

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.

LAS CARRETERAS Y LA CONFERENCIA DE CARRETERAS

(Del suplemento sobre Ingeniería de «The Times»
de 5 de Mayo de 1909.)

Siguiendo el ejemplo del Congreso internacional de carreteras celebrado en París el año anterior, la Asociación de Consejos de Condados organizó la Conferencia de carreteras verificada el jueves, viernes y sábado de la semana última. El trabajo realizado comprendió la presentación de 40 Memorias, que todas se dieron por leídas y fueron discutidas el jueves y viernes. El sábado se discutieron, modificaron y adoptaron una serie de conclusiones que representaban el resultado de las deliberaciones. Este procedimiento difiere del seguido en París, donde las conclusiones sobre cada materia se adoptaban el mismo día en que era tratada, siendo dudoso si tales conclusiones deben formar parte de las actas de las sesiones, porque realmente no constituyen un verdadero índice de las enseñanzas ó de la utilidad que las Memorias representan.

Es acaso inseparable de los Congresos ó Conferencias numerosos que su trabajo sea tan físiaro como el de una gran Junta, y en las conclusiones adoptadas en ellos, que tienen el carácter de compromisos, las mejores y más sólidas opiniones de los menos tienen que ceder ante los votos de los más, que representan inaplicables ó divergentes miras ó están influidos á veces por consideraciones personales ó por intereses de localidad.

Las Memorias leídas eran cortas, y, por término medio, de alto valor. Se distribuyeron en tres Secciones, A, B y C; de las de la Sección A se trató en la Institución de Ingenieros civiles (1), y comprendían lo relativo á construcción y conservación, inspección y administración y tráfico extraordinario. Las de la Sección B fueron discutidas en la Institución de Ingenieros mecánicos, comprendiendo lo relativo á automóviles ligeros, velocidades, pesos, etc., automóviles pesados, polvo y tributación de motores á la Hacienda imperial y local.

Las de la Sección C se trataron en la Institución de Topógrafos (2), comprendiendo las subvenciones del Tesoro na-

(1) Entiéndase de los locales de la Institución. (N. del T.)

(2) Surveyors, dice el original, palabra que no tiene un equivalente exacto. (N. del T.)

cional, carreteras nacionales, formación de estadísticas, propuesta de unidades y modelos, y licencias y registros.

Hasta cierto punto, las materias tratadas en las tres Instituciones tenían algo de común, siendo las discutidas en las de Ingenieros civiles las que abarcaban un campo más extenso.

El desgaste de las carreteras.

En algunas Memorias y en observaciones hechas durante la discusión se destacaba con toda evidencia el sentimiento de que constituía una equivocación el permitir que una carretera hermosamente construída y acabada fuese usada é inutilizada al entregarse al tráfico, especialmente al tráfico moderno. Existía tendencia á atribuir al tráfico de los automóviles el aumento en el coste experimentado en los doce años últimos, y por eso se pensaba que los automóviles no debían ser tolerados, á menos que no contribuyeran á los gastos muy fuertemente, comparados con los vehículos ordinarios arrastrados por caballerías. Se recuerda rara vez que en 1848, cuando los ferrocarriles empezaban á asumir el tráfico pesado y de gran velocidad de las carreteras, la población de la Gran Bretaña era únicamente de unos 18 millones y medio, mientras que ahora es de 44 millones. Durante un largo período, que se acerca á medio siglo, los ferrocarriles redujeron los desgastes y el coste de conservación que las carreteras reclamaban á cifras insignificantes, sin que se emprendiera la construcción de ninguna nueva.

Al aumento gradual de la población correspondía un aumento en el tráfico ferroviario, y últimamente crecientes dificultades y coste, debidos á lo relativamente reducido de las distancias por muchos ferrocarriles comparadas con las distancias totales entre los puntos extremos, á consecuencia de las extensiones rurales que experimentaban los suburbios de las ciudades y el aumento de transportes desde el ferrocarril al destino último.

La congestión se había presentado mucho antes de que el tráfico con automóviles alcanzara desarrollo, especialmente para mercancías, y los automóviles, después de la ley de 1906, quedaron súbitamente en disposición de realizar, de una manera convenientísima, lo que habría que haber encomendado á los vehículos arrastrados por caballerías si aquéllos no hubiesen existido ó hubieran resultado un fracaso. Allí donde

antes había que transportar por carretera una tonelada de comestibles u otros efectos requeridos por la vida doméstica, hay ahora tres toneladas que han de ser arrastradas con auxilio de vehículos carreteros. De aquí que deba admitirse que las carreteras sufren desgastes porque hay necesidad de utilizarlas; y mientras aceptemos que el aumento de población representa aumento de prosperidad de la Nación, hay que reconocer del mismo modo que es bueno que las carreteras se desgasten. Debe admitirse, sin embargo, que algunos vehículos las destruyen más que otros, y la causa de este defecto en estos vehículos ó en sus llantas puede y debe ser suprimida. Que las carreteras cuestan ahora mucho más que antes debe ser, á pesar de esto, motivo de congratulación más bien que cosa que haya que deplorar.

Las Memorias leídas por Mr. W. N. Blair, de St. Pancras, sobre *Construcción, conservación, desgaste y destrucción*; por Mr. P. A. Brodie, de Liverpool, sobre *Tamaño, duración y desgaste de las piedras en los firmes de las carreteras*; por Mr. F. G. Carpenter, de West Riding, sobre *Conservación de carreteras*, y por Mr. J. S. Pickering, de Cheltenham, sobre *El bacheo sistemático de las carreteras con afirmados macadán*, pueden ser consideradas como representando por sí mismas y por la discusión á que dieron lugar la materia entera, desde el punto de vista de lo porvenir. Estas Memorias, en forma muy condensada, dan los resultados de una experiencia amplia adquirida por personas conocedoras de estos asuntos. En cuanto á la construcción de carreteras alquitranadas, sus buenos resultados prácticos en lo que se refiere á soportar el tráfico pesado, limpieza, supresión del polvo y coste reducido, si se toma en cuenta su mayor duración, y en cuanto á la reducción de los inconvenientes que representan las obstrucciones del tráfico á que dan lugar las reparaciones, todos estuvieron de acuerdo. Se presentaron, también, cifras relativas á la duración de distintas clases de materiales para firmes, los cuales son, desde ciertos puntos de vista, asombrosos, especialmente en lo que se refiere á los tarugos de Jarrah para entarugados. Muchas dificultades se ofrecen al comparar la duración de uno ó varios materiales en condiciones semejantes ó distintas y las cifras que se dan conducen á menudo á equivocaciones.

Por esta causa, y con el fin de que la duración y costo puedan determinarse seguramente, así como con el propósito de establecer una base de comparación, dedicó Mr. Brodie la parte esencial de su Memoria á *la necesidad de una unidad para medir el tráfico y el desgaste* proponiendo la *tonelada de tráfico por metro del ancho del firme transitado por los carruajes y por año*, dando los resultados obtenidos con adoquinados, macadán ordinario, bloques de hormigón y firme de piedras menudas. La propuesta de Mr. Brodie obtuvo el asentimiento general, pero existen muchas autoridades locales que han de tropezar con dificultades ó tendrán objeciones que oponer á los recuentos ocasionales del tráfico en sus calles ó carreteras, y el análisis del peso arrastrado por los vehículos, y esto dió lugar á algún disentiimiento. La utilidad de la propuesta es manifiesta, y para el estudio completo del problema de la construcción y conservación de carreteras y la elección de materiales y método es esencial, así es que no cabe duda que será adoptada por todas las autoridades é Ingenieros que desean restaurar la construcción y conservación de carreteras á la elevada posición ingenieril que alcanzó en los tiempos de Telfort.

