

# ANALES

DE LA

## CONSTRUCCION Y DE LA INDUSTRIA.

AÑO V.

Madrid 25 de Setiembre de 1880.

NÚM. 18.

### ENLACE GEODÉSICO Y ASTRONÓMICO DE EUROPA Y ÁFRICA.

NOTAS PRESENTADAS Á LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES, POR SUS INDIVIDUOS D. CARLOS IBAÑEZ Y D. MIGUEL MERINO.

(Lám. XXI.)

#### Primera operacion.— Enlace geodésico.

##### I.

El problema fundamental de la Geodesia, concierne á la determinacion de la forma general, dimensiones y principales irregularidades de nuestro planeta, acaba de recibir inesperado é importante impulso, destinado á ejercer eficaz influencia en su resolucion definitiva, mediante el enlace geodésico y astronómico de las redes trigonométricas española y argelina, separadas hasta hoy por una distancia inmensa, y como abismo imposible de franquear. Merced á tan vasta y difícil operacion científica, llevada á dichoso término en el último otoño por los geodestas y el astrónomo del Instituto Geográfico y Estadístico español y los del Ministerio de la Guerra de Francia, permitido es ya calcular el mayor de los arcos de meridiano hasta el dia trazados sobre el globo terráqueo, entre las islas Shetland, al N. de Escocia, y el límite septentrional del Desierto de Sahara: obra verdaderamente monumental, y resultado imperecedero de la paz y concordia existentes entre las naciones civilizadas, en cuya ejecucion figurarán por partes iguales de inteligencia, de trabajo y de gloria, Inglaterra, Francia y España.

De tan extraordinario trabajo científico, ejecutado en representacion de nuestra patria por su Instituto Geográfico y Estadístico, y que, para mayor claridad, desde luego debe considerarse descompuesto en dos partes distintas, relativa una al enlace ó empalme geométrico de las dos redes mencionadas, y otra á la comprobacion astronómica de la exacta correspondencia de ambas triangulaciones, de los continentes europeo y africano, tuve oportunamente la honra, y cumplí de paso el deber, de dar verbalmente cuenta somera á la Academia. Y me apresuré á darla, no por alarde mezquino de vanidad, sino porque creí entonces que á mí, como académico y director del mismo Instituto, me correspondía, con mejor derecho

que á nadie, enterar á la Corporacion de lo ocurrido y conseguido en este asunto; y muy principalmente, porque no habiendo tomado yo parte alguna en las observaciones geodésicas y astronómicas, me encontraba en situacion completamente desembarazada para calificarlas en los términos lisonjeros que merecen, procediendo con estricta imparcialidad; y para tributar á los jefes, especialmente encargados de las dos distintas, aunque inseparables, operaciones referidas, á los geodestas que los acompañaron y secundaron en sus trabajos, y al personal auxiliar subalterno á sus órdenes, no por humilde menos digno de aprecio y recuerdo, los justos elogios á que se hicieron todos acreedores.

De la operacion propiamente geodésica advertí á la Academia, para legitima satisfaccion suya, que habia sido jefe uno de sus individuos; el coronel D. Joaquin Barraquer, del cuerpo de Ingenieros, agregado, muchos años há, al Instituto Geográfico y Estadístico. Y de la astronómica otro compañero nuestro, parecidamente; D. Miguel Merino, primer astrónomo del Observatorio de Madrid, y astrónomo tambien del mismo Instituto. El primero de estos dos señores, por lo reciente de su nombramiento, no ha tomado posesion todavía de su honroso cargo de académico numerario; y por eso yo, con evidente y lamentable desventaja, me encargué de reseñar los trabajos por él dirigidos en totalidad, y en mucha parte personalmente efectuados. Pero el segundo asistia á la sesion en que de este asunto se trataba; é instado por mí, se prestó, no sin alguna vacilacion, á enterar á la Academia de lo hecho por él y por el reducido personal, que de su direccion y voluntad científica habia dependido en la última campaña.

Terminadas ambas reseñas orales, el señor presidente de la Academia nos invitó, al Sr. Merino y á mí, á redactar, por separado, dos sucintas notas de los trabajos astronómicos y geométricos realizados en las sierras andaluzas para establecer su enlace geodésico con los montes argelinos: notas que deberian publicarse en la *Revista de los Progresos de las Ciencias*, como fragmentos del acta de tan memorable sesion, y medio de perpetuar el recuerdo de la gloriosa empresa científica, en que tanta y tan buena parte ha tomado España.

Cumplo, pues, los deseos del señor presidente, á los que se asoció unánime y generosa la Academia, presentando hoy estos apuntes de actualidad, ínterin los centros geodésicos de España y Francia, que han intervenido en la ejecucion de la obra comun á que se refieren, publican detalladamente cuanto han hecho para llevarla á cabo.

## II.

Desde que Delambre, Méchain, Biot y Arago, al finalizar el pasado siglo y en los albores del corriente, midieron el arco de meridiano comprendido entre Dunkerque y nuestra isla de Formentera, acariciábase la esperanza y se alimentaba el deseo de prolongar algun día aquel arco, ya de considerable amplitud, hasta el territorio africano. Pero la dificultad de producir intensos focos de luz, y de establecerlos en las cumbres de las montañas, de manera que desde muy lejos pudieran enfilarse y observarse por algun tiempo, ha sido en lo que va de siglo punto menos que insuperable; y sin esta condicion previa, por imposible debia tenerse cruzar el Mediterráneo con algunos triángulos geodésicos, y desde las costas españolas lanzarse y pasar, como de brinco gigantesco, á las argelinas, relacionando así los paralelos de latitud muy elevados, con los que rápidamente avanzan y han de progresar hácia el corazon del África. Por eso las tentativas hechas por los años 1858, tanto por mí como por los coroneles franceses Sres. Laussedat, de Ingenieros, y Sevret, de E. M., para estudiar y preparar la operacion recientemente concluida, no dieron resultado alguno satisfactorio, por mas que de la posibilidad de realizarla no cupiera nunca duda, gracias á las noticias facilitadas por los geodestas españoles, apostados en sitios favorables, y que, desde las cimas de las empinadas cordilleras andaluzas, lograron en diversas ocasiones, aunque siempre inesperadamente y como por casualidad, divisar con sus anteojos los cerros lejanos de la Argelia.

Mientras esto sucedia, los trabajos geodésicos de la triangulacion española se multiplicaban y extendian rápidamente, y eran ventajosamente calificados por el mundo científico. La cadena geodésica, ceñida á nuestra costa oriental, desde la frontera de Francia al cabo de San Antonio, proyectada y observada en otro tiempo por tres de los astrónomos franceses, poco antes mencionados, se rehacia y rectificaba por los geodestas del Instituto Geográfico y Estadístico, pertenecientes á los Cuerpos facultativos de Artillería, Ingenieros y Estado Mayor, y se prolongaba hasta la misma Sierra Nevada; con lo cual al arco de meridiano anglo-franco-español, especie de compás enorme, destinado á medir la Tierra, aportábamos un contingente nacional de 800 kilómetros de extension. Y al propio tiempo que así se procedia, se estudiaban

y precisaban los vértices que, como cimientos inmovibles, habian de servir más adelante para apoyar los triángulos geodésicos, tendidos sobre el Mediterráneo, entre España y Africa, á guisa de inmensos tableros de puente, para pasar de una orilla á otra.

Por su parte, como fácilmente puede suponerse y es casi inútil advertirlo, el Gobierno francés no daba tampoco al olvido las gloriosas tradiciones científicas, que constituyen la riqueza mejor ganada y el título de gloria mas envidiable de la nacion vecina. Y, estimulado por el ejemplo de España, el Ministerio de la Guerra de Francia enviaba sus geodestas á la Argelia, para que allí proyectasen y observasen una red de triángulos que cubriera con sus mallas el territorio de aquella vasta region, desde la costa y linde septentrional hasta las arenas del Desierto. Ambas triangulaciones fronterizas, efectuadas con elementos de trabajo de primer orden, y por observadores de los dos paises, que unos con otros compiten en ciencia y experiencia, se hallaban ya terminadas, ó muy adelantadas, tiempo há; y, para poderlas utilizar en la resolucion del gran problema de la figura y verdaderas dimensiones de la Tierra, solo faltaba empalmarlas una con otra, forjando el colosal eslabon que habia de reunir las, y de completar la nueva cadena meridiana, desbaratada por las olas y brumas del Mediterráneo. Y esto es lo que se ha intentado hacer en la última campaña, y lo que se ha conseguido, aunque tras larga y angustiosa lucha, con providencial fortuna.

## III.

Que el pensamiento de reunir ó eslabonar las triangulaciones de ambos continentes, europeo y africano, y de facilitar á los sabios geómetras del primero mas amplio campo donde desenvolver sus facultades intelectuales y ejercitar su infatigable actividad, data de muchos años atrás y no ha cesado de agitarse y estudiarse incesantemente, pruébalo el hecho siguiente, que me permito recordar á la Academia por su significacion honrosa para España.

Por excitacion del ilustre general prusiano Baeyer, creóse hácia el año 1860 una modesta *Asociacion* científica, con el objeto exclusivo, por de pronto al menos, de fomentar la mensuracion de un arco de meridiano en la Europa Central, desde Cristianía á Palermo. Comisionado yo por nuestro Gobierno, asistí por entonces á una de las sesiones de la naciente *Asociacion*; y autorizado para ello, ofrecí el concurso de nuestra patria, no para la medicion del arco comprendido entre aquellas dos distantes poblaciones, sino para contribuir á la rectificacion y prolongacion del otro arco occidental, mas amplio todavía y de justa celebridad histórica, limitado al N. por las islas Shetland y al S. por el Desierto de Sahara: á

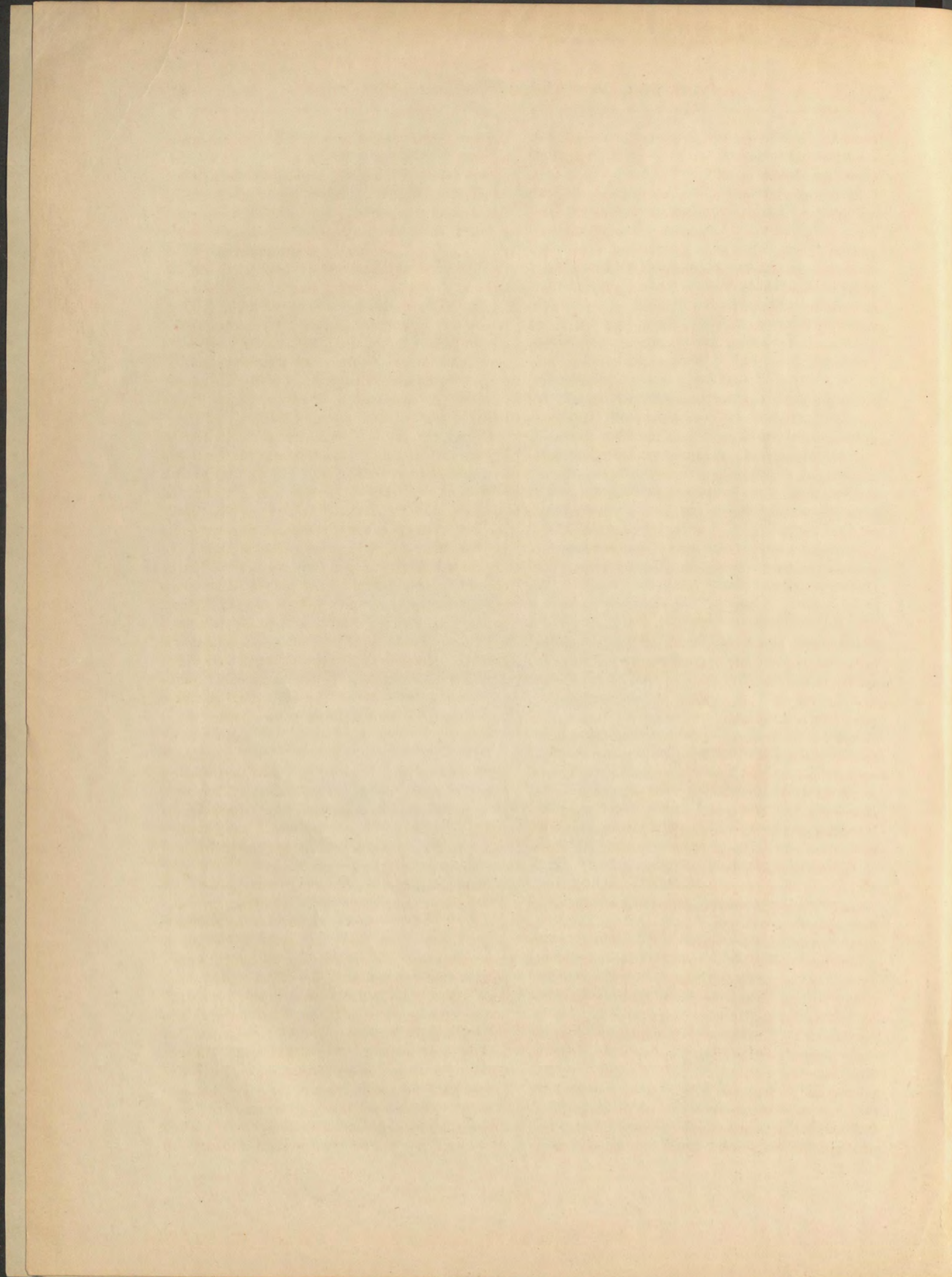
ENLACE GEODÉSICO Y ASTRONÓMICO  
DE  
EUROPA Y ÁFRICA.

