

por una moldura saliente el murete de coronación del paramento inclinado correspondiente al cuerpo del dique, en vez de difuminar la línea de encuentro entre ambas superficies por medio de otra en curva cóncava de acuerdo, como generalmente venía haciéndose hasta aquí en obras análogas.

Una imposta y un pretil en la coronación del lado que han de bañar las aguas, evitarán que su oleaje en los días de viento y cuando á embalse pleno sobrevenga una riada, moleste el paso por encima de la presa.

La forma en planta de ésta es en arco circular de 80 metros de radio en la base del paramento convexo, pues la mayoría de los Ingenieros están hoy conformes en que si el trazado en recta es el más apropiado para las presas de derivación, resulta preferible la traza curva en las de embalse.

El macizo general del muro es de mampostería ordinaria, lo más gruesa posible y con mortero siempre hidráulico, que ha sido de portland artificial (marca Asland española) en proporción de 600 kilogramos por metro cúbico de arena en los cimientos, y de cal eminentemente hidráulica (marcas, primero Freixa y luego Butsems) para todo el cuerpo de la presa, variando su dosificación según la altura de la fábrica con arreglo á lo que indica el siguiente cuadro:

Cotas sobre cimientos.	Grueso de la faja.	Cal por metro cúbico de arena.
Metros.	Metros.	Kilogramos.
De 0-00 á 9-00	9-00	425
9-00 á 17-00	8-00	400
17-00 á 24-00	7-00	375
24-00 á 30-00	6-00	350
30-00 á 35-40	5-40	325
35-40 á 40-00	4-60	300

Los paramentos se construyen de mampostería concertada por hiladas horizontales, que semeja en apariencia una sillería basta; y tanto ésta como la fábrica inmediata en la cara delantera, lleva mortero de cemento de 500 kilogramos por metro cúbico, en espesor que va disminuyendo desde 1^m, 50 en la base hasta 0^m, 50 en la coronación (1).

(Se continuará.)

LOS TRABAJOS DEL CANAL DE PANAMA

POR HERMANN BERTSCHINGER (2)

(Resumen de M. Goupil, Ingeniero de Puentes y Calzadas.)

Generalidades.—Comienza el artículo por consideraciones generales sobre el porvenir del canal, recordando y refutando el juicio desfavorable del Ingeniero Jefe Stevens, el cual niega al canal influencia para llevar hacia el Este el tráfico americano adquirido en la dirección del Oeste. Esta opinión no tiene en cuenta el desarrollo que los Estados Unidos y el Canadá se proponen dar á sus arterias navegables interiores para enlazar los grandes lagos á los puertos.

La dirección y la organización de los trabajos son milita-

res. Los Miembros del Comité de Dirección se reparten la vigilancia de las diversas partes, y la responsabilidad del conjunto corresponde al Presidente, el Teniente Coronel Gaethals. El Comité director ha juzgado, después de un examen profundo, que la ejecución directa de los trabajos por el Gobierno y sus agentes sería más rápida, más satisfactoria y menos costosa que recurriendo al sistema de contratas.

El gasto total de la obra ha sido calculado durante el año 1908 en 200 millones de dollars en cifras redondas. Los gastos ya hechos comprenden:

	Dollars.
Pagos á la segunda Sociedad francesa.....	40.000.000
Pagos á la República del Panamá por la cesión de la zona del canal.....	10.000.000
Empréstito al camino de hierro de Panamá...	5.000.000
Trabajos del canal.—Gastos de administración, saneamiento, material y máquinas.....	80.000.000
	<hr/>
	135.000.000

Los gastos anuales alcanzando próximamente la cifra de 25 millones, el total previsto servirá para dos ó tres años; pero según el avance obtenido en los trabajos durante el período 1907-1908, es de creer que la terminación exigirá todavía unos cuatro años.

Dirección del trazado.—El tramo divisorio á 25,92 metros por encima del nivel medio del mar debe comunicar con el Atlántico en Gatun por medio de tres saltos con tres esclusas, y con el Pacífico por medio de dos esclusas en Miraflores y una tercera en Pedro-Miguel. Desde el punto de vista militar, la implantación de las esclusas de Gatun no es muy favorable; no están alejadas de los grandes calados más que 11 kilómetros y no las oculta ningún repliegue del terreno.

La desviación del camino de hierro de Panamá ha sido una necesidad militar para augurar el transporte rápido de las tropas y la vigilancia continua del canal. Después de terminado éste será indispensable una guarnición permanente á cada lado del istmo. Las esclusas deberán estar cuidadosamente guardadas y ser inaccesibles á las gentes sospechosas.

