

REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL

PUBLICADA POR LA
ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES
Barcelona, Agosto, 1913

ACLARACIONES Y AMPLIACIONES AL ESTUDIO SOBRE LA RUPTURA DE CARGA EN NUESTRA FRONTERA

Nuevos elementos importantes de información

Las discusiones del VIII Congreso Internacional de Ferrocarriles (Berna, Junio-1910) sobre la cuestión del *Transbordo* (Líneas estrechas económicas), publicadas en el Boletín de Mayo de 1912, vienen á robustecer el criterio que tenemos expuesto sobre las deficiencias de las vías mixtas de tres y de cuatro carriles, aún establecidas sobre diferencias de galgas (vías normal y de metro) muy superiores á la que media en nuestro caso, abiertamente más favorables, en consecuencia, para el agenciamiento de los cambios de vía, que, singularmente, resultan ya realizables con las vías centradas; de la consideración de este punto resulta efectivamente que, aún tratándose de condiciones de explotación excepcionalmente fáciles, por medio de expediciones especiales sobre el ramal de vía ancha, menudean las dificultades procedentes del descentramiento de la tracción, ejecutada por locomotoras de la vía estrecha, en la disposición con un carril común, resultando por otra parte aún más exagerada la desproporción de coste de la línea y la complicación y precio de los cambios de vía (suplemento mínimo de 25 á 30.000 fcos. por km. para la plena vía y de 3.500 fcos. por cambio) si se intenta sortear esta dificultad.

tad mediante la disposición simétrica con cuatro carriles; pronuncióse en cambio la tendencia á preconizar el tránsito del material ancho sobre la vía estrecha por medio de trucks ó plataformas transportadoras, artificio considerado decididamente como menos oneroso que el de las vías mixtas á pesar del elevado coste individual de sus elementos, del incremento considerable de tara que introduce, de las dificultades de intercalación y enganche que presenta, de la complicación del problema de su frenado y de otras diversas sujeciones que comporta su empleo, hasta el punto de resultar del acta que únicamente el espíritu de acomodamiento con los intereses creados y con los precedentes pudo evitar una condena explícita de las vías mixtas en las conclusiones; téngase en cuenta que se trataba de agenciamientos de este género exclusivamente sobre líneas estrechas económicas, de importancia absolutamente secundaria en consecuencia, y que las sujeciones de referencia resultarían incompatibles con el tráfico ordinario de una línea de vía ancha, como no sería tampoco admisible en ella la intercalación de vehículos montados sobre trucks ó plataformas transportadoras en los trenes ordinarios aún suponiéndolos de ínfima categoría. Nótese especialmente cómo la condición de resultar los indicados artificios transportadores, medios de explotación estrictamente proporcionados y limitados á la importancia de las necesidades á satisfacer (como ocurre con los vagones transmisibles cuya utilidad defendemos), basta para reducir á término secundario los inconvenientes y defectos que les hemos señalado, que no son pocos ni ligeros ciertamente.

La misma entidad oficial internacional preconiza concretamente en la 5.^a de sus Conclusiones sobre la cuestión de los «Comestibles perecederos» (Boletín de Febrero de 1912) la adopción de los «embalajes sin retorno ó perdidos», por los motivos que teníamos alegados al tratar de la transmisión por cajas transbordables, viniendo también con ello á apoyar nuestra tesis.

En la misma VIII Sesión del Congreso se tomó acta de la indicación de haberse puesto en ensayo para el tránsito normal-ruso el sistema de vehículos transmisibles con bogies replegables y ejes telescópicos ó extensibles que habíamos señalado: forzosamente la escasa disparidad de ancho de las vías de que se trata en este caso especia-

lísimo habrá permitido modificar radical y favorablemente la disposición primitivamente esquematizada en las Revistas técnicas, que era evidentemente inadmisibile en la explotación ordinaria, no cabiendo formarse cargo de la nueva porque se eludió evasivamente toda indicación concreta sobre la misma, al anunciarse la indicada aplicación, pretextando que se trataba de un sistema patentado.

Los beneficios asequibles mediante la factibilidad del tránsito directo de nuestras mercancías al través de la frontera ferroviaria, son importantísimos é interesan análogamente á la economía nacional y á las empresas ferroviarias.

La consideración de las ventajas que podrían obtenerse para el tráfico internacional con la supresión del transbordo obligado en nuestra frontera ferroviaria, ha sugerido con frecuencia manifestaciones tan erróneas como la de que se limitarían poco menos que á ahorros mezquinos en el coste material del trasiego de las materias transportadas á granel, á la disminución, que se califica de insignificante, de demoras en la transmisión y á la posibilidad de economizar los envases transitorios en la expedición de caldos y líquidos diversos susceptibles de ser transportados en considerables masas con destino al gran comercio, además de las facilidades que prestara al tránsito de las grandes masas indivisibles. Consideramos desde luego evidente, así lo hemos afirmado repetidamente y así lo sostenemos, que la supresión de la frontera ferroviaria no beneficiaría realmente sino á una parte limitada del tráfico internacional, reducida á los cargamentos completos ó equivalentes á tales destinados al tránsito internacional, sea hácia el Continente, sobre Portugal ó hácia nuestra costa, ó dirigido sobre las Aduanas interiores del país vecino ó las que se crearan en el nuestro (que no estará de más hacer constar que se consideran indispensables al comercio y menudean en todos los demás países, fuera de estos casos en que la circulación bajo precintos fiscales permite suprimir ó demorar el reconocimiento del vehículo, el aforo de la mercancía y el adeudo de los derechos fiscales, ó limitar la intervención aduanera al establecimiento de las garantías necesarias para la evitación del fraude, y de aquellos otros, ya suma-

mente concretos y limitados, en los cuales registro, reconocimiento y aforo resultan elementalmente expeditos, como cuando se trata de postes de madera ó hierro, tablas y tablones, barras, lingotes, maquinaria sin embalar, tubería, sillería, mármoles en bloque, pipería vacía y similares, sin que creamos siquiera que este beneficio se dispensara por completo á los cargamentos á granel (minerales, carbones, tierras, arenas, frutas resistentes como naranjas y granadas, tubérculos, etc.), á los materiales ensacados (granos, yesos, cales, cementos, etc.) ni á los estivados (tejas, ladrillos, pizarras, mármoles aserrados, etc.), cuyo registro entendemos que no se omitiría, fuera de estas circunstancias, repetimos, todas las demás expediciones quedarían necesariamente sometidas á intervenciones fiscales que equivaldrían en sus consecuencias á un verdadero transbordo aún en el caso de que no lo experimentaran realmente; hemos tenido siempre por puramente relativa, bien que interesantísima, la trascendencia comercial y económica de la supresión de la ruptura de carga en la frontera ferroviaria y política, y por ello hemos considerado como financieramente ruinosa, en las condiciones que ha adquirido la red española, la transformación de nuestras líneas al ancho normal, sosteniendo la eficacia de la utilización de los vehículos transmisibles, ya que á un problema de carácter relativo le corresponde por todos conceptos una solución de idéntica índole. Pero la legitimidad de la tesis que defendemos nos exime de incurrir en exágeraciones y sería temerario desconocer que la transformación de nuestro ancho de vía, además de desahogar considerablemente la explotación de las Estaciones de frontera y simplificar marcadamente por numerosos conceptos los servicios ferroviarios, permitiría á las empresas sustraer á la ruta marítima una gran parte del tráfico que las dificultades actuales le aportan y crear tráfcos especiales directos y de tránsito al través de la frontera, cuyo desarrollo en corriente intensa y regular y aún cuya existencia es hoy imposible, beneficios que se acumularían precisamente sobre las redes fronterizas, y que tales ventajas resultarían en esta forma más expeditas y completas que las que se obtuvieran de la generalización de los vehículos transmisibles, sin que, por otra parte, este artificio adolezca realmente de las deficiencias é inconvenientes que se le han querido suponer, dándolo como incompatible con un tráfico activo.

Respecto de este punto se trata de un problema técnico que no ofrece evidentemente dificultades insuperables, ni siquiera excepcionales, que permitan poner en duda la eficacia de la mecánica aplicada en este terreno, ni la posibilidad de darle una solución adecuada; no existe efectivamente obstáculo alguno, fundamental, de carácter técnico, que pueda restringir desfavorablemente la viabilidad y las condiciones de utilización de un vehículo de bien concebida estructura sobre líneas de galga distinta á las cuales se adapte por recambio de sus ejes montados, ni cabe siquiera sospechar que ofrezca dificultades mayores combinar una instalación mecánica que permita, fácil, rápida y económicamente, levantar y sostener el conjunto de caja y bastidor de un vehículo cargado, para retirar sus ejes actuales y substituirlos prontamente por otros; si han resultado deficiencias graves y notorias en las tentativas que hasta ahora se han realizado con este objeto, preciso y justo es confesar que proceden del estudio incompleto de las condiciones del problema, y que además de haber sido asaz precipitada y poco meditada la extensión á los vehículos bajo carga, de un principio de adaptación á distintos anchos de vía, cuya deficiencia fundamental no obstaba para que resultase perfectamente oportuna su aplicación á la circulación puramente ocasional de material vacío, é indudablemente caprichosa é inadecuada su extensión al intercambio normal-español desde el normal-ruso para el que se propuso, adolece de sumamente tosca y primitiva la forma de aplicación á la transmisión de los vehículos que se ha venido dando al ingenioso principio clásico del foso de Ramsey; semejante operación de levante, para retirada y reposición de ejes, es de ejecución constante en los talleres de construcción y reparación de material ferroviario, aunque con diferente objetivo y en condiciones distintas, y no puede ofrecer dificultades para un especialista, que poseerá siempre recursos apropiados dentro de la tecnología para organizarla en forma adecuada, proporcionando la importancia y las condiciones de la instalación necesaria á la actividad del tránsito á satisfacer: como ejemplo práctico y concreto de un caso análogo, aunque no está destinada á un servicio intenso, citaremos la instalación de levante mecánico para coches de 35 tons., que la «Compagnie Internationale des Wagons-Lits» posee en sus talleres de Slykens, en la cual un motor de 1.5 caballos emplea cinco minu-

tos en elevar un vehículo de aquel género (24 tons. de peso de caja levantado) á 0,80 metros de altura, con un gasto efectivo que parece irrisorio, lo que significa que una potencia de 10 ó 15 caballos permitiría operar allí mismo en 45 ó 30 segundos, y quiere decir que si un servicio intensivo, montado con recuperación, repartiera entre numerosas operaciones de transmisión la carga representada por los intereses y la amortización del coste de la instalación, permitiría practicar este trabajo con cuanta celeridad pudiese convenir y por un precio ínfimo, advirtiendo que semejantes instalaciones pueden realizarse aprovechando emplazamientos poco menos que inutilizables para el servicio y sin perturbar en lo más mínimo el tráfico ordinario de las Estaciones de frontera. Por estos conceptos de disposición idónea de los vehículos transmisibles y adecuado agenciamiento de las instalaciones de transmisión, puede afirmarse con entera seguridad que cada taller de este género, bien montado y organizado, con oportuna subdivisión del trabajo, posee una capacidad cómoda de traspaso de unos 250 vehículos por 24 horas, siendo en consecuencia perfectamente aplicable el procedimiento al gran tráfico.