1879.



Escala 1:4.000.000

Lit. del Instituto Geográfico y Estadístico.



condicion, bien entendido, de que el Gobierno francés cooperase por su parte en la obra comun, imposible de realizar de lo contrario.

El entusiasmo que mis palabras produjeron en aquella docta Asamblea no es para descrito. Aceptáronse con júbilo las ofertas inesperadas del Gobierno español. Y como el ejemplo por nosotros dado se hiciese contagioso, y á continuacion de España se brindasen tambien Rusia, Francia y Portugal á contribuir eficazmente á la medicion y estudio geodésico de la superficie de la Tierra, en la parte que legítimamente y sin violencia pudiera corresponderles, la primitiva Asociacion de geodestas, principalmente suecos, alemanes é italianos, cambió muy pronto de carácter, y aun de título ó nombre, y se convirtió en la actual *Asociacion Geodésica Internacional para la medicion de arcos de meridiano y de paralelo en Europa*. Si de esta Asociacion recibí yo mas tarde pruebas de afecto inolvidables y la honrosa distincion de presidirla, entendiéndose bien, como yo siempre lo he creído, que no á la persona en quien recaian eran tributadas en realidad, sino á la nacion á quien primitivamente habia representado y continuaba representando luego, sin verdaderos merecimientos científicos para ello.

#### IV.

Las buenas relaciones entabladas por el que suscribe, como presidente de la Asociacion Internacional mencionada, con el teniente coronel de Estado Mayor, Sr. Perrier, delegado del Gobierno francés en la misma Asamblea científica, contribuyeron eficazmente á la realizacion del proyecto de empalme de las triangulaciones española y argelina: proyecto generoso, como adormecido y abandonado por tantos años! El Sr. Perrier, durante sus campañas geodésicas en la Argelia, habia repetidas veces columbrado las cimas de nuestras cordilleras y serranías; aunque, con perfecta distincion, solo tenia antes del año 1878 completa seguridad de haber enfilado el picacho de MULHACEN: el mas erguido y soberbio de toda la Península Ibérica. Y si este vértice se descubria desde las humildes derivaciones del Atlas, por imposible juzgué yo que con paciencia no se lograra descubrir desde allí el otro vértice español y pico notabilísimo por su elevacion y figura, situado en la provincia de Almería, á 82 kilómetros de Mulhacen, y denominado la TETICA DE BACÁRES. Uniendo estos dos vértices entre sí, y con los de la triangulacion argelina, denominados de M'SABIHA, cerca de Oran, y de FRIHAOUSSEN, inmediato á la frontera marroquí, propuestos por el Sr. Perrier, y aunque mucho menos elevados, de situacion excelente, se formaba el cuadrilátero que la figura adjunta representa, y una con otra quedaban afianzadas ambas triangulaciones: la

europaea de los tiempos pasados con la africana de lo porvenir.

Pero ¿no sería insensatez lanzarse á la obra sin adquirir antes prueba plena de que no era sueño irrealizable el proyecto en los precedentes compendiosos términos formulado? Así lo pensamos el señor Perrier y yo. Y para saber á qué atenernos, en el verano de 1878 dispusimos un reconocimiento del terreno, sin mas aparatos auxiliares que buenos anteojos de campo, los heliotropos ordinarios para la reflexion y emision de la luz solar y pequeños goniómetros para la medicion aproximada de los ángulos insistentes en los cuatro vértices mencionados, si desde cualquiera de ellos se lograba descubrir ó vislumbrar dos cualesquiera de los otros ó los tres simultáneamente por inesperada fortuna.

De este penoso y deslucido trabajo se encargó en España el coronel de Estado Mayor D. Fernando Monnet, curtido en tan honrosas lides; y en la Argelia los capitanes franceses Sres. Derrien y Koszutski; y en dos meses de ruda faena adquirieron y nos trasmitieron la seguridad de que la operacion proyectada era factible, aunque no sin imprudencia ó temeridad, con los demasiado pobres elementos de observacion de que ellos habian dispuesto. Los reflejos heliotrópicos se vieron, sí, recíprocamente desde España y Africa; pero se vieron como relámpagos fugaces, trémulos é indecisos que apenas daban tiempo para fijar las direcciones de donde procedian, sin error de apreciacion bastante considerable. Mucho se habia conseguido con lo hecho; pero faltaba todavía madurar muy despacio y con tino lo que faltaba por hacer.

#### V.

Nada definitivo, sin embargo, podia emprenderse mientras los dos Gobiernos de Francia y de España no se pusieran entre sí de acuerdo y entablasen las relaciones amistosas de carácter científico y administrativo que la ejecucion de la obra demandaba. Con este objeto me dirigí yo al Sr. Ministro de Fomento: le expuse el estado de la cuestion y sus antecedentes y consecuencias honrosas para nuestro país, y respetuosamente le supliqué interpusiese su influencia y valimiento para que no se malograra en ciernes la empresa mencionada, y ya con prolijidad en las anteriores líneas definida. Y á excitacion entusiasta suya, el Gobierno de S. M. invitó al de la vecina República, por conducto de nuestro Embajador en París, con fecha 6 de Febrero de 1879, á cooperar en aquella obra; invitacion á que el segundo Gobierno contestó, el 17 de Marzo, aceptando como bueno el pensamiento que se le habia propuesto y designando al Sr. Perrier para que se concertase conmigo, decidiésemos juntos el programa detallado de la operacion y preparásemos cuanto nos pareciera necesario en

personal y material para emprenderla y llevarla á cabo á la mayor brevedad posible.

Laboriosos por extremo fueron los estudios y planes hechos y discusiones habidas con el Sr. Perrier por el que suscribe; primero por escrito en activa correspondencia científica, sostenida durante los meses de Abril y Mayo, y de palabra luego en París, á donde creí necesario trasladarme para dar mayor impulso á los trabajos preparatorios, acompañado de los señores Merino, Barraquer, Lopez Puigcerver y Estéban, astrónomo aquél y geodestas los demás del Instituto Geográfico y Estadístico. Los principales acuerdos adoptados durante mi breve estancia en París, á mediados del mes de Junio, fueron, en suma, los siguientes:

1.º Las observaciones geodésicas y astronómicas se harían en España por los españoles y por los franceses en la Argelia, sin cambio recíproco de unos por otros; y esto no solo por cuestion de dignidad y por merecerse todos mutuamente ilimitada confianza, sino porque de lo contrario no podría terminar la operacion en una sola campaña ni tal vez nunca.

2.º Por el mismo poderoso y último motivo, los observadores deberian distribuirse desde luego en los cuatro vértices, y trabajar simultánea y no sucesivamente desde ellos: disponiendo las cosas de manera que así fuera factible proceder, sin daño ó error en los resultados.

3.º Con las señales heliotrópicas, durante el dia, de muy difícil y muy cuestionable visibilidad, segun el reconocimiento del terreno en el verano anterior habia demostrado, se combinarían por la noche otras señales luminosas producidas por lámparas de petróleo y lámparas eléctricas, establecidas en los focos de grandes reflectores, y convenientemente dirigidas de unos vértices á otros.—Para la produccion de la electricidad se convino, despues de largas discusiones y de pensarlo muy despacio, en emplear los generadores electro-magnéticos de Gramme, movidos por pequeñas máquinas de vapor de tres caballos de fuerza.

4.º Asimismo se decidió que los goniómetros de precision fuesen iguales en los cuatro vértices, y contruidos con la habilidad y conciencia artística que tanto les distingue, por los hermanos Brunner, de París. E iguales tambien debían ser los aparatos de produccion y emision de las luces de petróleo y eléctricas; y, en lo posible, hasta los demás aparatos accesorios que, en combinacion con los goniómetros, se empleasen.

Y 5.º Terminadas las operaciones geodésicas, si á tanto llegaba nuestra buena suerte, se intentaría tambien realizar el enlace astronómico de las dos triangulaciones, pospuesto, por de pronto, para no complicar demasiado la primera operacion, y por no comprometer el éxito de la jornada con la acumula-

cion excesiva de material y personal en los mismos vértices. La operacion astronómica, por estas varias consideraciones diferida, debia comprender la determinacion de la diferencia de longitudes geográficas entre M'Sabiha y Tetica, de las latitudes de ambos vértices, y de dos azimutes en las triangulaciones á que corresponden. En la nota, cuya redaccion le ha encomendado la Academia, cuidará el Sr. Merino de referirnos lo hecho por él y por el personal á sus órdenes, en consecuencia del último acuerdo. La Academia nada perderá porque prescinda yo de tratar por completo de este asunto.

## VI.

Adoptadas las disposiciones preparatorias que dejo enumeradas, procedióse sin pérdida de tiempo á la adquisicion del material de campaña y designacion del personal que debia encargarse de su manejo y buen empleo.

Para los trabajos geodésicos pusieron, por parte de España, á las inmediatas órdenes del Sr. Barraquer, el comandante de E. M. D. Vicente Lopez Puigcerver, el capitán de Ingenieros D. Juan Borrés y los tenientes de Artillería D. Príamo Cebrian y D. Clodoaldo Piñal, agregados todos al Instituto Geográfico y Estadístico. Y, en representacion de Francia, se encargaron de observar en la Argelia, á las órdenes ó bajo la direccion del Sr. Perrier, los capitanes de Estado Mayor señores Bassot, Defforges y Derrien, y el de Ingenieros, Sr. Sever, geodestas de su Ministerio de la Guerra.

A cada uno de los cuatro vértices que debían relacionarse trigonométricamente se destinaron: una máquina de vapor de tres caballos de fuerza, susceptible de armarse y desmontarse con facilidad relativa, procedente de los talleres de los señores Weyler y Richmond, de París; dos máquinas del sistema de Gramme, construidas, una por el Sr. Breguet, y otra por el Sr. Lemonnier, de la misma localidad citada; un gran reflector de 0<sup>m</sup>,50 de diámetro, ideado por el teniente coronel de Ingenieros Sr. Mangin, y destinado á reflejar la luz que se produjese en su foco; dos aparatos portátiles del mismo autor, provistos de lentes planoconvexas, de 0<sup>m</sup>,20 de diámetro, para sustituir, en caso de necesidad, al reflector precedente, y emitir por refraccion, hácia los vértices fronterizos, las señales luminosas producidas en el de su instalacion; dos reguladores de Serrin para la produccion y entretenimiento constante en los focos de los reflectores ó refractores mencionados de la luz eléctrica dimanada de las máquinas de Gramme; y un gran círculo azimutal reiterador, provisto de cuatro microscopios micrométricos y de un antejo recto, de considerable fuerza óptica, y provisto de ocular micrométrico tambien, apropiado á la medicion de los ángulos, obra

maestra de los artistas ya citados hermanos Emilio y Leon Brunner.

Dos meses antes de salir de París el material referido con los demas accesorios que es fácil suponer, y que por brevedad no se mencionan, despaché desde Madrid al capitán de Ingenieros D. Juan Borrés con los auxiliares necesarios, para que en Tetica y en Mulhacen proyectase y construyese las barracas y abrigos indispensables para albergar con seguridad y cierta comodidad el personal numeroso que en aquellos puntos debia estacionarse, y cobijar los instrumentos y cargas destinados al servicio de las estaciones. Y al mismo inteligente explorador del terreno le confíe el difícil encargo de estudiar el modo mejor de subir á lo alto de las Sierras Nevada y de los Filábres el voluminoso, pesado y delicadísimo material de observacion.

Previos reconocimientos minuciosos, y dando pruebas de gran energía de espíritu y de actividad inquebrantable, el capitán Borrés concluyó por trazar y construir caminos practicables de montaña por los cuales, aunque luchando siempre con tropiezos inesperados y dificultades de gran monta, se consiguió más tarde conducir y como izar hasta la cumbre de Tetica, y á la mucho mas agreste y levantada de Mulhacen, el bagaje científico enorme que en ambos vértices era menester tratar de utilizar. Cuántas y de qué especie serian estas dificultades, indícalo sobradamente el hecho de haber sido necesarios diez y ocho dias de marcha para elevarse á lo alto de Mulhacen, desde la inmediata ciudad de Granada, utilizando en tan terrible jornada todas las horas de sol, y acampando por la noche entre las breñas, en el sitio donde la oscuridad sorprendia á los conductores de aquel extraño convoy, compuesto de larga fila de carretas arrastradas por bueyes.

