

zando todo su presupuesto y todos los artículos de él, dando en circular instrucciones precisas á fin de que con esta autorización amplia pudieran ser terminados por completo trozos de carretera más ó menos extensos que unieran en lo posible servicios de comunicaciones ya establecidos y que determinaran trozos completos que pudieran conservarse debidamente, aun cuando el resto de la carretera á que perteneciesen no fuera ultimado.

Esta medida previsor, fielmente interpretada por el personal de Obras públicas, ha sido seguramente la que ha originado más útil aprovechamiento de servicio en estas obras, como se podrá ver después, al tratar de las longitudes realizadas en la liquidación que á esta Memoria se acompaña. Al mismo tiempo, también las diferentes circulares emanadas de la Dirección general de Obras públicas, en atención á este servicio, han puesto constantemente á las Jefaturas de Obras públicas al habla con la Superioridad, para poder ser vencidas todas las inevitables dificultades presentadas en obra de esta naturaleza, y para tener perfecto y detallado conocimiento de la marcha de este servicio.

Las circulares aludidas han demandado referencias quincenales en relación con la marcha de las obras, incidencias de las mismas, número de obreros ocupados, sus procedencias y altas y bajas de esta masa obrera, etc., etc.

Con todas estas prudentes medidas y procurando fueran con oportunidad servidas las peticiones de fondos para la continuación normal de estas obras, ha tenido la satisfacción la Dirección general de Obras públicas de ver traducida en hechos la acción del reparto de las cantidades gastadas, y que hasta la fecha, después de más de un año de emprendidas estas obras, haya sido aplacada la crisis obrera que las inició y que no haya habido, afortunadamente, región alguna donde las violencias de la demanda de trabajo se hayan traducido en la más mínima alteración de orden público.

Atemperada la distribución de obras de cada provincia á los fondos y consignaciones de que podía disponerse en cada momento, fué extendiéndose el reparto, y ya á principios del año actual, conociendo perfectamente los créditos que el presupuesto vigente permitía para la continuación de esta clase de obras, se ultimó la distribución como á continuación se expresa.

En ella consideramos como obras autorizadas todas las que han necesitado diferente autorización aun cuando correspondan á trozos de una misma carretera.

Total de obras autorizadas (en la Memoria se especifican para cada provincia las carreteras respectivas):

Albacete, 2; Alicante, 9; Almería, 10; Avila, 3; Badajoz, 12; Baleares, 3; Barcelona, 2; Burgos, 8; Cáceres, 3; Cádiz, 2; Canarias, 6; Castellón, 6; Ciudad Real, 9; Córdoba, 20; Coruña, 5; Cuenca, 10; Gerona, 9; Granada, 5; Guadalajara, 5; Huelva, 13; Huesca, 10; Jaén, 9; León, 7; Lérida, 8; Logroño, 1; Lugo, 8; Madrid, 4; Málaga, 7; Murcia, 19; Orense, 4; Oviedo, 14; Pontevedra, 7; Salamanca, 4; Santander, 8; Segovia, 2; Sevilla, 15; Soria, 3; Tarragona, 9; Teruel, 9; Toledo, 9; Valencia, 6; Valladolid, 5; Zamora, 6, y Zaragoza, 11.

El total, por lo tanto, de obras autorizadas ó, mejor dicho, de autorizaciones diversas de obras por administración, ha sido el de 327.

Conocidos todos estos elementos de autorización de obras, instrucciones para las mismas, preparación del personal para su dirección y vigilancia y distribución de autorizaciones de obra en las distintas provincias, falta tan sólo, para tener completo conocimiento de estos datos y organización y desarrollo del servicio, indicar las consignaciones que se han ido aplicando y las

que puedan aplicarse para el comienzo, continuación y terminación de estas obras.

