

# REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

## Obras públicas en Marruecos.

Pronto van á entrar en un período de actividad las obras públicas en Marruecos. El acta de Algeciras permite á los súbditos de todos los países la concurrencia en igualdad de condiciones á las subastas para adjudicaciones de obras públicas que emprenda el Gobierno de Marruecos.

El Sultán acaba de aprobar el programa formulado por el Comité especial. El pago de los trabajos estará garantizado, pues corre á cargo del Banco de Estado y éste cumple con toda puntualidad. Dicho Banco, creado por la Conferencia de Algeciras, se nutre de la recaudación de Aduanas.

Llamamos la atención de los Ingenieros y Contratistas españoles hacia las mencionadas obras, pues sería lástima que, aun dentro de nuestra zona de influencia, apareciese España pospuesta á los extranjeros, siendo así que ahora es la ocasión de demostrar la capacidad industrial y económica de nuestro país.

Nos proponemos publicar los anuncios de las subastas de dichas obras públicas á medida que se vayan acordando. Muy en breve insertaremos el primero, en el que el plazo para presentar proposiciones es de sesenta días.

Las primeras obras y suministros que se van á subastar son las siguientes:

- 1.º Caminos de comunicación con el puerto de Tánger, presupuestas en 180.000 francos.
- 2.º Obras de alcantarillado de Tánger (con cargo al presupuesto de la contribución urbana), 150.000.
- 3.º Barcazas, 75.000.
- 4.º Remolcadores, 75.000.
- 5.º Reparación de ciertas calles de Tánger, 70.000.

Además de éstas comprenden las obras que han de llevarse á cabo durante el primer ejercicio:

- 6.º Faros de Mazagán, 170.000.
- 7.º Á cuenta de las cantidades destinadas para las boyas y balizas previstas, 35.000.
- 8.º Faros de Larache y Mazagán, 40.000.
- 9.º La mitad de la suma destinada á instalación sanitaria en Tánger, 40.000.
10. Arreglo del puerto de Tánger (andamiaje, almacenes de explosivos, terraplenado del malecón), 25.000.
11. Á cuenta de las obras de arreglo de los puertos de Mazagán y Mogador, 300.000.

12. Á cuenta de las obras de arreglo del puerto de Rabat Salé, 75.000.

13. La mitad de las cantidades destinadas para obras previstas en el puerto de Tetuán, 25.000.

14. La mitad de las cantidades destinadas para obras previstas entre Río Martín y Tetuán, 40.000.

15. Obras de la carretera de Rabat Salé, 27.000.

16. La mitad de las sumas destinadas á las vías de comunicación con el puerto de Casablanca, 140.000.

17. La mitad de las sumas destinadas á las vías de comunicación con el puerto de Mazagán, 25.000.

18. La mitad de las cantidades destinadas á las vías de comunicación con el puerto de Safi, 30.000.

19. Malecón en Safi, 20.000.

20. La mitad de las sumas destinadas á las vías de comunicación con el puerto de Mogador, 25.000.

21. La mitad de las cantidades destinadas para obras de puentes entre Tánger y Alcázar, 75.000.

22. Anticipo para la traída de aguas á Tánger, 300.000.

13. Primeros trabajos de alcantarillado y traída de aguas á Casablanca, 150.000.

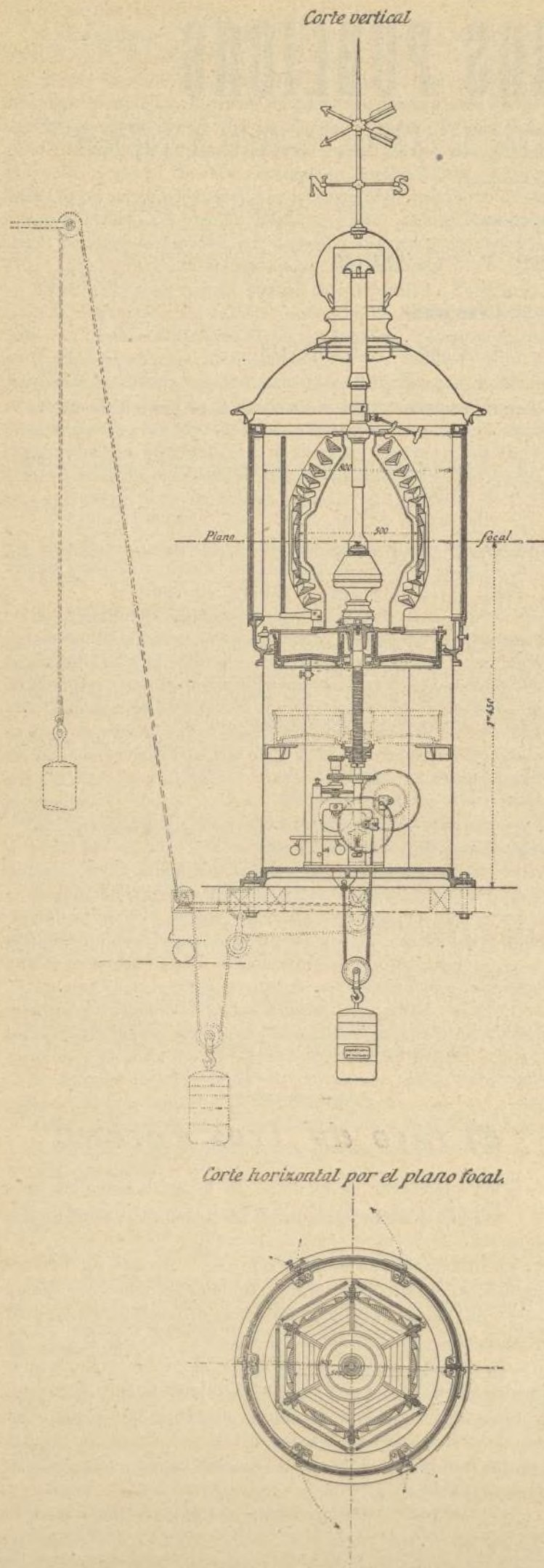
El presupuesto de este primer ejercicio, que se eleva á la cantidad de 2.142 500 francos, prevé una reserva de 50.000 francos, destinados á trabajos imprevistos y gastos de expropiación.

## El faro de Tres Forcas.

Se ha encendido por primera vez la luz del faro del cabo de Tres Forcas. En corto número de días el distinguido Ingeniero Jefe del Servicio Central de Señales Marítimas, D. Guillermo Brockmann ha elegido sobre el escarpado terreno del citado cabo el emplazamiento y se han ejecutado bajo su dirección las obras para la instalación provisional del aparato. La rapidez con que ha llevado á cabo su cometido en las circunstancias actuales, ha merecido unánime aplauso; por nuestra parte le hemos felicitado telegráficamente por el brillante desempeño de la misión que se le había confiado. Hoy pueden navegar con más seguridad los barcos frente á aquellas temibles costas, y este acto de España se ha de ver con simpatía por las demás Naciones.

El faro baliza el canal del Sur del Mediterráneo para la navegación entre el Estrecho de Gibraltar y las costas de Argelia, siendo de recalada para Melilla.





Hace tres años por Real orden del Ministerio de Fomento se manifestó la conveniencia de que se construyese por cuenta de España un faro en el Cabo de Tres Forcas y emitieron dictamen favorable los Ministerios de Estado y Marina.

Creemos que se entablaron negociaciones con el Gobierno de Marruecos; pero transcurrido el tiempo sin llegar á una solución, y habiendo cambiado el aspecto de las cosas al ocupar el Ejército español la Península de Tres Forcas, parece ser que recibió el Gobierno la indicación de la oportunidad de establecer un destacamento en el mencionado Cabo para proteger la construcción del faro.

Como el establecimiento del faro definitivo exigía un plazo de un año y medio, propuso el Servicio Central de Señales Marítimas á la Dirección general de Obras públicas una solución rápida y de resultado eficaz é inmediato instalando provisionalmente un aparato universal de destellos rápidos, dándole la apariencia aprobada para la luz del nuevo faro.

En 28 de Septiembre, aprobado el presupuesto de dicha instalación, se encargó por la Dirección de Obras públicas al Ingeniero Jefe del Servicio Central de Señales Marítimas realizase la instalación con la mayor urgencia enviando inmediatamente el material á Melilla y comenzando la obra tan pronto como lo autorizase el General en Jefe del Ejército de operaciones.