Los rústicos albergues de tosca mampostería mal trabada con barro, cal y arena, con puertas y ventanas de madera y techos de pizarra, contruidos bajo la direccion del capitán Borrés en ambos picos, y destinados á servir de precioso refugio á los observadores y auxiliares suyos, reunian todas las condiciones de resistencia y comodidad asequibles en aquellas altitudes, respectivamente de 2 080 y 3 481 metros. En punto á comodidad, sin embargo, los geodestas franceses llevaban á los españoles gran ventaja; como que los cerros argelinos donde acampaban, de Filhaousen y de M'Sabiha, se elevan, por junto, respectivamente, 1 140 y 585 metros sobre el nivel del mar.

## VII.

A pesar de los obstáculos que entorpecieron la conduccion del material desde París á Madrid, su distribucion aquí en dos partes iguales, remision á Mulhacen y Tetica é instalacion en estos vértices, á fines

del mes de Agosto todo estaba pronto para comenzar las operaciones, y los observadores en sus puestos; Barraquer, Borrés y Cebrian, en el primero, y en el segundo Lopez Puigcerver y Piñal. Los aparatos habian llegado sin detrimento; las máquinas de vapor funcionaban sin dificultad; y las de Gramme, despues de sometidas á escrupuloso reconocimiento, y de remediadas en ellas algunos pequeños desperfectos, producian verdaderos torrentes de electricidad y focos de luz intensísima. En los últimos dias de aquel mes, poseidos jefes y auxiliares de actividad febril, y penetrados profundamente del sentimiento de su deber, hicieron lo que á sangre fria y en circunstancias ordinarias no es posible hacer, y necesité yo ver, para convencerme de que hubieran podido realizarlo.

Y á verlo fui á Mulhacen, como punto de mayor peligro, por si mi presencia allí hubiera sido en cualquier concepto necesaria, é impulsado ademas por la ambicion científica de escribir en los cuadernos de campaña tan memorable algunas observaciones propias hechas desde la cumbre altísima de la Alpujarra; mas, ni mi cooperacion personal y auxilio moral se necesitaban, ni pude satisfacer tampoco el disculpable deseo que constituia el segundo objeto de mi viaje. Tan pronto como llegué á la cima de la cordillera, el 1.º de Setiembre, desatóse un temporal furioso de aguas, vientos y nieves; oscurecióse por completo el horizonte; descendió á 10º bajo cero el termómetro centígrado, y todo quedó paralizado. Con algunos ratos de bonanza, tres dias permanecimos así, sin poder hacer más que rectificar la situacion de los aparatos, poner en movimiento las máquinas, producir la luz eléctrica y simular y ensayar el trabajo futuro de observacion, en la prevision de cuantas contingencias pudieran, por diversidad de motivos, presentarse.

A los tres dias de estancia en aquellos lugares, tuve con harto dolor que abandonarlos, para trasladarme á la ciudad de Ginebra, donde muy en breve debia reunirse bajo mi presidencia la Asociacion Internacional Geodésica. Pero al ausentarme de la Sierra Nevada y de la vecina cordillera de los Filábres, donde iba á ensayarse la solucion del problema que mayor interés excitaba por entonces en el seno de aquella Asociacion, en las condiciones mas angustiosas y comprometedoras que imaginarse podian, me alentaba un gran consuelo, dimanado de la conviccion adquirida sobre el terreno, de que, si la operacion era de suyo realizable, la llevaria seguramente á buen término el experimentado é intrépido personal que la tenía á su cargo.

Y así, por fortuna, sucedió. Las observaciones, simultáneamente casi, principiadas en los vértices españoles y africanos el dia 9 de Setiembre, podian darse por terminadas el último dia del mismo mes. Desde el 17 hallábame yo en París, retenido, mal de

mi grado, por las atenciones y cuidados de la Presidencia de la *Comision Internacional de Pesas y Medidas*; y allí recibia los telegramas directos de Mulhacen, de Tetica, de M'Sabiha y de Filhaoussen, que por momentos se me dirigian, y me enteraban de los progresos y de las dificultades de la vasta operacion, por franceses y españoles con entusiasmo inusitado acometida. Desde París tuve, al fin, la honra de telegrafiar al Gobierno español la noticia de la terminacion de las observaciones geodésicas, que cuidé tambien de poner en inmediato conocimiento del Gobierno francés: y desde allí trasmití por telégrafo las felicitaciones de los señores Presidente de nuestro Consejo de Ministros y ministro de Fomento, y del ministro de la Guerra de Francia, á los geodestas de ambas naciones, estacionados en los cuatro memorables vértices. Era la única recompensa que esperaban como premio de sus afanes, ó la que mas podia lisonjearles, por de pronto: la aprobacion de los sabios y corporaciones científicas debia completarla muy en breve.

#### VIII.

Pero ¿se logró dar cima á la obra con facilidad, ó sin experimentar frecuentes sobresaltos, y saborear terribles amarguras, mientras duraron los trabajos de campo? No, ciertamente.

Por de pronto, los observadores experimentaron en los cuatro vértices la extraña decepcion de no columbrar durante el dia, de un lado á otro del Mediterráneo, las señales que incesante y recíprocamente se trasmitian, y anhelaban enfilear para abreviar el término de su faena: ni una sola vez, ni por azar siquiera, divisaron desde un continente cualquiera los reflejos de la luz solar que con los heliotropos se les mandaban del otro; y si, fiados exclusivamente en el resultado del reconocimiento preliminar, verificado en el verano anterior, hubiéramos decidido que la operacion se intentase por los procedimientos y con los recursos ordinarios, el fracaso hubiera sido completo, el desaliento se habria apoderado de nosotros, y lo que ahora es un hecho consumado, tal vez se habria calificado de generosa aspiracion, irrealizable en absoluto. El buen éxito de la empresa, y lisonjero coronamiento de tantos esfuerzos desplegados, y sacrificios hechos para llevarla á cabo, se deben, en primer término, á la resolucion adoptada en las conferencias preliminares de París, de apechar con todo y arrostrar animosamente las consecuencias risibles de un descalabro, trasportando y subiendo á la region de las nubes las máquinas, aparatos y enseres indispensables para la produccion y entretenimiento de la luz eléctrica. Sin los detalles de este nuevo sol, creado por la ciencia moderna, á oscuras hubiéramos quedado, y estábamos perdidos.

Aun así, los geodestas de Tetica comenzaron su

trabajo sin percibir más luces que la de petróleo, procedente de Mulhacen, y la eléctrica de M'Sabiha: sin que de la eléctrica tambien, emitida desde Filhaoussen columbrasen el mas leve vestigio durante catorce dias consecutivos de cruel y desesperadora ansiedad; desde el 9 de Setiembre, en que principió la faena, hasta la noche del 23, durante la cual pudieron utilizar los mortecinos destellos de aquella luz por término escaso de cinco cuartos de hora. En diez dias salteados, comprendidos entre la primera fecha citada y el 30 de Setiembre y distintos para cada vértice, se hicieron en los dos españoles cuantas observaciones se juzgaron necesarias para dar por ultimado el trabajo de campo, resultando otros once dias intermedios de inaccion forzosa y desaliento consiguiente: los mas fatigosos y mas difícilmente soportables de todos.

En Tetica no fué el temporal reinante durante el mes de Setiembre por demas estremado y riguroso. Pero en la nevada cima de Mulhacen las penalidades que hubo de aguantar el personal allí acampado casi no tienen nombre. La presion barométrica fluctuaba alrededor de solos 500 milímetros; y en el ansia de la respiracion y laxitud muscular de los á ellos sometidos se advertian á la simple vista sus perjudiciales efectos. La temperatura oscilaba enormemente, y tras la postura del sol comenzaba á descender y no paraba hasta señalar el termómetro 8, 10 y 12 grados *bajo cero*. A 69 milímetros llegó el espesor de la lluvia en un solo dia. Y sobre la nieve congelada en los alrededores del vértice por cuatro veces volvió á nevar en el trascurso del mes, copiosamente alguna. Cómo los geodestas, auxiliares, maquinistas y escolta de soldados que componian la expedicion resistieron sin cejar tan pavorosos rigores de la intemperie casi no se concibe ahora, y menos se concibe sabiendo que los jornaleros del país, en número considerable, agregados al servicio de la brigada científica, se desbandaron asustados mas de una vez, prefiriendo contemporizar con su miseria á ganar el sustento en tan dura y desigual contienda, con los furores de aquella excepcional y brava naturaleza. Por si algo faltaba todavía para probar la paciencia y resistencia de nuestros expedicionarios, en la mañana del 19 de Setiembre, cuando ni con mucho podia considerarse logrado aún el premio de nuestros afanes, nublóse el cielo, zumbó la tempestad por cima de Mulhacen, desprendióse el rayo sobre nuestro mismo vértice, y la confusion y desconcierto llegaron, aunque por un momento no mas, á su colmo. De lo ocurrido el 19 recibia yo en París el 20 noticia, por telegrama suscrito por el coronel Sr. Barraquer, cuya lectura me dejó aterrado. Decia así aquel tan breve como desconsolador despacho telegráfico: «Ha caido hoy, á las 11  $\frac{1}{2}$  horas de la mañana, un rayo en los aparatos eléctricos, cuyos desperfectos ignoro todavía. Gran nevada.

» Personal sin novedad, pero es peligroso prolongar » la estancia. Preparo la retirada. — Amplias facultades tenia el Sr. Barraquer para retirarse en caso tan apurado como el que me describia, y aun el deber de hacerlo tratándose de poner en salvo las vidas de cuantos estaban á sus órdenes. Mas por fortuna y honra nuestra, la retirada no se verificó. Y allí permanecieron hasta los primeros dias de Octubre cuantos tenian precision de permanecer, no solo para rematar el trabajo comenzado, sino para recoger el material de campaña y volverlo á Madrid sin considerable deterioro.

IX.

Terminado el penoso período de observacion en las montañas, la ansiedad de cuantos nos interesábamos por el éxito feliz de la operacion en las circunstancias expuestas acometida, ni se dispó por completo, ni aun disminuyó ó se aplacó en grado perceptible.

¿Cuál sería el resultado final de los trabajos de gabinete y de combinacion de nuestras observaciones con las hechas por los geodestas franceses? Los errores inevitables de unas y otras, ¿serian sin escrúpulo admisibles y estarian comprendidos dentro de los límites de magnitud que la ciencia, cada dia más exigente, tolera en la actualidad? ¿No sería causa de confusion y origen de equivocaciones graves la circunstancia desfavorable, consecuencia forzosa de la simultaneidad de trabajo en los cuatro vértices, de haber enfilado siempre las luces fuera de los centros de estacion y de ser, por lo tanto, indispensable aplicar algunas correcciones á todas las direcciones observadas? Y la precipitacion con que el trabajo se habia efectuado, lo extemporáneo é incómodo de las horas de observacion, la crudeza de los temporales, y aun la falta de salud de los observadores, ¿no habrian trascendido tambien á los resultados, en términos imposibles de prever por de pronto y de remediar mas tarde?

Mas de mes y medio tardamos en ver desvanecidas tan insoportables dudas; mientras el Sr. Perrier reunió y ordenó las observaciones hechas en M'Sabiha y en Filhaoussen, con sus respectivos elementos de reduccion y las remitió á Madrid, donde los geodestas del Instituto Geográfico y Estadístico, compañeros suyos de campaña, las redujeron y combinaron con las españolas, ya previamente discutidas tambien y analizadas. El cálculo provisional, cuyos resultados discreparán seguramente muy poco del definitivo, mucho mas penoso y prolijo, se terminó por fin el 16 de Noviembre, y en aquel mismo dia trasmití por telégrafo la síntesis y conclusiones del cálculo referido, no solo al Ministerio de la Guerra de Francia, sino á la Academia de Ciencias de París.

Con alguna mayor extension y con otros detalles meramente aproximados á la verdad, á continuacion

se insertan los resultados á que acabo de aludir, deducidos hasta la fecha de las observaciones geodésicas hechas en España y África, y los cuales superan en exactitud ó grado de precision á cuanto podia esperarse de tan azarosa campaña y era lícito imaginar, aun considerado el asunto por su aspecto mas favorable.

DIRECCIONES.

VÉRTICES.	OBSERVADAS Á LAS LUCES.	CORRECCIONES.
Filhaoussen.	M'Sabiha... 0° 0' 0'',000	+ 4'',24
	Tetica..... 60 51 17,49	- 4,094
	Mulhacen.. 78 43 43,48	+ 0,430
M'Sabiha...	Tetica..... 0 0 0,000	- 0,787
	Mulhacen.. 46 19 51,25	+ 0,091
	Filhaoussen 95 8 43,77	- 6,58
Mulhacen...	Tetica..... 0 0 0,000	- 9,334
	Filhaoussen 287 30 31,315	+ 8,45
	M'Sabiha... 309 59 22,894	+ 4,84
Tetica.....	Mulhacen.. 0 0 0,000	- 10,219
	Filhaoussen 89 39 9,803	- 3,81
	M'Sabiha... 413 40 48,966	- 4,91

TRIÁNGULOS.

