

MADRID, 15 DE MARZO DE 1870.

TOMO XVIII.

NÚM. 6.º

## CANALIZACION EN EL ISTMO DE SUEZ.

(Continuacion) (1).

Inspirándose los contratistas en la conducta de la Compañía, se hicieron el noble propósito de proteger al obrero en cuanto sus fuerzas lo permitieran.

Ya que no podían sostener el sistema de mudas mensuales, con tan buen éxito establecido para los fellahs, concentraron toda su atención sobre la residencia en el Istmo, á fin de hacerla lo más sana y económica posibles.

Lo primero que para ello se debía procurar era la bondad y baratura de los alimentos.

La Compañía consiguió que los de sus obreros llenaran una y otra condicion, administrándolos por sí misma. Cuidó, sin embargo, de que sus precios no fueran excesivamente bajos, con el objeto de atraer al Istmo el comercio privado, y de que éste se desarrollara y robusteciera sobre bases razonables.

Los contratistas acordaron continuar la marcha emprendida por la Compañía, y llegar al mismo punto que ésta se había señalado, pero por distinto camino. Comprendieron la conveniencia de fomentar y generalizar el comercio de los particulares; pero les pesaba demasiado la administracion de los alimentos, y la confiaron, mediante contrato, á una poderosa casa de comercio que se estableció en Puerto-Saïd.

Los hechos han respondido á las previsiones. El comercio de los particulares no ha tardado en extenderse por todo el Istmo; pronto se han formado multitud de mercados, donde encuentra el obrero, á módicos precios, los artículos que necesita.

Lo segundo en que debieron ocuparse, y con efecto se ocuparon, los contratistas, fué en edificar casas para sus obreros. El fellah llegaba al

Istmo solo, sin familia; una barraca le proporcionaba el suficiente abrigo. Los obreros europeos, por el contrario, llegarían con familia, y tanto ésta como ellos habían menester casas donde alojarse.

Por último, para que al obrero nada faltara, para colonizarlo completamente, los contratistas levantaron hospitales y capillas.

Conocidas ya las disposiciones relativas al personal, entremos de lleno en los procedimientos seguidos para el movimiento de tierras.

Cualesquiera que fuesen los sistemas de máquinas que se adoptaran, compondrían un grueso material, que era preciso conducir á los puntos de su empleo. Las únicas vías para trasportar ese material eran las regueras que abrió la Compañía entre Puerto-Saïd y el lago Timsah. Pero se necesitaba aumentar previamente sus dimensiones transversales, y de ello se ocuparon inmediatamente los contratistas.

La Compañía había empezado á ocuparse de lo mismo algun tiempo antes de la retirada de los fellahs. Ensayó, aunque inútilmente, algunos aparatos, que vamos á indicar antes de describir los de los contratistas. Mencionaremos también los que se propusieron sin merecer los honores del ensayo.

No atreviéndose la Compañía á prolongar más allá de los 18 metros el canal de descarga de las dragas, reemplazó éste por una tela sin fin. Pero se destruía el tejido con tal rapidez, que ni completarse pudieron los ensayos, y la tela, propiamente dicha, fué á su vez reemplazada por otra metálica, compuesta de placas articuladas. Entonces se tocaron nuevas dificultades. La tela sin fin formaba entre sus apoyos bolsas, donde se estacionaban generalmente los desmontes, sin que lograra arrastrarlos la adherencia de la tela. Otras veces los productos del dragado no se vertían en el extremo de la tela, sino que pasaban de allí, fuertemente adheridos, y luego se desprendían, cayendo en el canal.

Después de las telas se volvieron á emplear las antiguas dragas, pero pareadas. Una de ellas vertía sus productos á 18 metros de distancia, por

(1) Véase el número 4.º

medio de su canal de descarga; y la segunda los cogía para alejarlos otros 18 metros, es decir, para depositarlos á 36 metros del eje de la primera draga.

Este medio, aunque eficaz, era excesivamente caro.