Se ha dicho que no gastado totalmente en el año 1914 el presupuesto extraordinario concedido de 10 millones de pesetas por la ley de Presupuestos vigente para este año, se prorrogó la validez de su remanente para su primer trimestre. Por consecuencia, la cantidad total de que se ha podido disponer hasta la fecha para estas obras, se ha nutrido, desde el mes de Agosto de 1914, fecha en que empezaron, con los créditos siguientes:

	Pesetas.
Remanente de la consignación de 1914, del cap. 19, art. 1.º, concepto 2.º (Gastado desde 1.º de Agosto á 31 de Diciembre de dicho año).....	211.568,01
Transferencia de la anualidad primera de lo subastado en 1914 á obras por administración.....	1.500.000
Gastado en 1914 del crédito extraordinario de los 10 millones de pesetas.....	4.352.892,91
Gastado en 1915 del cap. 19, art. 1.º, concepto 3.º, para esta clase de obras.....	6.000.000
Gastado con cargo al remanente del crédito extraordinario durante los tres primeros meses del año actual.....	3.189.359,44
TOTAL.....	15.253.820,36

A más de todos estos créditos, el presupuesto vigente de Ministerio de Fomento ha autorizado para subastar en este año la cantidad total de 24 millones de pesetas de obras empezadas por administración, á fin de terminar por aquel sistema las carreteras que esta consignación permitiera.

(Continuará.)

SOBRE LOS PROGRESOS DE LA FOTOGRAMETRÍA EN ESPAÑA⁽¹⁾

POR

JOSÉ MARÍA TORROJA

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

No es ésta la primera vez que me permito molestar la atención del sabio auditorio congregado en vuestras periódicas reuniones: hícelo ya en los Congresos de Zaragoza y Granada. Entonces hube de limitarme á exponer algunas disquisiciones teóricas sobre estos asuntos, y á clamar una vez más porque se les dedicara en nuestra patria la atención que en países más adelantados no se les regatea. Hoy vengo á daros cuenta de cómo mis votos de entonces se van ya cumpliendo, y los principales Centros del Estado que á trabajos topográficos se dedican han adoptado el método fotográfico estereoscópico de levantamiento de planos con mayor ó menor amplitud.

I.—Ensayo realizado por el Instituto Geográfico.

Acordado por la Dirección general del Instituto Geográfico y Estadístico, con fecha 20 de Noviembre de 1913, la procedencia de ensayar para sus servicios este método, de conformidad con la propuesta hecha en 1.º de Mayo de 1913 por el que suscribe, fuimos encargados de dirigir en el Laboratorio de Automática que dirige nuestro ilustre Jefe Excmo. Sr. D. Leonardo Torres Quevedo la construcción de un fototaquímetro con todos sus accesorios.

(1) Memoria leída en el Congreso de Valladolid, celebrado por la Asociación española para el progreso de las ciencias.

Posteriormente, en 5 de Abril de 1914, se constituyó en el Centro primeramente citado una brigada para realizar el ensayo en la vertiente SE. de la sierra de Guadarrama, y se nos confió su dirección.

Del resultado obtenido en todos estos trabajos nos proponemos dar breve cuenta en esta ocasión por creer pueden tener cierto interés, especialmente por la circunstancia de ser los primeros en su género que se han realizado en toda la Europa occidental.

Lo reciente de la fecha en que el ilustre Capitán del Ejército austriaco, Eduardo von Orel, elevó el método fotoestereoscópico al puesto preeminente que hoy ocupa, gracias á la invención de su maravilloso estereoautógrafo, y las condiciones especiales de exactitud que exigen los aparatos de campo de este método, han hecho que sólo la Casa C. Zeiss, de Jena, los construya comercialmente hasta la fecha. Pero estos modelos alcanzan un precio que difícilmente hubiera podido el Instituto segregar de su mezquino presupuesto ordinario de trabajos y material.

De no adquirirlos en la citada fábrica, sólo un Centro oficial hay en España que cuenta con medios adecuados para construir aparatos análogos á aquéllos: el Laboratorio de Automática. Por eso fué digno de alta estima por parte del Instituto el ofrecimiento del Sr. Torres Quevedo de poner el Centro que dirige á disposición de aquél, para la construcción de los que fueran menester.