Otro argumento habitual en esta cuestión, consiste en conceder escasa importancia relativa á la economía de tiempo derivada de la supresión del transbordo obligatorio y de la relegación de la intervención activa fiscal á la Aduana interior, situada en el término del recorrido, evaluando esta ventaja en uno ó dos días y suponiéndola insignificante ante la duración de un recorrido importante. Ocioso sería detenerse en rectificar tal alegación para los transportes á gran velocidad, como vano fuera pretender exagerarse las consecuencias favorables de semejante factor de aceleración para las expediciones ordinarias de pequeña velocidad que ningún interés mayor tuvieran en acrecentarla, pero prescindiendo de que con mucha frecuencia y por variadas circunstancias las demoras suplementarias acarreadas, evitables, resultan mucho más importantes, sería apartarse de la realidad de las cosas pretender regatear la influencia, no solamente considerable, sino realmente decisiva, que aún aquel limitado progreso ejercería sobre el tráfico de exportación de comestibles perecederos (frutas, verduras, legumbres frescas y flores corta-

das), que podría convertirse en valiosísimo venero de riqueza para nuestra economía nacional.

Este género de tráfico ha venido adquiriendo fuera de nuestro país, durante estos últimos años, un desarrollo constante y rápidamente progresivo que no se puede calificar sino de colosal, así para el abastecimiento de los mercados propios con procedencias interiores, como con productos exóticos mediante el tránsito internacional, extendiendo al productor agrícola el bienestar económico que permite al consumidor industrial proveerse de comestibles vegetales abundantes, selectos y tempranos, y este resultado se debe en primera línea á las empresas ferroviarias, sin cuya iniciativa y solicitud ni esta suerte de cultivo intensivo y esmerado de productos escogidos hubiera nacido siquiera, ni mucho menos se hubiera podido desarrollar semejante tráfico, ayudadas por la protección de los Gobiernos, que además de facilitar por todos los medios el consumo de la producción interior propia y de impulsar vigorosamente la exportación como cuestión vital de interés nacional, han dado todas las facilidades y suprimido toda traba á la importación, teniendo muy en cuenta que la disparidad de climas, con el escalonamiento consiguiente de cosechas que comporta, aleja todo asomo ó temor de competencia que pudiera dañar á la producción propia, y tanto valor de actualidad económica ha venido á alcanzar esta cuestión de interés popular, que ha llegado en Francia á servir de tema para importante tesis de reválida de Doctorado, pese á su carácter tan escasamente especulativo. (1)

Las grandes empresas ferroviarias francesas han creado, por decirlo así, en el vecino país, esta industria agrícola, instruyendo á los productores sobre los métodos y procedimientos oportunos de cultivo y las especies y variedades adecuadas y más solicitadas á adoptar, las formas de embalaje y presentación más apreciadas y más prácticas y las costumbres de transacción á respetar, por medio de conferencias, cátedras, misiones y publicaciones, instituyendo certámenes y concursos sobre producción, embalajes y manipulación, organizando exposiciones estacionales y permanentes en los principales centros extranjeros de consumo, facilitando por otra parte la

(1) René Abrial. *Le Transport des primeurs*.—Auxerre-1911.

expedición, procurando solventar los motivos de demoras incidentales en la entrega, creando servicios acelerados de transporte cuyas llegadas coincidan á última hora de la noche y á la madrugada con las transacciones de abastecimiento de los grandes mercados propios, combinando el tránsito sobre los países vecinos para alcanzar idénticas oportunidades de arribo: los trenes especiales de mensajerías, permiten alcanzar desde Niza, en 22 á 34 horas según su categoría, los mercados centrales de París, directamente accesibles á los vehículos ferroviarios, con velocidades comerciales que varían de 29 á 38 kilómetros p. h., y Ginebra desde Tarascón en 14^h 32'; las salidas entre las 6 y las 13^h, desde la línea de Marsella á Burdeos, alcanzan los grandes mercados ingleses, de Londres á Manchester, Edimburgo y Glasgow, á la mañana subsiguiente entre las 3^h y las 8^h 27' para los más lejanos, llegando en las mismas condiciones á Colonia, y alcanzando estos transportes internacionales terrestres por término medio una velocidad comercial superior á 32 kms. p. h., comprendidas las dificultades de transmisión al través de las grandes capitales (de París con frecuencia) y las detenciones en las fronteras; el servicio especial internacional de transporte de flores cortadas por los trenes rápidos, desde la región de Niza y Cannes, concentradas las expediciones en Marsella por medio de furgones colectores especiales, permite alcanzar Berlín en 39^h 16' y Petersburgo en 70^h 55' (*); existen Estaciones de clasificación y triaje especialmente establecidas al efecto, Chasse, p. ej., (perteneciente á la Cía. P. L. M.) que transmite hasta 11 trenes completos de mensajerías de este género en 24 horas. En Bélgica, Alemania y Austria, la organización de estos transportes comporta la utilización de los trenes de viajeros, con exclusión de los grandes rápidos, devengando por las tarifas de P. V., aunque sin la garantía de los plazos reducidos de la grande, que en la práctica, sin embargo, no fallan sino accidentalmente, restricción que no existe en Francia. Italia posee una organización modelo en este género, establecida sobre la base de cuatro juegos de trenes colectores fundamentales paralelos que recorren longitudinalmente el país, compuestos cada uno, por lo menos, de dos principales diarios, con los subsi-

(*) Por la Cía. P. L. M. se expidieron en el invierno de 1910-1911, 9.600 toneladas de flores finas cortadas, destinadas 3600 á París, 2300 á Inglaterra, 200 á Suiza y 3500 á Alemania y más allá.

diarios, secundarios y afluentes necesarios, combinada con un triaje y grupaje del detall, efectuado en ruta por medio de vagones especiales intercomunicantes ad hoc, severamente vigilada en sus menores incidencias por un servicio especial de control, y auxiliada por ingeniosas simplificaciones de documentación. Rusia, cuya reglamentación impone un recorrido diario mínimo de 150 verstas (160 kms) á la P. V. ordinaria, exige bajo esta misma base 400 verstas (427 km.) para el tráfico de los comestibles perecederos, cuyo transporte interior y en tránsito para la exportación alcanzó en 1903 más de dos y medio millones de toneladas métricas, con un valor de cerca de 900 millones de francos; impulsa al mismo tiempo su enorme exportación de productos derivados de la leche (quesos y mantequilla) y volatería muerta, procedentes de Siberia, con destino á la Europa septentrional y central hasta Dinamarca é Inglaterra (dirigida principalmente sobre el Báltico á causa de su aislamiento ferroviario), mediante una notable organización de suministro de hielo á precio muy inferior al de coste, que permite su renovación dos veces al día al importantísimo contingente de vagones frigoríficos que asegura este tráfico, en los puntos de concentración para expedición y en el extensísimo recorrido (*). Semejante general solicitud no ha obstado, sin embargo, para que el Coronel Haines (Secretario de Estado de la Confederación norte-americana) pudiera lamentarse justificadamente en el último Congreso Internacional de Ferrocarriles (Berna, Junio 1910), ante el ejemplo de su país, de la *escasa atención* que las grandes Compañías europeas prestaban á esta cuestión, señalando casos, que parecen fantásticos, de las verdaderas creaciones de riqueza que habían conseguido las americanas, con pingües resultados á su favor, en numerosas regiones del territorio yankee. Prescindamos del prodigioso desarrollo que este tráfico ha alcanzado en los E. U. (que poseían en 1909 un contingente de 30.000 grandes vagones frigoríficos, que actualmente se evalúan en 100.000, exclusivamente destinados á la limitada parte de este tráfico que los exige ineludiblemente), hagamos caso omiso de sus trenes especiales de leche que recorren hasta 645 km. en 16 horas, olvidemos sus convoyes especiales ace-

(*) La exportación de mantequilla de la Siberia alcanzó en la campaña de 1912, 59.968,146 kg, expedida mediante el empleo de 1456 vagones frigoríficos en 282 trenes, con un consumo de 13,838 m³ de hielo.

lerados que surcan en dirección al Norte el inmenso territorio y atraviesan rápidamente todo el ancho de su dilatado Continente con recorridos frecuentemente superiores á 4.000 km., y, olvidando por un momento que estamos hechos á ver agotados, frecuentemente con exceso, los dilatadísimos plazos reglamentarios que legalmente regulan nuestros transportes y eternizan especialmente las transmisiones, consideremos que el recorrido de 650 km. Valencia-Cérbere podría realizarse cómoda y ampliamente en menos de 24 horas para este tráfico apremiante, que tres días serían suficientes y cuatro muy sobrados para alcanzar desde Valencia los grandes mercados más septentrionales de la Europa occidental y central con los productos agrícolas más vulnerables, recolectados en estado de completa y perfecta sazón, y, así durante las épocas más calurosas de nuestro país como en las más crudas de los de consumo, en la misma forma, condición y estado en que fueron cargados, que estaríamos en consecuencia muy lejos todavía de los doce, quince ó más días que se arguyen, y que, por último, cada ahorro de 24 horas había de poder proporcionarnos un aumento de más de 700 km. en el radio de procedencia ó destino.

