

conociendo cuán necesarias son en la vida moderna las manifestaciones exteriores. Obtienen nuestros centros oficiales distinciones honrosísimas en las Exposiciones de París en 1867 y 1878, en 1873 en la de Viena y tres años más tarde en la de Filadelfia, y el Cuerpo, como cansado ya de laureles, no concurre ni al certamen de 1885 en Amberes, ni al de 1889 en París, ni al de 1892 en Chicago, ni siquiera al celebrado en Barcelona el año de 1888.

Parece también como si los Ingenieros de Caminos rehuyeran tomar parte en los grandes problemas de ingeniería que hoy se discuten en congresos internacionales, perdiendo las ocasiones, que con bastante frecuencia se presentan, para darse á conocer y alcanzar en el mundo científico la consideración á que les hacen acreedores sus conocimientos técnicos y la práctica adquirida en tantos y tantos trabajos, tan eminentes algunos como desconocidos fuera de España, si es que aquí no se ignoran también, á causa de una apatía perjudicial para todos y que, por tanto, no debe bautizarse con el nombre de ejemplar modestia.

En corroboración de lo dicho y entre muchísimos casos análogos, ocurríame citar el de la Asociación internacional para el ensayo de materiales. En Septiembre de 1895 se ha reunido en Zurich el quinto congreso: mientras han acudido á él 75 delegados de Alemania, 77 de Suiza, 61 de Austria-Hungría, 36 de Francia, 17 de Italia y 16 de Rusia, la representación de España ha quedado reducida á un distinguido Comandante de Ingenieros nombrado por el Gobierno, resultando nuestra patria á la misma altura que Servia y Luxemburgo, y por debajo de Rumanía, Dinamarca y Noruega. Sólo á un indiferentismo verdaderamente censurable puede achacarse el que en tiempo oportuno no se recabara de la Superioridad la designación de uno ó más Ingenieros de Caminos para tomar parte en las deliberaciones de aquel congreso, habiéndolos tan competentes como el actual profesor de la clase de *Materiales de construcción* en la Escuela, y muchos de los directores de obras de puentes, que por razón de sus cargos estudian y practican los ensayos de hierro, y sobre todo, de cales y cementos, con la detención propia de tan delicados asuntos.

Es de esperar que para el ya próximo centenario se venza la inercia, procurando, con tiempo, hacer algo digno del Cuerpo y que sirva para dar relieve á sus valiosos servicios. Carezco de autoridad para concretar ninguna propuesta; pero no puedo menos de decir que, á mi juicio, á la Escuela de Caminos corresponde tomar la iniciativa; ella es la que posee mayores elementos, y el Inspector general que se halla á su frente, asumiendo asimismo la presidencia de la Junta Consultiva, es la genuina representación oficial del Cuerpo. No es aventurado asegurar que podrá contarse con la cooperación de todos los Ingenieros, y muy en especial con la de las comisiones nombradas por éstos, y que se alcanzarán del Gobierno los auxilios que fuesen necesarios, contribuyendo todos á que no pase inadvertida la fecha de 12

DE JUNIO DE 1799. Tal es el fin que ha guiado mi pluma al escribir estas líneas.

M. PARDO.

Existe tanta semejanza entre las ideas vertidas en el anterior artículo y las expresadas ya por esta Redacción, y tanto responden los pensamientos de nuestro distinguido compañero á los nuestros, que no hemos vacilado un punto en someter este manifestado deseo de solemnizar el primer centenario, á la consideración de la Junta de representación del Cuerpo, que deliberará acerca de él en la próxima reunión del domingo.

Nada aventuramos tampoco adelantando nuestro juicio. El Cuerpo que tras la campaña de un siglo de tanto trastorno y agitaciones tantas para nuestra patria ha llevado á cabo los importantes trabajos que recuerda el Sr. Pardo, añadiendo cada nuevo día una hoja más al laurel que rodea su distintivo escudo, puede, sin fingidas modestias ni censurables ostentaciones de orgullo, sentirse satisfecho de la labor prestada, celebrando el centenario de su nacimiento.

Estimulamos á nuestros compañeros para que también formalicen sus propuestas, al objeto de que el acontecimiento que se prepara revista toda la solemnidad de que es merecedor.

ESTUDIO SOBRE EL ACERO EN LOS PUENTES

II

OPINIONES DE LAS FÁBRICAS ESPAÑOLAS, RESPECTO AL ACERO EN PUENTES

En mi artículo anterior enumeré las ventajas que ofrece hoy día el empleo del acero en los puentes, y evidencié la economía y seguridad que este material ofrece.