Dificultad grande y responsabilidad no menor tenía la misión que en este caso se nos confiaba. Teníamos que proyectar detalladamente un aparato complicado sin experiencia alguna en este género de trabajos, y los errores que á nuestra previsión escaparan, por nosotros mismos habían de ser purgados al manejar aquél en el campo.

No hemos de describir aquí nuestro fototaquímetro, ya que figura en la Exposición de Material Científico de este Congreso.

Pero sí creemos útil decir algo acerca del resultado que hemos obtenido con él en las dos campañas que llevamos realizadas.

Vana hubiera sido la pretensión de que este aparato, proyectado y construido por quienes por vez primera se ocupaban en semejante género de trabajos, pudiera competir con los que salen de fábricas aleccionadas por larga experiencia. Había de tener defectos y no se libró de ellos. Pero estos defectos no fueron en ningún orden esenciales ni le privaron de desempeñar satisfactoriamente su cometido en el campo.

II.—Descripción de la zona del ensayo.

El resultado que se obtenga del ensayo de cualquier método de levantamiento de planos depende en gran parte, como puede fácilmente comprenderse, del terreno elegido para efectuarlo. Por eso la zona elegida para el ensayo, que por encargo del Instituto Geográfico realizamos, fué, como no podía por menos, terreno de sierra. La fotogrametría, que podemos llamar terrestre, en contraposición con la aérea, no puede ni podrá nunca aplicarse ventajosamente á terrenos llanos, salvo casos muy especiales en que quede asegurada una buena visibilidad desde las estaciones.

Entre los terrenos quebrados hay notables diferencias de rendimiento, según su configuración especial. Para un trabajo de ensayo, como el nuestro, había que elegir una zona que comprendiera la mayor variedad posible de condiciones, y á este fin se eligieron los términos de San Lorenzo, Guadarrama, Los Molinos y Collado Mediano, en la provincia de Madrid.

Analicemos las características principales de cada una de sus partes.

El término de San Lorenzo ofrece el caso ideal: el de una

ladera muy inclinada, sin barrancos profundos y tortuosos, dispuesta en forma de anfiteatro, y dominada por una elevación de altura conveniente; es la zona obtenida desde la base núm. 1.

Ventajosa igualmente, aunque no en tan alto grado, es la disposición del anfiteatro que se extiende entre Jarahonda por un lado, y por otro la estribación de Cabeza Lijar, que muere junto á San Pantaleón; el radio excesivo de este anfiteatro hace que no se pueda dominar cada una de sus partes desde la opuesta; y su centro, única zona en que pueden situarse las bases fotográficas, está poco elevada para dominar la parte inferior de aquél; á las bases 13, 14, 15, 10 y parte de la 9.^a corresponde este trozo del plano, que abarca los términos de Los Molinos y Collado Mediano y algo del de Guadarrama.

El resto del término últimamente citado completa el área del ensayo y forma su parte verdaderamente difícil. El dislocado conjunto de cerros caprichosos y profundos y tortuosos barrancos que del modo más irregular se mezclan, constituye un notable ejemplo de lo que pudiéramos llamar terreno inverosímil. Las 3.000 hectáreas que aproximadamente comprende están, además, cubiertas de pinares bastante espesos que constituyen una nueva dificultad.

Las laderas del Risco de Benito por un lado y las de Cabeza Lijar por otro, limitan esta zona, enlazándose por su parte más elevada; pero otras lomas intermedias, de altura considerable, impiden que desde algún punto de una de aquéllas pueda dominarse la otra. La serie de barrancos que corren de Oeste á Este son profundos é irregulares, y los escasos puntos que pudieran, en parte, dominarlos desde su origen, no pueden utilizarse para la elección de bases por los espesos pinares que los cubren. Tampoco pueden verse desde aguas abajo por el descenso del terreno por esta parte. Toda solución general es imposible para esta zona y ha sido preciso descomponerla, para su representación, en un mosaico complicado. Las zonas elevadas se han fotografiado á gran distancia desde el llano y las bajas, fragmentariamente desde las escasas claras que el bosque presenta, y aun así han quedado invisibles los fondos de los dos barrancos más profundos.

