

pueden en muchos casos producir economía en coste y rapidez en la ejecución». En el informe emitido acerca de las causas de la catástrofe, por dos eminentes ingenieros italianos, peritos, nombrados por la Autoridad judicial, se dice que «la causa fundamental originaria de la rotura es imputable a la insuficiencia estática de la fábrica de apoyo o de infraestructura de la parte central de la presa».

Con la protección del Gobierno italiano, no es sólo el pantano del Tírso el que se construirá en Cerdeña.

Están en curso de ejecución los trabajos de otra presa, de secundaria importancia, en el Tírso, a un kilómetro de la grande, para crear un pantano de compensación para el servicio de riego. Se producirán en esta instalación cerca de 20 000 000 de kw/h, que se adicionará a los 50 000 000 de kw/h de la principal. Además, existen proyectos, y para alguno se ha redactado ya y solicitado la concesión y el au-

xilio, de los siguientes: el de Coghinias, con presa de 50 m de altura, para producir 100 000 000 de kw/h, y dos sobre el río Flumendosa, uno con embalse de igual altura, y canal de conducción de 8 km, para crear un salto de 800 m, y otro con presa de 116 m de alta. Estas grandes instalaciones hidráulicas se destinan a la producción de energía eléctrica (200 000 000 de kw/h), y a riego, entre ellos 70 000 hectáreas en los valles bajos y vegas de Cagliari. Cuando se hayan realizado estos proyectos, se habrán concentrado en Cerdeña las mayores obras hidráulicas del viejo Continente.

Al terminar esta nota, cúmplenos enviar una entusiasta felicitación y un cariñoso saludo a nuestros eminentes colegas, los ingenieros italianos Luigi Kambo y Felice Costamagna, que han dejado unido indeleblemente su nombre a la monumental obra de ingeniería, el pantano de Santa Clara de Ula, sobre el río Tírso.

Mannel DIZ BERCEDÓNIZ
Ingeniero de Caminos

Algo sobre juntas de enlace entre secciones de los diques flotantes

II

A consecuencia de las averías ocurridas en las juntas rápidas flexibles surgió, con caracteres de verdadera urgencia, la necesidad de idear un sistema de unión que, satisfaciendo a las buenas condiciones que reunía dicha junta, ofreciera una resistencia mayor y siempre suficiente para poder soportar holgadamente los mayores esfuerzos que en ella tuvieran lugar, debiendo abandonar el plan, por tantos motivos conveniente, de hacer extensivo el tipo de junta rápida flexible a todos los enlaces del dique.

Difícil se presentaba la solución del problema, pues téngase muy presente se trata de una cuestión sobre la cual todavía no se ha dicho la última palabra ni se han pronunciado los más eminentes ingenieros y constructores dedicados exclusivamente a esta clase de estudios y a la construcción de diques flotantes. No fué, por consiguiente, tarea fácil llegar a una solución aceptable.

Partiendo, naturalmente, de las condiciones que debía satisfacer el nuevo sistema de enlace, conservando en lo posible las acertadísimas disposiciones de la antigua junta rápida flexible, teniendo muy en cuenta los resultados de la experiencia y siempre presentes los serios incidentes acaecidos, se procedió al estudio de este asunto, poniendo en él a contribución todas las facultades y el mayor empeño, con el más decidido propósito de acierto y sin escatimar medio alguno, directo ni indirecto, para llegar a conseguirlo.

No se expondrán aquí el sinnúmero de ideas, tanteos y soluciones que precedieron a la elegida, so pena de hacer interminable y quizá más confusa esta ya larga exposición; pero no se pasará por alto que una de las gestiones, de la que se esperaba mucha

luz, fué la de procurar tener una eficaz y personal consulta sobre tan delicada cuestión con los ingenieros Clark y Stanfield, autores del proyecto del dique flotante y deponente del puerto de Barcelona y de otros muchos artefactos similares distribuidos en otras importantísimas instalaciones de carenado del mundo entero, abrigando la confianza de que dichos señores, especializados en esta clase de estudios, conocedores como pocos del tema y poseedores de una experiencia larguísima e inapreciable sobre el funcionamiento de los indicados aparatos, podrían suministrar la solución precisa o indicar el camino de llegar a ella con el máximo de garantías.