Se ensayaron entónces las grúas flotantes, y las grúas corredizas á lo largo de la margen. En nuestro artículo anterior hemos consignado los inconvenientes de estos aparatos. Agreguemos ahora, refiriéndonos á las grúas corredizas, otro puramente local: la poca consistencia de las márgenes.

El medio más notable entre los propuestos y no ensayados, consistía en un barco dragador, de 20 metros de ancho, provisto de cuatro ó cinco rosarios de cangilones y de una poderosa viga armada, normal á su eje y sostenida á cierta altura sobre su puente por dos fuertes columnas, que permitirían prolongarla por una y otra banda hasta que sus extremos se proyectáran en los caballos. Los cangilones verterían directamente en wagones, que, moviéndose sobre la viga, irían á vaciarse en los extremos de ésta. Inútil nos parece

añadir que el barco dragaría moviéndose transversalmente.

Otro medio, que tampoco se ensayó, se reducía á dejar correr al lago Timsah primero, y después á los Amargos, las aguas del Mediterráneo, para que arrastráran consigo las arcillas del canal, removidas al efecto con arados.

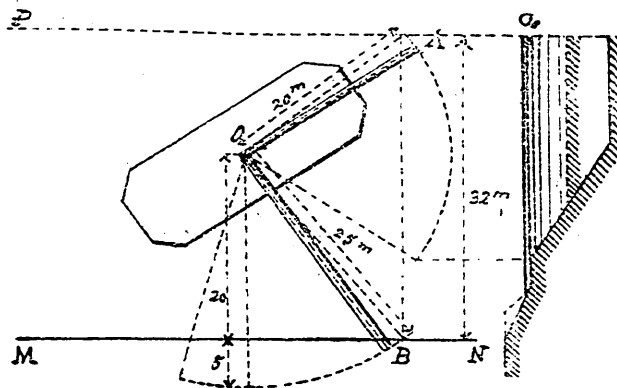
Se pensó nuevamente en la draga provista de canal de descarga, y se trató de calcular la longitud mínima de éste, necesaria para abrir una zanja determinada.

Copiamos de la Memoria de Mr. Badois la parte referente al cálculo de esa longitud (1). Dice así:

« Longitud del canal de descarga. ¿Cuál sería, en primer lugar, la longitud de canal necesaria? »

» Se comprende fácilmente que con dragas que trabajan con este movimiento, la mayor anchura de zanja á que se puede llegar siguiendo una alineación determinada, es dada por la hipotenusa del triángulo rectángulo construido sobre las proyecciones horizontales del bastidor de los cangilones y del canal de descarga, y corresponde á la posición perpendicular de esta recta sobre la alineación designada.

Figura 6.<sup>a</sup>



» El dibujo (figura 6) demuestra, en efecto, que cuando la línea AB, hipotenusa del triángulo AOB, sea perpendicular á la margen MN, se tendrá la mayor anchura posible.

» Ahora el bastidor de las nuevas dragas, dispuesto para dar 4 metros de profundidad, se proyecta según 20 metros desde el punto en que muerde el cangilon hasta el eje de la tolva en que se vierte.

» Por otra parte, el perfil muestra que la cresta extrema del talud, punto que no debe exceder el

» canal de descarga, está á 53 metros del eje del canal. Los derrumbamientos dan la facilidad de retirarse 2 metros por lo ménos delante de este eje; pero es necesario también aumentar en un metro la longitud para no verter dentro de los bordes de la zanja. La hipotenusa del triángulo AOB del dibujo deberá, pues, ser de 52 metros,

(1) Leyó Mr. Badois esta Memoria en la sesión celebrada por la Sociedad de Ingenieros civiles de Francia, el 4 de Noviembre de 1864.

• y la longitud del canal de descarga, combinada  
• según las dos cifras precedentes, será

$$\sqrt{32^2 - 20^2} = 25.7^m$$

• a partir del eje. »

La teoría de Mr. Badois seduce por su sencillez; pero es inexacta, como vamos a demostrar.