La duración de las carreteras.

Como un ejemplo de la unidad propuesta, presentó mister Brodie cifras que demuestran que con piedra de Penmaenmawr y otras de Carnavonshire, calles de fuerte tráfico, adoquinadas con adoquines labrados de $15 \times 15 \times 10$ centímetros, descansando sobre un lecho de hormigón, con pequeña capa de arena, y juntas fuertemente acuñadas con pequeños ripios de piedra dura y empapados luego con una mezcla de brea que se solidifique, con lo cual se previene todo movimiento de las piedras y se hace impermeable á la humedad la superficie, alcanzan una duración de $7 \frac{1}{2}$ millones de toneladas por yarda de ancho, es decir, una duración de veinticinco á treinta años, sin reparaciones importantes. La duración de un adoquinado de la misma clase, pero de 10 centímetros de espesor tan sólo, sería de cien años en una calle en que el tráfico fuese de 60.000 toneladas por yarda y por año. El macadán ordinario formado con dicha clase de piedra tiene una duración representada por 100.000 toneladas por yarda (1), mientras que el mismo material usado en macadán embreado, de tal suerte, que ningún movimiento ni desgaste de las piedras pueda sobrevenir por hallarse cada una de las de la superficie firmemente empotradas, la duración será al menos de 750.000 toneladas por cada yarda de ancho, ó $7 \frac{1}{2}$ veces la del macadán ordinario. Mr. Brodie describió además otro experimento con macadán de bloques de hormigón, el cual dió excelente resultado en una calle de 250.000 toneladas de tráfico por yarda de ancho; pero uno de los experimentos más interesantes realizados por él se refiere á lo que llama firme de pequeñas piedras, formado con cubos de la piedra aludida, de algo menos de 6 centímetros, los que pueden obtenerse á un precio ligeramente superior al de la misma piedra para el macadán ordinario.

Los cubos se colocan á mano sobre una capa de piedra machacada que descansa sobre otra de hormigón. La primera se rellena con la mezcla de brea usada en Liverpool y las juntas de la superficial son comprimidas con pequeños ripios de material duro y con brea, calculándose que este firme alcanzará una duración de treinta años bajo las condiciones medias de tráfico de las carreteras rurales. Debe notarse que en las cifras sobre tráfico que emplea Mr. Brodie no se tiene en cuenta el peso de la caballería; pero es obvio que, tanto éste como el que carga sobre las ruedas de los vehículos, deberían igualmente figurar en ellas.

El efecto del tráfico de automóviles.

Los hechos y conclusiones presentados por Mr. Carpenter están de acuerdo con los aducidos por Mr. Brodie, aunque no abrazan la materia tan completamente en lo que á las comparaciones se refiere, pues trata principalmente de los perjuicios que causan los automóviles más pesados á las altas velocidades á que á menudo corren. Esto constituye un motivo legítimo de queja y su continuación debería ser severamente reprimida. La combinación de velocidades ilegales con transporte ilegal de los pesos que actúan sobre cada eje constituye también motivo de censura, desarrollado con abundantes pruebas por Mr. Greatorex, de West Bromwich.

(1) Por año, dice el original, sin duda equivocadamente.

Es esta una materia que requiere una observancia más rigurosa de los reglamentos del Ministerio de Administración local (1) en interés, tanto de los contribuyentes como de los mismos propietarios de automóviles.

En su Memoria sobre el bacheo sistemático, Mr. Pickering trata una de las más importantes cuestiones, relacionadas con el coste de las carreteras, que es más urgente, menos atendida y á que menos influencia se atribuye como factor primordial en el coste y el *confort*. Reconoce Mr. Pickering la importancia del bacheo desde el día mismo de la terminación del firme de una carretera, así como la que para los efectos de la duración representa el encomendar dicho bacheo á hombres que hayan aprendido el oficio como lo aprende un adoquinador, y no á personas que se limiten á arrojar aquí y allá un poco de piedra, como si la operación careciese en absoluto de importancia. El desconocimiento del verdadero valor del bacheo inteligentemente practicado produce malos efectos sobre los afirmados ordinarios donde su aplicación, ahora más que nunca, es necesaria sobre las superficies consolidadas con el rodillo de vapor; pero produce peores efectos todavía cuando se trata de entarugados empleados en las carreteras, porque en tales casos cada tarugo defectuoso se convierte en un centro infeccioso de destrucción. Una carretera entarugada requiere cuidadosa vigilancia, á partir de un mes ó dos después de terminarla, para descubrir todo tarugo malo, que convendría fuese inmediatamente reemplazado, empleando útiles adecuados que deberían ser inventados al efecto, en vez de los métodos brutales y el zapapico al presente usados.

Mucho se habló de la parte financiera del asunto y de la necesidad del auxilio del Estado y aun de un Centro ministerial, pero esto último es pedido principalmente por los que ven la necesidad de unificar las carreteras generales. En interés del progreso en toda clase de asuntos relacionados con las carreteras hay que confiar que estas materias serán dejadas á la iniciativa individual y á las Autoridades de los Condados, pero con alguna intervención en cuanto á la obligación de realizar mejoras locales, ensanches, suavizamiento de recodos por las carreteras generales y remoción de trabas puestas por Autoridades de pequeñas localidades, y aun esto debería encomendarse al Ministerio de Administración local. Basta referirse únicamente á los trabajos de Brodie, Wakelam, Gradwell, Wood, Stilgoe, Hooley, Taylor y otros, para recordar á los interesados en estas cuestiones el gran progreso realizado en este país, aun con tan múltiples autoridades como existen, y que le ha colocado á la cabeza de todos en la construcción de carreteras y afirmados. Durante mucho tiempo ha sido celebrada Francia por sus hermosas, bien cuidadas y bien construídas carreteras, pero ha sobrevenido sin grande y rápido aumento en el tráfico y, malas como ellas son las trabas y restricciones impuestas por algunos de nuestros anticuados procedimientos y Autoridades, no han dado lugar al estancamiento á que suele conducir la oposición burocrática contraria á todo cambio, mientras que han permitido que la Gran Bretaña figure como guía en cuanto á construcción de carreteras atañe.

(1) Local Government Board.

PANTANO DE BUSEO

(PROVINCIA DE VALENCIA)

Breve reseña histórica del pantano.

Al malogrado Ingeniero D. Fernando de Juan y Burriel se deben los primeros estudios del pantano de Buseo, que merced á su propuesta fué incluido en el plan general de obras hidráulicas formulado á fines del año 1900 por orden del entonces Ministro del ramo Excmo. Sr. D. Rafael Gasset.

Dispuesta en seguida la redacción del proyecto correspondiente, el citado Ingeniero de la División del Júcar terminó dicho trabajo en 11 de Octubre de 1902; y el 12 de Noviembre de 1903 se inauguraron oficialmente las obras, por ser este pantano uno de los ocho cuya inmediata construcción fué entonces ordenada por aquel entusiasta hombre público, en su segunda etapa ministerial, atendiendo á la oferta hecha por los regantes del Turia en histórica y magna reunión celebrada en los salones de la Diputación provincial, de contribuir con un 50 por 100 del presupuesto primitivo de la obra (726.285,16 pesetas) á su realización.

