

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA 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.

La electricidad en el canal de Panamá.

(«ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT», 20 JUNIO 1912.)

Los trabajos del canal de Panamá están en la actualidad lo suficientemente adelantados para poder prever en qué medida se empleará la electricidad en el servicio del mismo.

En la construcción, propiamente dicha, del canal la electricidad ha jugado solamente un papel secundario, pues sólo se ha empleado para el alumbrado, ventiladores, los electroimanes elevadores y para el gobierno de las máquinas-herramientas.

En cuanto á las grandes máquinas empleadas para los trabajos de la construcción del canal, locomotoras, aparatos de elevar, dragas, machacadoras de piedra, etc., después de haber pensado en la instalación de una gran central para alimentar las máquinas eléctricas, se ha preferido volver á emplear los aparatos de vapor, que han sido ya suficientemente probados desde hace mucho tiempo.

Por el contrario, se ha reservado un papel muy importante á la electricidad en la explotación del canal.

Actualmente, prestan ya servicio algunas pequeñas centrales, provistas de turbo-dínamos de 1.500 kilovatios, que proporcionan una corriente trifásica á 2.200 voltios y 25 periodos, la que se transforma en las subestaciones en corriente continua á 500 voltios.

Las calderas acuotubulares están dispuestas para utilizar aceite de petróleo como combustible.

Además, está en proyecto la instalación de una gran central hidráulica cerca del lago de Gatún; esta central alimentará anteriormente los servicios eléctricos del canal y el ferrocarril de Panamá, que piensa hacerse de tracción eléctrica. Dado que el nivel del lago de Gatún, que se creará artificialmente, será de 26 metros sobre el nivel del mar, se obtendrá un salto de 14 metros. Sin embargo esta altura de nivel no se podrá alcanzar hasta que las esclusas y las presas estén terminadas.

Los principales servicios eléctricos del canal son:

- 1.º Gobierno de las puertas de las esclusas.
- 2.º Idem de las compuertas de las presas.
- 3.º Idem de las compuertas de desagüe, y
- 4.º Locomotoras eléctricas de sirga.

Los motores empleados son de inducción trifásica á 220 voltios y 25 periodos.

Es especialmente interesante el dispositivo del gobierno de las

puertas de las esclusas, las cuales tienen 2,135 metros de espesor, 20 de longitud, 14,3 á 24,7 de altura y pesan de 300 á 600 toneladas.

El gobierno de los diversos servicios eléctricos de cada esclusa se centralizará en una única estación, análoga á las que existen para el cambio de agujas en las grandes estaciones. Todos los movimientos de cada aparato se reproducirán esquemáticamente en el interior del puerto y enclavados entre ellos, de modo que las maniobras se sucedan en el orden necesario.

Cada esclusa tiene una longitud de 305 metros por 33,5 de anchura; los barcos esclusados no funcionarán por vapor, sino por medio de locomotoras eléctricas.

Las esclusas son dobles, quedando una como de reserva. Dado que el 95 por 100 aproximadamente de los barcos tienen longitud inferior á 185 metros, se ha previsto la construcción de unas puertas auxiliares que permiten hacer una esclusada más rápida y más barata para los barcos de 122 metros.

La zona del canal que ha sido comprada por los Estados Unidos tiene una superficie de 1.160 kilómetros cuadrados, y desde un océano al otro existe una zona de 8 kilómetros de anchura á cada lado del canal.

Sin embargo, la República de Panamá se ha quedado en posesión de las ciudades de Colón y Panamá, en las que los Estados Unidos se han reservado el derecho de organizar un servicio sanitario y de mantener el orden.

Las diferentes fases de la travesía del canal son las siguientes:

El barco que llega por el Océano Atlántico atraviesa primero una bahía fangosa, y atravesando un canal de 11,3 kilómetros de longitud por 152 de anchura llega á las esclusas de Gatún. Después de haber franqueado las tres esclusas, el barco se encuentra á una altura de 26 metros sobre el nivel del mar; atraviesa por sus propios medios el lago de Gatún, que presenta una superficie de 425 kilómetros cuadrados. A través del lago se ha creado un canal de paso que tiene las dimensiones siguientes:

	Longitud en kilómetros.	Anchura en metros.
De Esclusa de Gatún á San Pablo.....	25,74	300 y más.
De San Pablo á Juan Grande	6,11	244 »
De Juan Grande á Bas-Obispo.....	5,95	152 »
De Bas-Obispo á Esclusa de Pedro Miguel.....	13,19	92 »

En el último trozo, desde Bas-Obispo á la esclusa Pedro Miguel, se franquea el célebre paso de la Culebra.

Después de haber franqueado la esclusa Pedro Miguel, el barco se encuentra á una altura de 17 metros sobre el nivel del mar, en el lago de Miraflores, el cual se atraviesa por medio de un canal de 2,25 kilómetros de longitud por 152 metros de anchura, que conduce á las esclusas de Miraflores. Después de haber pasado estas últimas esclusas, el barco se encuentra al nivel del Océano Pacífico y ya sólo tiene que atravesar un canal de 12,87 kilómetros de longitud por 152 metros de anchura.

La longitud total del canal es, por consiguiente, de 80,25 kilómetros, de los que 65,16 atraviesan el continente propiamente dicho.

La travesía del canal durará de nueve horas y media á diez para un barco de un tonelaje medio y de diez horas y media á once, para los grandes barcos.