Atiéndase á que si la exportación de nuestros únicos productos agrícolas susceptibles de ser exportados en grandes cantidades y á granel con ciertas garantías de seguridad bajo las condiciones actuales, como son las frutas resistentes (naranjas y granadas) y los tubérculos, alcanza solamente por Portbou más de 200 vagones diarios en una parte de la época de su producción, el tráfico de exportación de los productos más vulnerables y delicados de mayor valor se encontraría en condiciones de desarrollarse en grandes proporciones también, importantes y atendibles por lo menos, sino análogas, comparables ó mayores todavía, cuando se le eximiera de los inconvenientes, dificultades y sujeciones del transbordo y se le pusiera en condiciones de establecerse en corriente ininterrumpida, permitiendo acudir á las más apartadas regiones del país para alimentarla y sostenerla con la sucesión de producciones propia de la variedad de su clima, de poder utilizar todos los recursos que hoy le están vedados para defenderla contra los rigores de la estación calurosa y las crudezas del invierno, y de sustraerla á la maléfica influencia de las rápidas y extremas variaciones ambientes en su tránsito hasta los centros septentriona-

les de consumo. Téngase en cuenta que sería factible canalizar por nuestras redes ferroviarias el tránsito hacia el Continente, lo mismo de los productos agrícolas selectos cuya exportación constituye la principal riqueza de nuestras Canarias, que de los que proporciona, y promete todavía, toda la región africana más próxima á nuestra costa, no olvidando que el considerable tráfico que con tales procedencias se dirige hoy, poco menos que forzosamente por ruta marítima, á Inglaterra, el país más exclusiva y eminentemente consumidor de Europa por este concepto, está probablemente en vísperas de poder serle sustraído, si, como todo parece confirmarlo, pasa á ser un próximo hecho la ejecución del túnel al través del Canal de la Mancha, que fatalmente ha de venir; no se desprecie ni desatienda el vivísimo interés que manifiestan las regiones ecuatoriales y tropicales del continente americano (·) en dirigir sobre Europa grandes masas de sus enormes cosechas de bananas (plátanos) y ananas (piñas) durante la escasez de frutas en el nuestro (**), considerando la privilegiada situación geográfica de nuestra península como punto de rendimiento de tales viajes marítimos, ni se olvide que la posibilidad de facilitar la exportación de mostos, vinos y aceites destinados al gran comercio, economizando el casco ó envase transitorio mediante el empleo de vagones-cubas directos, puede no solamente impulsarla grandemente, pero aun permitir substraerla, por lo menos en gran parte, á la ruta marítima. No solamente cabe, pues, no hacer estado del argumento de que el material de transporte requerido para hacer frente al desarrollo que adquiriera el tráfico de determinados productos agrícolas (los únicos que hoy es posible exportar en importantes masas) resultaría sin utilizar y excedente fuera de las épocas respectivas de cosecha, suponiendo aún lesiva esta exportación, sino que por el solo y único concepto de la generalización de este tráfico, no solamente la desaparición, absoluta ó relativa, de nuestro aislamiento

(*) Bulletin du Congrès International des Chemins de Fer.—Février 1912, págs. 154-156.

(**) La exportación de bananas de los países tropicales alcanzó 58 millones de racimos en 1911, cuyo valor de origen representa cerca de 72 millones de francos; en 1912 consumieron los E. U. más de 44 y medio millones de racimos, evaluados en 14.388.300 \$, representando un consumo superior á 50 frutos por habitante, recibiendo Inglaterra, que acapara actualmente el abastecimiento del mercado europeo, cerca de 7 millones de racimos con un valor adquirido de unos 45 millones de francos.

ferroviario traería una expansión económica general al conjunto del país, de la que beneficiarían necesariamente de un modo indirecto nuestras grandes empresas financieras de transportes, cuya suerte es inseparable del grado de bienestar general, al cual está ligada, sino que les procuraría beneficios directos considerables procedentes del propio incremento de tráfico por este concepto especial, si aquéllas quisieran satisfacer sus exigencias y sus necesidades y acertaran á lograrlo: así, por lo menos, se cuenta fuera de nuestro país, procurando crear y fomentar corrientes de riqueza, sembrando elementos de vida y preparando organización fecunda al porvenir.

Tanto es así en este terreno especial, que la 2.^a de las Conclusiones adoptadas por la VIII Sesión del Congreso Internacional de Ferrocarriles (1910) sobre el tema «Comestibles perecederos» (Denrées périssables) establece «la utilidad de que las administraciones ferroviarias difundan entre los productores sus informes acerca de las especies de frutas solicitadas en los diversos mercados, los mejores procedimientos de preparación, de embalaje, etc.»

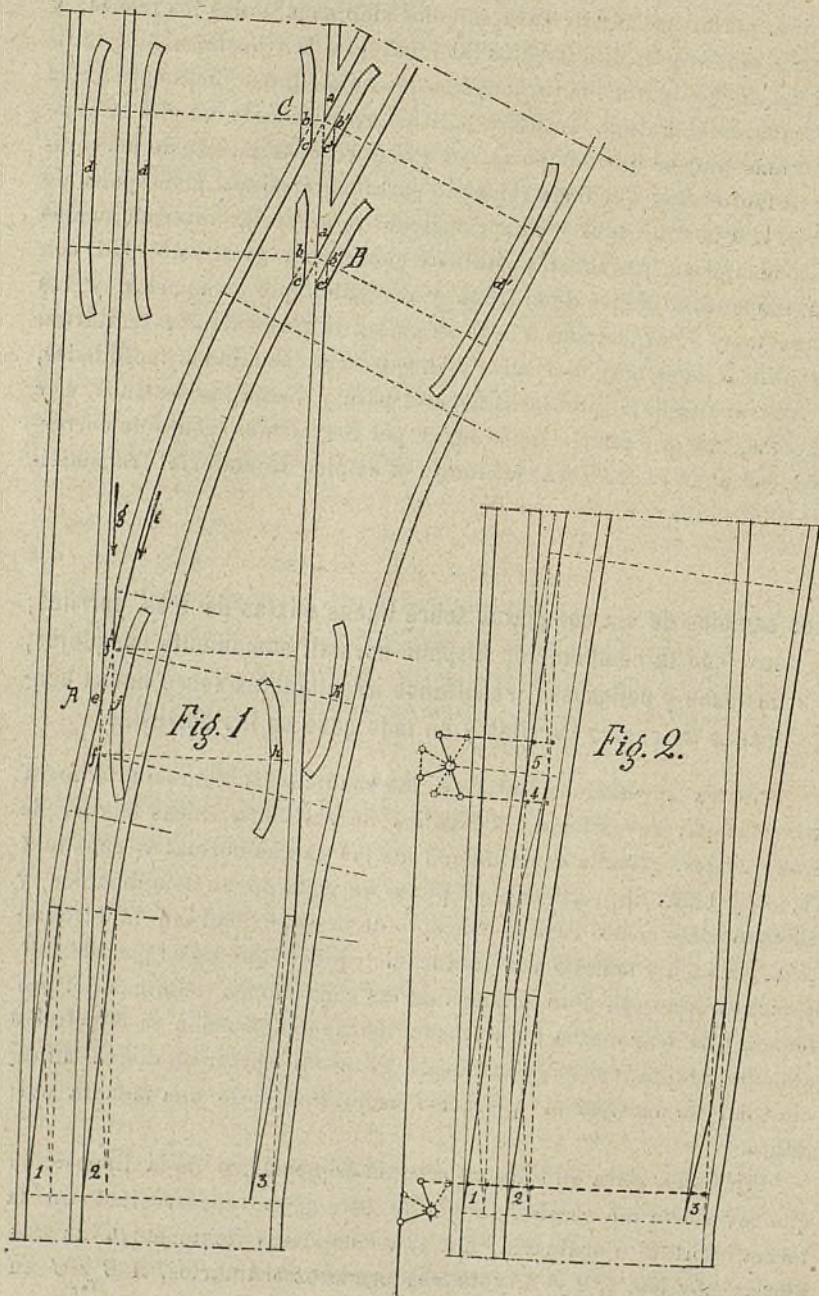
Con relación á lo que interesa al tránsito internacional directo de los viajeros, por lo que se refiere á la cuestión de los vehículos transmisibles, ha de tenerse ya en principio por muy difícil que un sistema cualquiera de transformación de las condiciones de rodamiento de los vehículos ferroviarios, por sencillo y expedito que se suponga, pueda aplicarse al rápido traspaso de trenes completos de viajeros al través de una frontera ferroviaria, porque, por una parte, no se concibe fácilmente cómo la maniobra necesaria, elemental y todo, pueda ejecutarse colectivamente, sin perder contacto con un andén, sobre el conjunto del tren situado en una vía principal, y sin necesidad de descomponerlo ó fraccionarlo conduciendo sucesivamente sus elementos á una instalación mecánica apropiada, y, por otra parte, no puede tenerse por compatible una operación de este género con la permanencia de los viajeros en los vehículos, exigiendo el abandono del tren y haciendo inevitable la molestia consiguiente, que, unida á la obligada visita fiscal de los equipajes de mano, resultaría sensiblemente equivalente á un efectivo transbordo; sin embargo, el simple traspaso de furgones transmisibles precintados, combinado con el establecimiento de Aduanas interiores en las grandes urbes de nuestro país y con la utilización de las existentes en el

vecino, permitiría eludir para muchos sino para todos los trenes, y cuando menos para los directos (al igual que la transformación radical del ancho de vía), la prolongada detención que actualmente exige la transposición de la frontera política, suprimiendo en ella la sujeción más enojosa que comporta, ya que el reconocimiento de los equipajes facturados quedaría relegado para los términos principales de viaje. Los complicados y comprometedores servicios internacionales de mensajerías, paquetes postales y encargos á gran velocidad, con las responsabilidades de entrega y recepción que comportan y los extravíos y sustracciones á que se presta la transmisión, recibirían simplificaciones muy marcadas y encontrarían señaladas facilidades, en su tránsito bajo precintos fiscales para y hasta los destinos más importantes, que podría tener lugar por los mismos trenes de correspondencia en la frontera, mediante el empleo de material transmisible adecuado.