El Real decreto de concesión del pantano al Sindicato de riegos, fecha 30 de Octubre de 1903, al fijar sus condiciones disponía se constituyese una Junta de Obras encargada de su ejecución, y autorizaba al Ministro á emprender mientras tanto los trabajos, para evitar toda pérdida de tiempo. La Junta sólo había de componerse de cinco Vocales: tres de libre elección del Sindicato, y dos como representantes de la Administración pública, de nombramiento exclusivo del Estado, siendo uno de ellos el Ingeniero Director.

En 1.º de Septiembre de 1904, completada la referida Junta con la designación del actual Ingeniero Director, empezó su funcionamiento, haciéndose cargo de las obras en 27 del mismo mes.

Situación, importancia, coste y utilidad de la obra.

El pantano, que en realidad debiera denominarse de Chera por estar enclavado en el término municipal de este pueblo y embalsar las aguas del afluente del Turia que lleva tal nombre, se halla emplazado á unos 22 kilómetros al Norte de Requena. Su presa corta el curso del Chera en el desfiladero del Tormagal, situado entre los poblados de Chera y Sot de Chera, á 4 kilómetros y medio, poco más ó menos, de cada uno de ellos.

El citado río, llamado también en los mapas Rambla de Sot, desemboca en el Turia por su orilla derecha entre Chulilla y Gestalgar; tiene una cuenca de recogida de aguas de 248 kilómetros cuadrados y desarrollo de 49 kilómetros desde Villar de Tejas, donde nace, emplazándose la presa unos 16 kilómetros antes de su confluencia con el río principal.

La lluvia media en la región es de 490 milímetros anuales y el volumen total aportado por la corriente se aproxima á 18 millones de metros cúbicos al año, oscilando su caudal entre límites extremos muy distantes: desde un mínimo de 25 litros por segundo en los veranos más secos, hasta 500 metros cúbicos como máximo de la mayor riada conocida en el emplazamiento del dique.

Sus principales tributarios son: por la margen derecha, las ramblas de la Pedriza, Villar de Olmos, Villarolas, de los Toscares, de Molleu (con su subafluente la Madroñera), y el

barranco de la Hoz, de aguas perennes, y por el lado opuesto, los regajos de Navazo, las Fuentes y barranco de la Hozecilla.

Para vaso del pantano se utiliza el valle de Buseo, de 58 hectáreas de superficie, que debe su nombre á la casa de labor y corrales adjuntos para encerradero de ganado allí existentes; y aun cuando la presa ha de tener la considerable altura de 40 metros sobre cimientos, su capacidad es sólo de unos 8 millones de metros cúbicos, porque el calado medio del embalse no llega á 14 metros.

Con tal altura y teniendo de base el 87 por 100 de ella, resulta el muro de un espesor enorme en su parte inferior, cubicando un volumen de 30.000 metros en números redondos; lo que unido á su forma curva en planta, á los huecos que en su interior lleva para alojar los mecanismos motores de las compuertas y á las dificultades ofrecidas por esta clase de obras, hacen sea la construcción de la presa de Buseo una de las más notables de la provincia y aun de toda la región.

Á ello contribuye también la importancia de su objeto y lo elevado de su coste.

Perséguese con la creación del pantano el fin de mejorar los riegos de la huerta del Turia, cuya extensión excede actualmente de 10.500 hectáreas (en 1848 se fertilizaban ya 126.417 hanegadas), garantizando la recolección de muchas cosechas que hasta el presente venían siendo sacrificadas en los años de sequía, por la escasez de las aguas estivales del río, que, sin embargo, en invierno y primavera arroja al mar cantidades exorbitantes; sin contar las aún mayores que ésta, como en general las corrientes todas aportan en la otoñada, por cuanto en buena explotación los pantanos deben mantenerse abiertos durante dicha época para que se efectúe su limpia de modo natural.

Sabido es que el riego de la llamada Huerta de Valencia se realiza por intermedio de ocho acequias ó canales principales, que se reparten el caudal del Turia, considerado virtualmente dividido en 138 partes, denominadas *filas*, del modo siguiente: Moncada, 48; Cuarte, Mestalla, Fabara, Rascaña y Robella, 14; Tormos y Mislata, 10. Además derivan del río, por la presa de Manises, la Sociedad de Aguas Potables que abastece la capital, y aguas abajo de ésta por la presa del Oso, la acequia de este nombre, que alimentada por las escorrentías de los antiguos canales y los desagües de la ciudad, sirve para la irrigación de 5.500 hectáreas de arrozales.

Calculándose el estiaje medio del Turia en unos 10 metros cúbicos por segundo, y siendo su mínimo aforado (verano de 1870) 3 865 litros, con el embalse de Buseo, supuesto distribuido uniformemente desde 1.º de Julio á 15 de Septiembre, se podrá aumentar el caudal del río en 1.235 litros, obteniendo las acequias un incremento en su dotación actual de más del 12 por 100 en estiajes ordinarios y de cerca del 32 por 100 en los años de gran sequía. Debe añadirse que los ocho canales de referencia benefician las tierras de 60 términos municipales, á más del de la capital.

En cuanto al presupuesto de la obra, como era de suponer y según acontece en casi todas las de su índole, ha tenido considerable aumento sobre el calculado primeramente.

Al aprobarse en 25 de Octubre de 1907 el proyecto de replanteo de la presa, fué sancionado por el mismo Real decreto un adicional para sus obras de 501.732,18 pesetas. En 14 de Marzo de 1908, la Real orden aprobando el expediente de expropiación autorizaba con el pago de éste un incre-

mento de presupuesto por tal concepto de 32.687,59 pesetas. Y el proyecto formulado de vertedero y muro de acompañamiento de la presa, que sancionó la Real orden de 27 de Junio del mismo año, introdujo otro adicional de 39 436,77 pesetas.

Por último, del proyecto de alzas móviles para el vertedero, elevado recientemente á la Superioridad y todavía pendiente de resolución, resulta un aumento de presupuesto de 13.366,90 pesetas, si se aceptan las compuertas de madera propuestas, y de 87.899,42, caso de darse la preferencia á las alzas metálicas.

De todo lo cual se infiere que el presupuesto primitivo de 726.285,16 pesetas se ha transformado en uno hoy vigente de 1.300.141,70 pesetas, que lleva aún trazas de incrementarse más; y, de consiguiente, los regantes cuyo compromiso, en cuanto á obras y expropiaciones afecta, sólo consiste en abonar la mitad del primitivo presupuesto, habrán contribuido á la postre únicamente con una cuarta parte de su verdadero importe total.

Descripción sucinta de las obras.

Enumeradas quedan anteriormente las principales características de este pantano, como son su cabida, altura de la presa, etc. Por otra parte, muchos datos relativos al asunto se citarán en el Catálogo de los modelos exhibidos, que al final de este opúsculo se incluye; con lo cual, y atendiendo á su fin vulgarizador, excusamos entrar aquí en minuciosos detalles.