Consideraciones geológicas.—El terreno de fundación es una brecha semidura, atravesada por filones de rocas eruptivas y recubierta de montañas de origen volcánico. Estas formaciones no pueden crear dificultades para la ejecución de los trabajos; pero dejan la duda de si habrá un retorno á la actividad volcánica. Dos puntos solamente dan lugar á preocupaciones desde el punto de vista de la estabilidad de las capas geológicas: en Gatun debe descansar en parte la presa sobre una formación de limo y de aluviones de una resistencia dudosa, y en Cucarache existe un depósito de conglomerado arcilloso de una potencia de 380.000 m³, cuyos deslizamientos bajo la influencia de las lluvias produjeron ya trastornos á la Empresa francesa. Descubierto en 1907, este depósito se quitará completamente.

Condiciones técnicas.—El trazado, cuya longitud total es de 80 kilómetros, es el mismo que los franceses tenían adoptado como el más corto y que exigía menos movimiento de tierras; en sus proximidades tienen los ríos y cauces una altura que favorece la alimentación del tramo, y su desagüe en cada Océano se presta á la ejecución de antepuertos cómodos.

Sin embargo, en tanto que en los proyectos anteriores

(1) De la Memoria redactada con motivo de la Exposición de Valencia.

(2) Zeitschr. des Ver. deutsch. Ingenieure, 30 Enero 1903.

colocaban el origen del trazado en Colón para costear la bahía de Limón, los americanos lo han llevado al fondo de la bahía, la cual transforman en un puerto abrigado de 2.700 metros de longitud, protegiendo la entrada por rompeolas formados con bloques de hormigón.

La presa de Gatun ha de ser una obra colosal, cuya ubicación y sistema de ejecución han dado lugar á críticas. El lago de 443 kilómetros cuadrados que debe formar es necesario para regularizar el nivel, deteniendo las crecidas impetuosas del Chagres, río cuyo caudal puede variar entre 8,5 m³ en el estiaje á 1.480 m³ en Diciembre durante la estación de las lluvias. El embalse formado servirá también para la alimentación del tramo, y así ha sido previsto en todos los proyectos anteriores.

El perfil transversal geológico en el sitio de la presa lo forma una hoca arcillosa, pero con dos profundas grietas rellenas de aluviones arenosos. No se han hecho aún más que trabajos de ensayo, pero se espera que con una anchura en la base de 800 metros y una elección conveniente de los materiales la presa realizará con una completa impermeabilidad una repartición uniforme de las presiones.

Como obra reguladora, un dique de hormigón que realice una longitud de vertedero de 300 metros y un canal de desagüe de 40 metros de anchura, permitirán limitar á 0,50 metros el exceso de elevación del nivel del embalse en las más fuertes crecidas del Chagres.

Una doble escalera de tres esclusas ha de dar acceso por el Norte al lago de Gatun. Las dimensiones calculadas para estas esclusas se han ido sucesivamente agrandando, y en 1908 tenían como longitud 305 metros, como anchura 33,50 metros y como altura de agua 12,50 metros. Estas cifras, que han sido impuestas por los deseos de la marina de guerra americana, son excesivas para los navíos mercantes y llevan consigo una reducción de la capacidad del canal y un aumento notable de los gastos y del consumo de agua. En las extremidades de cada serie de esclusas se proyectan dobles puertas, para que sirvan las segundas de socorro y formen ataguía al hacer el vaciado de las cuencas. Las esclusas se cimentan sobre la roca y exigen 3.000.000 m³ de desmante y 1.150.000 m³ de hormigón.

El canal tendrá en toda la extensión del tramo una profundidad uniforme de 18,72 metros por debajo del nivel normal (+ 25,925). En Bas Obispo comienza el desmante de la Culebra, cuya anchura en el fondo es de 61 metros, y los taludes han de ser cortados según una sucesión de banquetas y de paredes casi verticales que responden á una inclinación media de 3 : 2.

En Pedro-Miguel, el tramo central termina con una esclusa de 9,45 metros de salto, y después en Miraflores un grupo de dos esclusas realiza la bajada del canal al nivel del Océano Pacífico.

Estas disposiciones son completamente diferentes de las que tenían preconizadas la minoría del Comité de Ingenieros consultores y la mayoría de la Comisión del canal. Partiendo de la idea de un lago artificial propuesto en 1879 por M. Kleitz, los proyectos contrarios prolongaban 9 kilómetros el canal en agua dulce, y de ellos se han separado los nuevos por consideraciones técnicas basadas en la constitución del terreno, principalmente en la Boca.

La altura de las mareas en la costa del Pacífico (6 á 7 metros) excluye la posibilidad de enlazar el canal á nivel con un lago interior. Según los cálculos, la velocidad del agua no excederá de 0,30 metros por segundo.

El desagüe en la bahía de Panamá se ha simplificado llevando el eje al Sur de la isla Naos, con objeto de evitar una curva pronunciada.