VÉRTICES.	ÁNGULOS.	SUPERFICIES.
Filhaoussen.	47° 52' 26'',914	Hectáreas.
Tetica.....	89 39 46,212	Esférica... 4066180
Mulhacen...	72 29 44,201	Plana..... 4066020
<i>Suma...</i>	480 0 54,327	Diferencia. 460
<i>Exceso..</i>	54,462	
<i>Error...</i>	+ 0,165	
M'Sabiha...	78 48 45,849	Esférica... 4392336
Mulhacen...	22 28 45,269	Plana..... 4392112
Filhaoussen.	78 43 39,070	Diferencia. 224
<i>Suma...</i>	480 0 70,188	
<i>Exceso..</i>	70,730	
<i>Error...</i>	- 0,542	
M'Sabiha...	46 19 52,128	Esférica... 856236
Tetica.....	413 40 27,275	Plana..... 856121
Mulhacen...	50 0 25,932	Diferencia. 415
<i>Suma...</i>	480 0 45,335	
<i>Exceso..</i>	43,498	
<i>Error...</i>	+ 4,837	
Filhaoussen.	60 51 42,456	Esférica... 4182393
M'Sabiha...	95 8 37,977	Plana..... 4182237
Tetica.....	24 4 44,063	Diferencia. 456
<i>Suma...</i>	480 0 64,496	
<i>Exceso..</i>	60,068	
<i>Error...</i>	+ 4,128	

## LONGITUD DE LOS LADOS.

Mulhacen—Tetica.....	82827 <sup>m</sup> ,6
Mulhacen—M'Sabiha.....	269847 ,8
Mulhacen—Filhaoussen.....	269927 ,2
Tetica—M'Sabiha.....	225743 ,6
Tetica—Filhaoussen.....	237443 ,0
Filhaoussen—M'Sabiha.....	405178 ,4

## COORDENADAS GEOGRÁFICAS.

VÉRTICES.	LATITUD.	LONGITUD E.	ALTITUD.
Mulhacen... ..	37° 3' 42"	0° 22' 34"	3481 <sup>m</sup>
Tetica.....	37 45 9	4 16 29	2080
M'Sabiha.....	35 39 39	2 51 20	585
Filhaoussen....	34 59 58	4 59 56	4440

Cuanto concierne á las operaciones geodésicas teníamos que referir queda expuesto en las breves páginas precedentes. Como ya mas atrás he dicho, la Academia nada perderá con que yo prescinda de tratar de las astronómicas, curiosísimas y no menos importantes ni difíciles que las geodésicas, encomendadas al Sr. Merino, y de las cuales este señor, cediendo bondadoso á mis instancias reiteradas, se ha decidido á darnos cuenta.

Madrid 1.º de Febrero de 1880.

CÁRLOS IBAÑEZ.

(Se continuará.)

## VIGAS DE MUCHOS TRAMOS.

(Lám. XX.)

1. Aun cuando nuestro distinguido y constante colaborador el señor don Eduardo de Echegaray se ha ocupado con toda extension y pleno conocimiento en este importante asunto en nuestra publicacion (1), creemos que podrá ser útil á muchos de nuestros lectores conocer la siguiente solucion abreviada y práctica del enunciado problema general, debida á MM. John Perry y W. E. Ayrton, la que con ligeras variantes publicamos tal como ha visto la luz en la prensa científica extranjera.

No es necesario entrar aquí en la cuestion respecto á la conveniencia de emplear vigas continuas en puentes que tengan luces menores de 200 piés (61 metros); pero se admite generalmente que la mayor economía obtenida por el empleo de vigas continuas en luces mayores compensa con exceso las bien sabidas objeciones prácticas que suelen presentarse contra la continuidad. Por lo tanto merece nuestra atencion la

solucion práctica del problema general, que puede enunciarse así: dadas las condiciones en que se encuentran los extremos de una viga continua, las luces de los diversos tramos, el momento de inercia de todas las secciones transversales y la carga, hallar el momento de flexion y el esfuerzo cortante en cualquier seccion transversal.

2. M. Heppel ha publicado la solucion para los casos en que puede suponerse dividido cada tramo en dos, tres, cuatro ó cinco partes iguales, en cada una de las que se supone que la carga y la seccion transversal son constantes. Como es bien sabido, la dificultad en la resolucion del problema general consiste en la necesidad de verificar ciertas integraciones en cada tramo. Ahora bien, M. Heppel verifica, para el caso especial que considera, dos veces la integracion para el mismo tramo, procediendo en un sentido y en el opuesto desde cada punto de apoyo; pero en el siguiente método se efectúan todas las integraciones en la misma direccion y solamente es necesario verificar una para cada tramo.

3. Supongamos que OQ (fig. 1.ª, lám. 30) es un tramo de una viga continua sometido á ciertas cargas en su longitud y mas allá de los puntos de apoyo O y Q. Para hallar el momento de flexion en un punto cualquiera P es suficiente conocer el valor del momento de flexion en O y el esfuerzo cortante á una distancia muy pequeña de O. Admitamos que el momento de flexion sea positivo cuando tiende á hacer que la viga sea convexa por la parte superior y que tambien lo es el esfuerzo cortante en una seccion cuando tiende á elevar ó subir la parte de la viga situada á la derecha de la seccion que se considera. En este supuesto y llamando M el momento de flexion en un punto P, tendremos que

$$M = M_0 - S_0 \times OP + m$$

representando  $M_0$  y  $S_0$  el momento de flexion y esfuerzo cortante en O, y siendo  $m$  la suma de todas las expresiones cuyo valor es un elemento de la carga correspondiente á un punto cualquiera P', entre O y P, multiplicado por P'P.

Por otra parte, si M es el momento de flexion en una seccion, E el módulo de elasticidad, I el momento de inercia de la seccion respecto á su línea neutra,  $y$  la alteracion ó separacion vertical de un punto en el eje neutro de la viga que suponemos horizontal y  $x$  la distancia horizontal de este punto á partir de un punto fijo en el eje neutro, tal como el O, entonces se verificará la ecuacion bien conocida

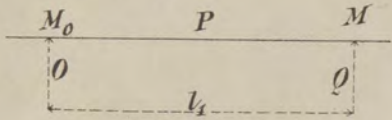
$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{M}{EI} \quad [1]$$

La única restriccion que admitimos es suponer que

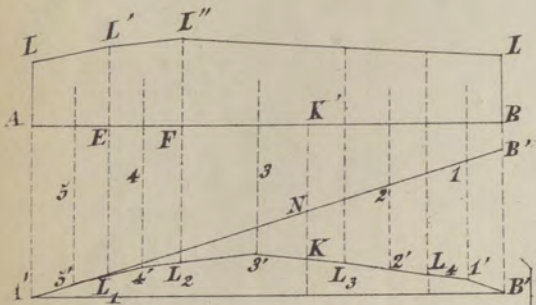
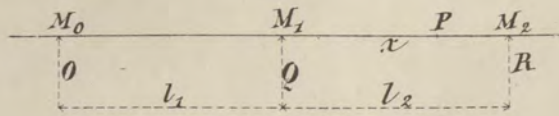
(1) V. los cuatro primeros tomos de los *Anales*.



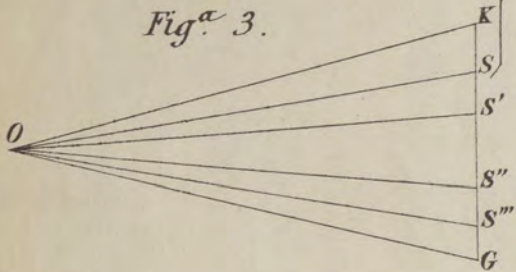
Fig<sup>a</sup> 1.



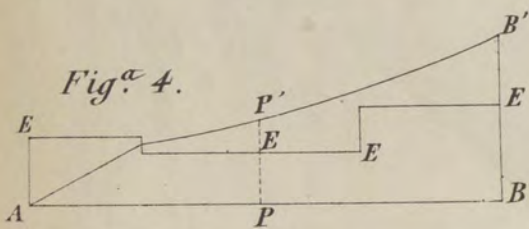
Fig<sup>a</sup> 2.



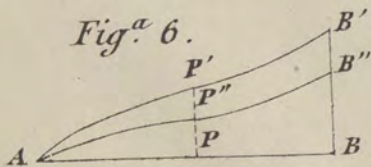
Fig<sup>a</sup> 3.



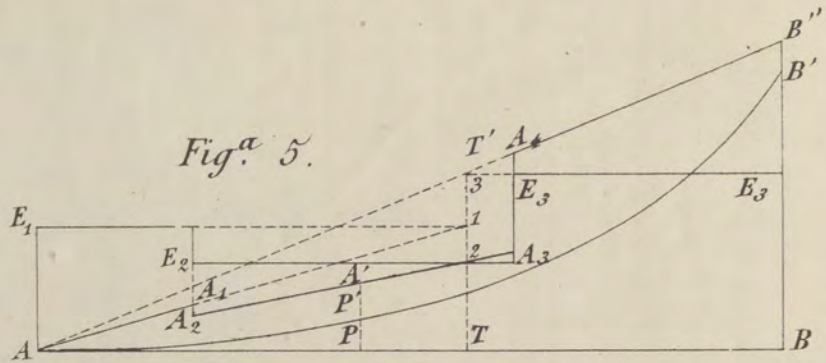
Fig<sup>a</sup> 4.



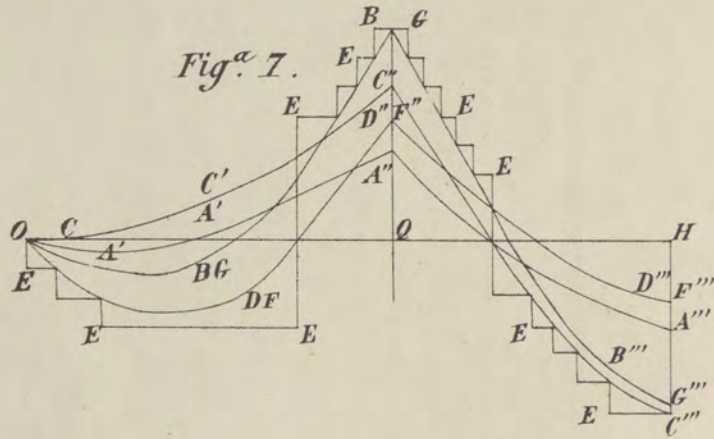
Fig<sup>a</sup> 6.



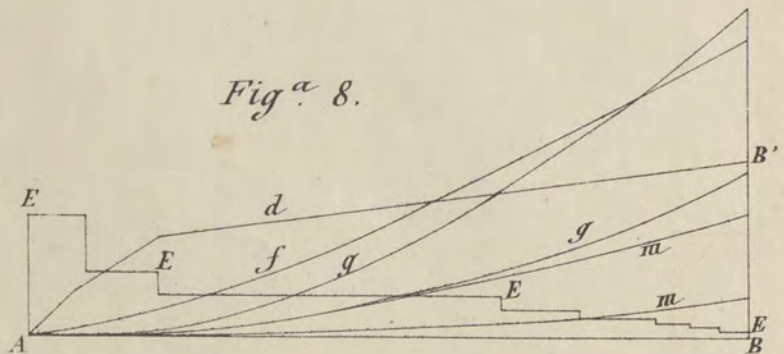
Fig<sup>a</sup> 5.



Fig<sup>a</sup> 7.

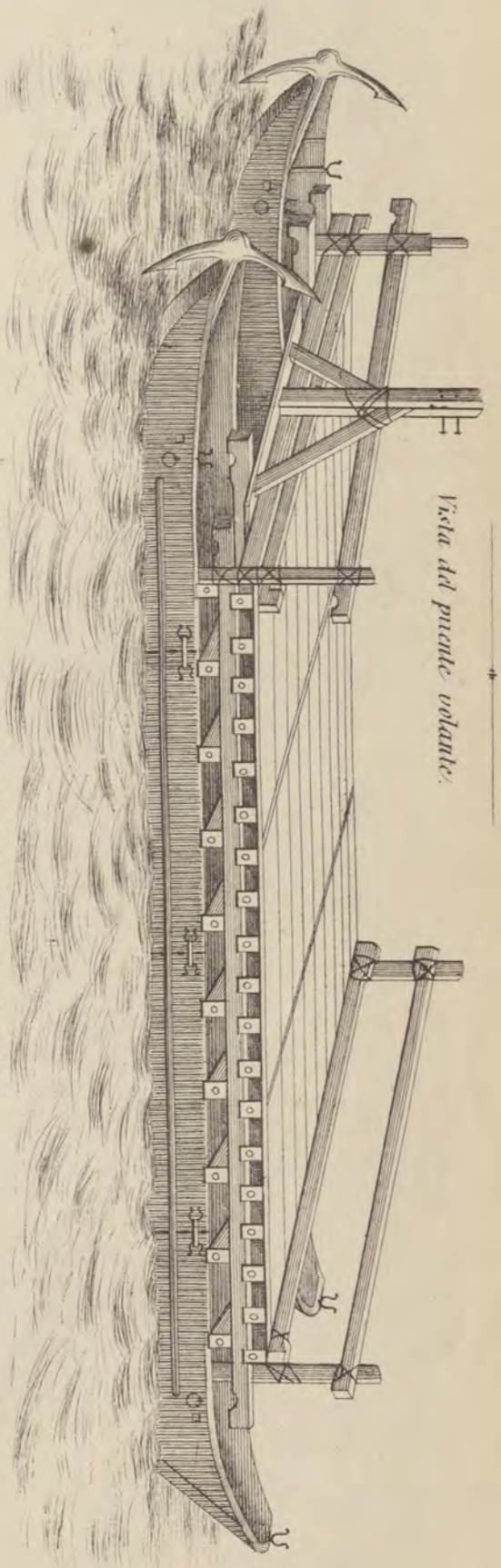


Fig<sup>a</sup> 8.