Situado el valle de Buseo en el mismo curso del Chera, no necesita este pantano canal alimentador, como precisa en aquellos para cuyo embalse se utiliza una vega no cruzada por la corriente que ha de llenar el vaso.

Tampoco comprende el programa de las obras la ejecución de canal conductor de las aguas del pantano, aprovechándose por vía de tal el propio cauce del río hasta su desagüe en el Turia.

Queda todo reducido, en consecuencia, á la construcción del dique, con cuantos anejos, eso sí, son inherentes á esta clase de obras.

Breve y sucesivamente se pasará por tanto á examinar: primero, la presa; segundo, las disposiciones adoptadas para la limpia; tercero, las tomas de agua para el riego; cuarto, el aliviadero de superficie; y quinto, las demás obras accesorias.

El muro es de perfil moderno, llamado por los hidráulicos triangular á causa de tener vertical la cara que mira al embalse ó por lo menos casi á plomo, y con fuerte talud el paramento de aguas abajo, dependiendo su inclinación del peso específico de la fábrica empleada. Teóricamente, la prolongación de esta superficie corta al frente anterior de la presa al nivel de su coronación; pero en la práctica se otorga á la última el ancho necesario para el tránsito y para la resistencia á los choques del agua y cuerpos flotantes, paramentando sin talud en ambas caras el murete que corona al dique.

De igual modo tampoco se continúa hasta el plano de cimientos la fuerte inclinación de la cara posterior, sino que la presa lleva un basamento vertical de planta rectilínea al pie del referido talud, formándose así un rellano saliente por encima de las boquillas de salida de las galerías de limpia.

En esta presa se ha creído más arquitectónico separar

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 PANAMÁ

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 Stévens, 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 1909.

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 boca 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 desmonte 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 desmonte 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 cucharas 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 Mount-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 construido 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

reparación, y de que más adelante nos ocuparemos, no abrigamos la menor duda respecto de que la causa inicial de los desperfectos ocasionados fué la socavación del cimientó por la parte interior del muro.

El temporal aumentó de intensidad el día 29 de Noviembre, en cuyo día los repetidos golpes de mar actuando contra los bloques de mampostería que constituyen la parte interior del macizo superior del muro, á través de la grieta abierta la tarde anterior, y por entre las juntas de los bloques que forman el basamento de la superestructura, acabaron por derribar aquéllos en una longitud de 60 metros, contados á partir del extremo de la obra, quedando removido y dislocado el macizo exterior de la parte superior del muro, formado, como se ha dicho, con bloques confeccionados con cemento de fraguado rápido.

Los bloques interiores de 6 metros de la 7.^a hilada del basamento fueron arrancados en algunos puntos, y los que quedaban se habían partido, mientras que los bloques exteriores de la misma hilada, del reconocimiento que rápidamente practicamos al día siguiente (30) desde el muro mismo, parecía deducirse que no habían sufrido novedad, pues se hallaban tal y como habían sido colocados.

En la extremidad misma de la obra, debido sin duda á la escollera arrojada y á los bloques depositados sobre ésta para defensa del cimientó de la misma, ni se movieron los bloques del basamento ni los exteriores del cuerpo del muro que permanecieron en su posición, ni se produjeron los asientos que todos los años se observan en este punto tan combatido.

Un nuevo temporal se desarrolló el día 8 de Diciembre siguiente, más intenso que el anterior, y como en opinión de viejos marinos de la localidad hacía muchos años que no se había presenciado, rompían todos los bajos inmediatos á la concha de Gijón, tales como los de las Amosucas y la Figar con sondas de 20 y 14 metros en bajamar que sólo en condiciones excepcionales, muy raras, rompen; las olas saltaban en el dique en media marea sobre el elevado parapeto, salvando una altura de más de 10 metros, derribando el pretil en una longitud de 22 metros y una grúa á vapor sobre aquél colocada para la construcción del mismo.

Las olas, al caer sobre el dique, desmontaron dos cajones de hierro de 6 metros de longitud, empleados en la inmersión de los sacos de cimientó, de los trucks en que se transportan sobre los cuales se hallaban colocados; derribaron una hormigonera eléctrica situada al abrigo del parapeto y removieron gran parte del pedraplén de relleno de los compartimientos formados por los muros exterior, interior y transversales, arrastrando las vías de servicio establecidas y todo cuanto hallaron á su paso.

Del ímpetu de aquéllas podrá formarse idea por el hecho de que dos carriles de 50 kilos por metro, enlazados por fuertes pasaderas, que constituyen uno de los lados de la vía del Titán eléctrico, fueron doblados en arco en una longitud de 1,50 metros que dejaba libres las ruedas posterior de aquél.

No es extraño que en estas condiciones el oleaje abriese una brecha de unos 30 metros de longitud en la parte que los temporales anteriores habían dejado tan quebrantada, quedando la obra dividida en dos partes, como muestra la fotografía adjunta, en la que aparece el extremo de la obra en una longitud de unos 9 metros formada por los tres últimos tramos separada del resto del dique por la brecha abierta, en cuya fotografía puede apreciarse la disposición

en quedó la estructura superior de la obra, y demuestra que aunque removidos y separados unos de otros, aguantaron el temporal los bloques que constituían el macizo del extremo á pesar de ser el punto más débil y el más combatido de la obra como repetidamente venimos diciendo.

Los temporales que sucesivamente siguieron en 4 y 5 de Enero, los del 31 del mismo, 1.^o y 3 de Febrero, este último acompañado de un extraordinario suplemento de marea que ocasionó numerosas inundaciones y desgracias en diferentes puntos, y finalmente los de 30 y 31 de Marzo, continuaron arrebatando los bloques removidos, respetando, sin embargo, parte de los que quedaban en el extremo que han podido ser recogidos con el Titán al avanzar éste con la reparación del muro y encontrarse aquéllos al alcance de su pluma.

La reparación de tan graves averías ocupó á la Empresa constructora toda la campaña del verano del año 1904 y parte de la del año siguiente.

La operación fué sumamente laboriosa, y expuesta á ocasionar algún desperfecto al nuevo Titán, con cuyo poderoso auxilio se procedió á levantar todos los bloques movidos, y de la importancia de aquélla podrá formarse idea considerando que en los 63 metros reparados en el muro exterior hubo que reponer:

62 bloques de 36 metros cúbicos.

93 ídem de 24 ídem íd.

9 ídem de 30 ídem íd.

con un volumen total de 4.734 metros cúbicos y rehacer completamente el macizo superior, del cual no pudieron utilizarse más que los bloques del extremo.

Aparte de esto, que por sí solo sería suficiente para considerar de gran importancia la avería ocasionada, hubo que desmontar gran parte de los bloques interiores de las tres hiladas inferiores por presentar éstas una pronunciada inclinación hacia el interior y haber perdido la horizontalidad transversal por dicha parte las hiladas mencionadas, pues por la del exterior no habían sufrido el menor movimiento los bloques correspondientes.

Este efecto no puede, en nuestro concepto, ser producido sino por la socavación del cimientó, causada probablemente por la corriente submarina que lamiendo los sacos de que aquél se construye fué extrayendo la arena del fondo, hasta que faltos aquéllos del apoyo necesario acabaron por ceder al peso de la superestructura, inclinándose los bloques del lado interior, produciendo la grieta que apareció en la coronación del muro en la tarde del 28 de Noviembre, que fué el origen de las averías siguientes; no de otra manera podría explicarse satisfactoriamente que los bloques de la parte exterior no hubieran sufrido movimiento alguno, coincidiendo con la circunstancia de que, como ya hemos indicado, por dicha parte hay acumulación de arena que arrastrada por las corrientes es detenida contra el dique, cuyo cimientó llegó á cubrir en la mayor parte de su longitud.