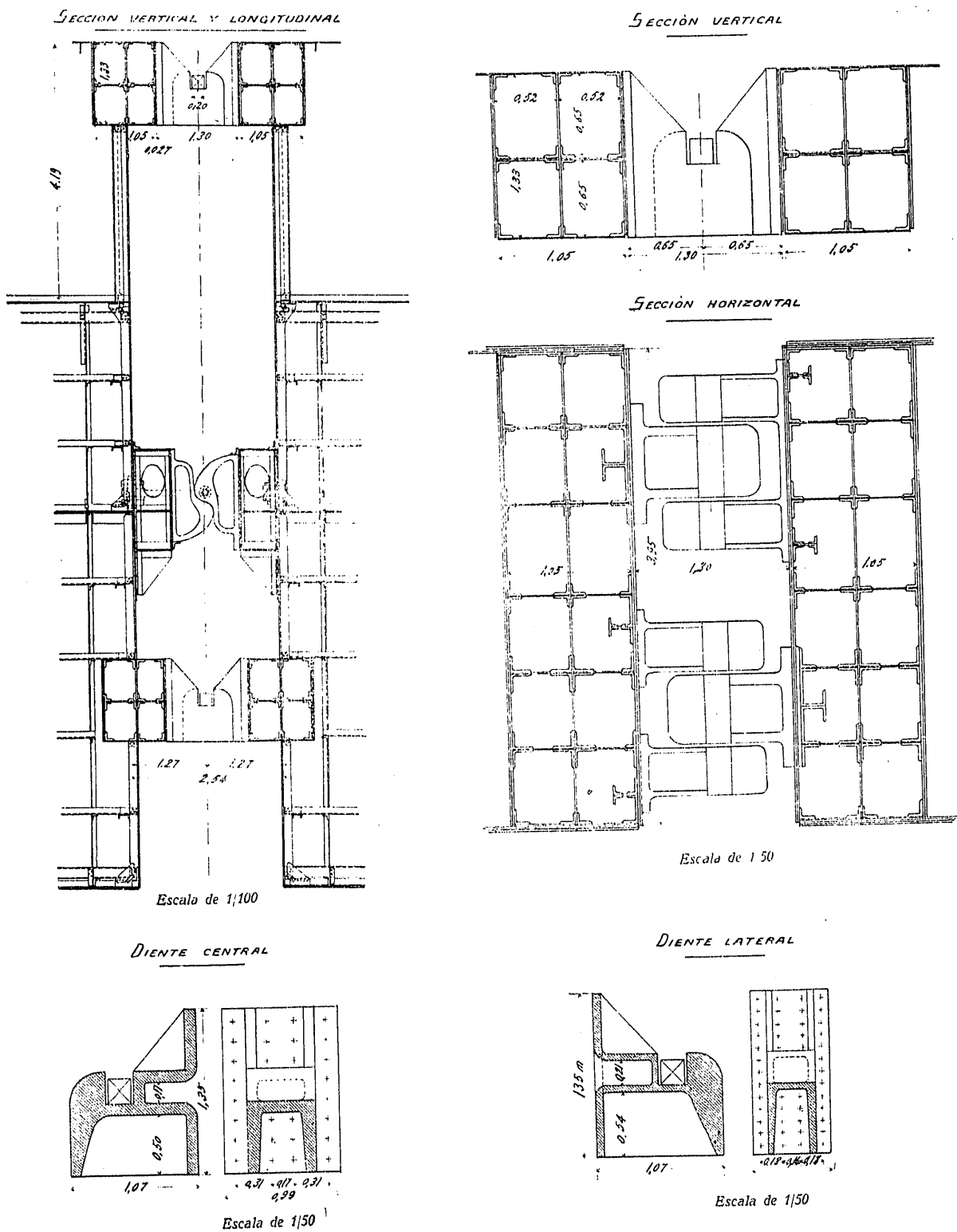
A este fin se entablaron las necesarias gestiones, exponiendo por carta la situación creada por los últimos incidentes y solicitando el conocimiento preciso y detallado de los adelantos que se hubieran alcanzado últimamente en los enlaces de las secciones de los diques flotantes.