Un rompeolas de 3 kilómetros de longitud y una anchura en la coronación de 15 metros se extenderá desde la Boca á la isla Naos, próximamente paralelo al canal y á una distancia de 870 metros; este rompeolas formará un abrigo en la Boca y evitará los arenamientos.

Ejecución de los trabajos.—La enormidad de masas de tierra á remover y la celeridad de la ejecución excluyen la idea de los movimientos de tierras á mano; el rendimiento de los obreros es siempre débil, cualesquiera que sea su raza.

Los trabajos de mina se ejecutan por medio de perforadoras Austin (de vapor) é Ingersall (de aire comprimido). Se ha renunciado á las máquinas movidas eléctricamente por razón de la irregularidad, con la cual han trabajado precedentemente. Las dragas de succión no se han empleado aún más que en las desembocaduras, aunque la experiencia adquirida en los grandes talleres en América demuestran que se las puede hacer trabajar económicamente en desmontes por encima del nivel del mar, con un caudal de 4.500 m³ por hora. Los dragados en seco se realizan exclusivamente por medio de un centenar de dragas de cuchara que tienen una capacidad de 4 á 5 m³.

Material móvil.—Los transportes de los productos de los desmontes están sujetos á condiciones muy particulares; la rigidez y la altura de los taludes de las trincheras, el desplazamiento continuo de las vías de servicio, las longitudes considerables de transporte (20 kilómetros desde la Culebra á la bahía de Panamá), son condiciones que han impuesto la necesidad de una instalación de un material especial y potente.

Los vagones para los movimientos de tierras son de vía normal y generalmente de cuatro ejes; se ha separado y se utiliza también el material de la Compañía francesa y los vagones-básculas funcionan por cilindros de aire comprimido, alimentados por una conducción que viene de la locomotora. El uso de éstos no es ventajoso más que en la estación seca, porque la arcilla mojada se desprende difícilmente de la caja basculada. Los vagones-plataformas, que son en número de 1.300, se descargan por medio de una especie de rastra que se mueve de un extremo al otro del tren por un cable arrollado á un torno.

Las locomotoras de procedencia belga y francesa de dos ejes motores se han reparado y prestan un buen servicio. Los americanos reconocen que son por lo menos equivalentes á sus máquinas. Los transportes más importantes de los desmontes de la Culebra se hacen por medio de pesadas locomotoras americanas de tres ejes motores por lo menos.

El combustible representa un elemento importante del gasto que se trata de reducir, sustituyendo á la hulla el petróleo bruto que suministrará la Unión Oil Co of California, por medio de un conducto de 200 mill. colocado á lo largo del camino de hierro de Panamá.

La vía férrea se estableció al principio con carriles de 36 kilogramos, pero hoy los tiene de 45, y se emplean para su colocación grúas de una fuerza media de 15 á 20 toneladas y hay algunas de 75 y 100 toneladas.

La conservación de la vía es extremadamente penosa durante la estación de las lluvias.

La organización general establecida el 1.º de Julio de 1908 comprende para el cómputo de los trabajos tres divisiones:

La *división atlántica* (residencia en Gatun, Ingeniero, el Mayor W. Sibert), que comprende todas las obras al Norte de Tabernilla. Su flota de dragado comprende: una draga con tubos de 0,40 metros, dos dragas de cuchara de 4 m³ y dos dragas francesas de estingas, cuatro barcas francesas y seis nuevas de hierro.

La *división central* (residencia Empire, Ingeniero, el Mayor Gaillard), que comprende las obras de Pedro-Miguel hasta Tabernilla (23 travesías del Chagres).

La *división pacífica* (residencia Corozal, Ingeniero, S. B. Williamson), que comprende todas las demás obras. Su flota de dragado consiste en dos dragas francesas de estingas, una draga de cuchara de 3,8 m³ y una draga de tubos para alta mar traída de Baltimore en Enero de 1908 por el estrecho de Magallanes, más 11 barcas, de las cuales 8 son de vapor.

Instalaciones auxiliares.—Los franceses tenían instalaciones á todo coste, excelentes hospitales para la cura de los enfermos; los americanos han preferido combatir los gérmenes mismos de las enfermedades, por trabajos de desecación, alimentando de agua y adoquinando las vías públicas, cuyo gasto total en 1.º de Agosto de 1908 llegó á 13 millones de dollars. Al mismo tiempo se han tomado enérgicas medidas de policía sanitaria para destruir los mosquitos que sirven de vehículo á la fiebre amarilla y otras enfermedades.

