algunas veces á 10 centímetros de un lado y que perjudicaban de un modo raro el roblonado y el montaje. Estos movimientos no cesaban más que el día en que el canal estaba por completo enterrado en la arena y lleno de agua. Grúas móviles transversales circulaban por encima del emplazamiento del montaje y permitían presentar fácilmente y sostener los palastros mientras se les roblonaba. Se han colocado en su sitio más de 1.250 toneladas de metal, para lo cual se trabajaba día y noche sin interrupción; se han necesitado más de cinco meses y 700 hombres; es verdad que se recurrió, sobre todo, á gentes del Cairo y de Alejandría, que no son del todo robustos, y á los fellahs de la región, que se han mostrado más idóneos para instruirlos y también más robustos. Estas gentes, por lo demás, son poco aficionados á trabajar por la noche y tienen mucho miedo á los escorpiones cuando se echan, por ejemplo, bajo las planchas metálicas para proceder al roblonado. Tienen además el inconveniente de gustarles mucho el aceite de máquina, ya para barnizarse el cuerpo, ya sencillamente para beberse. Se puede añadir que son muy poco inteligentes para las cosas por poco mecánicas que sean, y que su vista es muy mala. Se había ensayado formar con ellos equipos para el roblonado neumático; verdaderamente han llegado á hacer marchar bien los martillos neumáticos para el roblonado, pero daban á estas máquinas un rendimiento muy pequeño. Con esta mano de obra ha sido menos costoso roblonar á mano.

Toda esta obra ha sido muy interesante y ha habido en ella una utilización curiosa de los palastros. Añadamos, para terminar, que todo el metal ha sido pintado exterior é interiormente con dos capas de una pintura especial llamada siderostena, de la cual se han hecho grandes elogios.—O.

TRANSPORTE DE ENERGÍA ELECTRICA

CON CORRIENTE ALTERNA Ó CONTINUA

Ventajas é inconvenientes de cada sistema (1).

Así como en América se emplea con preferencia la corriente alterna para el transporte de energía eléctrica con voltaje elevado, en Europa se adopta también la corriente continua para el mismo objeto, lo cual demuestra que tanto uno como otro sistema son imperfectos.

El carácter distintivo de los transportes de energía á gran

distancia es el gran voltaje que necesitan para que el coste de los conductores no sea muy crecido, voltaje que se obtiene por procedimientos completamente distintos según que la corriente sea alterna ó continua. En las dinamos de varios cientos de kilovatios ó más de potencia, el voltaje no puede pasar de 4.000 voltios, porque el chispeo en el colector es tan grande que es muy difícil evitar la destrucción del mismo en muy poco tiempo, razón por la cual, cuando el voltaje de la línea es superior á 10.000 voltios y la corriente es continua, se enlazan en serie las dinamos necesarias para que la suma de sus voltajes sea igual al de la línea; dichos voltajes pueden ser todo lo pequeño que se quiera, puesto que no existe circunstancia alguna que limite el número de dinamos que pueden enlazarse en serie, y por consecuencia es también ilimitado el voltaje que puede adoptarse para la línea.

En la instalación montada recientemente para el transporte de energía eléctrica entre San Mauricio y Lausana (Suiza) se emplea corriente continua á 23.000 voltios, producida por 10 dinamos enlazadas en serie; el mismo sistema se podría adoptar para voltajes de 50.000 ó 75.000 voltios con 20 ó 30 dinamos en serie, cuyo número no debe preocupar porque la resistencia eléctrica de los aislamientos de los devanados de cada dinamo es constante, puesto que el voltaje que tienen que resistir es el correspondiente á la dinamo de que forman parte, todas las cuales se aíslan del suelo de la manera más perfecta posible; como además no existe circunstancia alguna que limite el espesor ó resistencia eléctrica del material que se ha de interponer entre las dinamos y el suelo, resulta que por lo que se refiere á los aislamientos de los devanados el voltaje de la línea puede ser todo lo elevado que se quiera.

No es posible enlazar dos alternadores en serie para sumar sus voltajes, por cuya razón el de la línea tiene que producirse por un solo generador, á no ser que se empleen transformadores. El voltaje de los alternadores puede ser bastante mayor que el de las dinamos de gran potencia, construyéndose algunos que pasan de 13.000 voltios, no pudiendo predecirse cuál será el límite á qué se podrá llegar, aunque lo más probable es que éste sea bastante menor que los voltajes con que hoy día funcionan algunas líneas de transporte. Á medida que crece el voltaje de los alternadores hay que aumentar la resistencia eléctrica de los aislamientos de los carretes de su armadura y simultáneamente el tamaño y el número de las ranuras del núcleo cuyo volumen crece con mucha rapidez. Las dimensiones y el peso de un alternador por unidad de potencia son tanto más grandes cuanto mayor es el voltaje, hasta tal punto, que para un cierto valor de éste el coste del alternador es superior al de otro de pequeño voltaje con transformadores elevadores. Por lo que se refiere al voltaje de estos últimos no se ve límite, pues existen varias líneas de transporte en explotación regular desde hace algunos años con transformadores de 40.000 y 50.000 voltios, habiéndose construido hasta de 60.000 para usos industriales; para experimentos y ensayos los hay de 100.000 voltios.

Por lo que se refiere al voltaje de una línea de transmisión de energía eléctrica es completamente indiferente el empleo de la corriente alterna ó de la continua, siendo ilimitada la cantidad de aquella, que puede producirse y transportarse con ambos sistemas. Los alternadores pueden tener potencias de 5.000 y hasta 8.000 kilovatios, aunque rara vez se construyen tan grandes, porque generalmente se reparte la capacidad de la central entre varias unidades. Las dinamos no pueden construirse de potencias tan grandes como los alternadores; pero esto no tiene importancia, porque cualquiera que sea la energía necesaria, siempre es posible obtenerla con el número de dinamos que hagan falta, enlazadas en serie, en paralelo, ó en serie-paralelo, según convenga.

Cuando se emplea la corriente continua para el transporte de la energía y los receptores son exclusivamente motores, éstos deben instalarse en serie, de tal manera, que el voltaje de la línea se reparta entre todos ellos, cualquiera que sea su emplaza-

(1) *Electric Transmission of Water Power*, by Alton D. Adams. New York, 1906.