La contestación, si bien insistiendo en la continuidad del buen resultado obtenido siempre con las juntas rápidas flexibles, daba a entender tácitamente que se hallaban también ante las mismas o parecidas dificultades, pero que contaban con solución indudable para superarlas, para lo cual se brindaban a venir a Barcelona a fin de estudiar sobre el terreno el asunto y obrar de consuno para la determinación de aquélla. Dicha visita tuvo lugar algún tiempo después, y de ella se dará cuenta más adelante.

El programa que debiera satisfacer el tipo de junta ideal para la unión de las distintas secciones de un dique es el siguiente:

- 1.º Permitir una *maniobra rápida* en la unión y desunión de la junta.
- 2.º Que ofrezca el *máximo de rigidez posible* para salvaguardar la estructura de los cascos de los buques que suban en dique.
- 3.º Que *indique* el sentido en que actúan los es-

(1) Véase el número 2432, página 306, de la REVISTA.

Fig. 3.^a Junta rápida rígida indicadora

fuerzos que en dicha junta puedan tener lugar, a fin de contrarrestarlos cuanto se pueda variando el lastre en los tanques de las secciones.

Y como consecuencia y complemento de estas tres condiciones:

4.º Que sea *sencilla*, careciendo de todo mecanismo algo complicado, especialmente en la parte constantemente sumergida.

5.º y último. Que posea una *resistencia* capaz de soportar en buenas condiciones los grandes esfuerzos que se desarrollen en la junta, dando en todas oca-

siones tiempo suficiente para anularlos mediante la regulación del lastre.

En resumen, la junta debería ser *rápida, rígida, indicadora, sencilla y robusta*.

Con arreglo a estas condiciones se ha estudiado el asunto, y comoquiera que importantes elementos de la junta rápida flexible respondían perfectamente a algunas de las indicadas condiciones, se conservan en el nuevo tipo de unión, modificando tan sólo aquellos que resultan afectados o utilizados además para cumplir las restantes condiciones. Así, por ejem-

plo, se respeta idéntico el juego de consolas, acierto indudable de los constructores, para contrarrestar los esfuerzos verticales, permitir un pequeño giro de una sección con respecto a otra dentro del plano vertical y facilitar en grado sumo la unión de la junta; también se conservan los grilletos o brazos articulados establecidos en el mismo plano de la articulación anterior y cuya misión consiste en afianzar el enlace manteniendo las secciones perfectamente encajadas, antes de terminar la unión mediante los elementos verdaderamente resistentes que se oponen a la flexión y separación longitudinal de las mismas.

En cambio se ha debido alterar la disposición y estructura de los dos juegos de dientes que, situados superior e inferiormente en los testeros de los costados de las secciones, impiden todo movimiento transversal entre las unidades del dique, a fin de aplicar el elemento nuevo que da carácter a esta Junta y resuelve satisfactoriamente el fin apetecido.

La idea base fundamental del presente estudio consiste, pues, en la aplicación de unas fuertes barras cuadradas de acero que, encajadas en cavidades practicadas en los dientes de los engranes transversales anteriormente citados, constituye una unión sumamente robusta, capaz de resistir los mayores esfuerzos horizontales, permitiendo, además, la indicación del sentido de tales esfuerzos, gracias al pequeñísimo juego que ofrecen las cavidades de los dientes, suplido con láminas de caucho. Por la sencillez extrema de la indicada disposición ofrece ésta una maniobra fácil y rápida, no exigiendo una conservación esmerada ni siendo de temer el más pequeño inconveniente en la región siempre sumergida.

También ha resultado preciso variar en su forma y constitución las fuertes cajas de palastro sobre las cuales se hallan montados los dientes y que transmiten el esfuerzo que éstos han de resistir a los costados del dique, adaptándolas a las necesidades presentes y procurando refieran dichas cargas a los paramentos verticales del costado, influyendo la mayor masa posible de este último.