Al día siguiente salió para Melilla dicho Ingeniero Don Guillermo Brockmann, y fué inmediatamente al Cabo de Tres Forcas á elegir el emplazamiento. Determinado éste y protegido por el conveniente destacamento empezaron en seguida las obras, construyéndose un basamento de fábrica sobre el cual se ha hecho la instalación.

El aparato instalado es del modelo llamado universal, de la casa Barbier, Benard y Turenna. Está compuesta su óptica de seis lentes, con una distancia focal de 0<sup>m</sup>,250 y las prismas que pueden observarse en la figura; la altura del plano focal sobre la plataforma de unión del aparato es de 1<sup>m</sup>,450, y la de la linterna 0<sup>m</sup>,800. En los cortes vertical y horizontal que presentamos, se puede ver claramente la disposición del aparato para producir el movimiento, el flotador de mercurio, la lámpara y la disposición de la óptica y de las pantallas para modificar las apariencias. El aparato puede dar una revolución en 10'' ó en 9''; para lograr esta última velocidad es necesario aumentar el peso motor convenientemente y disminuir la longitud de las varillas de los frotadores de los reguladores. El aparato ha costado 24.000 pesetas y otro tanto la instalación del faro en el Cabo de Tres Forcas. En el ángulo de tierra se han colocado planchas de blindaje para preservarlo de las balas de fusil á que está expuesto en algún ataque imprevisto.

## ASOCIACIÓN INTERNACIONAL PARA EL ENSAYO DE MATERIALES <sup>(1)</sup>

### CONGRESO DE COPENHAGUE

Septiembre 1909.

La Sección A se reunió de nuevo en la Casa Ayuntamiento de Copenhague el viernes 10, continuando sus trabajos en el orden en que se exponen á continuación y consignando las conclusiones en el lugar que les corresponde.

(1) Véase el núm. 1.777.



### Alambre de cobre.

La Memoria *Ensayos sobre la calidad de los alambres de cobre* de los Profesores E. Schüle y E. Brunner, de Zurich, contiene unas tablas muy completas en las que se consignan los resultados de los ensayos de tensión, torsión y flexión, hechos por la Institución Federal Suiza de Ensayos y por la Asociación Electrotécnica Suiza; también se hicieron ensayos repetidos de flexión con una máquina especial que permitía someter los alambres á flexiones inversas hasta que se producía la rotura. Según dicen los autores, los hilos de trabajo de la tracción eléctrica en los puntos de sujeción sufren flexiones locales que ejercen una influencia muy perjudicial sobre su duración, ésto además de los esfuerzos de tracción producidos por la flecha y por la temperatura. Á instancias del Ministerio Federal de Ferrocarriles de Berna se hicieron ensayos de flexión repetidos con un alambre de cobre de 8 milímetros, dulce, semiduro y duro, habiendo llegado al resultado de que únicamente el último podía resistir millares de flexiones en uno y otro sentido sobre un radio de 4 metros con una carga de 200 kilogramos por cm.<sup>2</sup>

Mr. Le Chatelier reconoce que los ensayos alternativos que se acaban de citar constituyen la cuestión más importante que se ha planteado ante el Congreso, sobre la cual pocos trabajos se han hecho hasta la fecha, mientras que los ensayos estáticos son conocidos desde larga fecha. MM. Schüle y Brunner dan los resultados de experimentos muy interesantes relativos al cobre, pero no dicen nada respecto de otros metales. Hace ya algunos años que Bauschinger llamó la atención sobre los ensayos de duración, los cuales exigen mucho tiempo, meses enteros, y son muy costosos; actualmente se dispone de millones de ensayos por tracción, mientras que de aquéllos habrá unos 200 ó 300. Mr. Guillet, de la Facultad de Ciencias de París, también ha hecho experimentos muy interesantes sobre esta cuestión. Mr. Le Chatelier se ocupa á continuación de los ensayos de tensión, de la elasticidad, agregando que ninguna sustancia es realmente elástica, siempre hay deformaciones permanentes, pero son tan pequeñas que se pueden despreciar en las aplicaciones; cuando las fuerzas aplicadas pasan del límite elástico se presentan deformaciones permanentes, y, finalmente, ocurre la rotura, después de pasar el metal por un estado especial intermedio. En los métodos de ensayo generalmente empleados no es posible seguir de una manera gradual las deformaciones y transformaciones que tienen lugar, pero sí en el seguido por Guillet, antes citado; aquéllos tienen además el inconveniente de que hasta que están terminados, es decir, hasta que el material está roto, no se conocen sus condiciones mecánicas.

Los ensayos lentos tienen la ventaja de que hacen posible observar las alteraciones del metal á medida que se van presentando. La química creó la metalurgia, vinieron después los ensayos mecánicos, y últimamente la metalografía, á la que se deben tantos progresos. Un procedimiento nuevo, que permite estudiar los metales en un estado viscoso producido por la acción de las fuerzas, prestará grandes servicios. El método de Guillet antes indicado constituirá el objeto de una Memoria que se presentará en el Congreso próximo. Elogia en términos muy afectuosos la Memoria de Mr. Howard sobre ensayos lentos del acero.

El Profesor Heyn dice que el nombre de Wöhler hay que citarle al mismo tiempo que el de Bauschinger cuando se hable de ensayos de duración, y que espera con mucho

interés los trabajos prometidos para el Congreso próximo.

Se leyó una carta de Mr. James E. Howard, de Watertown (Man. E. U.), en la que hacía presente su sentimiento por no poder asistir al Congreso para leer su Memoria é intervenir en la discusión. Insiste sobre la importancia de los ensayos de duración y espera que los congresistas comunicarán sus observaciones y estudios sobre el particular.

### Duración del acero sometido á esfuerzos alternativos.

Este es el título de la Memoria de Mr. Howard, que empieza diciendo que muchos experimentadores han emprendido este estudio después de iniciado por Wöhler, y á pesar de lo mucho que se ha trabajado, todavía queda envuelta en la oscuridad la fase que precede á la rotura y que la determina finalmente. Á la Memoria acompañan diagramas formados con los resultados de los ensayos hechos con seis clases de acero, con dosis de carbón que variaban de 0,17 á 1,09 por 100, obtenido en forma de barras laminadas en caliente, preparadas para el comercio corriente. Las probetas, que eran cilindros de 25,4 milímetros de diámetro, se apoyaban en dos cuchillos distantes 838 milímetros; se cargaron transversalmente en el centro de su longitud con un doble cojinete, cuyas dos partes estaban separadas 102 milímetros, disposición que tenía por objeto cargar uniformemente una pequeña longitud de cilindro que giraba á razón de 500 vueltas por minuto.

Una probeta que tenía 0,55 por 100 de carbono resistió 21 kilogramos por mm<sup>2</sup> en la fibra inferior; después de 76.326.240 alternancias se elevó el trabajo á 42 kilogramos por mm<sup>2</sup>, produciéndose la rotura al cabo de 8.100 alternancias más.

Un acero de 0,82 por 100 resistió muchas más alternancias que el anterior. Á medida que la carga aumentaba y se aproximaba al límite elástico del acero, la duración de éste decrecía notablemente. La carga límite para una duración indefinida era muy inferior al límite elástico por tensión, admitiendo la existencia de aquélla como evidente si después de millones de repeticiones el material no se alteraba.

Un hecho interesante en los ensayos de los aceros con cargas alternativas y repetidas es la rotura del metal con fuerzas muy inferiores al límite elástico, y la obtención de este resultado para todas las clases de metal, sin observar un alargamiento permanente ni una contracción apreciable; por lo tanto, se presenta una cuestión, y es la de averiguar el valor que hay que atribuir á la propiedad que posee el acero de alargarse ó contraerse en condiciones de carga, para las cuales prácticamente no se presentan ninguna de estas condiciones.

Otro hecho notable es la duración máxima manifestada por los aceros de 0,73 y 0,82 por 100 de carbono respectivamente, es decir, por aquellos cuyas dosis de carbono están próximas á la saturación.

Puesto que es cierto que cargas inferiores al límite elástico determinan la rotura, hay motivo fundado para creer que los esfuerzos efectivos que producen la separación de los elementos del acero alcanzarán en ciertos puntos el valor del límite elástico del metal. Las causas que se oponen á la distribución uniforme de las fuerzas, contribuyen necesariamente á la producción de esfuerzos locales superiores al valor medio.