Los cambios de vía completos sobre líneas mixtas de tres carriles, son, con la combinación hispano-normal, sumamente complejos, costosos y peligrosos, resultando irrealizables sobre líneas centradas de cuatro carriles y en todo caso en las travesías.

Nuestra afirmación relativa á las condiciones sumamente desfavorables que revestirían los cambios de vía sobre líneas mixtas de tres carriles, para la combinación de las galgas normal y española (1.435 y 1.672 m.), así bajo el punto de vista de su complicación y elevado coste como bajo el concepto de la seguridad en la circulación, reclama y merece una justificación plena, que no es posible fundamentar sino sobre un exámen de las condiciones técnicas del problema, que desvanezca toda presunción de exageración en el criterio alegado, obligándonos la índole del asunto á entrar en cierta minuciosidad de detalles si queremos esclarecerlo de una manera evidente.

Fijémonos para ello en un croquis esquemático de la disposición que revestiría un cambio de vía de este género desarrollado en la forma habitual ú ordinaria, fig. 1, y compuesto de un juego de tres agujas móviles, 1, 2 y 3, y de tres cruceros ordinarios, *A B* y *C* en



los puntos respectivos de intersección de las filas de carriles concurrentes, teniendo en cuenta que el aparato comprendería los mismos elementos si la desviación tuviese lugar hacia el otro costado.

En los cruceros *B* y *C* (*simples ó agudos*) determinados por la intersección de dos filas de carriles cuyos bordes activos ó aristas conductoras se presentan á distinto lado de las barras, mirándose ú oponiéndose, porque pertenecen á diferente costado de dos líneas, la concurrencia material de ambas filas da lugar á la formación de una punta común aguda *a* (corazón), mientras que las aisladas laterales, *b* y *b'*, que procederían del corte necesario para facilitar el huelgo requerido para el libre paso de las pestañas de las ruedas, pueden evitarse mediante una inflexión de las barras en *cc'* (garganta) que flanqueando aquélla (patas de liebre), aseguran apoyo á las ruedas, por la parte exterior de sus llantas, en las interrupciones resultantes *ac*, *ac'*, prestando además base de consolidación á los elementos componentes de la estructura; unos contracarriles, *d* y *d'*, fronteros á la punta, actuando contra la parte interior de las llantas de las ruedas opuestas del mismo eje, solidario con ambas, substituyen eficazmente la acción de guiado lateral, interrumpido también, salvando la punta de toda acometida por parte de la rueda que progresa á su encuentro, gracias á la rigurosa uniformidad de la cota de separación interior de llantas, que se conserva invariable por no venir sujeta aquella parte á sensible desgaste. A diferencia de ello, en el crucero *A* (*doble, obtuso ó de travesía*) el encuentro de dos barras cuyas aristas conductoras caen á un mismo costado de las barras por pertenecer á filas homólogas de las dos vías á que pertenecen, forma una punta roma ú obtusa, *e*, cuya presencia no puede constituir escollo grave para la circulación, pero quedan otras dos agudas aisladas, *f* y *f'*, que ningún artificio permite evitar, que es indispensable salvar del alcance de las pestañas de las ruedas, y, para cada una de aquellas, de las dos direcciones de circulación que las acometen á contrapunta, porque precisa notar que aquí las cuatro circulaciones realizables encuentran puntas que les son opuestas, mientras que en el crucero agudo dos de ellas venían exentas de la amenaza de semejante escollo; la prevención del alcance de una punta *f* por la circulación de dirección y sentido *g* puede asegurarse eficazmente por aquel mismo género de contracarriles fronteros *h* (*h'* para la punta *f'*), pero la pro-

tección contra la circulación *i* quedaría exclusivamente supeditada al contacto *exterior* de la pestaña de la rueda gemela con el borde director de su carril de circulación (y aún á condición de que el huelgo sea superior al juego lateral total que puedan alcanzar las pestañas), es decir al arbitrio de una parte esencialmente sujeta al desgaste procedente del trabajo, que, aun cuando reducido á concreto límite por las prescripciones de una reglamentación severa, resulta con frecuencia marcadamente rebasado en la realidad: el juego lateral normal de las pestañas es en la práctica superior al huelgo, de manera que únicamente la intervención directa del contracarril acodado *j* sobre la cara interior de la pestaña de la propia rueda considerada, actuando á lo largo del segmento determinado por debajo del plano de carriles por el relieve inferior de la pestaña, y ejerciendo (hasta llegar al codo ó inflexión *j*) retención lateral sobre un extremo de este segmento mientras el otro avanza hacia la punta, la alcanza y la rebasa dejándola á salvo, puede asegurar una protección eficaz, aunque sumamente precaria, de esta última, y aún mediante una sobreelevación del codo *j* del contracarril sobre el plano de la vía cuando la extensión de la interrupción *ff* excede de la longitud de la cuerda ó base de aquel segmento, siguiendo á la pestaña de la rueda en su elevación sobre el plano de carriles; pero téngase siempre muy en cuenta que por una parte las exigencias del gálibo del material móvil restringen muy estrechamente semejante relieve (limitándolo alrededor de 0.050 m.), y que, aún prescindiendo de ello, el reducido diámetro habitual del rodaje hace, por otro concepto, que este recurso pierda muy rápidamente su eficacia y aplicabilidad. No resulta prácticamente posible separar lateralmente las puntas á preservar, del camino de las pestañas, mediante una exageración del huelgo, que presente un complemento suficiente de amplitud á la separación estrictamente indispensable deducida de las prescripciones reglamentarias que limitan el desgaste y las tolerancias de montaje (que alcanza generalmente de 52 á 56 $\frac{m}{m}$), ni está siquiera admitido alcanzar con el huelgo este juego mínimo, porque de una parte se restringe directa y muy desfavorablemente con ello el ancho de la zona lateral de apoyo exterior de las llantas, á proximidad de las puntas, durante el paso de la interrupción, y, de otra, se acrece proporcionalmente la extensión de esta última, que precisamente consti-

tuye la región crítica y peligrosa del aparato por lo que se refiere á la acción lateral guiadora, motivos que conducen á limitar estrechamente este huelgo entre 45 y 50 m/m y más bien alrededor de la primera dimensión.

Aun teniendo en cuenta que la situación es en cierto modo más desfavorable en el caso ordinario de travesía completa de vías, en el cual la presencia simultánea, frente á frente, de dos cruceros obtusos, obliga á acodillar, inflectándolos, los contracarriles respectivos, dando con ello lugar á zonas de coincidencia mútua, sobre parte de la extensión de las interrupciones fronteras, en las cuales falla el guiado inmediato ó directo sobre la rueda gemela y resulta por ello necesario apelar al mismo recurso del segmento bajo, para llevar ó prolongar eficazmente, más allá de su inflexión, la acción guiadora del contracarril acodado frontero para evitar también la acometida de las circulaciones *g*, no varía en lo más mínimo de especie la dificultad, como no cambia el artificio utilizado para proteger las puntas aisladas, resultando que aquel efecto ha de extenderse, más desventajosamente aún que para la indicada, con respecto á las circulaciones *i* (que son las únicas peligrosas en nuestro caso), á la totalidad de la extensión *ff* de la interrupción, siéndole pues á fortiori aplicables las condiciones limitativas que se prescriban á las travesías ordinarias.

Es desde luego evidente que el peligro creado por la presencia de puntas precedidas de interrupciones de continuidad del guiado lateral directo, inseparable de todo cruce de filas de carriles, aunque reemplazado por la acción indirecta de un contracarril, aumenta á medida que decrece el valor del ángulo de intersección, no solamente por el incremento correlativo que alcanza la extensión de la interrupción, inversamente proporcional á su *seno*, sino por la debilidad que materialmente adquiere la punta, lateral y verticalmente, á medida que se vá afilando, siendo además patente que confiada únicamente la continuidad indirecta del guiado á la reacción lateral de un contracarril que, descargado, no puede oponer al desplazamiento ó al vuelco ni el rozamiento sobre su base de apoyo ni el momento de estabilidad procedentes de cargas de rueda, como lo haría un carril de circulación, teniendo que buscarla exclusivamente en el carril inmediato poniendo para ello en juego la resistencia directa á la tracción de un perno de sujeción mútua, conviene aliviar este elemento auxi-

liar de acciones laterales suplementarias intensas, interesando por lo tanto en gran manera, bajo este punto de vista, sustraerle á la acción de los poderosos empujes laterales de las ruedas delanteras exteriores, procedentes de la progresión por curvas de corto radio, que dan además lugar á rápidos desgastes, á cuyo objeto convendrá intercalar un elemento recto suficiente de acometimiento en las vías dispuestas en curva cerrada.