La sola inspección del conjunto y detalle de esta junta, rápida, rígida, indicadora, representado en la figura 3.^a, será suficiente para acabar de dar una idea completa de este nuevo medio de enlace, hallándose consignadas las principales dimensiones de todos los elementos y piezas constituyentes, las cuales no son, ni con mucho, arbitrarias, pues obedecen rigurosamente a los resultados de los cálculos realizados.

Por su importancia primordial sólo se indicará que las barras de acero, verdaderas claves de este sistema de junta, tienen una sección cuadrada de 200 milímetros de lado, y que los dientes se proyectan de acero fundido y moldeado, convenientemente aligerados, pero respondiendo en su forma y espesores a la diversidad de esfuerzos que están llamados a soportar y a la buena transmisión de los mismos a las cajas de palastro, las cuales, a su vez, se hallan calculadas con igual precisión y cuidado.

Al terminar esta descripción, forzosamente corta y sencilla, por lo mismo que sencilla es en grado sumo la solución elegida, se consigna tan sólo que el número total de dientes del engrane transversal es de 12, correspondiendo seis de ellos a la parte superior del mismo y otros tantos a la inferior, distribuidos inversamente y en dos grupos de tres dientes, de los cua-

les, uno central, más robusto, y dos laterales de igual resistencia en conjunto que el anterior.

La maniobra de esta junta es muy parecida a la de la junta rápida flexible, siendo idéntico el proceso al armarlas, hasta el momento en que en esta última se colocaban los tensores, operación que en este caso vendrá sustituida por la colocación de las barras, más pesadas, ciertamente, pero que, con la ayuda de un pequeño diferencial, se manejarán con gran facilidad. En cambio, al proceder a la desunión, será al principio cuando diferirá la maniobra, no en su esencia, que seguirá siendo la misma, pues por la compresión de las láminas de caucho situadas en los juegos de los encajes, se apreciará el sentido de los esfuerzos, y después de procurar reducirlos, equilibrando la flotabilidad de las secciones unidas, se quitarán las barras, y a partir de este instante se terminará la operación exactamente igual que al desunir la referida junta rápida flexible.

Muchas fueron las hipótesis de cargas supuestas para determinar los esfuerzos máximos que pueden tener lugar en los puntos donde actúan las barras, partiendo de los casos más desfavorables de distribución de lastre en los tanques de las secciones unidas; pero, teniendo muy en cuenta que la junta rígida permanente había resistido siempre perfectamente a los mayores esfuerzos producidos, con la valiosísima garantía de su sanción práctica durante un largo transcurso de tiempo, prevaleció la idea de deducir dichos esfuerzos partiendo de la resistencia, en buenas condiciones de trabajo de la indicada junta, calculando la magnitud de las fuerzas que, aplicadas en los dos puntos citados, equivaldrían a la suma de esfuerzos correspondientes a la resistencia efectiva de los múltiples elementos que integraban la unión permanente.

En el mes de mayo del año 1922 tuvimos el honor de recibir la anunciada visita del eminente ingeniero Mr. Staples, en nombre y representación de la casa Clark y Stanfield, de la cual, aparte su cargo técnico de primordial importancia, era socio y participante. Durante su estancia en Barcelona tuvieron lugar numerosas conferencias y entrevistas, en las que se trataron y discutieron a fondo las cuestiones planteadas con relación a las averías antes reseñadas y a la mejor manera de solventarlas con la adopción de un tipo de junta adecuada.

De acuerdo con lo ofrecido anteriormente por la indicada casa, aportó dicho señor una solución a base de una junta rígida, susceptible de armarse y desarmarse en un espacio de tiempo razonablemente corto, cuya descripción se transcribe fielmente a seguido (fig. 4.^a).

«Consiste la junta rígida propuesta en dos series de pernos en la parte superior del costado, y dos series análogas lo más bajo posible, para que estén convenientemente al alcance. Estos pernos están articulados en un extremo, con objeto de que puedan ser fácilmente manejados y no se puedan desprender. Los pernos se dejan caer dentro de las ranuras de unas piezas de fundición y se atornillan las tuercas contra ella. Como el eje de los pernos está a cierta distancia por encima de la superficie que transmite su esfuerzo de tracción, es necesario arriostrar muy sólidamente la superficie de asiento de los soportes.