Los gastos de instalación del canal han sido valorados en la forma siguiente:

	Francos.
Gastos de construcción.....	1.490.000.000
Canalización, cuerpo Sanitario.....	100.000.000
Administración, ídem.....	37.000.000

Además, las transacciones con la Compañía francesa del canal y con la República de Panamá, han ocasionado un gasto de 250 millones, de modo que los gastos totales se elevan, aproximadamente, á 1.875 millones.

H.

LOS MÉTODOS DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS DERIVADOS DEL TRABAJO ELÁSTICO

POR D. JUAN MANUEL DE ZAFRA,

Profesor de Hormigón armado y de Puertos en la Escuela especial de Caminos
Canales y Puertos.

(Continuación.)

En un trozo cualquiera, definido por sus coordenadas extremas $\xi_1, \eta_1, \xi_2, \eta_2$ (fig. 24 a).

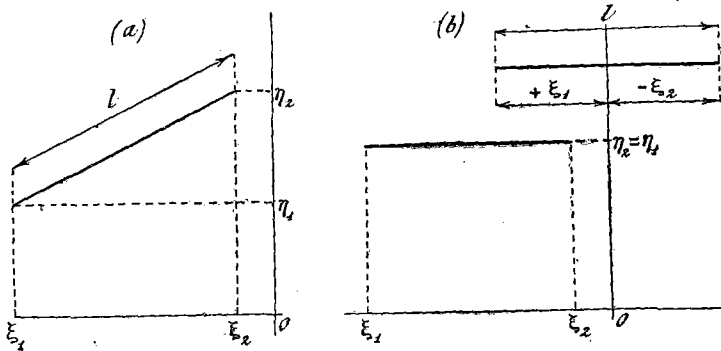


Fig. 24.

$$\begin{aligned} \mathcal{J}_x &= r \int_{\eta_1}^{\eta_2} \eta^2 \times dl = r \int_{\eta_1}^{\eta_2} \eta^2 \times \frac{1}{\sin \alpha} d\eta = \\ &= \frac{r}{3 \sin \alpha} (\eta_2^3 - \eta_1^3) \end{aligned}$$

y como $\eta_2 - \eta_1 = l \sin \alpha$

$$\mathcal{J}_x = \frac{r}{3} l \times \frac{\eta_2^3 - \eta_1^3}{\eta_2 - \eta_1} = \frac{r}{3} l (\eta_1^2 + \eta_1 \eta_2 + \eta_2^2) \quad (54)$$

Y del mismo modo:

$$\mathcal{J}_y = \frac{r}{3} l \times \frac{\xi_2^3 - \xi_1^3}{\xi_2 - \xi_1} = \frac{r}{3} l (\xi_1^2 + \xi_1 \xi_2 + \xi_2^2)$$

Si el trozo es paralelo á un eje y, por tanto, perpendicular al otro (fig. 24 b),

$$\mathcal{J}_x = \frac{r}{3} l \times 3 \eta_1^2 = r l \times \eta_1^2$$

$$\mathcal{J}_y = \frac{r}{3} l \times (\xi_1^2 + \xi_1 \xi_2 + \xi_2^2) = \frac{r}{3} l \times (\xi_2^3 - \xi_1^3)$$

Si $\xi_1 = -\xi_2$, es decir, si el trozo es simétrico respecto á un eje,

$$\mathcal{J}_y = \frac{r}{3} l \times (\xi_2^3 - \xi_1^3) = \frac{r}{3} l \times \xi_2^3 = \frac{r}{12} l \times l^3$$

En resumen, calcularemos directamente los elementos:

M_0 , momentos que en cada trozo originan las causas exteriores.

$\mathcal{N}_0$, áreas de las superficies representativas de M_0 .

x y y coordenadas de la proyección del centro de gravedad de $\mathcal{N}_0$ sobre la fibra neutra.

$\mathcal{N}_0 x$, $\mathcal{N}_0 y$, momentos estáticos de las áreas $\mathcal{N}_0$ supuestas concentradas en la fibra neutra.

$\mathcal{L}$, peso virtual de cada elemento.

$\mathcal{J}_x$, $\mathcal{J}_y$, momentos de inercia de ese peso virtual y obtenidas numéricamente, quedan definidas las tres indeterminadas:

$$\begin{aligned} X &= \frac{\sum \mathcal{N}_0 y}{\sum \mathcal{J}_x} \\ Y &= \frac{\sum \mathcal{N}_0 x}{\sum \mathcal{J}_y} \\ Z &= - \frac{\sum \mathcal{N}_0}{\sum \mathcal{L}} \end{aligned} \quad (55)$$

y el problema está resuelto. La expresión (49) da el momento flector real en cualquier punto, en función del momento isostático M_0 ya evaluado. Las (47) hacen conocer las reacciones-fuerzas reales H , V , en función de la isostática V_0 . Proyectando sobre un elemento y sobre su normal, las H , V y todas las fuerzas exteriores existentes entre la sustentación y la sección que se considere, se obtienen la fuerza normal N y la tangencial ó esfuerzo cortante T , que realmente corresponden.

Cuando las causas exteriores son variaciones de longitud, uniformes en toda la sección, pero en general variables de una sección á otra,

$$\lambda = \varphi(l) = \psi(\xi, \eta)$$

se obtienen también directamente las indeterminadas X , Y , Z , á condición de prescindir, como antes, del efecto de las fuerzas normales en lo relativo á sus recorridos propios, $\frac{N}{ES} dl$.

En el punto ξ, η , de un elemento que forme el ángulo α con la dirección positiva de X , contando α en el sentido negativo á partir de $+X$.

$$\begin{aligned} M &= -(X \eta) - (Y \xi) + Z \\ -N &= +X \cos \alpha + Y \sin \alpha \end{aligned} \quad (56)$$