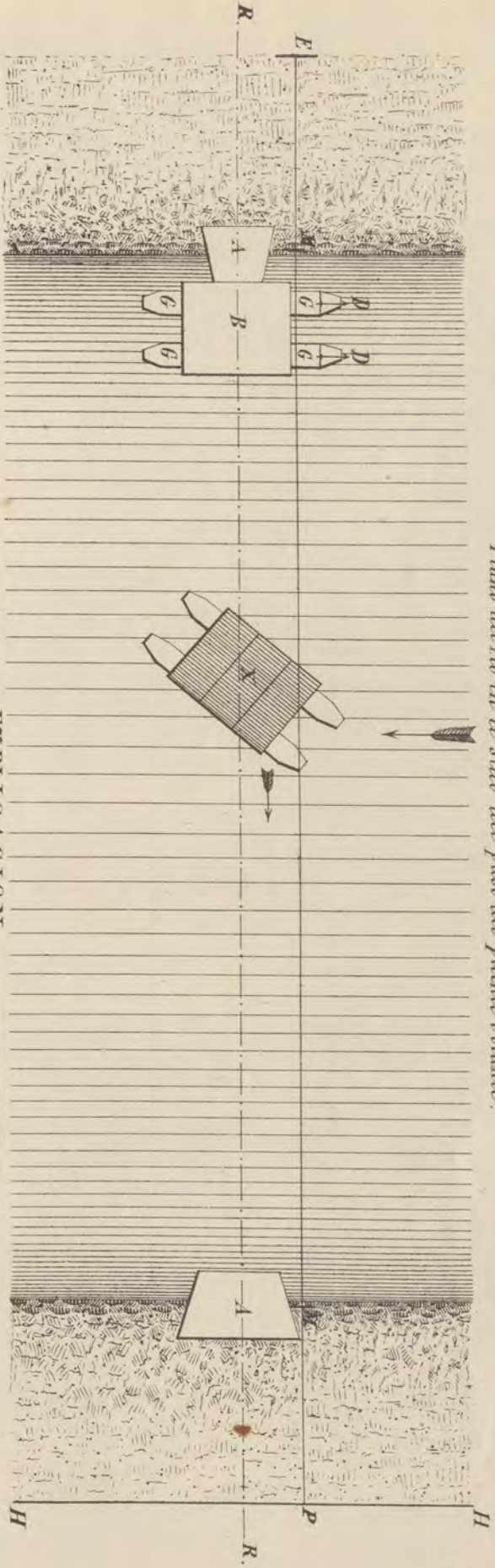


NAUFRAGIO DE UN PUENTE VOLANTE EN LOGRONO.

Vista del puente volante.



Plano del río en el sitio del paso del puente volante.

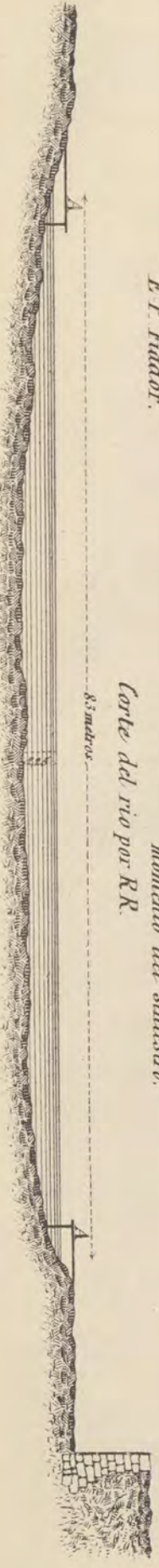


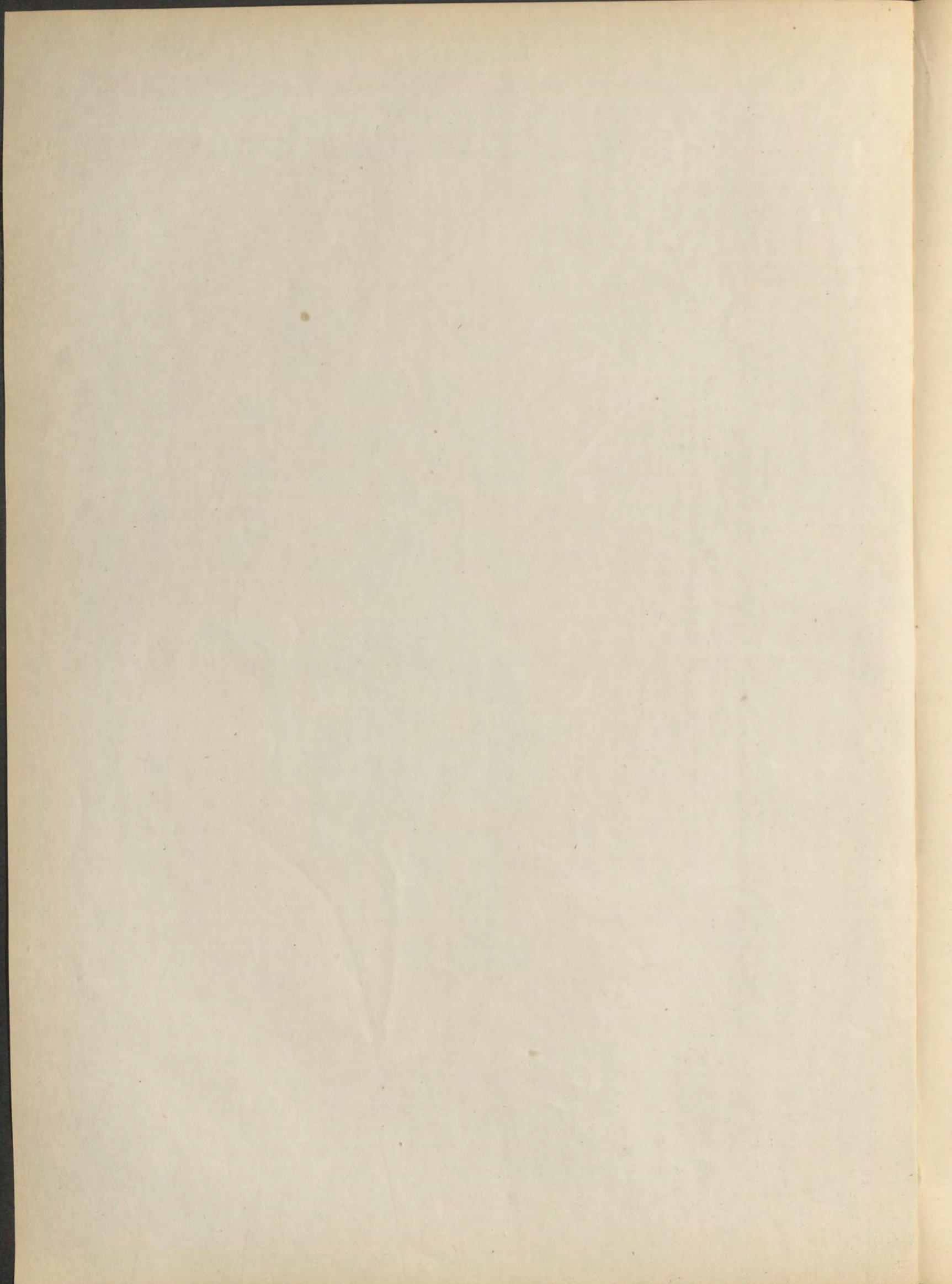
- A. Embarcaderos.
- B. Tablero del puente.
- C. Pontones de + piezas.
- D. Anclas.
- E. P. Fiador.

EXPLICACION.

- E. Torno para lasarte.
- P. Punto de amarrar al pié del muro H.
- M. Horquillas de apoyo del fiador.
- X. Posición del puente volante en el momento del siniestro.
- Corte del río por R.R.

83 metros





todos los puntos de apoyo están en la misma línea recta; pero, como es sabido, resuelto este caso lo están los demás.

Llamemos  $M_1$  al momento de flexion en el punto Q. Cuando se conoce la naturaleza de la carga se puede determinar  $m$  ó sea el momento, con relacion á P, debido á la carga entre O y P. Segun esto, si  $p$  es el peso ó carga por unidad de longitud en un punto cualquiera y además sabemos cómo varía, tendremos la ecuacion

$$\int_0^{OP} p(OP-x) dx = \int_0^{OP} pz dz = m \quad [2]$$

Si sabemos tambien cómo varía EI podremos hallar las siguientes integrales, representando por una letra cada una de ellas, y siendo  $l_1$  la luz OQ del tramo:

$$\left. \begin{aligned} \int_0^x \frac{dx}{EI} &= d & \int_0^{l_1} \frac{dx}{EI} &= d_1 \\ \int_0^x \frac{x dx}{EI} &= f & \int_0^{l_1} \frac{x dx}{EI} &= f_1 \\ \int_0^x \frac{m dx}{EI} &= g & \int_0^{l_1} \frac{m dx}{EI} &= g_1 \end{aligned} \right\} \dots [3]$$

y análogamente tendremos tambien:

$$\left. \begin{aligned} \int_0^x d \cdot dx &= n & \int_0^{l_1} d \cdot dx &= n_1 \\ \int_0^x f \cdot dx &= q & \int_0^{l_1} f \cdot dx &= q_1 \\ \int_0^x g \cdot dx &= F & \int_0^{l_1} g \cdot dx &= F_1 \end{aligned} \right\} \dots [4]$$

Es muy fácil obtener los valores de estas integrales en ciertos casos sencillos, pudiéndose siempre verificar el cálculo en los casos más generales con suficiente aproximacion y con pocas probabilidades de equivocaciones, adoptando el método gráfico de que hablaremos mas adelante.

El momento de flexion en un punto cualquiera P es segun hemos dicho

$$M = M_0 - S_0 x + m \quad [5]$$

y como en Q se verifica que

$$\left. \begin{aligned} M &= M_1 \\ x &= l_1 \end{aligned} \right\}$$

tendremos

$$M_1 = M_0 - S_0 l_1 + m_1$$

de donde

$$S_0 = \frac{M_0 - M_1 + m_1}{l_1} \quad [6]$$

y sustituyendo en la ecuacion (5) resulta

$$M = M_0 + m - \frac{M_0 - M_1 + m_1}{l_1} x \quad [7]$$

Sustituyendo este valor de M en la ecuacion [1] é integrando una vez, teniendo presente que cuando  $x$  es igual á cero  $d, f$  y  $g$  se anulan, vemos que si  $\alpha_0$  es el ángulo de inclinacion siempre muy pequeño de la viga por debajo de la horizontal en el punto O, y si  $\alpha$  es la inclinacion de la viga en un punto cualquiera P, tendremos

$$\frac{dy}{dx} = \text{tang. } \alpha = \alpha = \alpha_0 + M_0 d - S_0 f + g \quad [8]$$

Si  $\alpha_1$  es el valor correspondiente de  $\alpha$  para el punto de apoyo Q, se tendrá

$$\alpha_1 = \alpha_0 + M_0 d_1 - S_0 f_1 + g_1 \quad [9]$$

Integrando de nuevo la [8] tendremos que la flecha en un punto cualquiera P será:

$$y = x \alpha_0 + M_0 n - S_0 q + F \quad [10]$$

y como los apoyos están á la misma altura se verificará que cuando  $x = l_1$  será  $y = 0$ ; por lo tanto

$$0 = l_1 \alpha_0 + M_0 n_1 + F_1 - S_0 q_1$$

de donde

$$\alpha_0 = \frac{S_0 q_1 - F_1 - M_0 n_1}{l_1} \quad [11]$$

Sustituyendo por  $S_0$  su valor de la ecuacion [6], tendremos.

$$\alpha_0 = \frac{(M_0 + m_1 - M_1) q_1 - l_1 F_1 - M_0 n_1 l_1}{l_1^2} \quad [12]$$

y reemplazando este valor en la ecuacion [9] se tiene

$$\alpha_1 = \frac{(M_0 + m_1 - M_1) q_1 - l_1 F_1 - M_0 n_1 l_1}{l_1^2} + M_0 d_1 - S_0 f_1 + g_1 \quad [13]$$