También hay que duplicar las planchas de la cubierta. Como no existe superficie de apoyo al nivel de la junta inferior, será necesario construir una, de-

a la pequeña cantidad de huelgo, cuando estos dientes están casi en su sitio, creemos sería bueno tener una pieza de madera cortada a la longitud exacta de la distancia entre dos pontonas consecutivas cuando las secciones estén convenientemente unidas. Si este madero está provisto de un cabo en cada extremo, puede mantenerse por dos hombres, uno en cada caja de aire, flotando en el agua cuando los dientes empiezan a engranar, con objeto de asegurarse de que los extremos de las pontonas no se acercan demasiado y tienden así a romper los dientes.

Respecto al método de armar y desarmar esta junta, si se observa un poco de cuidado no habrá inconveniente en ninguna de estas operaciones. Cuando se acerquen las secciones debe tenerse especial cuidado, como se indicó anteriormente, de mantener los extremos de las secciones paralelos entre sí, debido a la pequeña amplitud de huelgo entre los dientes de guía. El contramaestre del dique debe cuidar también de que las secciones estén al mismo nivel de flotación, a fin de que las juntas de la parte superior e inferior puedan entrar en contacto.

Cuando hay que desarmar la junta es necesario algo más de precaución. Tómese primero la junta superior. Cada uno de los diez pernos debe desatornillarse un sexto de vuelta, poco más o menos, y cuando estén así todos desatornillados, entonces otro sexto de vuelta. Esto permitirá ver si los frentes de la junta superior tienden a abrirse sin riesgo de ser arrancados los últimos pernos. Si el frente de la junta tiende a abrirse, nada más debe hacerse en la junta superior hasta que la totalidad de los pernos de la inferior hayan sido desatornillados y se hayan hecho girar alrededor de sus articulaciones en la otra sección. Entonces se admitirá agua en los tanques más próximos a la junta en ambas secciones del dique hasta que la junta inferior dé señales de abrirse. Se cerrarán entonces las válvulas y se desatornillarán y harán girar sobre sus charnelas los pernos superiores. Pueden separarse entonces las dos secciones. Si los frentes de la junta superior no dieran señales de abrirse, debe entonces empezarse por desarmar completamente la junta superior y adoptar el mismo procedimiento de precaución en la inferior. Se facilitarán las maniobras engrasando de vez en cuando las articulaciones de consolas y el engrane de los dientes.

Al trabajar tres secciones juntas recomendaríamos como precaución adicional proveer al dique de señales ópticas, a fin de que el contramaestre pueda ver por sí mismo cómo marchan las cosas.»

No entra en nuestro propósito el consignar ahora con todo detalle y extensión cuanto se relaciona con las consideraciones derivadas del estudio de la junta rápida, rígida, indicadora, con las conferencias habidas con el ingeniero Mr. Staples, y la solución por él aportada, tarea ingrata, larga e innecesaria, que más bien perjudicaría a la escueta finalidad perseguida. Nos ceñiremos, pues, a lo que estrictamente, y según nuestro juicio, a ella sola se relaciona, de manera que surja con la mayor claridad posible y como consecuencia de tales consideraciones la *solución más ventajosa y acertada* para la unión mutua de las unidades de la instalación de carenado del puerto de Barcelona.

Empezaremos indicando que, suficientemente impuestos del problema a resolver, y después de nuestras reiteradas y terminantes exposiciones, dicho Mr. Staples no opuso otra objeción a nuestro es-

tudio de junta que la de que, según su criterio, era excesivamente robusta y, por ende, más cara que el tipo de enlace por él preconizado. Quizá tuviera razón; pero precisa hacer constar que para el cálculo de dicha junta, desechando por evidentemente excesivos los esfuerzos deducidos de las más desfavorables hipótesis de cargas, partimos de una base rigurosamente correcta y de un hecho real e incontrovertible, cual era la *resistencia* sancionada por una larga experiencia de la antigua junta rígida permanente. En cambio, Mr. Staples fijaba como base de cálculo la resistencia exclusiva de la *cubierta* o tablero del costado del dique.