Si se admite que los efectos de las variaciones de densi-



dad y de las tensiones interiores se suman, hay alguna razón para esperar que los esfuerzos aplicables en los ensayos se aumenten con las tensiones interiores y que las cargas máximas reales alcancen límites muy superiores á las nominales, aproximándose en ciertos casos á la resistencia del metal á la tracción.

La realidad conduce á suponer que la rotura se determina eventualmente por el efecto acumulado de las tensiones interiores y de las cargas aplicables, así como que un aumento de la resistencia á la tracción, permaneciendo constantes los demás elementos, tiende á prolongar la duración del metal. Otras explicaciones se ocurren, pero no parecen tan fundadas como la expuesta. La duración de las probetas reconocidas no es mucho mayor.

#### Memoria sobre los ensayos de los metales por choque.

Este interesante trabajo fué presentado por Mr. G. Charpy, de Montluçon (Francia), y en él empieza su autor por relatar la historia de los ensayos de los metales por choque y los progresos realizados desde el último Congreso. La palabra «fragilidad» no se ha definido todavía con bastante exactitud; según la Comisión francesa, un material es frágil cuando se rompe con facilidad. Hay que distinguir entre la fragilidad estática y la dinámica ó fragilidad por choque, es decir, la propiedad que tienen los cuerpos de poseer poca resistencia estática ó poca resistencia dinámica; la expresión «fragilidad» concuerda preferentemente con la segunda. Mr. Anerbach ha propuesto que la «fragilidad» se caracterice por la diferencia entre la carga de rotura (en kilogramos por mm<sup>2</sup>) y el límite elástico (en la misma unidad), ó por cualquier otra función multiplicada por aquella diferencia.

Mr. Considère en 1889 medía la fragilidad por la relación entre dichas resistencias. La Comisión francesa ha llegado á la conclusión de que no es absolutamente necesario expresar en números la fragilidad, porque cualquiera que sea el punto de vista que se tome y la causa que lo produzca, constituye una propiedad inherente á los cuerpos, cuya resistencia, tanto estática como dinámica, es muy pequeña, lo mismo que las deformaciones correspondientes.

Después de considerar las definiciones que de «fragilidad» han dado varios experimentadores, así como los ensayos realizados en multitud de condiciones, Mr. Charpy dice que la expresión «ensayo por choque» lleva consigo la idea de rotura instantánea, la cual no es posible que exista, sobre todo cuando se trata de metales maleables. La deformación que produce el choque es más ó menos rápida, pero nunca instantánea ni con velocidad uniforme; puede también suceder, cuando se ensaya un metal que exige un trabajo de rotura algo inferior al que puede proporcionar el martinete empleado, que la deformación se inicie con una velocidad muy grande y termine con otra muy pequeña.

Hay además una dificultad de interpretación que es preciso tener en cuenta: no es suficiente estudiar sucesivamente las deformaciones producidas por aplicación graduada de las cargas ó por choque, hay que considerar las que tienen lugar cuando las velocidades varían entre límites muy amplios á partir de cero; la cuestión que hay que resolver consiste en determinar la relación que existe entre los ensayos que producen la misma deformación con velocidades diferentes, y si hay metales para los cuales dicha relación presenta una discontinuidad para un cierto valor de la velo-

cidad. Es un hecho bien conocido que la velocidad de deformación tiene una influencia notable sobre los resultados de los ensayos hechos con las máquinas ordinarias.

Según Mr. Charpy no es imposible que ciertos metales puedan presentar, para velocidades de deformación relativamente pequeñas, la discontinuidad que los experimentos hechos hasta la fecha no han encontrado, por cuya razón será siempre prudente asegurarse, mediante un ensayo previo y directo, de que el metal que se estudia no posee una sensibilidad especial al choque. Los aparatos para los ensayos por choque dispuestos de tal manera que miden la fuerza viva que conserva el martillo después del choque, dan inmediatamente y por simple lectura el trabajo de la rotura, mientras que para deducir éste de un ensayo por acción lenta, es preciso dibujar un diagrama y medir su superficie, operación larga y muy delicada. Para obtener resultados comparables es indispensable que se opere siempre en las mismas condiciones, es decir, emplear una masa de peso constante, que caiga de una altura determinada sobre probetas de forma y dimensiones perfectamente definidas.

Las innumerables Memorias que recientemente se han publicado sobre estas cuestiones, llevan á la conclusión de que el ensayo lentó por tensión universalmente adoptado y que, por decirlo así, define un metal, se completa perfectamente con el ensayo de flexión sobre probetas con entalladuras.

Se ha observado repetidas veces que dos metales cuyas cargas de rotura por flexión son idénticas, y que se pliegan sin grietas, se rompen por flexión en probetas con entalladuras, con deformaciones y trabajos muy diferentes. Mr. H. Le Chatelier ha observado que ciertos resultados que se obtienen con esta clase de probetas se pueden explicar, si se admite que la rotura de un mismo acero puede producirse á través de la perlita ó de la ferrita indistintamente. Esta ingeniosa concepción de las fracturas intracelulares é intercelulares, comprobada con toda claridad en algunas aleaciones, no parece que es aplicable á los aceros dulces. En las probetas con entalladuras, el elemento que constituye el fondo de éstas se deforma mucho más rápidamente que las de más y se rompe cuando éstas apenas se han modificado. De los conocimientos hasta ahora adquiridos parece deducirse que los ensayos por tensión y los de flexión sobre probetas con entalladuras son los más distintos. Los ensayos de tensión con estas últimas, deben corresponder al último período de los ensayos por tracción sobre probetas cilíndricas.

Se ha observado que las roturas accidentales de los ejes de las máquinas marinas son mucho menos frecuentes cuando se tiene cuidado de emplear metales que den buenos resultados en los ensayos á flexión con probetas con entalladuras. Lo mismo puede decirse sobre las barras de los martillos de vapor. Hace muchos años que la marina francesa ha adoptado los ensayos antes citados para la recepción de las planchas para corazas; el Presidente de la Comisión encargada de este trabajo, Mr. M. de Maupeon d'Ableiges, declaró en el Congreso de Bruselas que, según su experiencia, los ensayos con probetas con entalladuras constituyen un guía excelente en la fabricación de corazas para evitar su fragilidad, como lo demuestran los experimentos hechos con cañones. En cambio, en una Memoria que presentaron al mismo Congreso MM. Snyders y Hackstroh, Ingenieros de la Armada en Holanda, se describen unos experimentos de los que se deduce que corazas de acero fundido que habían dado malos resultados en los ensayos con probetas con entalladu-



ras, resistieron perfectamente los efectos de los disparos de cañón. La contradicción entre estos hechos es más aparente que real, y se funda en la confusión que existe sobre la significación de la palabra «frágil».

De que una pieza esté constituida por un metal que dé un trabajo pequeño á la rotura cuando se la ensaya en probetas con entalladuras, no puede ni debe deducirse que se romperá indefectiblemente cuando se la someta á otro ensayo; lo contrario sería atribuirle un valor absoluto que no puede poseer.

El ensayo sobre probetas con entalladuras, como cualquier otro ensayo mecánico, sólo puede indicar el valor relativo de dos probetas.

Mr. Charpy termina su trabajo proponiendo que el Congreso defina un método tipo que, sin constituir una imposición, pueda recomendarse para servir de término de comparación, tomando por punto de partida de la discusión la Memoria de MM. Martens, Stribeck, Lasche y Ehvensberger. Además, y para definir las circunstancias en que convendría aplicar el ensayo de flexión por choque en probetas con entalladuras, el Congreso se dirigirá á todos los Ingenieros y constructores que puedan proporcionar datos directos, enviará á los Laboratorios, dotados de medios convenientes, probetas que hayan dado lugar á observaciones interesantes y se nombrará una Comisión que centralice los resultados obtenidos y estudie las proposiciones que convendrá presentar en el Congreso próximo.

El Profesor Schüle, refiriéndose á las máquinas de ensayo, dice que hay otros modelos además del de péndulo, entre los cuales está el construido por Amsler-Laffon, que registra muy sencillamente el trabajo absorbido y ocupa muy poco espacio, la cual no debe ser rechazada por la Comisión que se cree solamente porque la Comisión alemana haya adoptado el modelo «Charpy».