Supongamos que  $m_2, d_2, f_2, g_2, n_2, q_2, F_2$  son los valores de las integrales correspondientes al tramo inmediato QR (fig. 2.<sup>a</sup>); correspondiendo Q al O del anterior y R al Q. Si  $M_2$  es el momento de flexion en el apoyo R, entonces la ecuacion [12] se trasforma en la siguiente, poniendo  $\alpha_1$  en vez de  $\alpha_0$ ,  $M_1$  en vez de  $M_0$  y  $M_2$  en vez de  $M_1$

$$\alpha_1 = \frac{(M_1 + m_2 - M_2) q_2 - l_2 F_2 - M_1 n_2 l_2}{l_2^2} \quad [14]$$

En las ecuaciones [13] y [14] tenemos distintos valores del ángulo de inclinacion para el punto Q. Igualando entre sí estos dos valores y simplificando ten-

dremos una ecuacion en funcion de  $M_0$ ,  $M_1$  y  $M_2$ , y la forma en que se obtendrá el teorema general de los tres momentos será

$$M_0 \left( \frac{q_1}{l_1^2} - \frac{n_1}{l_1} + d_1 - \frac{f_1}{l_1} \right) - M_1 \left( \frac{q_1}{l_2^2} - \frac{n_2}{l_2} + \frac{q_1}{l_1^2} - \frac{f_1}{l_1} \right) + M_2 \frac{q_2}{l_2^2} + \frac{m_1 q_1}{l_1^2} - \frac{m_2 q_2}{l_2^2} + g_1 - \frac{f_1 m_1}{l_1} + \frac{F_2}{l_2} - \frac{F_1}{l_1} = 0 \quad [15]$$

Si representamos por  $\theta$  el pequeño ángulo de discontinuidad de la línea neutra de la viga en el punto Q, resultará que  $\theta$  es igual á

inclinación hácia abajo de } (inclinación hácia abajo de la línea neutra de Q R en Q) } (la línea neutra de O P en Q:

en tal caso se verificará que  $\alpha_1$  en la ecuacion [14] menos  $\alpha_1$  en la [13] será igual á  $\theta$ ; y por lo tanto se pondría  $-\theta$  en vez de cero en el segundo miembro de la ecuacion [15]. Se supone que el ángulo  $\theta$  no varía aun cuando se alteren las cargas.

4. Tenemos en el teorema de los tres momentos una relacion entre los momentos de flexion  $M_0$ ,  $M_1$  y  $M_2$  en tres puntos consecutivos de apoyo cualesquiera; por lo tanto, para una viga continua de N tramos habrá N-1 ecuaciones de esta clase con N-1 momentos desconocidos, porque los momentos en los apoyos extremos son iguales á cero. Por consiguiente se pueden determinar los momentos de todos los apoyos resolviendo estas ecuaciones simultáneas.

Segun esto, vemos que se pueden determinar los momentos en los apoyos O y Q correspondientes á los dos extremos de un tramo cualquiera, y en tal caso se puede calcular el esfuerzo cortante en O por medio de la ecuacion [6], el momento de flexion en un punto cualquiera P por la ecuacion [7] y la flexion en dicho punto P por la ecuacion [10]. Los puntos en que el momento de flexion es máximo y mínimo se obtienen igualando á cero el coeficiente diferencial de M con relacion á  $x$ . Tambien sabemos que en los puntos de inflexion se verifica que el momento de flexion es igual á cero.

Cuando conocemos los ángulos de inclinacion de la viga en los dos puntos de apoyo en un tramo OQ de una viga continua, tenemos datos suficientes para verificar todos los cálculos necesarios. En efecto; para los dos puntos O y Q se verificarán respectivamente las ecuaciones [12] y [13], de modo que conociendo  $\alpha_0$  y  $\alpha_1$  podemos determinar  $M_0$  y  $M_1$ ; y entonces el momento de flexion en un punto cualquiera P, cuya abscisa OP sea igual á  $x$ , estará expresado por la ecuacion [7] y podremos trazar el dibujo del momento

de flexion. Además, el esfuerzo cortante en O está representado por la ecuacion [6], y el mismo esfuerzo para el punto P es igual á  $S_0$  menos la carga existente entre O y P; por lo tanto podremos tambien trazar el dibujo del esfuerzo cortante. Además la flexion en el punto P será igual á

$$M_0 n + F - S_0 q.$$

Podemos considerar como un ejemplo de frecuente aplicacion una viga OQ cuyos extremos se encuentran empotrados y al mismo nivel; entonces se verificará que

$$\left. \begin{aligned} \alpha_0 &= 0 \\ \alpha_1 &= 0 \end{aligned} \right\}$$

Cuando conocemos el ángulo de la viga en un extremo y el momento de flexion en el otro extremo, tenemos datos suficientes para verificar los cálculos, conociendo las integrales anteriores  $m$ , etc. Este procedimiento se aplica al caso frecuente en la práctica de una viga empotrada horizontalmente por un extremo y apoyada por el otro, suponiendo como antes que los apoyos están al mismo nivel.

Para hacer mas claro el uso de las fórmulas antedichas consideraremos los siguientes ejemplos de frecuente aplicacion.

Siempre que la seccion transversal de la viga sea constante es fácil ver que las integrales  $d$ ,  $f$ ,  $n$  y  $q$  tienen los siguientes valores:

$$\begin{aligned} d &= \frac{x}{EI}, & d_1 &= \frac{l_1}{EI}, & d_2 &= \frac{l_2}{EI}, \\ f &= \frac{x^2}{2EI}, & f_1 &= \frac{l_1^2}{2EI}, & f_2 &= \frac{l_2^2}{2EI}, \\ n &= \frac{x^3}{2EI}, & n_1 &= \frac{l_1^3}{2EI}, & n_2 &= \frac{l_2^3}{2EI}, \\ q &= \frac{x^3}{6EI}, & q_1 &= \frac{l_1^3}{6EI}, & q_2 &= \frac{l_2^3}{6EI} \end{aligned}$$

y el teorema de los tres momentos se convierte en

$$M_0 l_1 + 2 M_1 (l_1 + l_2) + M_2 l_2 - 2 m_1 l_1 - m_2 l_2 + 6 EI \left( g_1 + \frac{F_2}{l_2} - \frac{F_1}{l_1} \right) = 0.$$

En todos los casos en que la carga está repartida uniformemente sobre el tramo, siendo  $p$  por unidad de longitud, es fácil ver que

$$\left. \begin{aligned} m &= \frac{px^2}{2} & m_1 &= \frac{pl^2}{2} \\ g &= \frac{px^3}{6EI} & g_1 &= \frac{pl^3}{6EI} \\ F &= \frac{px^4}{24EI} & F_1 &= \frac{pl^4}{24EI} \end{aligned} \right\} \text{Siendo constante la seccion en todo el tramo.}$$

Cuando la luz de los tramos es la misma, iguales

todas las secciones trasversales y uniforme é igual á  $p$  por unidad de longitud la carga sobre ambos tramos, el teorema antedicho se convierte en

$$M_0 + 4 M_1 + M_2 - \frac{p l^2}{2} = 0.$$

Cuando los dos tramos consecutivos O Q y Q R presentan la misma seccion trasversal, y cuando hay una carga uniforme  $p_1$  por unidad de longitud sobre el primer tramo y  $p_2$  sobre el segundo, el teorema toma la forma dada por M. Clapeyron

$$M_0 l_1 + 2 M_1 (l_1 + l_2) + M_2 l_2 - \frac{p_1 l_1^3}{4} - \frac{p_2 l_2^3}{4} = 0$$

(Se continuará.)

J. A. R.

### NAUFRAGIO DE UN PUENTE VOLANTE MILITAR EN EL EBRO.

En 1.º del corriente ha ocurrido delante de la ciudad de Logroño el triste acontecimiento á que se refiere este artículo, originándose terribles desgracias que han conmovido al ejército y al país.

En la mañana del 2 se hizo público el acontecimiento, y las primeras noticias parecían envolver una grave responsabilidad para el cuerpo de Ingenieros del ejército.

Los periódicos diarios, escritos siempre precipitadamente y afanosos de dar noticias de sensacion, que son las que el vulgo desea, aunque luego resulten falsas ó exageradas, refirieron casi todos el suceso con suposiciones gratuitas é inexactitudes de gran bulto.

Fundados en lo que decían brevísimos telegramas, é ignorando la significacion técnica de lo que llamamos *punte volante*, afirmaron que se habia roto un puente militar establecido en el Ebro, al pasar el regimiento de Valencia, suponiendo que era de barcas (y aun algun periódico dijo que *colgante*), y describiendo la entrada del regimiento en el puente con paso cadencioso, la rotura de aquel por su parte media, cómo se salvaron los que estaban aún cerca de la entrada, etc.; algunos indicaron que se trataba de hacer la prueba del puente (¡con seres humanos!); cierto periódico ilustrado trajo una vista en que se representaba la supuesta rotura del puente y los maderos producidos por ella flotando en el agua, etc.: en una palabra, aun los mas prudentes dejaban entrever un grave cargo contra el cuerpo de Ingenieros, que otros le hacian mas á las claras, apoyados en que un telegrama dijo que el ingeniero *que habia dirigido* la construccion del puente no parecia, deduciendo por lo tanto que se habia fugado ó suicidado, presa sin duda de sus remordimientos.

Un telegrama recibido en nuestra Direccion general

en la tarde del 2 aclaró para nosotros la cuestion, reduciéndola á sus verdaderas proporciones, que eran las de haber zozobrado en el Ebro lo que en términos vulgares se llama *una balsa*; pero el público ha estado varios dias creyendo muchas de las suposiciones que se han indicado; los periódicos han rectificado algunos conceptos, pero no todos; los enemigos del cuerpo de Ingenieros (¿quién no los tiene, sobre todo si cumple estrictamente con sus deberes?) han procurado mas ó menos desembozadamente designar á aquel como responsable del suceso, y hasta parece que se ha querido por algunos limitar la compasion y el interés á los ahogados de la Infantería, prescindiendo de las dos víctimas que el cuerpo ha tenido en la catástrofe; resultando de todo que una gran parte del público de buena fe ignora aún la verdad de lo ocurrido, sin contar aquellos individuos que se empeñan siempre en creer todo lo malo, pero nada de lo bueno que de otros se diga, individuos que abundan mas de lo que se cree, y á los cuales no nos dirigimos.

Nosotros siempre hubiéramos dado cuenta á nuestros lectores de las desgracias producidas por tan lamentable suceso, relacionado con una construccion establecida por el Cuerpo, pero tenemos mayor razon para hacerlo hoy, en vista de los errores y dislates propalados, con objeto de que se conozca completa y exacta la verdad de los hechos; pues con su sencilla exposicion desaparecen todos los cargos dirigidos al cuerpo de Ingenieros, y el público sensato é imparcial, y los militares extranjeros, podrán juzgar con acierto de las circunstancias con que ocurrió la catástrofe de Logroño, verdadero naufragio imposible de prever.

Hemos contenido nuestros impulsos de rectificar en los periódicos diarios, porque teniendo el Cuerpo un órgano de publicidad, parecia mas natural y mas serio que este contestara indirectamente á todas las inexactitudes referidas; y aunque nos dolia en un principio que el período de publicacion de esta Revista retardara tanto el hacer oír nuestra voz, hemos conocido despues que esto tenía su parte ventajosa, pues nos ha permitido reunir mayor número de documentos oficiales y particulares, para juzgar mucho mejor lo ocurrido y exponer mas clara la verdad.

En 2 del pasado Agosto se hundieron dos tramos de madera del puente provisional establecido por el ramo civil sobre las pilas de el de mampostería que se está reconstruyendo en Logroño: quedó por lo tanto interrumpido el tránsito por la carretera, y aunque se estableció en seguida una barca, solo servia para el paso de peatones y de caballerías, mas no para el de carros.

El Ayuntamiento de Logroño, deseando naturalmente proveer á todas las necesidades del tránsito, solicitó y obtuvo por Real orden de 13 de Agosto, que el batallon de pontoneros, residente en Zaragoza, estableciera un puente militar mientras el permanente

se reconstruía; petición debida sin duda á haber visto durante la pasada guerra civil, establecido el puente reglamentario de pontones en varios puntos mas peligrosos del mismo rio, durante muchos meses (1), en los que tuvo aquel grandes y frecuentes avenidas, sin ocurrir contratiempos de consideracion.

Trasladada la órden, pasó á Logroño un capitán de pontoneros para el debido reconocimiento, y verificado este informó que teniendo el rio de anchura 90 metros, no bastaba una unidad del puente reglamentario (2) sino que eran necesarias dos, una de las cuales habia de trasportarse desde Zaragoza por el ferrocarril, pues el batallón de pontoneros, por economía, solo tiene en tiempo de paz el ganado indispensable para el transporte de una de las unidades de dicho puente reglamentario.