Pero al mismo tiempo insistí en la gran importancia que adquiere entonces la minuciosidad de los ensayos á que debe someterse el material para asegurarse de que el acero empleado reúne las condiciones precisas que deben exigirse.

¿Cuáles son estas condiciones?

Es lo que vamos á estudiar en el presente artículo.

En casi todos los países existen ya Reglamentos perfectamente detallados en los que se prescriben las reglas que deben seguirse para el cálculo.

En España, sólo hay la Real orden de 23 de Abril de 1893, de la que transcribimos en el artículo anterior los párrafos concernientes al acero; que en honor de la verdad, no son lo suficientemente precisos, pues que en definitiva, dejan á la «pericia técnica» de los Ingenieros la adopción de los guarismos que les parezcan más convenientes.

Esta vaguedad es la que conviene destruir, y por esta razón he procurado aquilatar el problema, reuniendo el mayor número de datos posibles y tratando de deducir cifras casi invariables que puedan ser

adoptadas en la mayor parte de los puentes que tengan que proyectar mis compañeros.

Información francesa.—La primera vez que se estudió este problema con algún detenimiento, fué el año 1888, con motivo de una consulta hecha por el Gobierno rumano, que solicitó la opinión del Consejo general de Puentes y Calzadas para elegir el material que había de emplearse en varios puentes proyectados sobre el Danubio, uno de los que necesitaba 4 tramos de 165 metros de luz.

Con este motivo la Junta Consultiva francesa abrió una muy amplia información, consultando á los más eminentes Ingenieros y á las fábricas de Batignolles, Fives-Lille, Creusot, Cail y Terre-noire, á la Compañía de P. L. M., á la marina francesa, al almirantazgo inglés, y reunió además interesantes datos sobre los puentes de acero construidos en aquella fecha en Francia, Inglaterra y América.

El resultado de esta información fué altamente favorable al *acero*, así que dicho Consejo emitió un dictamen admitiendo ya como indiscutible la economía que aquel material proporciona en todos los puentes de luces superiores á 50 metros y proponiendo además las condiciones á que habían de sujetarse los cálculos, pruebas y construcción (1).

Por último, una circular del Ministerio francés de 29 de Agosto de 1891, ha modificado la de 9 de Julio de 1877, que determinaba las pruebas de los puentes de hierro. Este nuevo Reglamento, elaborado por una comisión de Inspectores é Ingenieros de Puentes y Calzadas, se ha publicado en la mayor parte de las Revistas (2).

En dicho Reglamento y en las instrucciones que le preceden, se precisan las condiciones que debe reunir el acero, las que reuniremos en un cuadro en el artículo siguiente, comprendiendo todos los datos que hemos podido reunir.

Reglamentos de otros países—En los números de Diciembre de 1891, Marzo y Septiembre de 1892 y Diciembre de 1893 de la *Revue generale des chemins de fer*, se publican los Reglamentos para puentes de Francia, Austria, Rusia, Alemania, Inglaterra y Bélgica, y no hemos visto en ellos nada de particular respecto á las condiciones exigidas para el acero. Es posible, sin embargo, que desde aquella fecha se hayan redactado algunas prescripciones especiales que desconozco, é invito á los compañeros que hayan tenido ocasión de leerlas á que completen mi trabajo con un estudio de los últimos Reglamentos de dichos países.

Opiniones de las fábricas españolas.—Por lo que á España se refiere, y desde el momento en que las fábricas nacionales producen acero inmejorable, y

han estudiado con gran interés la cuestión, me ha parecido del mayor interés reunir las opiniones de todos los distinguidos Ingenieros que las dirigen, á cuyo efecto les he dirigido un cuestionario bastante preciso sobre los puntos más esenciales, congratulándome de haber obtenido de todas ellas favorables y halagüeñas contestaciones, que extracto á continuación.

LA MAQUINISTA TERRESTRE Y MARÍTIMA.—«Esta Sociedad ha construido dos puentes de *acero* con destino á carreteras, uno de cuatro tramos continuos de 210 metros de longitud total, sobre el río Aragón, con destino á la Excm. Diputación Provincial de Navarra, y el otro continuo de dos tramos iguales sobre el río Ebro en Tortosa de 112 metros de longitud total, con destino á una Sociedad particular, que explotará su peaje hasta que se haya terminado el puente del Estado que construimos en el mismo sitio. Ambos puentes han sido construidos en su totalidad con *acero* Martín-Siemens, y han sido calculados con arreglo á la Instrucción y Reglamento emanados del Ministerio de Obras públicas de Francia con circular de fecha 29 de Agosto de 1891, habiendo dado en las pruebas inmejorables resultados, obteniendo deformaciones elásticas iguales á las deducidas por el cálculo. Los roblones empleados en estas obras han sido también de *acero* Martín-Siemens de calidad muy dulce.