Pero si la consideración del valor del ángulo de intersección tiene cierta importancia en los cruceros simples, su trascendencia es decisiva en el caso de los dobles ú obtusos, por cuanto el segundo concepto de guidaje que hemos expuesto (por contracarril homólogo sobreelevado, sobre la propia rueda á guiar) se hace pronto geométrica y materialmente irrealizable con la disminución de la inclinación. Los perfeccionamientos introducidos en la ejecución y en la trabazón de los elementos de los aparatos de vía, la utilización de aceros especiales en su confección, un esmero especial en su montaje y una cuidadosa solicitud en su conservación, han permitido utilizar modernamente ángulos sumamente reducidos en los cruceros simples de los cambios de vía de las bifurcaciones importantes, con el objeto de hacerlas franqueables á toda marcha, aun para los ramales desviados, mediante el empleo de curvaturas sumamente abiertas, y así hemos visto disminuir las tangentes, desde el antiguo límite mínimo clásico de 0.09, á 0.07, 0.06, 0.05 y aún á 0.0476 ($\frac{1}{21}$), hasta, aunque excepcionalmente, á $0.041684 = \frac{1}{24}$ ($2^{\circ}23'13''$) en la América del Norte, pero tales atrevimientos son absolutamente desconocidos cuando se trata de cruceros dobles ú obtusos. Se dá efectivamente el caso curioso y característico de que la única indicación concreta (aunque, como siempre, exenta de todo carácter imperativo) que haya jamás emanado en Inglaterra de la Inspección técnica del *Board of Trade* se refiere precisamente á la recomendación de no utilizar inclinaciones inferiores á $\frac{1}{8}$ (tg. $7^{\circ}07'30'' = 0.125$) para los cruceros de travesía (y ello á consecuencia de las enseñanzas elocuentes de las estadísticas de accidentes y no por consideraciones puramente especulativas), y resulta atendida tan al pie de la letra, que, cuando dificultades especiales impiden respetarla y se hace necesario descender á $\frac{1}{9}$ ó á $\frac{1}{10}$ (á lo sumo), los cruceros obtusos se substituyen por complicados y costosos aparatos con agujas móviles: las mismas ex-

plotaciones norte-americanas, que se atreven con los afiladísimos cruceros simples que hemos citado, que son generalmente móviles, no bajan de $5^{\circ}43'29''$ ($\text{tg.} = 0.100269$) para los de travesía [solo excepcionalmente se ha descendido allí á $5^{\circ}12'18''$ ($\text{tg} = 0.091095$)], con frecuentísimo empleo de aparatos de agujas móviles, siendo también excepcional en todos los demás países el empleo de inclinaciones sensiblemente inferiores á $\frac{1}{10}$ (*); únicamente se encuentran cruceros dobles sensiblemente más agudos en algunos cambios establecidos sobre vías mixtas con líneas de 0.750 y 1.000 m. sobre la normal de 1.435, pero precisa notar que en estos casos se trata de ramales absolutamente secundarios, incompatibles con todo servicio intenso ó activo, entroncados sobre vías puramente accesorias de la línea de ancho normal, no tratándose pues de circulaciones bajo masas considerables ni velocidades elevadas, que puedan dar lugar, con sujeciones muy estrechas de diversa índole, á efectos de cuantía considerable y á rápidos desgastes.

Establecidos estos antecedentes, que nos era necesario puntualizar con entera precisión, veamos cómo se presenta el caso de los cambios sobre líneas mixtas disimétricas de tres carriles, formadas por entronque de la vía española con la normal, después de cuyo examen indicaremos someramente las condiciones que ofrecen las centradas, con cuatro carriles.

La proximidad inmediata de los dos carriles paralelos entre los cuales se ha de desarrollar la fila desviada que nace sobre uno de ellos, conduce necesariamente á una inclinación sumamente limitada para su intersección con el otro, y ya sabemos que esta exigüidad se hace rápidamente prohibitiva porque conduce á dejar sin defensa las puntas del crucero para uno de los dos sentidos de la circulación sobre cada vía; en los casos de vías mixtas á base de líneas estrechas económicas entroncadas sobre la vía normal ó la española, la disparidad de galgas es suficiente (salvo el caso de la de 1.000 metros centrada sobre la normal), para dar lugar á intersecciones admisibles en rigor, atendiendo á que se trata de aparatos aislados y de

(*). Las Convenciones técnicas vigentes del *Verein* alemán, que rigen actualmente unos 110.000 Km de líneas férreas, (pág. 24, art. 41) autorizan el empleo de cruceros dobles de $\text{tg} = \frac{1}{10}$, pero aconsejan no bajar de $\frac{1}{8}$ para las líneas principales y adoptar $\frac{1}{8}$ para los trazados difíciles en curva ó en los cuales hay que maniobrar empujando.

explotaciones de importancia secundaria exentas de tráfico intenso, pero el problema reviste caracteres sumamente críticos para el caso de la combinación normal-española con tres carriles, en la que la disparidad de galgas se reduce á 0,237 m.: tal desviación lateral es en efecto sumamente precaria para alcanzar una inclinación aceptable, sobre todo teniendo en cuenta la magnitud de los radios de curvatura admisibles y la necesidad de interponer un elemento recto relativamente importante en la acometida del crucero, y veremos fácilmente cómo el problema resulta prácticamente insoluble en esta forma. Precisa evidentemente forzar la desviación ya desde su origen, y ello nos conducirá á utilizar agujas curvas en toda su longitud, lengüeta inclusive, con la máxima desviación inicial admisible en su punta y el mínimo radio de curvatura compatible con la regularidad de la circulación, y adoptaremos al efecto el tipo alemán aplicado á los ramales secundarios en las líneas del Estado de Wurtemberg, con agujas de 5.000 m. de longitud y 0.125 m. de desviación lateral en el talón, cimbradas al radio de 180.717 m., con desviación inicial en la punta de $0^{\circ}37'58''$ y salida de talón á $2^{\circ}13'30''$; suponiendo continuada la curva indicada (que ha de tenerse como mínima admisible para líneas de circulación con galga española) hasta cortar la arista guiadora del carril homólogo distante 0.237 m., obtendremos un ángulo de intersección de $3^{\circ}01'22''$ ($\text{tg.} = 0.052809$) á 7.535 metros de la punta: un crucero obtuso de esta inclinación, que con huelgos de 0.050 y un grueso de punta de 0.012 m. conduce á una longitud de interrupciones de $948 + 227 = 1.175$ m. que imposibilita toda defensa de la punta, es evidentemente inadmisibile, pero resultaría aún más temerario, si cabe, pretender acometerlo sin elemento recto protector con una curva tan sumamente cerrada, de manera que en definitiva no nos restaría más recurso que suprimir toda curvatura en seguimiento del talón de aguja y aceptar como ángulo de cruce el de salida del mismo ($\text{tg.} = 0.038853$), conservando una recta de acometida de 2.934 m., dando lugar á un crucero doble con interrupciones de $1288 + 253 = 1.541$ m. y puntas afiladísimas de 1.494 metros de longitud, simplemente absurdo. Aun forzando exageradamente la nota, acreciendo la desviación angular inicial de la aguja y curvándola bajo un radio marcadamente menor, no llegaríamos nunca á una solución práctica admisible, y tanto es así, que en todos los

cambios establecidos en Bélgica para el servicio de las vías mixtas de cuatro carriles de 1.000 y 1.435 m., que menudean en los empalmes de las líneas de los ferrocarriles departamentales, á pesar de que la semidiferencia de galgas de 0.217₅ m. alcanza casi el valor 0.237 de nuestro caso y de que allí se trata de aplicaciones aisladas fáciles de atender y vigilar, de explotaciones secundarias, y de empalmes sobre vías anchas accesorias que permiten forzar desfavorablemente las condiciones de establecimiento y admitir soluciones relativamente violentas, se emplean en estos aparatos de vía los juegos de agujas móviles, 4 y 5 (fig. 2), en substitución de las puntas fijas de los cruceros obtusos; esta disposición es complicada y costosísima de establecimiento, comporta onerosas sujeciones de trazado y de conservación, resulta de maniobra dura por exigir el movimiento simultáneo de cinco agujas conjugadas (con vía de tres carriles), conduce á serias complicaciones de enclavamiento, y reviste, por último, una estructura marcadamente peligrosa por presentar agujas tomadas de punta para seis de las ocho circulaciones que comprende. Ante la temeridad inadmisible que representaría un crucero fijo de las condiciones señaladas, podrá en rigor aceptarse excepcionalmente esta disposición como solución especial de un problema obligado en un punto determinado, pero sería evidentemente tan temerario y tan absurdo pretender extenderla y generalizarla á lo largo de una explotación ferroviaria, aún de tráfico relativamente moderado, que semejante obstáculo basta para definir técnicamente la inaceptabilidad de la vía mixta como solución de nuestro aislamiento ferroviario.

Con las vías mixtas centradas de cuatro carriles y suponiendo la vía establecida con carriles de 32.5 kg. por m. l., que constituyen ya actualmente un verdadero minimum, su ancho de cabeza de 0.058 deja solamente 0.060₅ m. de huelgo entre los dos carriles homólogos, y esta limitación de hueco hace materialmente irrealizable el establecimiento de agujas ordinarias, cuya colocación y funcionamiento exigen un espacio libre mínimo de 0.160 á 0.180 m., ya que han de comprender en su talón el grueso de una barra-carril (0.058 m.) con un huelgo á cada costado que no podrá ser menor de 0.050, para el libre paso de las pestañas de las ruedas: el establecimiento de juegos de agujas de lengüeta exigiría, en consecuencia, una semi-diferencia mínima de galgas de $2 \times 0.058 + 2 \times 0.050 = 0.216$

metros, que está muy lejos de ofrecer nuestro caso, y para resolverlo sin acudir al recurso complicadísimo de establecer para los cambios tramos de tres carriles, por medio de dobles ó triples enlaces con la vía centrada, que debe considerarse prácticamente inadmisibile como medida de aplicación general, no cabría otro medio que recurrir al cambio de vía primitivo de barras móviles, absolutamente inaceptable en una explotación ordinaria é inaplicable fuera de las vías auxiliares de construcción para la circulación de volquetes arrastrados por caballerías, porque ni siquiera cabe el recurso de descentrarlas arrimando la vía estrecha á un lado para luego desviarla haciéndola salir por el opuesto con amplitud de desarrollo. El establecimiento de cambios sobre líneas de cuatro carriles se presentaba posible en el caso de entronque de la vía normal con la antigua ancha del Great-Western, en la que la semi-diferencia alcanzaba $\frac{2.134-1.435}{2}=0,349_5$ m. como lo es con el de las vías de 0.750 y de

1000 sobre la normal (semi-diferencias de 0.342₅ y 0.217₅) y mayormente con la española (0.461 y 0.336, y en tal caso la solución coincide con la que resulta en las líneas mixtas de tres carriles.

Consideramos suficiente lo expuesto para dejar bien establecido que los cambios de vía completos sobre líneas de tres carriles comprensivas de la galga normal y de la española, exigen el empleo de juegos de agujas móviles en substitución de los cruceros obtusos que resultan técnicamente irrealizables en condiciones admisibles de seguridad como aparatos fijos, imponiendo con ello la circulación sobre estructuras complicadas, costosas y peligrosas. En cuanto á las líneas mixtas de cuatro carriles resultan técnicamente incompatibles con la ramificación ó el desdoblamiento sucesivo por medio de cambios de vía con agujas, no siendo mediante el complicadísimo artificio asaz peligroso de descentrarlas previamente por aguja única (que fácilmente se convertiría en la práctica en *aguja de descarrilamiento*) para volver á centrar sus ramales después del cambio.