El trasladar á Logroño la segunda unidad habia de hacerse naturalmente por cuenta del Ayuntamiento; mas pareciendo á este excesivo el gasto de su transporte por el ferrocarril, renunció á su idea de un puente continuo que uniese ambas orillas, y suplicó al jefe de pontoneros que en su lugar se estableciese uno volante para el paso de carros. Accediéndose á ello, se puso en marcha, por la carretera, la primera compañía de pontoneros, con el material necesario, y llegando á Logroño el 28 de Agosto, el 30 quedó establecido el puente volante sobre el Ebro, en las mejores condiciones posibles.

*Puente volante*, dice el *Diccionario militar* del brigadier Almirante, *por oposicion á continuo, es la almadía, barca ó balsa suelta que va de una orilla á otra impelida por el remo ó la corriente misma, á lo largo de una maroma ó fiador fuertemente asegurado en las orillas* (página 931). Una disposicion de estas fué la adoptada en Logroño, y se ve representada en la lámina xx así como tambien el plano y corte del rio por el lugar del paso.

La balsa (técnicamente, *compuerta de embarque*) descansaba sobre dos largos pontones, compuestos cada uno de cuatro piezas ó elementos, es decir, de dos cuerpos de ponton centrales, unidos en prolongacion uno de otro, y de dos proas, una en cada extremo, aseguradas al cuerpo central correspondiente. Los dos pontones preparados de antemano con maderos de apoyo, se enlazaban por viguetas sujetas á estos con fuertes ligaduras, quedando así los pontones invariablemente paralelos uno á otro, y las viguetas proporcionando asiento fijo y seguro al tablero ó piso del puente, formado con tablones fuertemente trincados á ellas (3). Este tablero tenía, en el caso de que trata-

mos, 9 metros de largo por 7 de anchura, y se le pusieron guardalados ó barandillas en el sentido de su longitud.

Un fuerte fiador ó cable tirante, tendido de una orilla á la otra, servia para dirigir el paso de la balsa; y para el embarque y desembarque se construyeron muelles en ambas márgenes.

Calculada teóricamente la resistencia de la balsa ó compuerta, en vista de su resultado se estableció que no debia exceder de 10 000 kilogramos el peso con que se cargase aquella, á pesar de que podia resistir mas de doble sin inconveniente; pero como tenía que ser manejada la balsa por empleados del Ayuntamiento que podian descuidar ó ignorar ciertas precauciones, se queria así alejar el mas mínimo peligro de accidente. A dicho peso correspondian unos 150 hombres.

La prueba práctica del puente volante se hizo en el mismo dia 30 de Agosto, y en vista de su buen resultado (1) se autorizó el paso de gentes, carros, etc., empezando dicho puente á funcionar el 31, en cuyo dia efectuó varios viajes trasportando carros, así como durante toda la mañana del 1.º de Setiembre, sin haber ocurrido el menor contratiempo.

En la tarde del funesto dia 1.º debia el regimiento de Valencia trasladarse desde Logroño á la orilla opuesta del Ebro para hacer ejercicio, y el coronel habia quedado de antemano con el capitán de pontoneros en que el traslado se haria en el puente volante, y que se avisaria á este para que presenciase el embarque, pero sin fijarle hora ni mediar comunicaciones oficiales.

A las cuatro de la tarde se dirigió el regimiento citado á la orilla del Ebro; su coronel habia estado antes á buscar al capitán de pontoneros, mas como nada habia prevenido por la plaza, este no se hallaba en casa. Ya en marcha el regimiento, y hallando al paso al desgraciado teniente del Cuerpo don Manuel Masó, le invitó el coronel de Valencia á que le siguiese para presenciar el embarque, lo que hizo aquel por complacencia, muy ajeno de que caminaba á la muerte.

El embarque del primer batallón del regimiento se verificó sin novedad: eran poco mas de doscientos hombres contando los jefes y oficiales, el coronel, el teniente de Ingenieros y el pontonero que hacía centinela en el puente para cuidarlo: despues se hizo entrar á la música del regimiento, con la que se completó un total de 233 hombres.

No se sabe fijamente cómo se determinó la carga de

---

tes reglamentarios de pontones, cuyas piezas, preparadas de antemano, manejan los pontoneros con agilidad y destreza, gracias á los ejercicios prácticos que tienen constantemente en Zaragoza; y decimos esto para que no se piense que en Logroño se adoptaron disposiciones especiales ó extraordinarias.

(1) Sin carga sobresalian las bordas de los pontones en su parte mas baja 0<sup>m</sup>, 45; y con la carga de prueba, que fué de mas de 1 000 arrobas (unos 12 000 kilogramos) de piedra, apenas se redujo dicha altura á 0<sup>m</sup>, 30.

(1) Estuvo tendido el puente mas de dos meses en Cenicero, con 70 metros de longitud, y cerca de cinco meses en Castejon, con 140 metros próximamente.

(2) La unidad del puente completa tiene de longitud 53 metros.

(3) Estas disposiciones son las de todo tramo ó seccion de los puen-

la balsa para el paso. El teniente Masó ha muerto y no se puede oír á las dos partes; pero este no mandaba allí y es verosímil que no pusiese reparo para la carga expresada, suponiendo que se guardarían todas las precauciones y prevenciones ordinarias para el paso de ríos, y en la seguridad de la resistencia que por sí tenía el puente y de la altura á que se conservaban los pontones por cima del agua despues del embarque del batallon; pues sin un accidente imprevisto nada debia haber ocurrido.

El puente desatracoó y marchó en buenas condiciones al principio; pero se mandó tocar á los músicos, que con tal motivo se ensancharon: la gente se animó y segun algun testigo parece que cantaba y se movia llevando el compás de la tocata, lo que produjo balances cada vez mayores, y al llegar próximamente á la mitad del rio, uno de estos hizo embarcar agua á los pontones por la banda de estribor: por un movimiento brusco la tropa se arremolinó de pronto hácia el otro extremo, originando mayores inclinaciones del tablero y que los pontones embarcasen mas agua todavía. Empezó por lo tanto á zozobrar la balsa, aunque con lentitud, pero perdiéndose la serenidad, se produjo un pánico lamentable con todas sus consecuencias. Unos cayeron al agua y arrastraron á otros, muchos se lanzaron al rio; dicen que se oyó la voz de *tirarse al agua los que sepan nadar*, y cada uno obró segun su impresion en aquel terrible momento; siendo buena prueba de la confusion y falta de serenidad, el hecho de que aquellos que conservaron ésta y permanecieron de pié sobre el tablero, se salvaron todos, con el agua al pecho los de menor talla, pues en aquel sitio solo habia dos metros y veinticinco centímetros de profundidad de agua.

De los que cayeron ó se tiraron al rio, unos se salvaron nadando, otros fueron socorridos á tiempo, y uno llegó *sin perder pié y andando* hasta una barca; pero desgraciadamente perecieron diez oficiales y ochenta individuos de tropa; entre ellos el teniente Masó, y el pontonero centinela Arizmendi, que sin duda fueron arrastrados por los que caian ó se tiraron para salvar á algunos. Otros muchos se salvaron, gracias á los auxilios que con presteza y abnegacion prestaron las barcas del puente en construccion, los pontoneros, las autoridades y los particulares; y la mayoría de las víctimas aparecieron en grupos y abrazados unos con otros, lo que les impediria sin duda salir á la superficie, debiendo haberse ahogado en pocos instantes.

El cadáver del teniente Masó no se encontró hasta pasados tres dias, y esta fué la *desaparicion* del ingeniero, de que hablaron los periódicos diarios.

La compuerta ó balsa se extrajo del rio dos dias despues, y se pudo ver que no tenía rotura ni desperfecto alguno, como aseguraron desde luego los

oficiales de Ingenieros y presentian todos los que habian presenciado su construccion; así es que en Logroño y aun bajo la impresion del momento, á nadie ocurrió que el desastre procediera de defectos en la balsa, ni que pudiera atribuirse responsabilidad á los pontoneros.

Formándose sumaria sobre el suceso, ha exigido ésta que se compruebe la resistencia del puente volante; y se ha vuelto á armar en las mismas condiciones que tenía el que zozobró, resistiendo á la prueba hecha de pasar el rio dos veces con la misma carga que llevaba en la funesta tarde del 1.º

Se hizo el experimento bajo la direccion del comandante del Cuerpo don Salvador Mundet, delegado por el subinspector de ingenieros del distrito, y que no pertenece al batallon de pontoneros, y el parte de la prueba efectuada, que dió dicho ingeniero á sus jefes, dice lo siguiente:

«Excmo. Sr.: Con esta fecha digo al Excelentísimo Sr. gobernador militar de esta plaza, lo que sigue: «Excmo. Sr.: Armada en la tarde de ayer la compuerta del embarque, en idénticas condiciones que en el dia de su primer establecimiento en esta plaza, tuve el honor de hacerlo así presente á V. E. y recibir sus órdenes, en cumplimiento de las cuales á las cinco de la mañana del dia de hoy y cumpliendo tambien lo dispuesto por el señor coronel del regimiento montado (1), se ha dado principio á la carga de la compuerta, con objeto de que á las seis, hora señalada por V. E., se procediese á efectuar el paso del rio, experimentándose la carga que aquella, en buenas condiciones de marcha, pudiese soportar.—El material empleado para la citada experiencia ha sido piedra, colocada sobre el tablero y repartida sobre el mismo de manera que la línea de flotacion quedase á suficiente distancia de las bordas, para hacer imposible un accidente debido al mal reparto de la carga.—Examinada con escrupulosidad dicha línea de flotacion, y medida su distancia á las bordas, resultaba que los flotantes se hallaban mas sumergidos en sus tramos centrales, en los cuales faltaba el agua para alcanzar la altura de las bordas, 22 centímetros.—En esta disposicion tenía la carga de piedra un peso de 14 425 kilogramos y se aumentaban con los 1 100 kilogramos correspondientes á los hombres de la fuerza de pontoneros necesarios á la maniobra y á los oficiales del Cuerpo que se hallaban sobre la compuerta, componiendo por lo tanto un peso total de 15 595 kilogramos (2). Se dió la órden de marcha á la orilla

(1) Este jefe desde Madrid y un comandante del batallon de pontoneros desde Zaragoza, se trasladaron á Logroño al tener noticia del naufragio ocurrido.

(2) Esta carga es más de la correspondiente á los 233 hombres que llevaba la balsa cuando la catástrofe, dando de peso 63 kilogramos á cada individuo, por término medio.

opuesta, y se efectuó perfectamente sin la menor novedad, y durante la misma, observada desde el pontón de reserva por el teniente de la compañía don Salvador Ena, ni al desatracar, ni durante el paso, ni en el atranque, hicieron las oscilaciones ascender el agua á mas de un centímetro sobre la línea primera de flotacion.—El regreso se hizo del mismo modo; todo á presencia de los Excmos. señores General de la tercera division, don Mariano Quesada; brigadier gobernador militar, don Manuel Travesí; brigadier, don Enrique Martí; brigadier, don Benigno Álvarez Bugallal; del señor coronel de Ingenieros, don Vicente Climent; comandante de Ingenieros, don Gregorio Codecido, y de otros varios jefes del ejército.—Es cuanto creo de mi deber garticipar á V. E. como resultado de la operacion practicada.»—Lo que tengo el honor de manifestar á V. E. para su conocimiento, debiendo añadir que tanto la operacion de que aquí se trata, como otras experiencias que debo practicar, han de servirme de datos para el informe que he de emitir segun mandato de V. E., y que evacuaré á la brevedad posible.—Dios etc.—Logroño 7 de Setiembre de 1880. Excmo. Sr.:—Salvador Mundet.—Excelentísimo Sr. comandante general subinspector de Ingenieros del distrito.»

Limitándonos por ahora á lo expuesto, de cuya exactitud respondemos con pruebas, creemos que es bastante para que el público imparcial reconozca que no puede culparse por ningun estilo al cuerpo de Ingenieros de haber dado origen ó podido evitar la terrible desgracia de Logroño; y que esta fué ocasionada por falta de precaucion y por un pánico que no pudo ser dominado, como acontece frecuentemente en los puertos y rías con las lanchas de poca quilla, cuando trasportando numerosos pasajeros y cargándose la mayoría á una borda, se vuelve la embarcacion, sin que se atribuyan las desgracias que ocurren, ni al que construyó aquella, ni al timonel que la dirigia al zozobrar.

No acusamos á nadie, pero exigimos justicia y menos ligereza en emitir juicios aventurados, cuando en ellos va envuelta la honra de una corporacion modesta, pero intachable y pundonorosa, cuyos servicios á la patria, reconocidos por propios y extraños, no han sido nunca empañados por la impericia, la ambicion, ni la debilidad de los individuos que la componen.

(Del Memorial de Ingenieros del ejército.)

### ACCIDENTE DE SANTA ELENA.

Ha tenido lugar hace algunos dias, cerca de Santa Elena, el choque entre un tren de mercancías y el mixto número 1, y podemos dar cuenta detallada de este desgraciado accidente.