Creemos muy motivada y conveniente la separación de 2 metros delante del eje del canal, tomando, por consiguiente, para borde de la zanja que ha de abrir la draga, la recta  $PQ$ , distante 2 metros de ese eje. Lo propio opinamos que se debe hacer respecto al otro borde.

Aceptamos también, y aún elogiamos, que se aumente en un metro la longitud para que no caigan los desmontes dentro de los bordes, y que limite, en su consecuencia, la recta  $MN$  las posiciones del extremo del canal de descarga.

Claro es que esas dimensiones, dos metros y un metro, no son las mismas para todos los casos; sino que en cada uno se fijarán prudencialmente.

Lo que nos parece equivocado, lo que no podemos admitir, es que la longitud mínima, en pro-

yección del canal de descarga, sea el cateto que dice Mr. Badois.

La sola inspección de la figura 6, que trasladamos de la Memoria de este Ingeniero, advierte ya que es errónea su teoría, y en qué consiste el error.

El centro  $O$  de la draga dista 12 metros del borde  $PQ$ , y 19 del otro.

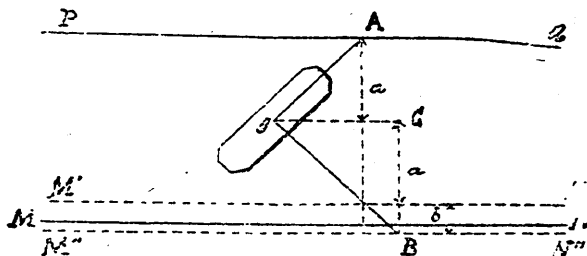
Si ahora suponemos que la draga empieza su oscilación desde el borde  $PQ$ , el extremo del canal de descarga se proyectará, en el momento inicial, sobre la recta  $MN$ ; se volverá a proyectar en ella cuando los cangilones muerdan a 24 metros  $PQ$ ; y desde este instante se proyectará dentro de la zona  $MNPQ$ .

El lector habrá comprendido que el error proviene de no haber fijado el emplazamiento del centro de la draga. Es evidente que ese punto se debe siempre proyectar sobre el eje de la zanja.

Ya que no es exacta la teoría de Mr. Badois, intentemos establecer la verdadera teoría.

Sean  $PQ$  y  $M'N'$  (figura 7) los bordes de la zanja, que distan respectivamente una cierta cantidad del eje del canal y del borde del mismo,  $MN$ . Sea  $M''N''$  la recta que limita las posiciones del extremo del canal de descarga.

Figura 7.<sup>a</sup>



Hagamos:

$$\begin{aligned} OA &= l, \\ OB &= x, \\ \angle AOC &= \alpha. \end{aligned}$$

Resultados:

$$\sin \alpha = \frac{a}{l};$$

$$(1) \quad x = \frac{a+b}{\cos \alpha} = \frac{a+b}{\sqrt{1-\frac{a^2}{l^2}}} = (a+b) \frac{l}{\sqrt{l^2-a^2}}.$$

Le teoría de Mr. Badois sería exacta solamente en el caso de la figura 8, caracterizado por la ecuación

$$(2) \quad l^2 = a(2a+b).$$

Introduciendo esta condición en la fórmula (1), se convierte en

$$x = l \sqrt{1 + \frac{b}{a}}.$$

si se quieren conservar las tres cantidades  $a$ ,  $b$ ,  $l$ ; ó en las siguientes, si sólo se conservan dos,

$$x = \sqrt{(a+b)(2a+b)};$$

$$x = l \sqrt{\frac{l^2}{a^2} - 1};$$

$$x = l \sqrt{1 + \frac{4}{-1 + \sqrt{1 + 8 \frac{l^2}{b^2}}}}.$$

Estas cuatro fórmulas se pueden deducir directamente de la figura.

En el caso que nos ocupa es donde más satisfactoriamente se resuelve la cuestión, porque siendo la hipotenusa del triángulo *AOB* perpendicular á los bordes de la zanja, la longitud del canal de descarga alcanza un mínimo *absoluto*.