Aun deben considerarse otros dos casos. La parte más elevada del Risco de Benito, gran extensión de poca pendiente que no ha podido ser representada por carecer en absoluto de punto de vista favorable y la ladera Este del mismo macizo, á cuyo pie se extiende una llanura dilatada, por completo cubierta de espeso arbolado, entre el cual es sumamente difícil encontrar una clara suficientemente amplia para situar en ella una base, sin que los árboles que ocupan los primeros términos lleguen á ocultar la falda de aquél. Es este último, caso que con frecuencia se presenta en los bordes de los terrenos quebrados de ambas Castillas.

III.—Plan general adoptado para los trabajos.

El objeto principal que en este ensayo nos propusimos, fué el determinar el máximo rendimiento que en cada caso podía obtenerse del método, y, por ende, nos esforzamos en reducir todo lo posible el número de vértices de la triangulación y el de bases fotográficas.

Limitamos aquélla á siete triángulos con ocho vértices, aprovechando los tres únicos geodésicos, Cabeza Lijar, San Pantaleón y Jarahonda, cuyas señales se conservan en la zona. Los lados de aquéllos oscilan entre 4 y 12 kilómetros, resultando así una triangulación análoga á la de tercer orden.

La distribución de las bases fotográficas hubo de desarrollarse con arreglo á dos planes distintos. Primeramente intentamos seguir al pie de la letra las enseñanzas adquiridas en los traba-

jos que con las brigadas del Instituto Geográfico Militar Austriaco y de la Sociedad Stereographic, de Viena, habíamos realizado en los Alpes del Tirol y Estiria: elegíanse allí las bases contando con un alcance útil que podía llegar á 10 y hasta 15 kilómetros.

Así pensamos repartir el área de nuestro trabajo, salvo las hondonadas de Guadarrama, en cinco fotografías. La núm. 1, que nos daría el anfiteatro de San Lorenzo; las 3 y 4 que, con orientaciones análogas y bases de muy diferente longitud, nos darían las zonas próximas y remotas, respectivamente, del cordón de montañas que ante ellas se elevan; la 8 que, situada en dirección normal á éstas, llenaría algunos claros que ellas dejaran, y otra que desde San Pantaleón dominaría Jarahonda y los valles que separan este macizo del de Peñata. Pero este plan hubo de ser pronto abandonado.

Del examen de las fotografías obtenidas dedujimos provechosas é impensadas enseñanzas. El paisaje de alta montaña (2 á 4.000 metros de altitud) que en los macizos del Ortler y Dachstein se contemplan están compuestos casi exclusivamente por fuertes contrastes entre el negro de las peñas salientes y el blanco de la nieve que entre ellas se acumula: los duros contornos que separan aquéllas de ésta se acusan perfectamente á las distancias arriba indicadas. Pero este caso es absolutamente distinto del de nuestro trabajo, en que los tonos oscuros del arbolado, de las peñas y de la tierra se funden en un solo color á distancias mucho más reducidas.

Todas estas circunstancias nos obligaron á prescindir de las bases 4.^a y 8.^a, que resultaron poco menos que inútiles por falta de detalle en las fotografías, y adoptar un nuevo plan de trabajo, limitando el alcance útil de las vistas á la mitad, próximamente, del empleado por los austriacos.

IV.—Resultados obtenidos en los trabajos y enseñanzas que de ellos se derivan.

Consignadas quedan en el párrafo anterior las áreas dominadas por cada una de las bases fotográficas. La relación entre las zonas intermedias y aquéllas es escasa; es decir, que el plano ha podido construirse en su casi totalidad sólo con las doce fotografías números 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 14 y 15.