Mr. Charpy muestra su conformidad con el Profesor Schüle y ruega que las conclusiones alemanas sirvan de guía al trabajo que se emprenda, pero sin el carácter de restricción; se revisarán, se simplificarán si se considera necesario, variando en la forma que se crea más conveniente las condiciones generales.

Si la Comisión alemana ha adoptado su aparato, cosa que agradece muchísimo, ha ido demasiado lejos en sus resoluciones; cree que se debe admitir todo aparato que reúna condiciones, como se hace en los demás ensayos en los que rara vez se especifica el tipo de máquina que se ha de emplear; lo que sí hay que especificar es que produzca la rotura al primer golpe y que tenga medios para medir el trabajo realizado; también se fijarán de una manera general las dimensiones y forma de los apoyos y probetas, así como la separación de los primeros. Actualmente hay gran variedad en estos elementos y es de necesidad absoluta que se informen para que los resultados de los ensayos sean comparables.

Mr. Charpy ha propuesto para las probetas las dimensiones  $30 \times 30 \times 160$  milímetros con una entalladura central de 15 milímetros de profundidad, terminada por una cavidad de 2 milímetros de radio; ahora bien, teniendo presente que las probetas han de estar proporcionadas con la pieza de que proceden, adopta otro modelo de  $10 \times 10$  milímetro con entalladura de 5 milímetros y cavidad de un milímetro de radio; estos dos modelos son suficientes por el momento. Propone además, provisionalmente, que cuando se trate de material laminado, planchas y barras, en cuyo caso

los ensayos se han de aplicar á todo el espesor á consecuencia de las variaciones de la calidad del metal, las probetas tengan un espesor igual al de la plancha ó barra, con un ancho normal de 30 milímetros y una entalladura central normal á la dirección del laminado de 15 milímetros de profundidad con una cavidad de 2 milímetros de radio. Las superficies laminadas se conservarán en las probetas sin alteración alguna.

El Profesor Schüle manifiesta que es muy interesante conocer el trabajo que sufre la probeta por unidad de volumen, el cual suele ser independiente de la profundidad de la entalladura.

Mr. Chartier, de París, dice que por lo que se refiere al acero ordinario para puentes y armaduras, no sólo son distintas unas barras de otras, sino que en una misma se suelen encontrar grandes diferencias en su constitución, razón por la cual es de todo punto necesario multiplicar el número de ensayos. No se trata únicamente de obtener probetas de forma y dimensiones convenientes, sino que también de que su preparación sea fácil y económica.

Los tipos que propone Mr. Charpy son excelentes, sobre todo para el material de buena calidad forjado ó laminado; para otros resultan caros. Propone que en los ensayos ordinarios y corrientes se emplee un método muy sencillo, reservando las probetas Charpy para aquellos casos en que haya que dirimir diferencias entre los fabricantes y sus clientes.

El Profesor Heyn opina que el problema es muy complicado, que en él hay que considerar muchos aspectos y que su estudio y resolución no son propios de un Congreso, sino de una Comisión poco numerosa. Hay en él un gran número de condiciones variables, para eliminar el mayor número posible, así como para facilitar la comparación de los resultados, la Comisión alemana adoptó el aparato Charpy.

Mr. Charpy declara que no está conforme con el Dr. Heyn porque únicamente hay dos puntos de importancia que requieran acuerdo; los de detalle en que éste no existe se pueden considerar más adelante. Por otra parte, es absolutamente necesario dar normas para realizar los ensayos por choque, cada día más extendidos, para que sus resultados puedan inspirar alguna confianza, cuestión que conviene estudiar y resolver lo antes posible. Dice que propuso las condiciones antes citadas en beneficio de los fabricantes que están dispuestos á adoptar los ensayos por choque, sin especificar ni hacer alusión alguna respecto de su aparato.

El Profesor Heyn vuelve á afirmar que la comparación sólo es posible cuando se usa el mismo tipo de máquina. Sin embargo, cree que se debe dejar una libertad muy amplia á los fabricantes para adoptar el tipo de aparato que tengan por conveniente, pero refiriendo los resultados obtenidos á una máquina patrón para que sean comparables. Con este motivo cita numerosos ensayos por choque hechos en Inglaterra, que demuestran la dificultad de establecer comparaciones. Sostiene que un Congreso no es el indicado para resolver la cuestión que se discute.

Mr. Charpy, muy humorísticamente, manifiesta que sería un ingrato si no reconociese que su máquina era la mejor que se conocía, vista la forma en que se había llevado la discusión. Sin embargo, admite la posibilidad de que con el tiempo se pueda construir otra más perfecta que la suya.

Mr. Le Chatelier dice que la cuestión de los ensayos por choque se planteó hace seis años, que siete ú ocho Memorias se presentaron en el Congreso de Budapest, y que también



se discutió sobre aquélla en el de Bruselas, sin llegar á ningún acuerdo. Se ha continuado trabajando y no debe concluir el Congreso sin tomar alguna determinación, puesto que de lo contrario daría una prueba de ineptitud; propone que se tome alguna resolución

Mr. Greiner cree que son muy pequeñas las diferencias que hay entre la Comisión alemana y Mr. Charpy respecto á la máquina que hay que emplear; tanto uno como otro están conformes en que cada establecimiento adopte la que tenga por conveniente, refiriendo los resultados obtenidos al tipo Charpy en los casos en que haya discrepancias. En esto está conforme la Sección, lo mismo que en lo que se refiere á las dimensiones de las probetas.

Mr. Le Chatelier disiente de lo dicho por Mr. Greiner, y dice que considera lleno de dificultades el referir á la máquina Charpy los ensayos realizados en todas partes con diferentes modelos, entre los cuales los hay de tamaños muy distintos; además, como no es posible que todas las probetas tengan la misma constitución, cuando ocurren anomalías en los ensayos, no se sabe á quién atribuir las, si á aquéllas ó á las máquinas. Los ensayos alternativos de Schüle son más exactos, y si únicamente se considerase un tipo de aparatos, podría decirse que el Congreso había dado un gran paso en el camino del progreso. Hay que considerar como dos cuestiones distintas: la relativa á las probetas sobre la cual hay conformidad, y la correspondiente á las máquinas.

Mr. Charpy dice que está conforme, y por último, la Sección adopta su propuesta sobre forma y dimensiones de probetas antes citadas, así como que la maza tenga un filo redondeado con un arco de 2 milímetros de radio y produzca el choque en el centro de aquéllas sobre la entalladura. Los apoyos tendrán sus filas en igual forma que la masa y distarán uno de otro 120 ó 40 milímetros según el tamaño de las probetas. La rotura se producirá al primer golpe, con un aparato que registre el trabajo absorbido; un termómetro es también necesario, pues la temperatura ha de estar comprendida entre 15 y 25° C. Se acordó que una Comisión hiciera un estudio comparativo de los diversos modelos de aparatos.

#### La definición de la resistencia en los ensayos por choque.

La Memoria que lleva este título tiene por autor á monsieur L. Révillon, de París. Empieza en ella por consignar los datos y resultados de varios ensayos hechos con probetas con entalladuras en un aparato Guillery con varias clases de acero, llegando á las conclusiones siguientes: que las resistencias son independientes de la longitud de probeta exterior á los apoyos; que cuando la distancia entre éstos (ó sea el ancho del yunque) disminuye, aquéllas aumentan; que probetas semejantes, rotas sobre el mismo yunque, dan resistencias por unidad de superficie, que no son comparables, pero que sí lo son cuando el ancho de aquél varía proporcionalmente á las dimensiones de la probeta. De los experimentos hechos se deduce que en los ensayos por choque se pueden comparar los resultados obtenidos con probetas de dimensiones diferentes, refiriendo los números encontrados á la unidad de sección sin entallar, con la condición de operar siempre con probetas semejantes, cuya relación de semejanza se aplique también á la distancia entre los apoyos.

Si estos experimentos primeros se confirman, bastará

adoptar una probeta tipo, y en todos los casos y para todos los aparatos, modificar en una cierta relación todas las dimensiones de dicho tipo y la distancia entre apoyos, para llegar á la unificación de los ensayos por choque, necesaria para vencer los obstáculos que se oponen á su aceptación.