Resta, y nos bastará, croquizar los dos casos posibles de travesía con tres carriles para hacerse cargo inmediato de la complicación de cruceros simples y dobles que comportan y advertir que únicamente en el primer caso de cruce obtuso de las filas desdobladas, fig. 3, cabe establecer unión simple (indicada de puntos) para cada galga

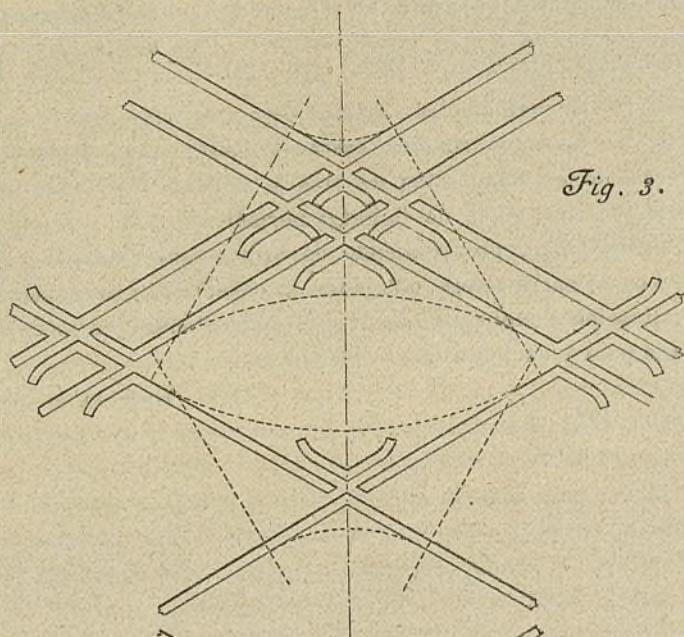


Fig. 3.

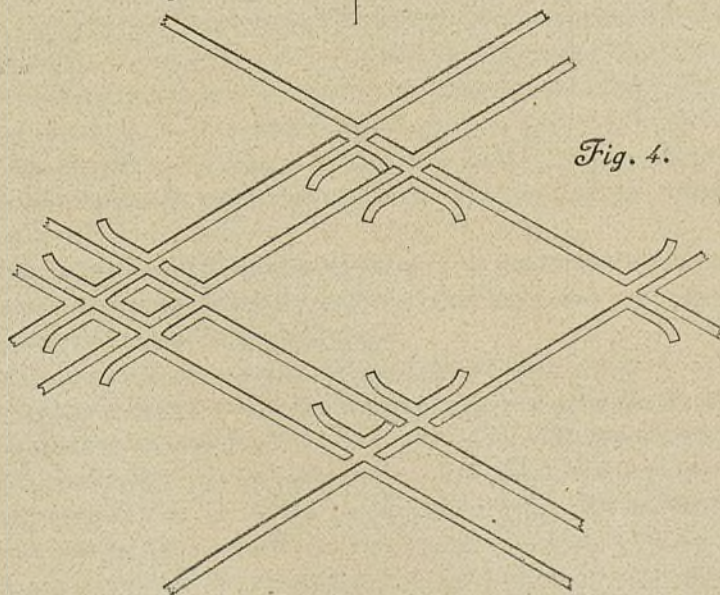


Fig. 4.

á lados opuestos del aparato, no resultando realizable ninguna unión en el otro caso de que el cruce entre las filas desdobladas resulte agudo, fig. 4.

Los detalles explanados, á pesar de no referirse más que á uno solo de sus aspectos técnicos, bastan á nuestro entender para fallar el proceso de las vías mixtas de tres y de cuatro carriles cuando proceden del entronque de la galga normal dentro de la ancha española, siempre que, prescindiendo de aplicaciones aisladas y limitadas á casos particulares obligados, se considere el problema de su generalización á explotaciones ferroviarias extensas y á tráficos algo más que pura y exclusivamente secundarios.

Julio, 1913.

BERNARDO PUIG

INFLUENCIA DEL TALADRADO EN LA RESISTENCIA DE LOS ACEROS DULCES

POR M. C. BIZANET, INGENIERO DE ARTES Y MANUFACTURAS Y JEFE
DE LOS ENSAYOS DE MATERIALES EN LA ESCUELA CENTRAL DE PARÍS.
TRADUCIDO DE «LE GENIE CIVIL».

Para observar hasta qué punto los agujeros abiertos en las barras las debilitan, hemos efectuado ensayos en barretas de acero dulce laminado de cualidades como las empleadas corrientemente en las construcciones metálicas. Hemos comprobado que los esfuerzos de tracción que pueden resistir las barras llenas y las taladradas, de una misma clase de metal, no son proporcionales á las secciones de dichas barras, deducción hecha de los agujeros en las barras taladradas. A sección igual, la ventaja está netamente en favor de las barras perforadas, si los agujeros han sido obtenidos por taladro.

Los agujeros abiertos en las barras, las debilitan mucho menos de lo que parece á primera vista, si se tiene cuidado de hacer los agujeros con taladro ó de alisarlos después de punzonados. El límite de elasticidad del metal y su resistencia á la ruptura son entonces más elevados que antes del taladrado. Este resultado singular es consecuencia de la forma más favorable bajo la cual se encuentra la materia, cuando hay agujeros cilíndricos que cortan la masa y ciertas comprobaciones que hemos hecho dan una explicación satisfactoria.

Hemos efectuado dos series de ensayos, de que vamos á dar cuenta, terminando con algunas consideraciones prácticas que parecen deducirse de los resultados obtenidos.

Primera serie de ensayos.—Hemos operado con nueve probetas de 1 metro de longitud, sacadas de tres barras de acero dulce de 120×14 milímetros, de cualidades un poco diferentes. De cada barra, sacamos tres probetas; la primera llena, la segunda taladrada por dos agujeros obtenidos con taladro y situados sobre el eje menor de la barra y la tercera taladrada con dos agujeros dispuestos de la misma manera y obtenidos por punzonado, siendo estos agujeros de 15 milímetros y estando distanciados de tres diámetros de centro á centro.

Para definir exactamente la sección de las probetas en el punto de ruptura, se fresaron los bordes de dichas probetas en su parte media en una longitud de 100 milímetros para las probetas llenas y sólo de algunos milímetros para las agujereadas.

Los ensayos de tracción han sido efectuados con la gran máquina de 300 toneladas del laboratorio de ensayos del Conservatorio de las Artes y Oficios. Los extremos de las probetas estaban sujetos por cuñas de grapas. Los esfuerzos de tracción han sido ejercidos en el plano medio y según la dirección de las barras, puesto que no se han observado flexiones apreciables en estas probetas largas cuando la tracción ha sido llevada hasta la ruptura y las estrias de las cuñas con grapas se han marcado de una manera regular sobre la superficie de las extremidades de las probetas.

Las probetas eran primitivamente de la misma longitud, y se ha visto inmediatamente que la probeta llena se alargaba mucho más que las agujereadas, lo que es natural, puesto que las grandes fatigas moleculares están menos localizadas que en las probetas agujereadas. La probeta taladrada se ha alargado igualmente, mucho más que la punzonada y los taladros se han ovalado, lo cual apenas ha sucedido en la última. Examinando al mismo tiempo la sección de ruptura de la probeta punzonada, se ve que no se verifica según el diámetro de los agujeros, sino que estos están notablemente desentrados respecto de la sección de ruptura. Esto es debido evidentemente á que la ruptura es determinada por las grietas debidas á los desgarros del metal bajo la acción del punzón. No pasa igual con los agujeros obtenidos por taladro, que están partidos en dos partes sensiblemente iguales, por la sección de ruptura.

Los resultados numéricos de nuestros ensayos ponen en evidencia estas ventajas bien conocidas del alisado de los agujeros, pero demuestran también la mejoración importante de los límites de la elasticidad y de ruptura de los aceros dulces, debidos al taladrado.

Hemos obtenido, en efecto, los resultados siguientes:

Probetas de la 1ª barra	Límite de elasticidad	Resistencia á la ruptura
Probeta llena. . .	Kgrs. 24,4	39,2
» taladrada. . .	» 31,4	43,5
» punzonada . .	» 33,4	37,6

Si se comparan los números correspondientes á las probetas perforadas con los que dan las probetas llenas, se ve que, para la barra taladrada, el límite de elasticidad aumenta de 12,9 % y la resistencia á la ruptura de 11,1 %.

Para la barra punzonada, la mejoración de los límites de elasticidad es aún más notable: 13,7 %; pero la resistencia á la ruptura ha disminuído de 4 %, lo que caracteriza los metales endurecidos; pero á nuestro parecer, la disminución de resistencia á la ruptura es sobre todo consecuencia de las grietas del punzonado, pues en las probetas punzonadas siguientes, las resistencias á la ruptura son muy irregulares. Así hemos obtenido:

Probetas de la 2. ^a barra	Límite de elasticidad	Resistencia á la ruptura
Probeta llena. . .	Kgrs. 23,4	37,9
» taladrada. . .	» 29,3	43,3
» punzonada . .	» 31,3	39,5

ó sea para la barra taladrada una mejora de 12,5 % para el límite de elasticidad y de 11,4 % para la resistencia á la ruptura.

Y para la barra punzonada, una mejora de 13,4 % para el límite de elasticidad y de 4 % para la resistencia á la ruptura (en lugar de una disminución para la barra precedente).

Probetas de la 3. ^a barra	Límite de elasticidad	Resistencia á la ruptura
Probeta llena. . .	Kgrs. 25,7	46,1
» taladrada. . .	» 29,4	49,4
» punzonada . .	» 34,4	34,8

ó sea para la probeta taladrada una mejora de 11,4 % para el límite de elasticidad y de 5 % para la resistencia á la ruptura.