El área dibujada comprende unas 8.000 hectáreas. Resulta, pues, un rendimiento medio de 666 hectáreas por base. El máximo corresponde á la base 9.^a, que dió 1.313; á ésta siguen la 15, con 1.260; la 3.^a, con 1.237, y la 4.^a, con 927.

El alcance máximo utilizado fué de 9 kilómetros en la base 9.^a; siguen la 5.^a, con 7,5, y la 1.^a, con 6,5; el alcance medio fué de 5,5.

Hasta ahora nos hemos referido, exclusivamente, á los trabajos de campo; veamos lo que atañe á los de gabinete.

La observación de las placas en el Estereocomparador Pulfrich ha demostrado una vez más la perfección de los aparatos que salen de los talleres de Zeiss.

La construcción de puntos, después de algunas placas normales que fueron calculadas analíticamente con auxilio de una Brunswiga, se hizo gráficamente con el tablero de Pulfrich, construido en el Laboratorio de Automática. Este tablero dió buen resultado, lo mismo en exactitud que en rapidez, para las placas normales. No fué así para las oblicuas por lo complicado de las construcciones á que este caso da lugar: el trabajo resultaba muy lento y la exactitud disminuía.

Fué preciso acudir al Estereógrafo, aparato ideado por el Ingeniero de Minas D. Antonio Torroja, en cuya descripción no entramos por ser ésta objeto de una Nota presentada por el inventor á este Congreso.

El Estereógrafo dió excelente resultado: es tres veces más rápido que el tablero de Pulfrich, y reduce los errores gráficos extraordinariamente; este aparato fué el que hizo posible la realización del trabajo de gabinete en condiciones aceptables.

Los trabajos de campo de este ensayo duraron setenta y cinco días, que pueden suponerse repartidos por partes iguales entre la triangulación y la obtención de bases fotográficas. El rendimiento medio, contando todo el trabajo, fué de más de 3.000 hectáreas al mes para la brigada compuesta de un Ingeniero y un Topógrafo; este rendimiento puede aumentar, seguramente, en terrenos menos irregulares que el término de Guadarrama, ya que de las doce bases de que nuestro ensayo consta, seis (las 2.^a, 5.^a, 6.^a, 7.^a, 9.^a y 11) se dedicaron, casi exclusivamente, á las 3.000 hectáreas de aquella zona, dando un rendimiento medio de 500, mientras que las seis bases restantes (1.^a, 3.^a, 10, 13, 14 y 15) abarcaron 5.000 hectáreas, con promedio de 833.

El coste total del ensayo arrojó un precio por hectárea inferior en un 40 por 100 al de los métodos antiguos.

Y la simple inspección del plano demuestra que el detalle y fidelidad de representación del terreno que el método fotográfico estereoscópico permite alcanzar es muy superior á los obtenidos con éstos.

El ensayo de que acabamos de dar cuenta mereció la aprobación del Consejo del Servicio Geográfico y, en su consecuencia, propuso éste á la Dirección que el nuevo método se emplease en lo sucesivo normalmente en los casos que á ello se prestaran.

En la pasada campaña se ha aplicado en la misma sierra á zonas cuya nivelación no había sido aún realizada por el Instituto. Y en lo sucesivo ha de seguir la fotogrametría alternando con los métodos no fotográficos.

V.—Trabajos realizados y proyectados en otros Centros oficiales.

Siguiendo el orden cronológico que nos ha llevado á hablar en primer término de los trabajos del Instituto Geográfico, cumples citar ahora los de la Brigada topográfica de Ingenieros militares.

Fueron iniciados los trabajos fotogramétricos en ésta por el hoy General D. Rafael Peralta, en la época en que dirigía aquélla. Pero entonces la fotogrametría estereoscópica no existía. El verano último fué ésta ensayada en el Pirineo por iniciativa del actual Jefe de la Brigada, el Teniente coronel D. Arturo Vallhonrat. Posee ésta un fototaquímetro Salmoraghi, reformado en el laboratorio del Sr. Torres Quevedo para adaptarlo á la estereoscopia.