El tren especial de mercancías, ascendente, llegó á las diez de la mañana á Santa Elena, kilómetro 279 de la línea de Córdoba. Al ponerse en movimiento para tomar agua la segunda máquina, se rompieron los enganches por el vagon 15 á contar por la cola, y la fatal coincidencia de ocurrir esto en terreno muy pendiente, hizo que con gran velocidad recorrieran los 15 vagones un trayecto de cinco kilómetros, siendo inútiles los laudables esfuerzos que hicieron para evitarlo el guardafreno de cola y el conductor del tren.

Cuando, favorecida por la pendiente, aumentaba la velocidad de los citados vagones, se encontraron con el tren número 1 mixto ascendente que, con doble traccion, empezaba á subir la pendiente del puente 45, kilómetro 248. Entre los ocho vagones que componian el tren número 1, habia dos con seis toros y uno con cuatro caballos.

El choque ocurrió á las diez y veinte minutos de la mañana.

En los primeros momentos se aseguraba que no habia que lamentar desgracias personales; pero posteriormente se ha anunciado que han resultado ocho viajeros heridos que venian en el tren número 1; de estos ha quedado uno en Vilches por no permitirle su grave estado continuar la marcha, como lo hicieron los restantes.

Del personal del tren, las noticias todas contextes son que han resultado heridos, leves y contusos, los maquinistas y fogoneros de las máquinas del tren 1 y el conductor directo de Málaga, D. Julian Ayuso, el cual tiene una herida aunque de poca gravedad en la cabeza. Los fogoneros han pasado á Alcázar.

Uno de los vagones que conducian los toros quedó completamente destrozado, escapándose dos toros; de los cuales fué cogido uno que quedó sujeto entre dos vagones; en el otro vagon se encontró un toro muerto, y se asegura que ya lo estaba por accidente ocurrido dentro de la jaula.

Las pérdidas materiales son de bastante consideracion; las dos máquinas del tren han quedado completamente estropeadas. El vagon de equipajes y mercancías de gran velocidad sin novedad.

Se han incendiado tres vagones de hulla, quedando tambien destrozados; un vagon cargado de aceite ha podido salvarse, excepto catorce pellejos que cayeron al arroyo. Los coches de viajeros no han sufrido deterioro alguno; pero en cambio casi todos los vagones del tren especial de mercancías han quedado destrozados; el furgon de cola reducido á cenizas, debajo de la máquina primera del tren número 1.

El puente ha sufrido algunos desperfectos, si bien de tan poca consideracion, que podrá quedar completamente reparado en dos ó tres dias.

Como era inevitable, el servicio sufrió algun

retraso. El tren número 1, que salió con seis horas de retraso, llegó á Madrid con el tren número 7 que se unieron en Alcázar de San Juan.

Los viajeros de la vía descendente continuaron su marcha en el tren número 8. El tren número 81, mixto de Ciudad-Real, se hizo continuar hasta Madrid con la marcha del tren número 1.

El tren número 21, que salió de Santa Elena con dos horas y veinticuatro minutos de retraso, llegó á Madrid sólo con veinte minutos de retraso. No habiendo enlazado con el tren número 8, fué preciso hacer tren especial desde Alcázar.

### CERTÁMEN.

La Real Sociedad Económica de Amigos del País de la provincia de Granada convoca á un certámen científico y artístico, con el siguiente programa:

#### Seccion de Ciencias.

**Tema I.**—SOCIOLOGÍA.—Estudio filosófico sobre el objeto y fin que, en la época actual, deben tener las Sociedades Económicas.—*Premio: Quinientas pesetas.*

**Tema II.**—PEDAGOGÍA.—Memoria sobre el estado actual de la instruccion primaria en la provincia de Granada y reformas de que es susceptible.—*Premio: Un objeto de arte.*

**Tema III.**—HISTORIA Y CRÍTICA.—Ensayo de un estudio histórico-crítico de las Bellas Artes granadinas.—*Premio: Un rico juego de botella, copas y bandeja de plata dorada y cincelada.*

**Tema IV.**—GEOGRAFÍA É HISTORIA.—Estudio geográfico-histórico sobre la region granadina, desde los mas remotos tiempos hasta la época actual, acompañado de mapas comparativos de sus divisiones territoriales y de la nomenclatura de sus pueblos.—*Premio: Una magnífica alhaja de oro.*

**Tema V.**—QUÍMICA Y MEDICINA.—Análisis de las aguas de Granada y sus contornos, é indicacion de las virtudes medicinales que tengan.—*Premio: Ocho-cientas setenta y cinco pesetas.*

**Tema VI.**—BOTÁNICA.—Estudio descriptivo de la flora fanerógama de la provincia de Granada.—*Premio: Una escribanía de plata.*

**Tema VII.**—HIDROLOGÍA.—Memoria sobre un sistema de conduccion y apeo de las mejores aguas potables, suficientes al abastecimiento público, de que podría disfrutar Granada.—*Premio: Setecientas cincuenta pesetas.*

**Tema VIII.**—AGRICULTURA.—Estudio sobre el cambio y mejoramiento del cultivo en la Vega y demas territorio de la provincia de Granada.—*Premio: Mil pesetas.*

#### Seccion de Bellas Artes.

**Tema IX.**—POESÍA.—Una tradicion de Granada, escrita en verso y con libertad de metro y rima.—*Premio: Una rosa natural, en cuyo portaflores de oro se inscribirá la dedicatoria.*

**Tema X.**—PINTURA.—Un paisaje original, con figuras.—El tamaño mínimo del cuadro será un metro de longitud por 0<sup>m</sup>,75 de anchura.—*Premio: una preciosa escribanía y dos candelabros de bronce cincelado, dorado y plateado.*

**Tema XI.**—ESCU LTURA.—Una escultura original.—*Premio: Medalla de oro.*

**Tema XII.**—MÚSICA.—Una melodía.—*Premio: Una lira de oro y plata.*

En este Certámen no se admitirán sino trabajos inéditos para los nueve primeros temas, ni los que hayan tenido premio en otros certámenes para los otros tres.

Las obras serán presentadas sin firma y con lema, y se admitirán en la Secretaría general de la Corporacion (calle de Lucena) hasta las doce de la noche del 10 de Diciembre de 1880.

La Sociedad se reserva el derecho de publicacion de las obras premiadas.

Los expresados premios son donativos de S. M. el Rey, S. A. la Infanta Isabel, el Excmo. Sr. Arzobispo de la diócesis, el Gobernador civil, la Diputacion, el Ayuntamiento y la Sociedad.

### NOTICIAS.

*Cómo se desarrollan las industrias en los Estados-Unidos.*—Leemos en un colega lo que sigue:

«Las hachas y sierras norte-americanas han conquistado un mercado muy extenso, pues se han extendido por la América Central y del Sur, Australia, Nueva Zelandia, África y aun Inglaterra, adonde van muchas, sobre todo á Sheffield. No sabemos qué número de operarios emplea esta fabricacion, ni los capitales que en ella están empeñados; pero con sólo decir que algunas de las casas que se dedican á esta industria fabrican dos y tres mil hachas por dia, se formará idea de su importancia. Hace mucho tiempo que estas herramientas se fabrican por procedimientos mecánicos.

Esta industria, hoy floreciente, ha tenido principios muy modestos, y hasta 1823 las hachas de procedencia inglesa han acaparado el mercado americano. En esa fecha, un neoyorkino, llamado J. Conger, fundó la primera manufactura indígena, y tres años despues S. Collins siguió su ejemplo, en el Connecticut. Estos industriales fabricaban seis ú ocho hachas por dia. El último dió en 1835 gran desarrollo á su fabricacion, constituyendo una Sociedad por ac-

ciones, bajo la razon social Collins y Compañía, casa que aún existe y es, en este ramo, la primera del mundo. Hoy la fabricacion de hachas en los Estados Unidos tiende á monopolizar el consumo universal.

Las mayores sierras del mundo son las que se fabrican para derribar los gigantescos árboles de California, y salen en su mayor parte de los talleres de Nueva-York. Sin embargo, hasta 1867 la importacion de las sierras inglesas ha persistido; desde esta época casi ha cesado por completo, y aun se produce el fenómeno contrario, viniendo muchos productos de esta clase de la América Septentrional á Sheffield. Los fabricantes de sierras confeccionan á menudo otras herramientas, y por esto es difícil calcular el número de operarios empleados exclusivamente en la fabricacion de sierras; pero se eleva á 100 millones de francos el valor de las fabricadas cada año en los Estados Unidos. La cuarta parte próximamente, es exportada.

Se han concedido las siguientes autorizaciones de estudios: á D. Pedro Bové, de un ferrocarril económico de Igualada á Martorell; á D. Mariano Hermoso Palacio, de un ferrocarril desde Aviala al Valle de Gerte.

La Diputacion de Segovia ha presentado el proyecto y solicitado la concesion de un ferrocarril desde Medina del Campo á Segovia.

## PRECIOS DE MATERIALES.

LÓNDRES 18 DE SETIEMBRE DE 1880.

### METALES.

	L.	S.	D.	L.	S.	D.
<b>Latón.</b>						
Planchas, por libra .....	»	»	7	»	»	7½
Yellow metal .....	»	»	6	»	»	6½

	L.	S.	D.	L.	S.	D.
<b>Cobre.</b>						
Barras de Chile, por tonelada...	60	40	»	60	45	»
English tough best .....	66	»	»	67	»	»
Planchas .....	70	5	»	70	40	»

	L.	S.	D.	L.	S.	D.
<b>Hierros.</b>						
Welsh, barras, por tonelada....	5	40	»	6	40	»
Staffordshire, d <sup>o</sup> .....	6	40	»	8	»	»
Fundicion núm. 4, Cleveland ..	»	43	6	»	44	»

	L.	S.	D.	L.	S.	D.
<b>Plomo.</b>						
Inglés, por tonelada .....	46	»	»	46	5	»
Español .....	45	5	»	45	40	»
Planchas .....	46	5	»	46	40	»

	L.	S.	D.	L.	S.	D.
<b>Plata.</b>						
Onza....	»	»	»	»	»	»

	L.	S.	D.	L.	S.	D.
<b>Azogue.</b>						
Frasco.....	7	»	»	»	»	»

	L.	S.	D.	L.	S.	D.
<b>Acero.</b>						
Fundido de 1. <sup>a</sup> , por tonelada....	34	»	»	50	»	»
Inglés para resortes .....	45	»	»	22	»	»

	L.	S.	D.	L.	S.	D.
<b>Estaño.</b>						
Straits, por tonelada .....	83	7	»	84	7	»
Banca .....	87	»	»	88	»	»
Inglés refinado .....	89	»	»	90	»	»

	L.	S.	D.	L.	S.	D.
<b>Hoja de lata.</b>						
De leña I. C., por caja .....	24	»	»	26	»	»
De coke, id. ....	»	48	»	»	20	»

	L.	S.	D.	L.	S.	D.
<b>Zinc.</b>						
Planchas inglesas, por tonelada.	22	40	»	23	40	»

## SECCION OFICIAL.

Gacetas de Setiembre de 1880.

MINISTERIO DE FOMENTO.

**Gaceta del 8.**—Ley de 3 de Setiembre de 1880, autorizando al Gobierno para otorgar la concesion del ferrocarril de Mengibar á Granada, por Jaen.

**Gaceta del 10.**—Real órden de 2 de Setiembre de 1880, confirmando la concesion de 200 litros de agua por segundo del rio Tajo, hecha á favor de D. Fermin Muguero.

**Gaceta del 11.**—Ley de 10 de Setiembre de 1880, autorizando al concesionario del ferrocarril de Caldas de Malabella á San Miguel de Fluvia ó Figueras, para construir un ferrocarril económico desde Blanes á Gerona.

## SUBASTAS.

FECHA de la Gaceta.	LUGAR de la subasta.	FECHA del remate.	OBRA Ú OBJETO Á QUE SE REFIERE.	MATERIA de subasta.	PRESUPUESTO DE CONTRATA en pesetas.
12 Setiembre.	Pontevedra.	21 Octubre.	Carretera de Lamtaño á Cuntis (P) .....	Construccion.	105 569'72
» »	»	» »	Carretera de Villaponce á Puente-Brea (P) .....	»	177 715'48
14 »	Búrgos.	9 »	Carretera de Búrgos á Logroño .....	»	146 371'26
» »	Teruel.	» »	Carretera de Condé á Polo .....	»	209 022'58
» »	Búrgos.	» »	Carretera de Lerma á la de San Martin de Rubiales.	»	288 029'03
» »	Zamora.	13 »	Carretera de Villanueva del Campo á Palanquinos.	»	126 294'61
16 »	Oviedo.	20 »	Puente de hierro de la Portilla sobre el Nalon....	»	810 017'35
19 »	Madrid.	22 »	Edificio que fué escuela de veterinaria .....	Derribo.	38 662'00
» »	»	6 »	Calles de Juan Bravo-Lagasca y Padilla (M) .....	Desmorte.	»
» »	»	» »	Alcantarilla en el arroyo desagoador de la del gas (M) .....	Construccion.	»