#### Influencia de la temperatura en los ensayos por choque.

Los autores de esta Memoria son MM. L. Guillet y L. Révillon. Empiezan por citar los trabajos de Mr. Charpy, el cual ha demostrado que los resultados de los ensayos por choque varían con la temperatura de la probeta, habiendo encontrado que la resiliencia (trabajo específico realizado durante la fractura) crece desde la temperatura ordinaria hasta 150° C para luego decrecer y pasar por un mínimo entre 400 y 500° C.

Los autores han hecho ensayos por choque con temperatura variable para confirmar la fragilidad «al azul»; el metal empleado fué acero con dosis creciente de carbón del 2 al 7 por 100, acero níquel y acero níquel-cromo con 4,38 por 100 de níquel y 0,85 por 100 de cromo; los tres aceros fueron recocidos en el aire á 800° C.

Todas las probetas se han roto en un aparato Guillery sobre yunque de 40 milímetros de luz y con una energía inicial de 60 kilogramos. Los ensayos han demostrado:

1.—Cuando varía la temperatura de un acero, hasta 200° C aumenta su resistencia al choque, luego disminuye, pasa por un mínimo y vuelve á crecer de nuevo cuando se pone al rojo.

La temperatura de fragilidad máxima es siempre la misma, 475° C., rojo naciente, muy visible en la sombra arrojada por la parte superior del aparato; dicha temperatura no es la que se ha convenido en llamar el azul (300°-325° C.). No hay fragilidad particular en un metal roto á la temperatura del azul.

2.—La resistencia mínima existe en los aceros ordinarios como en los especiales examinados (Ni y Ni-Cr.).

3.—Hay una resistencia máxima, aunque menos determinada, entre 150 y 200° C., según la naturaleza del metal. Á esta temperatura todos los aceros ensayados dan menos de 10 kilogramos. No existe, por lo tanto, verdadera fragilidad. Uno de los aceros más frágiles dió 5 kilogramos en frío y 10 á 200° C.

4.—El valor mínimo de la resistencia á 475° C. desciende, en general, por debajo del valor obtenido á la temperatura ordinaria, siendo la diferencia 6 ó 7 kilogramos, la cual es tanto mayor cuanto el acero es más dulce.

5.—En los aceros al níquel, la diferencia entre el valor mínimo de la resistencia y el que tiene á la temperatura ordinaria es mucho más marcada que en los aceros ordinarios. He aquí los números: 25 kilogramos á temperaturas ordinarias, 12 kilogramos á 475° C.

6.—En los aceros al níquel ensayados, la resiliencia en frío y la mínima es 16 kilogramos, creciendo después la curva muy lentamente.

7.—No parece que exista relación alguna entre la variación de la resistencia y los puntos de transformación.

8.—Nunca se ha observado una fragilidad bastante grande para que pueda explicar la experiencia bien conocida que consiste en romper un palastro de acero dulce á la temperatura del azul.



### Nota sobre la rotura por choque longitudinal de probetas cilíndricas normales.

Un extracto de esta Nota fué leído por su autor Mr. Wélikhow, de Moscou.

Hasta ahora, dice, los ensayos de tensión por choque no se han extendido mucho á pesar de que el aparato ideado por el Profesor Martens justifica su empleo y da buenos resultados. En estos últimos años la atención de los experimentadores se ha consagrado principalmente á la comprensión, y muy especialmente á la flexión por choque. Sin embargo, estos dos últimos procedimientos poseen muchos defectos esenciales, no pudiendo compararse los resultados de estos ensayos con los de los estáticos. Describe el aparato que para los ensayos por choque posee la Escuela Imperial de Ingenieros de Moscou, instalado en 1899, y en trabajo continuo para el estudio de la carga dinámica y de las oscilaciones de los cuerpos elásticos sometidos á choques.

El trabajo que produce la masa al caer se mide con todo cuidado para diferentes alturas de caída antes de hacer los ensayos. El autor describe varios de éstos consignando sus resultados en tablas, deduciendo las siguientes conclusiones:

1.—El ensayo de flexión por choque de probetas con entalladuras tiene, sin duda alguna, un gran interés, porque caracteriza perfectamente la fragilidad del metal, razón por la cual es digno de que se propague. Ahora bien; como no está en relación directa con los ensayos normales fundamentales á la tracción, sólo da la resistencia viva del material, y no permite comparar los resultados numéricos obtenidos con los correspondientes al ensayo estático de tracción.

2.—El ensayo de tracción por choque se hace muy fácilmente con el martinete de Martens, el cual da con toda exactitud el trabajo de la rotura, así como los alargamientos y contracciones.

3.—Los resultados obtenidos con los ensayos de tracción por choque concuerdan perfectamente con los correspondientes á los ensayos estáticos, tanto por lo que se refiere á las deformaciones como á las cargas de rotura.

4.—El ensayo de tracción por choque, en casos determinados puede reemplazar al ensayo estático de tracción, y proporciona todos los elementos característicos del metal, excepto el límite elástico, el cual puede determinarse considerando como una parte fija de la carga de rotura.

### Reglas internacionales para los ensayos de materiales.

Un discurso muy interesante pronunció el Doctor W. Exner, de Viena, en el cual empezó por reconocer que el desarrollo adquirido por las Asociaciones para ensayos ha sido muy considerable y de consecuencias prácticas, á pesar de lo cual, todavía queda mucho por hacer. Muy poco se ha avanzado en el aspecto legislativo de la cuestión, esto es, en la intervención de los Gobiernos, los cuales han demostrado poseer un criterio poco definido, porque así como se han preocupado mucho, por regla general, del material móvil para ferrocarriles, nada han hecho respecto de los automóviles, los cuales pueden circular con entera libertad por todas partes, á pesar de que constituyen un verdadero peligro para el público, tanto por la inexperiencia de los conductores como por la carencia de toda inspección en las fábricas; lo mismo puede decirse sobre los aparatos de aviación. Hora es ya de que los Gobiernos se preocupen por tal estado de cosas y dicten medidas legislativas sobre la calidad de los

materiales, así como su procedencia y destino. Sería muy conveniente el establecimiento de Laboratorios oficiales cuyos certificados tuvieran gran valor legal, no solamente en el país en que radican, sino que también en los inmediatos, cuando fuera necesario, cuestión que se resolvería al celebrar Tratados de comercio. Hasta ahora, termina el orador, la Asociación ha actuado como Príncipe; es necesario que de aquí en adelante obre como Rey.

La Sección hace presente al Dr. Exner su satisfacción por su discurso y ofrece dar cuenta de él á la Junta directiva.

\*\*\*

Mr. Le Chatelier dice que en la sesión anterior de la Sección A, Metales, se trató de los nombres de los elementos constitutivos de los hierros y aços al discutir la Memoria de MM. Howe y Sauveur. Reunidos MM. Stead, Heyn, Rosenhain, Charpy y él, han llegado á un acuerdo sobre la cuestión, redactando una lista de dichos elementos, describiéndolos, consignando sus características, su acción, etc., y prescindiendo de la trustita y sorbita, que se estudiará más adelante. Mr. Benedicks reserva su aceptación y la Sección aprueba el trabajo de aquellos señores.

\*\*\*

El Príncipe Gargarine, de San Petersburgo, presentó los diagramas obtenidos con un aparato registrador automático, que proporcionan la relación entre la fuerza aplicada en los ensayos por choque y las deformaciones correspondientes.

### Fuerzas interiores.

No se leyó ninguna de las Memorias que tratan de esta cuestión, cuya discusión, según Mr. Mesnager, está llena de dificultades, haciendo referencia á las diferentes significaciones que tienen las mismas palabras, según los países, por lo cual propone que una Comisión se encargue de estudiar y proponer la unificación correspondiente.

Con un corto discurso del Presidente, Mr. O. Busse, y con otro de Mr. Greiner en nombre de los congresistas, se dieron por terminadas las sesiones de la Sección A.

\*\*\*

Por la tarde los congresistas se embarcaron en Copenhague y se dirigieron á Skodsborg.—Ω.

(Se concluirá.)

## EL LABORATORIO ELECTROTÉCNICO

DE LA

CASA BERENGUER DE BARCELONA (1)

El rápido desarrollo que han adquirido las instalaciones de transporte de energía por medio de la electricidad, las fuerzas considerables que deben transmitirse por líneas aéreas y las longitudes enormes que estas líneas alcanzan, han conducido á elevar cada día más las tensiones de servicio. En efecto, colocadas generalmente por la naturaleza las grandes fuentes de energía en sitios despoblados, apartados de vías de comunicación, y lejos de todo centro industrial, que imposibilitan

(1) De *La Energía Eléctrica*.