«Como contestación á sus preguntas tenemos el gusto de contestarle:

«1.º *Calidad preferible de acero para puentes.*

«Creemos indiferente el empleo de *acero* Bessemer ó Martín-Siemens, con tal que de una ú otra calidad, las condiciones del material sean las convenientes para la clase de obras de que se trata. Nosotros hemos empleado el Martín-Siemens, por ser el único que en el país puede encontrarse que reuna dichas condiciones y ofrezca suficientes garantías de homogeneidad y buena fabricación.

«2.º *Cargas de rotura que deben exigirse.*

«3.º *Alargamientos y límites elásticos.*

«4.º *Trabajo á que debe someterse el metal en las diferentes piezas* (vigas principales, viguetas, celosías, etc.)

«Nosotros hemos adoptado para todos estos diversos elementos, las indicaciones de la Instrucción y Reglamento franceses de 29 de Agosto de 1891, que consideramos muy razonables é inspiradas en los más recientes estudios é investigaciones, acerca de la resistencia de materiales y su aplicación á las construcciones metálicas, y juzgaríamos acertado la adopción en general de dicha Instrucción y Reglamento. Creemos, sin embargo, que para armonizar las condiciones que deben exigirse á los materiales con las necesidades de la fabricación, en lugar de fijar un tipo único como resistencia y alargamiento de los materiales, sería conveniente establecer límites bastante extensos, superiores é inferiores á los tipos indicados en el Reglamento francés, pues debe tenerse presente, que dadas las condiciones ac-

(1) Este informe y los anejos, comprendiendo los resultados completos de la información, se han publicado íntegramente en *Les Annales des ponts et chaussées* del año 1888.

Se han resumido además, en los números de Octubre, Noviembre y Diciembre de 1888, de *Les Nouvelles Annales de la construction*, de Oppermann.

(2) En la segunda edición del *Resal*, y en el número de Enero de 1892 de los *Annales* de Oppermann se ha publicado íntegro.

»tuales de la fabricación del acero, no es fácil á las
»fábricas proporcionar un material cuya carga de
»rotura y alargamiento se hallen comprendidos den-
»tro de límites muy estrechos.

»5.º *Metal que conviene emplear para los roblones.*

»Creemos que para los puentes de acero, es pre-
»ferible emplear roblones de acero con objeto de no
»exagerar el número de los mismos que entran en
»las juntas, para no debilitar mucho las uniones y
»no crear dificultades para la colocación del número
»de roblones que sea conveniente.

»6.º *¿A qué trabajo máximo deben someterse los
»roblones?*

»7.º *Condiciones de ruptura y alargamientos que
»deben exigirse para el metal de los roblones.*

»Para estos elementos somos también de parecer
»que se puede adoptar sin inconveniente las indica-
»ciones del Reglamento francés citado.

»8.º *¿Deben punzonarse, alisarse ó forarse los
»agujeros de los roblones?*

»Dada la calidad de acero que se emplea para
»puentes, no hay inconveniente alguno para que se
»punzonen los agujeros, con tal que al hacer los cál-
»culos se tenga en cuenta esta condición y se reduz-
»ca en la proporción conveniente la resistencia de
»los materiales punzonados. En obras de la impor-
»tancia del puente que Vd. tiene entre manos (via-
»ductos en arco de 120 metros de luz), en las cuales
»el peso propio de la construcción tiene una impor-
»tancia capital, sería tal vez conveniente abrir los
»agujeros por medio de taladro, con objeto de poder
»elevar los coeficientes de trabajo al mayor límite
»posible.

»9.º *¿Conviene exigir el empleo exclusivo de ro-
»blonadoras hidráulicas aun en el montaje?*

»Creemos que con tal que se tomen las precau-
»nes convenientes, las juntas roblonadas á mano
»pueden ofrecer la misma seguridad que roblonadas
»mecánicamente, por lo que creemos debe dejarse á
»la elección de las casas constructoras el empleo de
»roblonado mecánico que mejor le conviniera. Con-
»stituyendo las juntas efectuadas durante el monta-
»je las partes de la construcción relativamente más
»débiles, hallaríamos acertada la prescripción de
»exagerar en las mismas ligeramente el número de
»roblones para compensar el efecto de los que pudie-
»sen quedar defectuosamente colocados.