Ninguna razón convincente aportó en sostenimiento de su tesis y ninguna relación justificada hallamos nosotros entre la resistencia del indicado elemento y la que debe ofrecer la junta; ahora bien, si prescindiendo de la regla o procedimiento por él seguido para la determinación de la expresada resistencia nos fijamos tan sólo en la opinión personal de un ingeniero que lleva largos años especializado en estas materias, sirviendo y formando parte de una de las entidades mundialmente reconocidas por su competencia y garantía en la construcción de diques flotantes, hemos de declarar nos mereció gran respeto y pesó mucho en nuestro ánimo la simple afirmación suya, empírica si se quiere, pero rotunda y avalada por una grandísima experiencia, de que en *realidad es suficiente determinada resistencia* para el medio de unión entre las secciones del dique.

Abona dicha tesis una circunstancia que, a decir verdad, nos inclinó más que todas las expuestas a la aceptación del indicado criterio, y ésta consiste en que durante cuatro años ha trabajado sin el más pequeño incidente ni contratiempo la junta rápida rígida con la adición de dos pinzotes o pasadores de acero, colocados a brazo, cuya resistencia en sus cuatro secciones a esfuerzo cortante es sensiblemente aproximada y aun por defecto a la propuesta por aquel ingeniero.

Dando por sentada y admitida la importantísima cuestión de la resistencia de la junta, hemos de manifestar a nuestra vez que la solución aportada por Mr. Staples nos sugirió serias objeciones a él opuestas en el curso de la discusión.

Dichas objeciones pueden concretarse en lo siguiente:

1.º Insuficiencia y resistencia escasa de los elementos llamados a contrarrestar los esfuerzos transversales de las secciones y a facilitar el encuentro y enlace de las mismas.

2.º Dificultad y larga duración de maniobra de la serie de pernos articulados que constituyen la unión rígida, con el fundado temor de que, al iniciarse la desunión, sobrevenga la rotura indefectible de los mismos; y

3.º Problemática confrontación de los soportes de los pernos.

Defecto general de las soluciones aludidas, tanto la de Mr. Staples como la nuestra, era la imposibilidad absoluta de hermanar dichas juntas con las rápidas flexibles existentes.

Así las cosas, y simplificada la importantísima cuestión, que tanto nos ocupaba y preocupaba, con la posibilidad razonada de admitir resistencias mucho más reducidas en las juntas de enlace entre las unidades de carenado, apareció una solución que, por sus innumerables y evidentes ventajas, asumió,

salvo fundadas refutaciones, todas nuestras preferencias.

Ístribase esta solución en la adopción pura y simple de la actual junta rápida flexible, con el único complemento de la colocación de soportes y tensores en la parte inferior, encima de las cajas de palastro a las cuales se hallan sujetos los dientes situados en la indicada parte baja de la junta, exactamente en igual forma a como se hallan dispuestos en la parte superior de la misma.

Con esta disposición, no tan sólo aumenta la resistencia de la unión entre las secciones, sino que la hacemos efectiva y completa, cosa que antes no ocurría, puesto que el brazo o grillete establecido al nivel del centro de la articulación de las consolas es sumamente débil e incapaz, por tanto, de absorber esfuerzos de alguna cuantía, con lo cual tan sólo era eficaz la junta para el caso en que se determinara flexión hacia arriba, haciendo trabajar por tensión a los únicos tensores de que se disponía, establecidos en la parte superior.

En cuanto se invertía la flexión y se originaban esfuerzos de alguna importancia, entraban en juego los brazos, que se rompían al no poder soportarlos, lo que de rechazo motivaba fatalmente averías en los tensores.