Se debe, por consiguiente, siempre que sea posible, disponer los datos de manera que verifiquen la ecuación (2); ó en su defecto, que se aproximen á verificarla.

Para el arreglo de los datos, obsérvese sobre la fórmula (1) que *x* crece con *l*, con *a* y con *b*.

Las fórmulas á que hemos llegado resuelven también el problema, inverso del que hemos estudiado, á saber:

Dada una draga, calcular la anchura máxima de zanja que puede abrir en un terreno determinado.

(Se continuará.)

#### CONSIDERACIONES SOBRE LA REFORMA DE LOS FORMULARIOS PARA LOS PROYECTOS DE OBRAS PÚBLICAS Y SOBRE LA ELECCION DE SISTEMA PARA LA EJECUCION POR CONTRATA.

*Precios de excavaciones.* — Capítulo 1.º — Artículo 1.º El cuadro de precios será una relacion tan extensa como sea necesario, de todas las clases de terrenos que se puedan presentar; procurando que la clasificacion sea por especies, y evitando distinciones como las de roca dura y muy dura de la misma especie, que en la aplicacion dan lugar á dificultades gravísimas. La clasificacion debe ser todo lo posible por especies diferentes, en el concepto de que el precio aplicado á la agrupacion de cada especie es un precio medio, y que las diferencias de dureza ó de dificultad de ejecucion que se presenten dentro de cada agrupacion, constituyen realmente la parte de eventualidad del contrato, sin la cual los de ejecucion de obras públicas no tendrían el carácter de tales contratos, sino simplemente el de destajos.

*Precios de obras de fabrica.* — Me ocuparé ahora del estado de precios del cap. 2.º, art. 1.º, para tratar de los trasportes separadamente y en último lugar.

Tanto ese estado como el anterior, relativo á las explanaciones, entiendo que se debe prescindir

de presentarlos con el encasillado de «por trozos.»

Una vez separada de esos estados la parte variable relativa á los trasportes; las diferencias de precios de trozo á trozo, teniendo en cuenta que esos estados han de ser relaciones tan largas como lo exija lo numeroso de las especies distintas de obra ó de trabajo, no pueden reconocer otra razon de ser que esas diferencias radicales que se presentan entre una comarca y otra en los precios elementales; es decir, en los de jornales y subsistencias.

Ahora bien; esas diferencias se presentan rara vez en un mismo proyecto; y si alguna vez se presentan, es en proyectos de mucha extension; para cuyo caso, enteramente excepcional, podria considerarse el proyecto dividido en dos porciones, y presentar dos relaciones de precios, en lugar de una, con expresion de la parte de proyecto á la que se aplicaban.

En la casi totalidad de los casos la relacion de los precios puede ser única, sin la inútil complicacion que produce el encasillado de por trozos; y esa relacion deberá ser tan extensa como sea necesario, comprendiendo todas las unidades de obra de especie diferente, ó aún dentro de la misma especie las señaladas por diferencias de clase, como por ejemplo, tratándose de la sillería, para las diferentes calidades de piedra que pueden emplearse; pudiendo aún caber la distincion de subespecies cuando necesario sea, como por ejemplo para una misma clase de fábrica y calidad de piedra, para canteras cuya dificultad de explotacion variase notable y conocidamente.

Todas estas distinciones, que en general son importantísimas, se formulan con la mayor facilidad en una relacion, mientras que en la forma forzada de estados suele haber dificultades para formularlas; como suele suceder que por esa circunstancia se sacrifique el fondo á la forma.

Son extensivas estas reflexiones á la relacion de precios de excavaciones, para la cual la forma me parece también muy conducente para la claridad y buena redaccion, que eviten toda mala inteligencia. El punto, cuya dificultad he señalado anteriormente, de las distinciones de dureza en una misma clase, tiene en esta forma una solucion sencilla: para el caso en que esas distinciones se presenten alternadas, la distincion de precio debe desaparecer, asignando el precio único como medio, segun la relacion aproximada de los volúme-