Por otra parte, el hecho de que precisamente los bloques de la punta de los tres últimos tramos sea donde menos se dejó sentir los efectos de los temporales, parece comprobar aquella hipótesis, pues resulta que en dichos tramos el asiento de los bloques fué menor, era menor la grieta abierta en la coronación y quedaron más bloques sanos que en el resto de la parte averiada, y esto pudo ser debido á que por efecto del manto de escollera arrojada en dicha parte, el cimientó no fué socavado; este dato tiene en nuestro concepto tal importancia, que justifica la solución que propusimos para impedir que se repitan las averías descritas y que consiste,

como ya se ha expuesto, en extender á todo lo largo de la obra, á partir del perfil 10, una capa de escollera cuya berma por el lado exterior sea de 13 metros y con un ancho variable por el interior, empezando por 7 metros en el indicado perfil 10, y continuando con este mismo ancho hasta el perfil 20, aumentando hasta 10 metros en los perfiles 20', 20'' y el contorno de la cabeza del morro.

Podrá parecer anómalo que habiendo sido aprobado un proyecto reformado del dique Norte en 21 de Noviembre de 1901 motivado aquél, aparte de las deficiencias del proyecto que sirvió de base á la subasta de las citadas obras, por la imposibilidad de hallar canteras que produjesen en cantidad y calidad el volumen de la escollera que exigía la ejecución del basamento de la superestructura, de las condiciones que exigía el pliego de las facultativas del proyecto, acudamos ahora al empleo de escolleras como medio de defensa de la obra ejecutada con arreglo al sistema concertado que se proponía en dicho proyecto reformado; mas no es así si se considera que, además de las razones expuestas que justifican

el empleo de la escollera, ésta no constituye como en el proyecto primitivo la base del sistema, sino una obra accesoria, por decirlo así, y el volumen necesario sólo es de 79.720.583 metros cúbicos, mientras que en el proyecto á que nos referíamos figuraba esta clase de obra con un volumen de metros cúbicos 157.437.947, que se elevó á 185.778.377 en el reformado de escollera que juntamente con el reformado concertado fué sometido á examen de la Superioridad, y, finalmente, que dada la gran profundidad á que se propone el enrase de la escollera y no constituir ésta base de la superestructura, puede sin inconveniente emplearse piedra de todos tamaños en su composición, en vez de los cantos de 2 á 4 metros cúbicos y de un metro cúbico que para la parte exterior y la del núcleo respectivamente señalaba el pliego de condiciones facultativas, como tamaño de los que había de emplearse en la ejecución del basamento de escollera.

ALEJANDRO OLANO,

Ingeniero de Caminos, Director del Sindicato Asturiano del puerto del Musel

(Continuará.)

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Aparato para la conservación de la esencia en las cocheras de los automóviles.

La conservación de la esencia en las grandes cocheras de los automóviles ofrece peligros que han dado lugar á que estos establecimientos estén sometidos, principalmente en París y en Londres, á Reglamentos minuciosos y rigurosos. En París, toda cochera ó garage que solicite tener esencia en depósito está sometida á una inspección del Comisario de policía, de un Inspector de los establecimientos clasificados, de un Arquitecto de la Prefectura de policía, y de los Agentes del Consejo de higiene.

De todas estas inspecciones resultan prescripciones de seguridad impuestas al garage, teniendo en cuenta su situación, su construcción, la cantidad de esencia á depositar, etc.

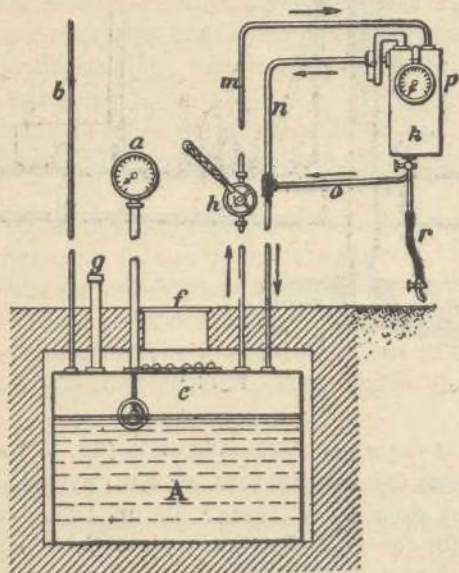


Fig. 1.^a

Los peligros de incendio se evitan, en lo que es posible, por diversas prescripciones y por la obligación de conservar mangas de riego, depósitos de arena, etc.

En Londres, se prescribe manipular la esencia absolutamente al abrigo del aire, lo que evita la formación de mezcla explosiva. M. Lacau describe en la *Technique automobile* de Marzo un aparato muy sencillo construido con este objeto.

Está formado (fig. 1.^a) por un depósito *H* de palastro, que contiene toda la reserva de esencia (dos metros cúbicos y más) y que está enterrado en una fosa sin ningún hueco alrededor de las paredes. Un tubo largo y estrecho *b*, que sale al exterior, basta para la ventilación.

El nivel de la esencia está indicado por un flotador que hace mover una aguja delante de un cuadrante *a*; el registro *f* y una trompa *e* situada en la tapadera permiten hacer las reparaciones precisas en el depósito, el cual se llena por medio del tubo *g*.

Para sacar la esencia se utiliza una bomba *h* que la impele por *m* al recipiente aforado *k*, provisto de un aliviadero *n* y un tubo para vaciarlo *o*. Un tubo flexible *r*, con llaves, sirve para llenar los depósitos de los coches.

El recipiente *k* está herméticamente cerrado, y el nivel de la esencia se conoce en él por un flotador y un índice *p*. Se puede evidentemente ramificar sobre el tubo *m* tantos depósitos *k* como número de automóviles haya que abastecer.

El teléfono automático, sistema Strowger.

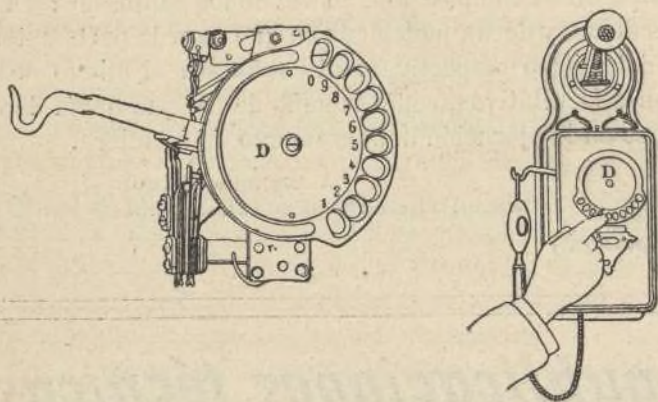
Los inconvenientes de la organización actual del servicio telefónico en las grandes ciudades, aunque atenuado por la adopción de señales luminosas y por numerosos perfeccionamientos de detalle que simplifican las operaciones, son tales que la ingeniosidad de los inventores, principalmente en los Estados Unidos, se encamina desde hace algún tiempo en el sentido de buscar sistemas completamente automáticos, capaces de servir millares de abonados sin otra intervención que la de ellos mismos para las manobras y de un personal de conservación en la oficina central para comprobar el funcionamiento de los «conyuntadores» movidos por la corriente eléctrica.