Y para la probeta punzonada, una mejora de 13,4 % para el límite de elasticidad y una disminución de 25 % para la resistencia á la ruptura. Esta última es apenas superior al límite de elasticidad.

Si tomamos los promedios de los coeficientes que preceden, para las probetas similares en cada barra, llegamos finalmente á los resultados siguientes:

Agujeros obtenidos por taladrado:		
Mejora media del límite de elasticidad . . .		12,3 %
» » de la resistencia á la ruptura. . .		9,2 %

Con los agujeros punzonados se tendrá una mejora media de 13,5 % para el límite de elasticidad y una disminución media de 8 % para la resistencia á la ruptura.

Segunda serie de ensayos.—En la primera serie de nuestros ensayos, hemos operado con probetas de azeros dulces diferentes, agujereados de la misma manera, y hemos notado mejoras en los límites de elasticidad y ruptura debidos al taladrado.

Seguidamente nos hemos propuesto averiguar, para un mismo metal, la influencia del diámetro y las disposiciones de los agujeros en las mejoras de los límites de elasticidad y de ruptura.

En la segunda serie de nuestros ensayos, hemos ensayado por tracción probetas extraídas de una misma barra y taladradas con agujeros de diferentes diámetros, estando todos los agujeros abiertos con taladro.

En una barra de acero dulce cuya sección era de 120×10 milímetros, hemos sacado cuatro probetas de 800 milímetros de longitud. Las caras de dichas probetas estaban fresadas en su parte media en una longitud de 125 milímetros y una anchura de 100 milímetros.

La primera de estas probetas era llena. La segunda estaba agujereada con tres filas transversales de agujeros de 11 milímetros de diámetro dispuestos alternadamente y espaciados á tres diámetros de centro á centro. La fila del centro tenía tres agujeros y las filas laterales dos; de manera que la sección más débil se encontraba en medio de la probeta.

La tercera probeta estaba agujereada con tres filas transversales de agujeros de 8 milímetros dispuestos como en la anterior y espaciados de tres diámetros, teniendo la fila del medio cuatro agujeros y las filas laterales, tres agujeros.

En fin, la cuarta probeta estaba agujereada con tres filas de agujeros de 6 milímetros, habiendo seis agujeros en la fila del medio y cinco en las laterales.

Estas probetas sometidas á la tracción se rompieron naturalmente por la fila del medio.

Los resultados numéricos han sido los siguientes:

	Límite de elasticidad	Resistencia á la ruptura
Probeta llena.	Kgrs. 28,9	45,2
» agujereada con agujeros de 11 mm. . .	» 32,3	50,4
Probeta agujereada con agujeros de 8 mm. . .	» 32,0	48,7
Probeta agujereada con agujeros de 6 mm. . .	» 33,7	53,0

Se ve que los límites de elasticidad y resistencia á la ruptura son mucho más elevados con los agujeros más pequeños, pero la ley no es regular. Quizás lo habría sido más con promedios tomados en diferentes probetas semejantes.

Sea lo que fuere, encontramos aún una mejora importante de los límites de elasticidad y de ruptura por analogía con los números obtenidos con la probeta llena y si consideramos solamente los diámetros extremos de 11 y 6 milímetros, tendremos los resultados siguientes:

	Mejora	
	del límite de elasticidad	de la resistencia á la ruptura
Taladros de 11 mm.	11,8 %	11,5 %
» 6 »	16,6 %	17,3 %

Se observará que las mejoras observadas en los ensayos de la primera serie, hechos con barras agujereadas con taladros de 15 milímetros, son sensiblemente las mismas que para los ensayos de la segunda serie con taladros de 11 y de 8 milímetros; pero para los taladros más pequeños, de 6 milímetros de diámetro, dichas mejoras son notablemente elevadas, puesto que llegan á 17 %.

¿Cual puede ser, de una manera general, la causa de estas mejoras importantes de los límites de elasticidad y de ruptura para las probetas perforadas cuyos agujeros hayan sido obtenidos por taladrado?

En nuestro concepto, es la consecuencia de los hechos siguientes:

Aproximando los pedazos rotos de las probetas, hemos podido comprobar que las secciones de ruptura, de una parte y otra de la rotura, no son complementarias. Mientras los bordes de la rotura, cercanos á los bordes de la probeta, están en contacto, un espacio de

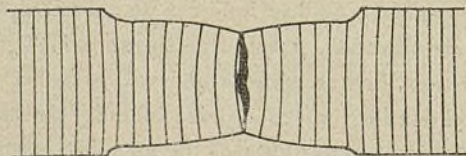
algunos milímetros subsiste en el centro y esto se produce en todas las probetas llenas de nuestros ensayos.

La rotura empieza pues, por el centro de la sección de ruptura y se propaga hacia los bordes, de manera que el metal resiste más tiempo sin romperse hacia los bordes de la probeta que según su eje.

Por lo tanto, si la sección es cortada por agujeros obtenidos por taladrado, es decir, sin los desgarros del punzonado, esta sección perforada debe tener una resistencia media unitaria á la ruptura, superior á la de la probeta de sección llena. En efecto, la sección perforada presenta en cierta manera, bordes suplementarios para cada taladro. Sobre una pequeña longitud, en los extremos de los diámetros perpendiculares al eje longitudinal de la probeta, la materia se debe comportar como hacia los bordes de la probeta llena ó al menos de una manera análoga, es decir, resistir más tiempo sin romperse en estas zonas. Pueden explicarse así las resistencias más fuertes observadas para las probetas taladradas.

Los alargamientos unitarios de la materia en los bordes y siguiendo el eje, en una probeta lisa de acero dulce, son notablemente diferentes.

Para poner en evidencia estas diferencias de alargamientos unitarios en el ancho de una probeta lisa de acero dulce, hemos trazado en la probeta llena de la segunda serie de nuestros ensayos, antes de la prueba de tracción, una serie de rayas paralelas normales al eje de la probeta y espaciadas de 10 milímetros. Después de la rotura, estas rayas estaban deformadas como indica la figura.



El límite de elasticidad de la materia estaba excedido en toda la longitud de la pieza, en el momento de romperse. Ahora bien, las rayas primitivamente rectilíneas solamente lo son en los extremos de la probeta. Están por el contrario deformadas en toda la parte central y aun más allá de los arcos que la limitan cerca de la sección

de rotura, la concavidad de las curvas está dirigida hacia la fractura; más lejos está en sentido inverso.

Esta forma de abanico en cada una de las mitades del cuerpo de la probeta, demuestra que en esta zona los alargamientos unitarios son más grandes hacia los bordes donde las rayas son más distanciadas, que según el eje donde se encuentran más juntas, y que estas variaciones de alargamientos son más importantes nos lo haría suponer el solo exámen de los espacios centrales de la fractura.

En el caso de probetas taladradas, no se pueden hacer observaciones de este género, puesto que las deformaciones entre los agujeros están localizados en muy poco espacio. Pero independientemente de estas deformaciones locales, se observan deformaciones generales indicadas por la dirección de los ejes de los agujeros ovalados.

En las filas de agujeros normales al eje de la pieza y taladros de parte y otra de la fila central, según la cual se efectúa la rotura, los ejes mayores de los agujeros ovalados tienen una tendencia á converger hacia la extremidad opuesta de la probeta y parecen sensiblemente normales á curvas análogas á las indicadas. Se comprueba que los ejes menores de los agujeros ovalados han disminuído ligeramente, con respecto al diámetro primitivo de dichos agujeros, en las filas laterales donde las fatigas moleculares son menores; por el contrario, aumentan en la fila central, lo que es una consecuencia de la estricción.

Notemos igualmente, para terminar, que en las tres filas de agujeros y más especialmente en la fila central, los agujeros se han aproximado en una misma fila, lo que es debido igualmente, á la estricción, mientras la más corta distancia entre los bordes de los agujeros alternados de dos filas aparece invariable, aunque sería preciso comprobarlo con experiencias precisas.

Conclusiones.—Nuestros ensayos tenían por objeto el estudio de la influencia del taladrado sobre la resistencia de los aceros dulces. En ellos se demuestra que no estará demás insistir sobre la importancia práctica que presenta el alisado de los taladros punzonados en los aceros dulces. Es sensible que dicho alisado sea olvidado muy amenudo por economía, especialmente en los aparatos de manutención mecánica, máquinas constituidas por armazones relativamente ligeros sometidos á los efectos dinámicos de la carga de los objetos

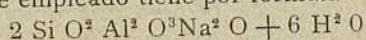
transportados. Ciertos números dados por nuestros ensayos demuestran que la rotura puede producirse en el límite de la elasticidad de la materia. La seguridad disminuye, pues, bien poco por el taladrado.

Al contrario, cuando los agujeros son obtenidos por taladrado, los límites de elasticidad y la resistencia á la rotura son mejorados, uno y otro en proporciones tales, que se puede decir prácticamente que *los taladros de los remaches en las estructuras metálicas no debilitan las piezas, al menos en la proporción en que disminuyen la sección*. Por otra parte, la presión de los remaches contribuye también á aumentar la resistencia de las planchas en las proximidades de los taladros. El método de cálculo adoptado en las construcciones metálicas y que consiste en deducir de las secciones de las piezas, los agujeros de los remaches ó tornillos es, pues, suficientemente amplio para dar completa seguridad en las condiciones habituales de la práctica, si los agujeros son taladrados ó si son convenientemente alisados después de punzonados.

NOTICIAS

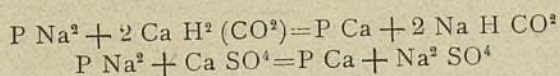
PURIFICACIÓN DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN DE LAS CALDERAS DE VAPOR.—M. Kammerser, ingeniero jefe de la Asociación alsaciana de Mulhouse, ha presentado en el Congreso de las Asociaciones para la vigilancia de los aparatos á vapor, verificado en Bruselas en 1910, una interesante comunicación sobre el empleo de la permatita para la purificación del agua de alimentación de las calderas de vapor.

Se ha dado el nombre de *permatitas* á los sílico-aluminatos; el más corrientemente empleado tiene por fórmula:



Se presenta bajo la forma de granos foliaceos bastante porosos en estado seco, para absorber 50 % de agua; conviene conservarla en estado húmedo.