ó cuando menos dificultan mucho su aprovechamiento en el mismo lugar de origen, se hace preciso su transporte donde puedan ser aprovechablemente consumidas, y como á medida que aumenta la tensión adoptada, disminuye el coste de la línea, de ahí una de las causas, tal vez la principal, del aumento que en pocos años han sufrido las tensiones de los transportes aéreos de energía eléctrica. Así mientras algunos años atrás, no muchos, las instalaciones de 15.000 voltios se consideraban como instalaciones de muy alta tensión, y á ese voltaje se mantuvieron estacionarias durante algún tiempo, subiendo luego paulatinamente hasta 20, 25 y 30.000, á partir de esta tensión han aumentado en frenética carrera, pasando hoy día por 50 y 60.000 voltios como cosa corriente, llegando con ardidez al voltaje enorme de 100.000 y estudiando aún la posibilidad de elevar la tensión por encima de esta cifra, á fin de poder salvar distancias considerables sin tener que sacrificar serias proporciones de energía ó gastar en cobre sumas enormes. Y como sea que, aun tratándose de altas tensiones, es siempre factible separar suficientemente los conductores para reducir á un valor escaso la pérdida de energía por convexión, parece ser que la única cosa que limita al electrotécnico en la elección de la tensión es el valor de la pérdida de energía por los aisladores y la rigidez dieléctrica de los mismos.

Así, pues, desde la generalización y conveniencia del empleo de altas tensiones, el aislador ha adquirido una importancia enorme, puesto que sobre él descansan la seguridad y el valor de una instalación. Importa, pues, grandemente al instalador tener la seguridad, tan absoluta como sea posible, de la bondad de los aisladores que emplea si quiere evitar perjuicios de grande importancia, y esa seguridad únicamente puede darla el ensayo previo de los mismos. Pero ese ensayo para que presente garantía suficiente no puede en manera alguna pecar de ligero, antes al contrario, debe ser extremadamente minucioso y sujeto á un considerable número de reglas y prescripciones, así teóricas como prácticas.

Desde luego no basta la selección con que se contentan algunas fábricas de descartar los aisladores que presentan defectos visibles, porque los hay, especialmente entre los destinados á las altas tensiones, que por sus grandes dimensiones y enormes masas de pasta son más difíciles de fabricar compacta y homogéneamente, que presentan en su interior grietas y cavidades que se forman siempre en toda grande dimensión ó espesor de pasta y que ni la más cuidadosa elaboración ni el más experto fabricante pueden evitar, precaver ni aun determinar, ya que no transparentándose ni mostrándose á la superficie se ignora en cuáles aisladores existen y sólo es conocida su presencia cuando la fuerza de la corriente ahce saltar ó agujerea el aislador inutilizándolo.

Tampoco es suficiente para reconocer la estructura interior de los mismos, romper algunos aisladores de cada partida ó de cada hornada, porque: 1.º, de la buena ó mala estructura de un aislador determinado no puede lógicamente deducirse la buena ó mala estructura del aislador vecino; y 2.º, porque este procedimiento del examen de la fractura no da más que una idea muy relativa de la buena ó mala calidad del aislador, que si puede ser suficiente para la baja tensión y para formar un juicio *à priori*, no debe ser en modo alguno bastante cuando se trata de aisladores que deben soportar conductores de alta tensión.

También es poco justificado admitir ó rechazar una par-

tida de aisladores para alta tensión porque unos pocos empleados en los ensayos hayan dado buenos ó malos resultados; casi con toda seguridad en el primer caso los habrá defectuosos entre los admitidos como buenos y en el segundo buenos entre los rechazados por defectuosos.

La única manera de poder con toda seguridad juzgar de la bondad de una partida de aisladores es reconocerlos todos uno por uno, efectuando este reconocimiento en las condiciones mismas en que deberán trabajar en la práctica, esto es, ensayándolos tanto en seco como bajo lluvia á una tensión mayor á la de la línea en que han de ir colocados. El ensayo eléctrico de los aisladores que deben ser empleados en alta tensión es tan necesario y de tan suma importancia, que la Verband Deutscher Elektrotechniker prescribe en el párrafo diez y seis de sus reglas de seguridad el ensayo previo obligatorio de todo aislador que deba trabajar á una tensión superior á 2.000 voltios.

Por esto es que á fin de poder ensayar los aisladores á la tensión correspondiente antes de ser entregados al consumo, las mayores y más importantes fábricas de porcelana eléctrica han establecido grandes laboratorios para alta tensión, ejemplo que hemos seguido nosotros sin reparar en los grandes gastos que tal instalación acarrea ni en el grande esfuerzo de estudio que requería si queríamos montarlo á la altura de los mejores que existen en el extranjero, ya que no podíamos inspirarnos ni aprender en los del país, por ser éste el único en su clase en España y el que puede alcanzar más alto potencial.

Bien persuadidos de que en líneas de alta tensión únicamente pueden emplearse aisladores previamente ensayados, no hemos querido, con franqueza y orgullo lo decimos, que á la altura á que en esta especialidad de la porcelana eléctrica habíamos llegado no pudiésemos en aquel punto concreto de la alta tensión suministrar á nuestros clientes el género con las garantías que tenía necesidad de exigir y que encontraba en otras fábricas fuera de España. De hoy en adelante todos los aisladores de alta tensión que salgan de nuestra fábrica habrán sido previamente ensayados y sometidos al voltaje que cada uno tendrá indicado. De este modo nuestro material de alta tensión satisfará las necesidades actuales exigidas por la electrotecnia y los instaladores encontrarán en la fabricación nacional cuanto puedan menester sin necesidad de ser tributarios en este ramo del extranjero.

Cabe además observar que aparte de estas pruebas que tienen por objeto garantizar al comprador la bondad del material adquirido para ser empleado bajo las condiciones de funcionamiento de la línea en que ha de ser colocado y que podríamos llamar pruebas industriales, pueden ejecutarse en un laboratorio electrotécnico otro grupo de pruebas que pueden llamarse teóricas ó tal vez mejor de mediciones, que tienen por objeto ilustrar al fabricante sobre sus productos dándole orientaciones para el estudio comparativo de los aisladores á fin de mejorarlos mediante el empleo de la mejor composición dieléctrica de la materia prima y de la forma y dimensiones más adecuadas para resistir más alto voltaje con las menores pérdidas posibles por derrame y por filtración.

LUIS BERENGUER,  
Ingeniero.

(Se continuará.)



## Revista de las principales publicaciones técnicas.

### Estudio económico del empleo del acero al carbono de gran resistencia en la construcción de puentes.

M. Waddell, autor de la Memoria «Nickel Steel for Bridges» publicada el pasado año sobre tal cuestión, estudia en el *Génie civil* el empleo de aceros especiales al carbono en la construcción de los puentes.

Los resultados de sus cálculos, representados por numerosos diagramas, dan para las diferentes clases de acero al carbono y para todas las condiciones de precio del metal en alza, los precios comparativos entre los puentes de acero ordinario y los de acero de gran resistencia.

Examinando las curvas de estos diagramas, se ve que el acero de gran resistencia, cuyo límite de elasticidad es 35 kilogramos, da poca economía, salvo en las grandes luces, en el caso de puentes ordinarios. La economía es más sensible en los puentes cantilevers.

Todos los diagramas enseñan que cuanto mayor es el precio de los puentes de acero ordinarios, es más económico el empleo del acero de gran resistencia.

Todas las curvas indican que el acero de 40 kilogramos de límite de elasticidad da siempre una economía y que esta economía va aumentando con la luz.

M. Waddell invita á los Ingenieros y á los metalurgistas para que hagan conocer las características del metal que emplean ó fabrican, á fin de extender y aclarar en todo lo posible la cuestión del empleo de aceros de gran resistencia en la construcción metálica.

### Experimentos sobre la descomposición de los morteros por las aguas sulfatadas.

Los ensayos se han efectuado sobre morteros áridos (1 : 4 ó 1 : 5) confeccionados con arena de dunas y sumergidos en disoluciones saturadas de sulfato de cal ó á 12/1000 de sulfato de magnesia y también sumergiéndolos en agua de mar artificial.

El autor ha experimentado también las puzolanas artificiales y accesoriamente el stearato de cal, que aumenta la impermeabilidad.