Los talleres de máquinas y las centrales de fuerza están encomendadas á una división especial, que se ocupa al mismo tiempo en el alumbrado de las localidades, de los caminos de hierro y de los talleres. El número de empleados, cuya mayoría son mecánicos americanos y alemanes, es próximamente de 2.500. Hay también un servicio de abastecimiento, que realiza las compras y expide las materias al pie de obra; el almacén central está en Mounto-Hope.

Aunque las investigaciones geológicas han dado á conocer en la región de Gatun la existencia de capas geológicas propias para la fabricación de cementos, continúa éste suministrándose por la Atlas Portland Cement C^o. Los materiales para las esclusas de Gatun serán conducidos por el antiguo canal francés de Colón á Gatun, que se profundizará para hacerle practicable por los navíos.

El camino de hierro de Panamá debe establecerse por un solo lado del trazado del canal, lo que modifica casi completamente toda la sección de Colón á Panamá, y exige 1.300.000 metros cúbicos de desmontes y 9.200.000 m³ de terraplenes. La travesía del Chagres se hace en el mismo emplazamiento donde la Sociedad francesa tenía ya establecida una obra, que está hundida á consecuencia de las socavaciones de las pilas.

En Miraflores, la nueva línea abandona el borde del canal para llegar á Panamá por un túnel.

Una división especial del servicio se ocupa de las habitaciones para los empleados y los obreros, del suministro de muebles, de la alimentación, etc.

Los americanos solteros pueden instalarse en 15 hoteles, donde se les sirve bien por 0,3 dollars por persona. Hay también para los europeos 18 cantinas, donde la manutención les cuesta 0,40 dollars por día. Los obreros negros obtienen en 23 cocinas las tres comidas diarias por 0,30 dollars.

Situación obrera.—Los salarios de los obreros son próximamente:

Obreros de taller, ayudantes mecánicos (hora), 0,40 á 0,50 dollars.

Conductores de grúas (por mes), 180 á 210 dollars.

Conductores de dragas de cuchara, locomotoras, etc., 210 á 240 dollars.

Hay un aumento anual de 5 por 100.

La duración del trabajo diario es de ocho horas.

Hay próximamente 4.000 obreros permanentes.

Á los peones de mano se paga por hora:

Italianos, españoles, 0,20 dollars.

Negros, 0,10 dollars.

Indígenas, 0,05.

La Sociedad de Lesseps, que tenía una cruel experiencia de la mortalidad de los blancos, pensó que únicamente los negros podían resistir el clima tropical, y los americanos organizaron en vista de esto en las Antillas 1.904 agencias para su enganche.

De ellos hay 15.000 en las obras del canal.

Los indígenas llegan á 10.000 y son una raza mezclada de indios, de españoles y de negros.

En general, todos los obreros de color son apáticos y poco trabajadores; los obreros europeos serán hoy más ventajosos ya que el saneamiento del país hace el clima más soportable. En París hay abierta una agencia para su reclutamiento; su número actual es de 5.000 próximamente.—O.

PUERTO DEL MUSEL

(CONTINUACIÓN)

El estado del mar en aquella tarde no era tan agitado, por otra parte, que sea lógico atribuir las averías ocasionadas á los enormes golpes de ariete producidos por el empuje transmitido de las olas cuando éstas alcanzan alturas considerables, pues por excepción barrían la coronación del muro, que en los últimos 102 metros en que no se había construído el parapeto, se hallaba á un metro sobre la p. m. v. e., cuya altura es fácilmente alcanzada por las olas por muy poco que el mar se halle encrespado, y no es fácil, por lo tanto, que aquéllas tuvieran fuerza suficiente para arrancar de su asiento á los sillares de las hiladas inferiores.

Descartadas estas dos causas, no pueden, en nuestro concepto, atribuirse los desperfectos iniciados aquella tarde, sino á la impetuosa corriente de fondo reinante que formaba en la extremidad de la obra ejecutada violentos remolinos y que transmitida al interior del puerto siguiendo la dirección del dique y favorecida por la forma concavada de éste, socavó el cimiento en la parte recién construída por el lado interior no protegido por el manto de escollera, que como hemos dicho sólo se extendió al frente y á los costados del cimiento de los dos últimos tramos.

Que la corriente se propaga al interior del puerto, es para nosotros indiscutible, y la observación de los efectos producidos en el arranque del dique nos lo ha demostrado repetidas veces antes de empezar el muelle de Ribera; en la actualidad, la corriente se detiene contra el obstáculo que dicho muelle le ofrece, y sin embargo se hace sensible del otro lado del mismo sobre los taludes de los terraplenes en construcción que socava cuando en la costa reina algún temporal; mas nunca pudimos sospechar que dicha corriente á 14 metros bajo bajamar tuviese intensidad suficiente para producir los efectos descritos en la extremidad del dique; pero hoy, tanto por lo que dejamos expuesto como por el estado en que encontramos la parte averiada al proceder á su