Ha encargado un estereocomparador Zeiss, que se halla detenido en su viaje con motivo de la guerra, y proyecta adquirir un fototaquímetro de nuestro modelo y hacer también, en fecha próxima, algunos ensayos de fotogrametría aérea.

La Dirección general de Obras públicas, por iniciativa del Excmo. Sr. D. Abilio Calderón, que hoy la desempeña, acordó la adopción del método estereofotográfico para sus trabajos, y encargó dos fototaquímetros de nuestro modelo—que se están terminando en el Laboratorio de Automática—y á la Casa Zeiss un estereoaquígrafo Orel, modelo 1915, que será—cuando la guerra actual permita su tránsito—el primero de la Europa occidental.

Finalmente, en 15 de Mayo del corriente año, decidió el Ministerio correspondiente que el Depósito de la Guerra ensayara también el nuevo método y adquiriera un fototaquímetro que tenía en construcción, cuando le sorprendió la muerte, el Teniente coronel de Estado Mayor y Profesor de Topografía en la Es-

cuela del Cuerpo, D. Alejandro Más y Zaldúa, campeón infatigable de los métodos fotográficos, que con nosotros había estudiado en Austria, y sobre los que publicó excelentes obras.

He aquí lo que en el terreno que estudiamos han realizado hasta la fecha los diversos Centros del Estado que se dedican á trabajos topográficos.

Justo es consignar aquí, por la relación estrecha que con la fotogrametría propiamente dicha guarda, la idea del ilustrado reporter fotográfico D. Leopoldo Alonso, de hacer una colección de itinerarios fotográficos para aviadores. Serían éstos constituidos por series de vistas obtenidas desde aeroplanos y completadas con algunos datos especiales, documentos de suma utilidad para los aviadores que hubieran de recorrer los trayectos más frecuentados, y el ensayo que de estos trabajos se han realizado hacen concebir halagüeñas esperanzas acerca de su porvenir.

He aquí el estado actual de la Fotogrametría en España. Después de larga inercia fué ésta vencida, y pueden hoy concebirse esperanzas fundadas de volver á tiempos como aquellos en que el General Terrero y la Academia de Ciencias de Madrid eran en Europa los principales impulsores del método fotográfico, del cual puede asegurarse que los inestimables servicios que hasta la fecha ha prestado á las ciencias y á las artes son nada comparados con los que ha de dar en lo porvenir.

Madrid, Octubre de 1915.

Nota sobre un sistema de compuertas

PARA PANTANOS (1)

POR

D. PEDRO M. GONZÁLEZ QUIJANO

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

La Escuela especial de Ingenieros de Caminos presenta en la Exposición aneja á este Congreso un modelo de las compuertas que hube de proyectar en 1902 para el pantano del Guadalquivir, entendiendo, sin duda, que representan una solución relativamente original, atendiendo sobre todo á la época en que fué propuesta, de los problemas que plantea el cierre y maniobra de los desagües y galerías de servicio de los pantanos. Dar una idea sucinta, pero lo más completa posible de las características del sistema y de sus condiciones de aplicación, es el objeto de la presente nota.

Las principales dificultades que en estos cierres suelen presentarse proceden en primer término de la carga considerable que sobre la compuerta actúa y que es causa de resistencias al movimiento y motivo de fugas, que no sólo suponen pérdidas de embalse, por lo general poco importantes, sino que pueden producir, por las arenillas en suspensión que conduzca el agua, rara vez limpia en el fondo, dada sobre todo la velocidad considerable con que tiende á escapar, rayados en la superficie de ajuste que agravarían el daño, pudiendo provocar averías de mayor consideración.