Muchos de estos sistemas han recibido ya la sanción de la experiencia, entre ellos el sistema Strowger, que se emplea en gran escala en Dayton (Ohio, E. U.) desde 1903, en Chicago y en otras grandes ciudades de los Estados Unidos. Se ha introducido igualmente desde hace algunos años en Alemania, principalmente en Berlín y en Austria, y ha recibido, á título de ensayo, aplicaciones bastante importantes.

De un estudio de M. Turpin, publicado en la *Revue Electri-*

que del 30 de Marzo, tomamos las reseñas que siguen respecto de su funcionamiento:

Estaciones de los abonados.—Las estaciones de los abonados (figuras 1.^a y 2.^a) comprenden, además de los órganos esenciales ordinarios, un *combinador*, que el abonado manobra del modo siguiente: el disco *D* de este combinador, que está perforado con 10 agujeros numerados, es móvil alrededor de su eje horizontal. El abonado conoce el número de su comunicante (que supondremos desde luego servido por la misma oficina); sea 45 este número: poniendo el dedo en el agujero núm. 4, hace girar el disco en el sentido deseado hasta que su dedo choque contra un tope, lo retira entonces, y el disco, llamado por un resorte, vuelve á su



Figs. 1.^a y 2.^a

primera posición. Lo mismo hace para la cifra 5. Hecho esto, la línea del abonado que ha llamado se encuentra enlazada en la oficina con la del abonado 45. El abonado llama entonces á éste, y si la línea 45 está ocupada, se advierte por una señal acústica especial.

Estación central.—Las comunicaciones están aseguradas en la oficina por *selectores* montados sobre la línea de cada abonado: un selector lleva un *eje vertical* que desempeña el papel de los cordones en los múltiples ordinarios y *conjuntors* que reemplazan los «jacks» de estos múltiples.

Estos conjuntors comprenden tres grupos de contactos superpuestos, repartidos sobre la superficie interna de una parte de cilindro vertical; estos diversos grupos se enlazan á las líneas de los abonados de una manera algo análoga á los «jacks» generales de los múltiples. El eje vertical, montado en el eje del cilindro de los conjuntors, lleva tres escobillas, que se mueven cada una sobre un grupo de contactos.

El selector comprende además una serie de electroimanes alimentados por la corriente de una pila ó batería central: *E_a*, que produce el movimiento *vertical* del eje y de las escobillas; *E_r*, que produce su movimiento de *rotación*; *E_d*, que sirve para desenganchar el selector, cuando el abonado que llama vuelve á colgar su receptor y lo deja en la posición de reposo. Cada selector sirve á 100 abonados.

Volvamos al caso del abonado que llama al núm. 45. La primera maniobra del disco *D* (cifra 4) produce el efecto siguiente: este disco, al volver á su posición primitiva bajo la acción del resorte, pone cuatro veces con tierra un hilo de línea, y, por lo tanto, es lanzada una corriente cuatro veces al electro *E_a*, lo que hace pasar cuatro dientes al eje vertical y sus escobillas, y hace que éstas, por consecuencia, frotan sobre la cuarta fila de contactos. La segunda maniobra del disco *D* (cifra 5) pone del mismo modo cinco veces con tierra el otro hilo de la línea, y una corriente es, por consiguiente, lanzada cinco veces al electro *E_r*, lo que hace pisar cinco dientes al eje y las escobillas con relación á su orientación inicial; las escobillas vienen á frotar, por lo tanto, sobre los quintos contactos de la cuarta fila. Las conexiones se encuentran entonces establecidas con la línea 45, y el abonado puede desenganchar su receptor y llamar al abonado 45.

El eje del selector se mantiene en su posición por un trinquete que desengancha (para el electro *E_a*) la maniobra de volver á colgar el receptor y vuelve entonces á su posición normal. Nada más sencillo en principio. Sin embargo, esta disposición es un poco complicada por la adición de aparatos auxiliares que impiden al abonado colocarse sobre una línea ya ocupada, ó que responden á ciertas necesidades del funcionamiento del selector que sería muy prolijo aplicar aquí.

La central comprende generalmente un gran número de grupos de 100 abonados; los selectores de estos grupos están ellos mismos conectados con otros selectores principales, de suerte que en una red de 1.000 abonados, por ejemplo, la llamada del abonado 451, que comprende tres maniobras del disco *D*, producirá desde (luego por las dos primeras) la puesta en conexión con el selector principal, y después, por la tercera, la puesta en comunicación con la línea núm. 451 enlazada á este selector. Para una red de 10.000 abonados, es necesaria una tercera serie de selectores y así sucesivamente.

En caso de necesidad, el abonado que llama puede comunicar con el personal de la central; es suficiente desenganchar su receptor sin maniobrar el disco *D*.

Se ve que el teléfono automático es muy seductor y parece llamado á un notable porvenir, á menos que haya nuevos descubrimientos en el dominio de la telefonía sin hilos, por ejemplo.

Dragados submarinos con tubo guía.

Los dragados submarinos ordinarios, que se componen esencialmente de un trépano que se deja caer sobre el lecho rocoso que se quiere excavar á través de la capa líquida, tienen algunas veces un mal movimiento mecánico. Desde el principio de la operación, una gran parte de la potencia viva del trépano se pierde en vencer la resistencia del agua, y, además, cuando la roca es perforada á una cierta profundidad, los detritus rellenan el agujero abierto por el trépano y éste está obligado á sacarlos antes de alcanzar la roca sólida. Produce, pues, poco trabajo útil y muchos menudos difíciles de dragar después.

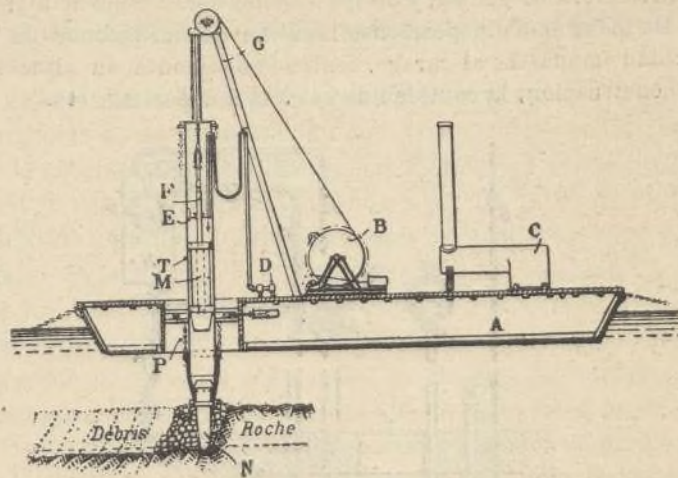


Fig. 1.^a

En la excavadora representada en la (fig. 1.^a) según el *Engineering News* del 4 de Febrero, se han evitado estos dos inconvenientes alojando el trépano en un tubo, cerrado por la parte superior con un diafragma, y por el fondo abierto, del cual se rechaza el agua hacia fuera por medio del aire comprimido.