La solución de sulfato de cal es tan destructiva como la de sulfato de magnesia; el agua de mar artificial es 10 ó 15 veces menos activa.

Los productos sin alúmina descompuestos rápidamente en el sulfato de cal resisten largo tiempo en el sulfato de magnesia.

El empleo de arcilla deshidratada es el único medio conocido de resistir á la descomposición por el sulfato de cal.

Esta observación ha conducido á la Sociedad Pavin de Lafargue á la creación de un cemento rojo, empleado en los terrenos yesosos por la Compañía P. L. M.

El autor cree posible obtener con los cementos fundidos aglomerantes indescomponibles.

(Revue de Metallurgie.)

### Cálculo del trabajo de choque que pueden soportar algunas probetas.

M. L. Grenet, en la misma revista, investiga el establecimiento para casos sencillos, de relaciones: 1.º, entre el límite elástico á la tracción y el trabajo de choque que una probeta puede soportar sin deformación; 2.º, entre la resistencia á la tracción y el trabajo de choque que la probeta puede soportar

sin rotura. De su estudio deduce que el trabajo total de rotura de una probeta es considerablemente más grande que el trabajo que repetido indefinidamente condujera á la rotura; que el coeficiente de resistencia á la tracción ó del límite elástico que interviene por su primera potencia en los efectos estáticos, interviene por su cuadrado en los efectos de choque; que los coeficientes deducidos de los ensayos de choque pecaron siempre por exceso, teniendo en cuenta que los apoyos y el órgano que produjo el choque absorbieron siempre una parte del trabajo; y, finalmente, que las formas de igual resistencia son más recomendables todavía para las piezas que han de resistir al choque que para las que han de resistir á los esfuerzos estáticos.

### Las tensiones debidas á la temperatura en el hormigón armado.—(F. von Empergen.)

*Variaciones en la temperatura del aire.*—1. Según la oficina central meteorológica de Viena, el cuadro de temperaturas medias mensuales desde 1876 á 1900, así como la máxima y mínima absolutas de los cinco últimos años, pone de manifiesto que la separación máxima es de 44°1 C. Es, pues, inferior á la cifra de 50° C. prevista por el reglamento austriaco para apreciar la dilatación total del hormigón, á razón de un coeficiente de 0,0000135 por 1° C. El autor insiste sobre los aumentos de gasto que la aplicación estricta de esta previsión del reglamento puede llevar consigo para las obras en arco, construidas en localidades cuyo clima tenga una variación sensiblemente menor entre el máximo y el mínimo de temperatura.

2. Las variaciones de temperatura del aire son incompletamente transmitidas á la masa de hormigón.

3. La práctica actual trata del mismo modo los esfuerzos producidos por las cargas y los que pueden resultar de la temperatura. El autor hace observar que el coeficiente de dilatación antes citado corresponde para 1° C. á un esfuerzo de 1,9 kg. por centímetro cuadrado próximamente.

Si se toma una ménsula cuya parte superior está expuesta al sol, puede producirse fácilmente una diferencia de 20° en las temperaturas de la cabeza comprimida y de la cabeza extendida, y esta ménsula deberá lógicamente quebrarse.

Las pruebas del hormigón armado á la acción del fuego han demostrado que su resistencia á los efectos de la temperatura es distinta de la que se obtiene por los ensayos á la tracción.

Hay en eso una asimilación demasiado rigurosa contra cuya exageración es conveniente reaccionar. Como ejemplo se cita un proyecto presentado en un concurso en Stockolmo para el cual se proyectaron tres luces de á 15 metros. Como se llevó á 80° la diferencia de temperatura que había que tener en cuenta, hubo que excluir un tipo de bóveda económica y adoptar un arco con tres articulaciones.

Según los procedimientos antiguos, se admite que las mamposterías á 1 metro de profundidad no sufren la acción de la helada. A una profundidad de 0,50 metros el agua de las capas subterráneas no es sensible á la temperatura exterior. En los conductos de alimentación de agua potable de Viena, el espesor necesario para sustraerlas al efecto del calor y del frío se ha limitado á 1,03 metros. Teniendo en cuenta estos datos de la práctica de la construcción de puentes en arco, y observando que en la proximidad de los apoyos el hormigón armado está generalmente recubierto y protegido de modo que no sufra por las variaciones de temperatura más que por un lado, von Emperger saca la consecuencia de que no se debe tener en cuenta en el cálculo más que la mitad de la diferencia de temperatura ya citada.



Las grietas capilares que se han creído eran principalmente debidas á la acción de la temperatura, se manifiestan lo mismo en las vigas rectas que en los arcos durante el período de desecación y de fraguado. Se puede, pues, poner en duda la influencia predominante de la temperatura en la producción de las grietas entre la fábrica de los arcos y de los tímpanos. En el primer gran puente en arco que von Emperger construyó en Cincinnati en 1894, dispuso una junta continua entre el tímpano y los arranques y la disposición se mantuvo irrepugnablemente; pero la experiencia ha demostrado después que no era necesario y que con armaduras convenientemente dispuestas en la masa del hormigón es posible solidarizar los arcos, los tímpanos, la clave de los puentes y los arranques.

La conductibilidad calorífica de la fábrica debe considerarse como elemento muy importante en dos especies de obra: las chimeneas y los muros de presa.

Para las chimeneas, el *Hand buch für Eisenbeton*, tomo III, ch. 3, hace resaltar las caídas y descensos de temperatura que se producen del interior al exterior, y se declara admitir para el cálculo de las armaduras que el interior de las fábricas alcanza la misma temperatura que la columna gaseosa central.

Para los muros de presa, los americanos han procedido á la medición de las temperaturas por medio de disposiciones llamadas *termófonos*, que son espirales metálicas anegadas en la masa del hormigón y en las que la medida de la resistencia eléctrica permite deducir las variaciones de temperatura.

M. Meriman ha deducido de las observaciones de estos termómetros que la temperatura disminuye á partir de la superficie proporcionalmente á la raíz cúbica de la distancia, lo que permite construir las isotermas. Estas determinaciones conducen á una explicación plausible de los fenómenos observados en la coronación de los muros de los depósitos.

El cálculo de la influencia de la temperatura supone la invariabilidad de los arranques de las bóvedas, hipótesis que el autor considera excesiva.

Sigue á lo anterior la exposición de las observaciones hechas sobre un puente de 34,50 metros de luz y 3,90 metros de flecha construido en el paso del Elba en Doberney, por el sistema Mélan, y que hacen resaltar el retraso y la atenuación de los efectos de la temperatura. Otras observaciones siguen que se refieren á la cubierta de un depósito en Hrasm (Bosnia), en donde los arranques debían considerarse como cediendo á la acción de la temperatura. Estas observaciones son todavía poco numerosas y sería de desear que fuesen continuadas sobre obras distintas y numerosas.

El autor señala como juiciosa la proposición de M. Maillard, actualmente sometida á la Comisión suiza, que limita entre  $+15^{\circ}$  y  $-20^{\circ}$ , la diferencia de temperatura que se debe considerar de en los cálculos de resistencia del hormigón armado.

(*Zeits des oesterr. Ingn. und Architekten-vereines.*)

### **Influencia de los grandes autobuses en las carreteras.**

En el *Zentralblatt der Bauverwaltung*, del 5 de Junio, M. Goerr publica un artículo cuyo objeto es demostrar por ejemplos la necesidad de estar seriamente preparados en los servicios de conservación de carreteras, para combatir las degradaciones causadas por una circulación automovil pesada é intensa.

El hundimiento del túnel de Ponten-Besseringen, en la línea de Tréves á Sarrebrück, produjo una circulación intensiva en las carreteras desde Mettlach á Ponten-Besseringen (3 kilómetros próximamente). Los medios de transporte empleados comprendían, en fin de Diciembre de 1907, 10 grandes automotores suministrados por la Sociedad de Omnibus-Motores de Berlín.

Cuatro de estos vehículos se quemaron en Febrero de 1908 y quedaron seis en servicio hasta que empezó de nuevo la explotación por carril. Hacían, por término medio, 80 viajes entre las

dos estaciones, y este número llegó á 100 y 142 en el período de Navidad y principios de año.