Otra dificultad de importancia puede derivarse de los tarquines acumulados en el vano y que tienden á reunirse en la parte inferior, donde naturalmente habrán de colocarse las compuertas de fondo, cuyo objeto es dejar el pantano en seco cuando á ello obliga la necesidad de las limpias, la reparación de alguna avería ú otra circunstancia especial. Estos tarquines, envolviendo la

compuerta si ésta se encuentra situada en el interior del pantano, pueden dificultar su movimiento tanto ó más que la presión del agua y, aunque esta nueva resistencia fuera vencida, al elevarse la compuerta podría el vano quedar obstruido por una masa de escasa resistencia y en equilibrio poco estable sobre la que sería peligroso actuar directamente y que podría presentar todavía un nuevo obstáculo para el cierre, sobre todo si la masa encerraba empastados cuerpos duros (piedras sobre todo) lo que es un caso bastante frecuente.

En las antiguas compuertas de deslizamiento estas dificultades no se encontraban resueltas sino de una manera imperfecta. Constituidas esencialmente por un tablero portador de un marco que viene á aplicarse sobre otro marco fijo al vano y efectuándose el movimiento en el mismo plano de ajuste de los dos marcos, si la presión actúa sobre la cara de la compuerta opuesta al marco fijo, el rozamiento que habrá que vencer durante la maniobra será considerable, á menos de ser muy reducidas las dimensiones del vano, y si es la cara opuesta la que se encuentra en contacto con el agua, será casi imposible alcanzar un ajuste conveniente que asegure la impermeabilidad.

En la época en que redactábamos nuestro proyecto, las compuertas de deslizamiento eran, sin embargo, casi las únicas empleadas, tanto en España como en el extranjero, y la posición preferida aquélla en la que el empuje del agua favorece el cierre, posición que si tiene esta ventaja indudable, presenta en cambio los inconvenientes arriba apuntados, especialmente en el caso de haber tarquines. Para evitar éstos se recurría á alojar las compuertas en pozos ó galerías donde los sedimentos no tuvieran fácil acceso y á impedir, por medio de maniobras frecuentes, que llegaran á acumularse en cantidades tales que pudieran obstruir el desagüe.

Los excesivos rozamientos que en este sistema se desarrollan se superaban ó bien á expensas de la duración de la maniobra, mediante mecanismos que multiplicaran el esfuerzo, ó con el empleo de motores hidráulicos que sustituyeran el trabajo á brazo y que tomaban su energía ya de acumuladores especiales ó ya de la que representaba la caída entre el nivel del agua en el pantano y en el cauce exterior; pero como por lo general los pantanos se encuentran situados en parajes alejados de población, donde faltan operarios y medios para la reparación de mecanismos algo complicados, aun en el caso de instalaciones hidráulicas se solía prever la maniobra á brazo para caso de avería.

Para reducir estos esfuerzos algunos ensayos se habían hecho (no precisamente en pantanos profundos, sino en algunas tomas de canales sometidas siempre á cargas más débiles) de compuertas soportadas por ruedas ó rodillos que sustituyeran total ó parcialmente el rozamiento de deslizamiento por el de rodadura mucho más pequeño á igualdad de presión. Estos ensayos, hechos principalmente en canales de la India, habían dado ya origen al sistema Stoney en que el objeto se lograba mediante trenes de rodillos independientes de la compuerta é interpuestos entre ésta y las partes fijas del vano.

Esta interposición era causa de que los ajustes entre los marcos fijo y móvil fueran poco precisos con perjuicio de la impermeabilidad y los rodillos mismos, situados en el interior del embalse, si llegaban á quedar envueltos por los tarquines, encontrarían nuevas resistencias al movimiento, que harían un poco ilusorias las ventajas que se trataban de obtener. Además, en el sistema de Stoney, como los rodillos son independientes de la compuerta, no acompañan á ésta en su movimiento, sino que quedan retrasados, siendo su carrera solamente la mitad que la de aquélla, de modo que, á menos de disposiciones especiales, encuéntranse expuestos al paso del agua.

(1) Memoria leída en el Congreso de Valladolid, celebrado por la Asociación española para el progreso de las ciencias.