Límitada la misión de los brazos o grilletes a la suya propia de facilitar la operación de armar o desarmar la junta, y fiando la resistencia de la misma al *par completo y real* constituido por el doble juego de tensores, conseguimos disponer de un enlace perfecto, suficiente en cuanto a su resistencia, puesto que, colocando el número de ellos que convenga, se puede alcanzar fácilmente una resistencia por tensión superior a la de los pinzotes de la junta actual rápida rígida a esfuerzo cortante, los que reiteradamente declaramos nos merecen plena confianza por la garantía indiscutible de su actuación intachable durante un plazo mayor de cuatro años. Es más, creemos que no sería preciso modificar el número actual de tensores y que, con seis arriba y otros tantos abajo, habría

bastante, considerando que aun así, y sin rebasar cargas unitarias de trabajo admisibles, lograríamos resistencias muy aproximadas a las admitidas por Mr. Staples.

Las ventajas de esta solución saltan a la vista: con ella *unificamos* los enlaces entre las secciones, habida excepción de la junta rápida rígida existente; conseguimos dar una mayor rigidez a la rápida flexible, pero conservando cierta flexibilidad que le da la propiedad de ser indicadora y permitir la corrección de esfuerzos anormales con la variación del lastre, contando con un margen holgado de resistencia para conseguirlo antes de que sobrevengan averías y roturas en los elementos resistentes; todas las juntas rápidas flexibles actuales pueden ser fácilmente dotadas de tensores en su parte inferior y, por consiguiente, pueden también actuar en la forma que más convenga; la maniobra de los enlaces es sencillísima y exactamente igual a la que siempre se ha venido efectuando; teniendo en cuenta que la cara superior de la caja de palastro que lleva el engrane inferior de dientes verticales puede quedar siempre que se quiera fuera del agua, la operación de colocar los tensores no puede ser más fácil y hacedera; a todo estirar, habrá algo más de trabajo cuando se haya de quitar después de llevar largo tiempo sumergidos; pero aun en el caso más desfavorable, la limpieza de incrustaciones resultará un juego, y el forzar las tapetas de los soportes, límite dudoso, una labor sencillísima y de insignificante duración; en cuanto a su construcción, bastará reproducir exactamente la junta rápida flexible actual con la ventaja de poder contar con los modelos para las piezas de fundición; además, nada precisaba modificar con relación al aspecto administrativo y de procedimiento, puesto que con anterioridad contábamos con la autorización de la Superioridad para la construcción de una junta de esta clase; por último, ninguna innovación de importancia que pudiera hacernos vacilar en cuanto a su resultado ulterior, con la garantía de una larga experiencia y el personal avezado a su maniobra.

José CODERCH
Ingeniero de Caminos

Características del vapor en las modernas centrales térmicas

Es un hecho sobradamente conocido por todos los que se ocupan de Centrales eléctricas, que en una Central térmica el coste del carbón es la partida más importante de los gastos de explotación, calculándose que en condiciones medias dicho coste representa de 60 a 70 por 100 de los gastos anuales. Esto y el aumento incesante del precio del carbón en los últimos tiempos ha sido causa de que en cuatro o cinco años se haya dado un paso de gigante en el sentido de mejorar el rendimiento térmico total de las Centrales de vapor.

Las Centrales de vapor, en nuestro país, son generalmente Centrales de reserva, casi siempre mal miradas por las Compañías, que ven en ellas una carga pesada, de la que prescindirían a ser posible. Pero el régimen desigual de los ríos españoles, de una parte, y de otra la falta de interconexión de los sistemas importantes de distribución, no permiten realizar ese ideal. Y no solamente las Centrales térmicas han de

subsistir, sino que su importancia será cada vez mayor, por diversas razones. En primer lugar, el aumento lógico y natural del consumo determinará ampliaciones sucesivas de las instalaciones actuales. Además, en los grandes centros de población, como Madrid y Barcelona, donde son varias las Compañías suministradoras, cada una con su Central térmica independiente, no es difícil que, inspirándose en razones económicas y siguiendo el ejemplo de lo realizado en París con la super-central de Gennevilliers, unifiquen dichos medios de producción en una Central única, de verdadera importancia. Y, finalmente, si como es de desear, en bien de la Economía nacional, llegamos algún día al completo aprovechamiento de nuestros carbones de calidad inferior, como sucede actualmente en Alemania, entonces veremos construirse en nuestro país verdaderas Centrales térmicas modernas, a las que se podrá aplicar este calificativo por su elevado rendimiento térmico total.