»10.º *¿Qué aumento de coste en la mano de obra
»ocasionarían las condiciones de agujeros alisados y
»roblonado mecánico sobre la mano de obra corriente?*

»Este aumento es muy variable, según el utillaje
»del taller que se encargase de la construcción y la
»disposición de la obra que se tratase de construir;
»pero creemos que como maximum no excedería de
»50 pesetas la tonelada.»

LA VASCO BELGA (BILBAO).—En esta fábrica, que
ha ejecutado de acero todos los puentes del ferrocarril
de Valladolid á Ariza, he inspeccionado también las
obras del puente de Panes (Asturias), que aunque

proyectado de hierro, prefirió el constructor ejecutar
de acero.

Las opiniones del Director de esta fábrica, respec-
to al cuestionario formulado, se resume en lo si-
guiente:

»1.º Es indiferente el acero Bessemer ó el Si-
emens, con tal de que queden cumplidas las condi-
»ciones impuestas.

»2.º Conviene señalar un máximo para la carga
»de rotura, 45 kilogramos por ejemplo, y un límite
»mínimo de 40 kilogramos.

»3.º Alargamiento de 25 %.

»4.º El límite elástico es el elemento más impor-
»tante, siendo el acero tanto mejor, cuanto más alto
»es su límite elástico. La carga de rotura de 45 á 50
»kilogramos, no tiene ninguna importancia seria. El
»límite elástico constituye el módulo, por decirlo así,
»de la calidad del metal, pues todo acero sometido
»á un trabajo superior á su límite elástico, está ex-
»puesto á romperse sin aumento de carga.

»5.º Debe adoptarse como coeficiente de trabajo
»el $\frac{1}{3}$ del límite elástico.

»6.º Aunque para el montaje sea más cómodo el
»empleo de roblones de hierro, no cabe dudar que
»son preferibles los roblones de acero extradulce.

»7.º Estos roblones no deben estar sometidos á un
»trabajo superior al $\frac{1}{4}$ del límite elástico, pues no
»puede nunca haber seguridad de que trabajen al
»mismo tiempo todos los roblones.

»8.º No existe diferencia apreciable entre los
»agujeros de roblones punzonados, alisados ó for-
»ados, pues las experiencias hechas resultan contra-
»dictorias.

»9.º Es muy conveniente el roblonado mecánico,
»y existen hoy máquinas roblonadoras por aire com-
»primido, mucho más cómodas que las hidráulicas.

»10.º El aumento de mano de obra producido por
»el alisado de los agujeros de los roblones y el robo-
»nado mecánico, puede estimarse en 30 pesetas por
»tonelada.»

LA VIZCAYA (BILBAO).—Aunque esta fábrica no
ejecuta generalmente construcciones metálicas y si
sólo hierros y aceros de todas clases, me ha manifes-
tado su opinión en los términos siguientes:

»1.º El acero puede ser Martín-Siemens ó Besse-
»mer, aunque es preferible el empleo del Siemens
»por su mayor seguridad.

»2.º Carga de rotura de 40 á 45 kilogramos
»por m^2 .

»3.º Alargamiento: de 18 á 20 % (sobre 200 m/m
»de largo.)

»4.º Los agujeros de los roblones convienen for-
»ados, no punzonados.

»5.º Para los roblones conviene también emplear
»el acero, pero algo más blando.

»6.º El acero para estos roblones debe resistir
»á 37 á 42 kilogramos á la rotura y de 24 % de alar-
»gamiento (sobre 200 m/m).

»7.º El precio para los hierros es el mismo que

»para el acero; pero éste resulta más barato, por ser algo más ligero.»

ALTOS HORNOS (BILBAO).—Aunque esta fábrica elabora también el acero Siemens, su especialidad es el Bessemer, que permite obtener sobre todo carriles inmejorables.

Tanto uno como otro acero permiten satisfacer á las condiciones siguientes:

Carga de rotura, 42 á 46 kilogramos por m/m^2 .

Alargamiento mínimo, 26 á 22 %.

Coefficiente de trabajo, 10 kilogramos por m/m^2 .

Roblones de acero trabajando como máximo á 4 ó 5 kilogramos por m/m^2 .

DURO Y COMPAÑÍA. LA FELGUERA (ASTURIAS).—Esta importante fábrica no construye, sólo elabora hierros y aceros Martin-Siemens de todas clases y dimensiones.