Cuando se pone la permatita de sodio (que para más comodidad, el autor designa por P Na^2) en contacto con las aguas que contienen bicarbonatos y sulfatos de cal y de magnesio, se produce un cambio de bases, cal y magnesio y la sosa de la permatita, en tal forma que se forman bicarbonatos y sulfatos de sodio de una parte y permatita de calcio y de magnesio por otra. Este cambio tiene lugar según las fórmulas:

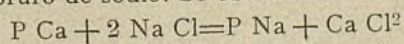


y de una manera igual para la magnesia.

Si el contacto es bastante prolongado, y la cantidad de permatita suficiente, el cambio se hace completamente, hasta en frío, es decir, hasta la eliminación completa de las sales de cal y de magnesia. Esta operación se hace por simple filtración del agua á través de una capa de permatita.

Los filtros empleados á este efecto se componen de cilindros verticales en los cuales se dispone, entre dos parrillas de plancha perforada, la capa filtrante de permatita que es atravesada de arriba abajo por el agua que hay que purificar.

El agotamiento de la permatita, es decir, la cesación del poder de cambio, no se produce hasta que el radical sodio es completamente reemplazado por el calcio ó magnesio, lo cual sucederá tanto más pronto cuanto más dura sea el agua. Entonces es cuando interviene la preciosa propiedad de este cuerpo que se presta á un cambio inverso, es decir, á una regeneración. Para retirar de la permatita el calcio y magnesio que absorbe y reemplazarlos por el sodio basta tratarla por el cloruro de sodio. Se obtiene así la fórmula siguiente:



Toda vez, que la afinidad que tiene la permatita por el sodio es mucho menor que la que muestra para el calcio y el magnesio de los cuales es ávida y por consiguiente, esta última reacción, la de la regeneración, sólo tiene lugar por la acción de masa. Será conveniente emplear mucho más (tres ó cuatro veces) cloruro de sodio que el que indica la fórmula.

La purificación es activada y facilitada, llevando la solución salina á la temperatura de unos 50 grados. La regeneración se puede obtener en algunas horas; se introduce la solución salina por la parte baja del filtro y se la hace subir lentamente á la capa de permatita, para desalojar poco á poco el agua que allí se encuentre; después se macera la permatita en esta solución durante cuatro ó cinco horas y se lava el filtro tanto como es posible con el agua depurada.

Todas las materias en suspensión de origen mineral ú orgánico, tales como los óxidos de hierro, el aceite, etc. disminuyen el poder de cambio y la actividad de la permatita obstruyendo los poros microscópicos por los cuales la materia actúa. Es, pues, indispensable hacer sufrir al agua que hay que tratar, si no es muy limpia, una filtración preliminar, en algunos casos después de tratada por el sulfato de alúmina.

No hay que olvidar que, como con el procedimiento calco-sódico, los sulfatos alcalino térreos son reemplazados íntegramente por sulfato de sodio, y que además, los bicarbonatos de cal y de magnesio son reemplazados por bicarbonato de sosa, lo que no tiene lugar con el procedimiento calco-sódico, donde el bicarbonato de cal es eliminado y precipitado bajo la forma de carbonato y la mayor parte de bicarbonato de magnesio bajo forma de hidrato de magnesia insoluble. Las purgas y las salidas frecuentes de líquido serán pues tan indispensables como con los otros métodos de purificación.

Cuando la cantidad de bicarbonato es notable, se les precipita antes con la cal y se emplea la permatita para completar la purificación.

El resultado de este sistema, según el autor, es que con el empleo de la permatita se obtiene por simple filtración un agua absolutamente pura, desde el momento que la dureza del agua es debida principalmente á los sulfatos. Este procedimiento puede ser conveniente también para las aguas bicarbonatadas, si se hace una precipitación previa de las mismas por la cal ó para aguas cualesquiera, pero en estos casos como complemento de una purificación con cal ó sosa que se supone insuficiente.

Después de la regeneración de la permatita es necesario, para evitar la introducción de cloruro de sodio en las calderas, asegurarse de su desaparición completa por medio de un ensayo con el nitrato de plata.

UN SALTO DE AGUA NOTABLE.—El cantón suizo del Valais posee ya un respetable record para la altura de los saltos de agua utilizados por la industria. El Salto de la Navizance en Chippis, tiene 600 metros de altura, el de la Viège de Saas en las fábricas de la Lonza, cerca de Stalden, llega á 700 metros; siendo de 950 metros el de utilización de las aguas del lago de Tanay para la alimentación de la central de Vouvry. Los saltos de 1000 metros de altura son ya casos hermosos para los técnicos, y parecía que una altura tal no debía ser traspasada. Se anuncia, sin embargo, que se va á crear un salto de

1.650 metros. La Sociedad de Electroquímica de París une su nombre á este record; se propone en efecto, transportar las fuerzas hidráulicas de Tully á más de 2.200 metros de altura.

En esta instalación, la ejecución de la tubería ofrece un interés especial; en su parte inferior deberá resistir una presión de trabajo de 165 atmósferas. La tubería, de una longitud de 4.500 metros formada de tubos de 600 y 500 milímetros de diámetro y de 6 á 45 milímetros de espesor, estará compuesta en su parte superior de tubos de acero soldados al gas de agua; para la sección inferior que tendrá que sufrir las más altas presiones, los tubos soldados no serían suficientes y se tendrá que acudir á tubos sin soldadura. Los tubos no soldados, formados de un bloque de acero estirado por medio de fuertes prensas, ofrecen por su perfecta homogeneidad, la mayor seguridad deseable para una instalación de esta naturaleza.

La instalación mecánica constará de cuatro unidades desarrollando cada una, una potencia de 3000 caballos á la velocidad de 500 vueltas por minuto. Serán turbinas con álabes intercambiables de acero forjado con una disposición estudiada para este caso particular.

Esta fijación presenta una seguridad absoluta, tanto contra los golpes repetidos de un chorro de agua cuya velocidad tiene el valor realmente prodigioso de 175 metros por segundo, como contra los efectos de la fuerza centrífuga, permitiendo al mismo tiempo el fácil recambio de los álabes en caso de avería.

Para la realización de este proyecto, la Sociedad de Electroquímica de París, ha adquirido de los ayuntamientos de Salvan y de Vernayaz la pradera de Barberine que es propiedad indivisa de los dos ayuntamientos. Esta pradera, situada á tres horas de Finhaut, estación del ferrocarril de Martigny á Chamonix, en el macizo que se extiende del Buet á los Dents du Midi, está rodeada por todas partes de cimas nevadas de donde descienden numerosas cascadas.

La Sociedad francesa ha ofrecido un precio superior al de la Dirección de los Ferrocarriles federales que estaba también en tratos de compra; su oferta ha sido aceptada y la venta ratificada por los habitantes.

El proyecto establecido por los ingenieros de la Sociedad de Electroquímica prevé la construcción de una presa de 50 metros de altura en un punto, donde el torrente del Agua Negra desemboca en la pradera de Emosson. Las aguas del lago así creado llegarán hasta la cabaña del Club alpino situado á una altura de 1.879 metros. El fondo del valle se encontrará á 1.836 metros, teniendo por lo tanto unos cuarenta metros de profundidad dicho lago.

La Sociedad se obliga á establecer caminos de acceso que permitan á los rebaños llegar justo hasta los que subsisten hoy, siendo su anchura de 2.50 metros. En cuanto á las viviendas existentes en la pradera, deberán naturalmente ser transportadas más arriba á las laderas de las montañas cercanas.

El vecindario de Salvan se reserva el derecho de gozar aún durante cuatro años de la pradera. Los trabajos deberán comenzar lo más tarde dentro diez años.

Esta concesión parece haber producido cierta emoción, sobre todo bajo el punto estético, y algunos periódicos esperan firmemente (*Suisse* 9 mayo 1913) que el Gobierno del Valais no ratificará la concesión. Bajo el punto de vista federal, no hay nada que lo impida, puesto que el proyecto de ley sobre las fuerzas hidráulicas que dá, en casos semejantes, la preferencia á la Confederación, no será votado hasta el año próximo. Se puede creer, en todo caso, que desde que los planos de la empresa, actualmente sometidos al Consejo de Estado de Sion, serán conocidos, se podrán hacer todas las observaciones para que la belleza de los Alpes de Barberine sea protegida en la medida posible.

EL QUILATE.—La ley francesa del 1.º octubre 1855 sobre las pesas y medidas, fija la nomenclatura de las unidades de pesos cuyo empleo es autorizado en las transacciones comerciales, así como el valor de cada una de ellas.

El quilate, medida de peso empleada en el comercio de piedras preciosas, perlas finas y diamantes, no está comprendido en esta nomenclatura, su valor no está fijado y oscila alrededor de 200 mg.

En Bolonia solamente vale 188.5 mg. mientras que el quilate de Arabia vale 254.6 mg.

En Amberes, pesa 205.3; en Amsterdam, 205.1; en Londres, 205.5 y en París, 205 mg.

Esta variedad de pesos, presenta, como se ve, por la diversidad de sus valores, todos los inconvenientes de las medidas arbitrarias antiguas, para la represión de las cuales fué concebido y creado el sistema métrico decimal.

A consecuencia de la intervención de la oficina central de pesas y medidas y de los cambios de impresiones que ha provocado entre las Cámaras de Comercio competentes de los diversos países, se ha propuesto fijar en 200 mg. el peso del quilate y darle la denominación de quilate métrico, de manera que pueda ser introducido en la tabla de pesas y medidas del sistema métrico.

Estas proposiciones han sido sometidas al examen de la conferencia general de pesas y medidas.

Esta conferencia ha recomendado á todos los gobiernos que hagan adoptar en sus países respectivos el quilate métrico de 200 mg.

Después de esta deliberación, el quilate métrico ha sido introducido en las medidas legales en España y Suiza. La misma medida va á ser tomada en Francia y Rumanía.

El Ministro de la Industria de Bélgica ha dispuesto un proyecto de ley recomendando el quilate métrico de 200 mg. El proyecto se apoya sobre una demanda formal de la Cámara de Comercio de Amberes.