La máquina se compone de un casco *A* que lleva una caldera *C*, un torno de vapor *B*, un compresor de aire *D* y un caballete *G*. Á este último va suspendido el tubo *T*, que pasa con mucha holgura, á través de un cuadro de guía alojado en el pozo *P* y que descansa directamente sobre el lecho sonoro á excavar. El compresor *D* envía el aire al interior del tubo *T* cerrado por el diafragma *E* á fin de impedir la entrada en él del agua, y el cable del torno *B* va enganchado por intermedio de un escape á

la varilla *F* de una maza *M*. El trépano *N* pasa simplemente á través de la abertura inferior del tubo *T* y actúa sobre la roca á la manera de un buril de herramienta neumática. Como la maza se mueve en un espacio vacío de agua, encuentra poca resistencia y toda su fuerza viva está, por lo tanto, disponible cuando llega al contacto con el trépano *N*. Por otra parte, este último no se eleva después de haber sido introducido en el suelo, sino que permanece en contacto de la roca todavía intacta; no revuelve, pues, los detritus que están ya desprendidos. El aire suministrado por el compresor se escapa durante la operación por la abertura inferior del tubo y sirve al mismo tiempo para rechazar los detritus producidos.

Una excavadora de este sistema ha dado, al parecer, excelentes resultados en el puerto de Boston, cuyo canal se ha profundizado recientemente hasta 10,67 metros por debajo del nivel de la bajamar. Siendo la marea allí de 3,65 metros ó más, ha tenido que trabajar la excavadora á una profundidad máxima de 14,32 metros. El casco de la excavadora tiene 27,43 metros de longitud, 9,75 de anchura y 3,65 de calado. El tubo-guía de la maza, que pesa 12 toneladas, es de acero roblonado y la maza es un bloque de 12 toneladas que cae sobre el trépano desde una altura de 915 milímetros, próximamente (con un trépano cayendo en el agua del mismo, pero es necesario llevar aquella altura á 2,40 metros) á razón de 140 golpes por minuto. El motor que acciona esta maza es una máquina de vapor de 100 caballos.

La misma máquina se ha empleado igualmente en New-York bajo una profundidad de 6,70 metros, y actualmente trabaja sobre la Penobscot River (Maine), donde excava un fondo rocoso á una profundidad de 4,26 metros.

Esfuerzos desarrollados en los tubos de cobre gruesos.

De una serie de ensayos hechos en el laboratorio del Eart London College, cuyos resultados expone M. C. Smith en el *Engineering* del 5 de Marzo, se han obtenido los resultados siguientes:

1.º La carga de rotura de un metal trabajando simultáneamente á la torsión y á la compresión es menor que cuando el esfuerzo es simple.

2.º El límite de elasticidad es alcanzado para un valor constante del esfuerzo cortante resultante, cualquiera que sea la naturaleza, simple ó compleja, del esfuerzo (compresión, tensión, torsión) que le produce.

3.º En un tubo de cobre espeso, sometido á esfuerzos simultáneos, la rotura se produce bajo la acción del esfuerzo cortante resultante.

Los tubos de cobre ensayados nunca se han hendido normalmente á la dirección de uno de estos esfuerzos, sino siempre según una superficie que contiene la resultante de los esfuerzos cortantes que aquéllos han desarrollado efectivamente.

El autor enseña cómo se puede determinar la dirección de estos esfuerzos resultantes para cada punto de la sección del tubo.

Grúas flotantes de hélices gemelas de 100 y de 60 toneladas del puerto de Buenos Aires.

El puerto de Buenos Aires posee desde hace largo tiempo una grúa flotante de 40 toneladas. Por consecuencia del incremento continuo del movimiento del puerto, ha sido preciso adquirir dos nuevos aparatos de este género que tienen, respectivamente, 100 y 60 toneladas de potencia.

Por falta de espacio en el puerto, las grúas se colocan entre el navío y el muelle; la flecha puede describir un círculo completo.

Cada una de estas grúas está provista de dos calderas que

suministran el vapor á ocho atmósferas á dos máquinas Compound, con condensadores de superficie, y que accionan una hélice cada una. El torno de la guía, movido igualmente por una máquina Compound, acciona dos juegos de tambores, uno para los pesos de 100 toneladas, y otro para los pesos de 20 toneladas; el descenso de los fardos se hace por medio de frenos automáticos y escapes silenciosos.

Con el objeto de mantener constantemente el pontón en una posición horizontal, aun durante la elevación del peso de 100 toneladas, rueda sobre la plataforma de la grúa un contrapeso móvil. El fondo del contrapeso va provisto de dos tuercas fijas atravesadas por dos tornillos, movidos por una máquina especial, que al girar le hacen avanzar ó retroceder. El mecánico encargado de la maniobra de los tornos mueve el contrapeso según la inclinación del navío.

Durante los ensayos oficiales, las máquinas de propulsión de la grúa de 100 toneladas han desarrollado en conjunto próximamente 550 caballos indicados, y las de la grúa de 60 toneladas 601 caballos indicados; las velocidades respectivas han sido de 15 y 16 kilómetros por hora.

El peso de 100 toneladas ha sido elevado por la primera grúa á la velocidad de 1,52 metros por minuto hasta la altura máxima de 24 metros por encima del nivel del agua; en esta posición, la grúa ha descrito una vuelta completa alternativamente en las dos direcciones en 2' 55".

La otra grúa ha elevado el peso de 60 toneladas á la velocidad de 2 metros por minuto, y con este peso suspendido ha descrito un círculo completo en 1' 30". Los pesos de 20 toneladas han sido elevados, respectivamente, á velocidades de 4,30 metros y 3,50 metros por minuto. Estas dos grúas, que han sido construidas en Holanda, han hecho con sus propios medios el viaje desde Schiedam á Buenos Aires, llevando simplemente el brazo de la grúa y el contrapeso inmovilizados. La duración del viaje ha sido de cincuenta días para la grúa de 100 toneladas y de cuarenta y cinco días para la de 60 toneladas.

Coche de tranvía.

Desde hace muchos años la administración de los tranvías de Montreal estudia el medio más apropiado para evitar los accidentes que se producen en el momento de la subida ó bajada de los viajeros de los coches.

Los estudios han conducido á poner en servicio un coche en que el viajero pague en el momento de entrar, y por lo que se le ha bautizado con el nombre de «pay-as-you-enter-can».

Estos coches, que dieron lugar al principio á vivas críticas, son actualmente muy apreciados del público y su número crece diariamente; están en uso, no solamente en Montreal, sino en Chicago, Boston, New-York, New-Jersey, etc.

Con el antiguo tipo de coche, el servicio del revisor es muy duro; los pasajeros, por su parte, sufren molestias numerosas y variadas. En las líneas frecuentadas el cobrador es absorbido enteramente por la cobranza y no puede cuidar, como es necesario, de la seguridad de los viajeros que entran en el coche ó le dejan. En el tipo nuevo el conductor se coloca en la plataforma de atrás, girada la espalda hacia adelante. Á su derecha se halla la puerta de entrada; á su izquierda la de salida. Al entrar los viajeros depositan el precio del viaje en una caja *ad hoc* colocada delante del conductor; éste entrega los billetes.

El viajero que desea descender toca un botón eléctrico para prevenir al conductor, y este agente previene á su vez al *watman*. El viajero puede dejar el coche saliendo por la puerta de salida antes citada ó por una segunda puerta de salida situada por delante del coche; en ciertos coches el *watman* maniobra esta puerta por medio de una palanca.