Su opinión respecto á los puntos consultados está condensada en lo siguiente:

«Los aceros mejores para toda clase de construcciones y que más garantías ofrezcan, basados en una experiencia de fabricación de más de ocho años, son los que reúnen las condiciones siguientes:

»1.º Carga de rotura, 38 á 40 kilogramos por m/m^2 .

»2.º Alargamiento, 24 á 30 por % medido sobre 200 m/m de largo.

»3.º Límite elástico, 22 á 24 kilogramos por m/m^2 .

»4.º Carga de trabajo, 10 á 12 kilogramos por m/m^2 .»

FÁBRICA DE MIERES (ASTURIAS).—Esta fábrica acaba de instalar una gran batería de hornos para elaborar el acero Martin-Siemens, de condiciones análogas á los de La Felguera.

Aunque en su taller de construcciones, en el que se han ejecutado muchos grandes puentes, cosen mecánicamente todos los roblones no dan, importancia ni al alisado de los agujeros, ni á la ejecución del roblonado mecánico en el montaje, por creer más seguro el efectuado á mano.

Respecto á las condiciones del trabajo á que ha de estar sometido el acero en las diferentes piezas, acepta como buenas las del Reglamento francés del año 1891.

MARINA ESPAÑOLA.—Del extenso pliego de condiciones exigido por los Ingenieros de la Armada para los aceros que se adquieren para nuestra marina de guerra, extractamos los elementos importantes.

Las cargas de rotura exigidas oscilan, según la clase y los espesores de los aceros, entre 40 á 47. El alargamiento debe variar entre 10 y 24. Se admite una tolerancia por defecto en la carga de rotura, siempre y cuando esté compensado con un aumento en el alargamiento, en términos que la suma de aquélla y de ésta obtenidos en la prueba no resulte inferior á la suma de las correspondientes cantidades de las tablas. Para los alargamientos no hay tolerancia. Nos extraña que no se precise el límite elástico.

En el artículo siguiente resumiremos todos los datos que hemos conseguido reunir, deduciendo de

ellos las condiciones de prueba y trabajo del acero que creemos más conveniente.

JOSÉ EUGENIO RIBERA.

Oviedo, Febrero 1896.

JUNTA CONSULTIVA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

El Secretario general de esta Junta, cumpliendo las prescripciones reglamentarias que rigen en la misma, ha presentado la memoria referente á los trabajos prestados por la Corporación durante el año 1895.

Corre en nuestro país, y como muy válido entre los muchos rumores que inconscientemente se producen, el de que nuestros Cuerpos consultivos son, por lo general, agrupaciones de escaso y lento trabajo, y como especie de jubilaciones con completo sueldo. Hasta ha cundido la especie entre algunos Ingenieros, y admitiéndose, que el servicio de los Inspectores era descansado y nada fatigoso. Los datos oficiales de todos los años, publicados alguna vez por esta REVISTA, son elocuente testimonio de hechos bien distintos, y los que en la citada memoria aparecen y dan exacta idea de los trabajos realizados durante el año, deben servir á la desaparición de tan injustificado concepto.

Sabido es que la Junta se compone de 19 Inspectores de segunda clase, entre los que se reparten los asuntos que la Superioridad somete al examen de la Corporación, y cinco de primera, que ordenan la marcha de éstos y presiden las cinco secciones en que aquélla se divide, con más el que lo hace de toda la Junta. En la actualidad hay agregados también dos Ingenieros Jefes.

La *Sección primera* se constituye con los Vocales más antiguos y los más modernos de todas las demás, que están clasificadas para el despacho de los asuntos, en: *segunda, Carreteras*, subdividida en *Norte y Sur*; *tercera, Ferrocarriles*; *cuarta, Puertos y Baros*, y *quinta, Aguas*. Los Secretarios de cada una preparan los documentos y extractan los asuntos cuando los Inspectores lo reclaman, y en tal estado pasan á poder de éstos para que de su puño y letra—pues no les es dado disponer de escribientes—emitan los informes, sin perjuicio de asistir á las reuniones de Sección y de Junta para dar cuenta de sus dictámenes y oír y discutir los que presenten los demás Vocales.

Algunos tienen con esta preferente ocupación la que proporciona otras comisiones, y todos la obligación de desempeñar cuantas la Superioridad les encomiende dentro y fuera de la corte, ocurriendo muy rara vez que se encuentre completo el número, sin que esto sea obstáculo al ordenado despacho de los asuntos que se reparten entre los Vocales existentes. En el pasado año, y por lo que de la citada memoria se deduce, la suma de los meses invertidos en diferentes comisiones y por distintos Inspectores fuera