Esta doble salida procura una notable economía de tiempo y es preferible á la regla impuesta en ciertas líneas de tranvía de entrar en el coche por detrás y salir por delante.

La plataforma del nuevo coche es bastante larga, 2,75 metros. Una balastrada situada en la parte de atrás limita el sitio reservado a los fumadores. Estos coches son muy confortables; en invierno tienen dobles ventanas y en verano puede ir el coche completamente abierto.

Para los servicios suburbanos, á fin de evitar la gran plataforma volada en la trasera, se establece una plataforma central; este tipo de coche tiene tres salidas.

Los coches que se usan en Montreal, del tipo de plataforma trasera tienen 16,11 metros de longitud y 2,68 metros de anchura, para los coches de plataforma central estas dimensiones son respectivamente 15,50 metros y 2,62 metros.

Reconstrucción de un viaducto de camino de hierro en Amsterdam.

Los importantes trabajos de reconstrucción del viaducto Oeste de la estación central de Amsterdam tocan á su fin. Debemos recordar que el nuevo viaducto, situado inmediatamente al Oeste del antiguo, comprende cuatro tramos de 15 metros de luz cada uno, cubierta por tableros metálicos fijos. Los dos estribos y las tres pilas intermedias descansan sobre cajones de hormigón armado introducidos por el sistema del aire comprimido, y dispuestos en filas de 69,60 metros de longitud que se extienden sobre el ancho del viaducto. Cajones semejantes establecidos en sentido longitudinal de la obra enlazan los cimientos de los estribos á los de las pilas próximas.

La mitad Norte del viaducto, que comprende 16 cajones, se ha construido en 1905 y 1906. Inmediatamente después de ser puestas en servicio, se ha emprendido la ejecución de la mitad Sur de la obra, que necesita el establecimiento de 19 cajones.

Tanto á causa de la experiencia adquirida, cuanto por la mejor naturaleza del suelo, esta parte del viaducto ha sido construida más rápidamente. La cimentación se terminó completamente en Enero de 1908.

Lo mismo que en la parte Norte de la obra, los cajones de la parte Sur se han descendido á 20 metros bajo el cero, llegando á una profundidad máxima de 21,47 metros.

En el ángulo Sureste, ciertos cajones debían atravesar el cimiento del antiguo viaducto, y esto ha permitido hacer ciertas observaciones interesantes relativas á las causas del hundimiento de esta obra que han exigido su reconstrucción.

Consistía el cimiento en un zampeado general de hormigón de 2 metros de espesor, descansando sobre pilotes de 17 metros de longitud. Se ha observado que en la parte superior el hormigón es muy duro, pero que el cimiento estaba atravesado por una ancha grieta continua. En 40 á 50 centímetros de espesor en la base, el hormigón estaba completamente desagregado, y por debajo el terreno era fangoso en 50 centímetros de espesor.

Respecto de los pilotes, casi todos estaban destruidos en la parte inferior. Unos tenían la punta torcida, desviada y reducida á fibras ó pedazos; otros estaban quebrados á poca distancia de la punta, y algunos en dos sitios. La destrucción de los pilotes debió producirse en la hinca, pues existe una capa de 2 ó 3 metros de espesor de arena blanca muy dura, sobre la cual los pilotes debieron detenerse.

La introducción de los cajones de la mitad Sur del nuevo viaducto ha sido ejecutada como para la otra mitad.

El empleo de chimeneas de hormigón armado para el acceso á los cajones había motivado sus contratiempos en la primera fase de la contrata, por consecuencia de la dificultad de realizar una junta impermeable entre los diversos trozos. Se ha llegado á un buen resultado ampliando un anillo de palastro guarnecido de cantoneras que se fijaba sobre el borde del trozo de chimenea de hormigón armado, siguiendo una disposición análoga á la de los ensamblajes en los tubos de bridas.

En Junio de 1908 los trabajos de la superestructura del nuevo viaducto se han terminado.

Resta por poner en servicio el nuevo paso navegable, lo que necesitará todavía trabajos importantes, tales como muros de muelle, estacadas, puente giratorio, etc., á ejecutar todos por la ciudad de Amsterdam y por cuenta del Estado.

La construcción del nuevo viaducto ha costado 4.800.000 francos, y se estima en 7.350.000 francos el total de los gastos que llevará consigo el conjunto de todas las obras.

Las centellas como medio de reconocer las variedades del acero.

La acumulación de barras, varillas y otras piezas de acero en los depósitos de las fábricas requiere el empleo de procedimientos rápidos para reconocer las distintas especies de acero cuando las marcas de origen han desaparecido.

M. Le Chatelier ha recomendado la metalografía microscópica, pero es necesario estar iniciado en esta rama de la ciencia y la preparación de la probeta que hay que someter al ensayo exige algún tiempo y trabajo; sin embargo, este procedimiento es más expedito que la análisis química.

Cuando se trata simplemente de saber si una pieza de procedencia desconocida es acero dulce, acero duro carburado, acero al walfam al cromo, el examen de las chispas producidas por la nivela de esmeril permite reconocerle sin ninguna confusión.

Las partículas de metal arrancadas por las aristas cristalinadas del esmeril se llevan al rojo y se proyectan en centellas, según la velocidad de rotación de la nivela. Un dardo de centellas se ramifica en pequeñas estrellas, cuyo número de rayos está en proporción de la dosis de carbono del acero.

Con el manganeso, la irradiación tiene lugar en dos grados distintos. Otras formas características aparecen con el acero al tungsteno y el acero al níquel.

Aún no se ha podido bien fotografiar la imagen instantánea de estas centellas, y hay que contentarse con observarlas á la vista.

Investigaciones para aclarar las cuestiones pendientes en el establecimiento de los puentes de hierro y otras construcciones metálicas.

El artículo á que se refiere el título anterior, publicado por Ad. Saeydel en el *Zentralblatt der Bauverwaltung*, da á conocer la composición y el programa de la Asociación alemana para la construcción de puentes. La Comisión de ensayos comprende como representantes de los Ministerios: MM. Zimmerman, Schnapp, Schaper, Martens y Rüdeloff, y como representantes de las casas constructoras, MM. Seifert (Harkort), R. Bosse (Gutehoffnungshütte), Bolinger (Gustarsbourg) y Incho (Dortmund).

La preparación de los ensayos está confiada á M. Soydel (Harkort).

El programa establecido por la Comisión comprende investigaciones sobre los puntos siguientes:

- 1.º Resistencia al deslizamiento de los ensamblajes roblonados con distribución vaciada de los roblones.
- 2.º Debilitación producida por los roblones en las secciones de los palastros.
- 3.º Doble y esfuerzos secundarios en las piezas de construcción metálicas puestas en obra.
- 4.º Flexión de los ensamblajes diedros (por ejemplo, el ensamblaje de largueros y viguetas).
- 5.º Constitución de las viguetas, brida en los nudos de ensamblaje.
- 6.º Influencia del viento, valor de los enlucidos diversos para la preservación del metal.

La Comisión debe procurarse una máquina de 3.000 toneladas para los ensayos de tracción y de compresión; fundará sus ensayos en principios rigurosamente científicos y facilitará la publicación de los resultados en las revistas técnicas.