Su peso era de 5,875 toneladas, de las cuales 1,610 descansaba sobre el eje delantero. Con las 25 ó 26 personas que transportaban, el peso total llegaba á 7.800 kilogramos. El espesor de las bandas (caucho lleno) era de 0,10 metros para las ruedas delanteras y 0,22 metros para las de atrás, los anchos respectivos de 1,80 metros y 2,02, la velocidad de marcha de 20 á 22 kilómetros en llano, que se reducía á 12 kilómetros sobre pendientes de 0,07 y 0,08.

Las degradaciones del firme (cuarcita sobre una capa de cimentación de gruesos guijarros) comenzaron con la puesta en servicio de los autobuses, y bien pronto éstos, arrancando la materia de agregación, arrastraron las piedras que fueron machacadas, dibujando roderas profundas de 12 y 15 centímetros que los mismos conductores, siguiéndolas, las sostenían.

Esta práctica, desastrosa para las carreteras, es de las más difíciles de impedir.

Las roderas se taparon con materiales nuevos, sobre los cuales se hizo pasar un rodillo de vapor constantemente puesto en presión. Esta operación se suspendió en el período de heladas.

Circunstancias atmosféricas bastante favorables, y la disponibilidad de materiales y de mano de obra de calidad suficiente, permitieron mantener la circulación; pero la conservación de 3 kilómetros de calzada afirmada ha costado 15.000 marcos y se han consumido 1.000 metros cúbicos de piedra machacada con una fuerte proporción de escoria y de arena.

Esta circulación fué también agresiva para el adoquinado; una sección pequeña de calzada adoquinada que continuaba á la carretera y que había sido rehecha en 1907, fué tomada algunos días por los autobuses y quedó completamente dislocada.

### **La caída del puente de hormigón armado de Peoria sobre el Illinois River.**

Este accidente tuvo lugar el 1.º de Mayo, algunas semanas después de poner la obra en servicio; felizmente no había nadie sobre el puente.

Es un puente compuesto de cinco arcos y de un tramo móvil del tipo Scherzer. La longitud total es de 279,50 metros entre estribos; la anchura de la calzada de 7,62 metros; hay dos andenes de 1,52 metros cada uno.

La caída de las dos pilas ha provocado el hundimiento de los tres arcos. Parece que la caída de la primera pila fué debida á la poca penetración que tenían los pilotes de cimentación; en cuanto á la caída de la segunda fila, fué consecuencia de la caída de la primera.

El accidente se hubiera ciertamente evitado si se hubiera establecido una protección suficiente alrededor de los cimientos de la pila.

### **Construcción en Filadelfia de un puente de acero con relleno de hormigón.**

Se trata de un puente construido para la travesía de las vías del Pensilvania Railroad por la 42 calle, que está constituido por dos arcos distantes entre sí 11,43 metros y con una luz de 78,86 metros. Cada arco lleva 12 tirantes de acero verticales que sostienen un tablero formado de vigas de acero rodeadas de hormigón.

La curva del trasdós es un círculo de 60,96 metros de radio, que termina por una tangente cerca de los arranques; la curva de intradós es una parábola. El espesor es de 0,91 metros en la coronación y de 3,20 metros en los arranques.

Cada arco está formado por dos vigas que forman cajón, cuyas almas distan 0,38 metros. La particularidad de la obra consiste en que este intervalo se ha rellenado de hormigón, echado por aberturas que han sido preparadas en la parte superior del cajón.

El hormigón así empleado, ha tenido por objeto reforzar los



arcos, resistir á una parte de los esfuerzos y proteger el interior del cajón contra la oxidación. Las condiciones de carga son, por otra parte, tales que las cabezas se encuentran siempre comprimidas y la curva de las presiones permanece constantemente en el núcleo central.

### El canal inglés de los dos mares.

El Almirantazgo inglés ha mandado construir actualmente en Rosyth, á 4 kilómetros de la desembocadura del Firth of Forth, un importante arsenal cuya situación es tal que una flota inglesa viniendo de la Mancha para buscar allí refugio, se vería obligada de continuar á todo lo largo de la costa Este en Inglaterra bajo el fuego de una flota enemiga que viniese del mar del Norte.

Para remediar este inconveniente se ha nombrado una Comisión Real, que habrá de estudiar la construcción del canal de los dos mares, canal que enlazará el Firth of Forth con la Clyde; es decir, el mar del Norte al Atlántico.

Este canal debe tener una profundidad mínima de 11 metros, una anchura en el fondo de 30,50 metros y tener pocas esclusas en su recorrido.

Dos proyectos existen: el primero, consiste en mejorar el canal actual, que pertenece á la Compañía del Caledonian Railway, yendo de Grangemouth á Yoker á 5 kilómetros próximamente de Glasgow.

Este trazado tiene el gran inconveniente de necesitar un número considerable de esclusas.

El segundo, que tiene más partidarios, comprende un trazado que parte igualmente de Grangemouth, siguiendo el valle del Forth, y después de haber atravesado por medio de una trinchera de 12 kilómetros de longitud la divisoria que separa la vertiente del mar del Norte de la del Atlántico, desagua en el Loch Lomond. Á partir de este punto, están en estudio dos direcciones: una siguiendo el valle de la Leven, por Baltoc, Alexandría y Dumbarton, y la otra, llegando á el Loch Long, enlazando este con el Loch Lomond por medio de una trinchera que corte á Tarbet, istmo que separa estos dos lagos.

En uno y otro caso habrá de establecerse una esclusa en Dalloch y en Tarbet. Lo mismo que la que habrá de establecerse en Grangemouth, ambas esclusas serán dobles, una de las cuales tendrá 274,50 metros de longitud por 30,50 metros de anchura, y la otra, acoplada á la primera, una longitud de 137,25 metros y una anchura de 13,72 metros.

La dirección por Tarbet parece tener más ventajas: la distancia entre el Firth of Forth y la Clyde es de 110 kilómetros, de los cuales 46 pertenecen al Loch Lomond y al Loch Long, y no queda por lo tanto á construir más que 64 kilómetros.

El gasto se calculaba en 500 millones próximamente.

(La Nature.)

### Los repetidores luminosos de niebla en la línea de Bruselas-Amberes.

El sistema tiene por objeto remediar la insuficiencia de la duración de percepción de las señales por el oído del mecánico, mediante el empleo de cambiantes luminosos colocados por delante, á su altura y lo más cerca posible de la vía.

Los autores estiman este procedimiento preferible á las señales detonantes que se dirigen principalmente al oído, y á las señales sobre la misma locomotora que se escapan á la comprobación de los agentes.

La disposición adoptada después de diversos ensayos comprende tres repetidores luminosos con grupo cambiante (amarillo, anaranjado y verde) á distancias iguales de 150 metros, con luces á 2 metros de altura y 1,50 metros del carril, encontrando á éste el eje de los rayos luminosos á 15 metros por delante.

En las bifurcaciones se habrán de doblar probablemente las luces del semáforo.

El alumbrado en la línea de Bruselas á Amberes se hace fácilmente con la electricidad, pero se podrá también hacer en otras líneas belgas con el gas.

### Determinación del diámetro y del peso de las ruedas de los automóviles.

Las ruedas de los coches automóviles, que primitivamente tenían las dimensiones de las ruedas de los coches con tracción animal, tienen ahora un diámetro que varía solamente entre 78 y 92 centímetros.

M. Gwardanet investiga las consideraciones que han conducido al empleo de ruedas de un diámetro reducido, y para esto estudia sucesivamente:

La resistencia á la rodadura.

La solidez de la parte no suspendida del coche.

La influencia del diámetro de las ruedas en la parte suspendida del coche.

Las conclusiones de este estudio son que un solo argumento existe en favor de las grandes ruedas: que disminuyen la resistencia á la rodadura y tanto más cuanto la carretera es más mala. Todas las otras razones: solidez del eje, de la rueda, conservación de las bandas, estabilidad, rendimiento de la transmisión, accesibilidad, militan en favor de la pequeña rueda. No es, pues, más que en los vehículos destinados á pasear por muy malos caminos en donde deberá cuidarse de aumentar el diámetro de las ruedas.

En todos los demás casos, es necesario dar á las ruedas un pequeño diámetro (85 á 95 centímetros) y toda la ligereza compatible con la indispensable solidez.

### Los caminos de hierro de Turquía — Líneas que existen actualmente y líneas proyectadas.

Desde los últimos acontecimientos políticos de Turquía, numerosos proyectos de leyes y reformas han sido preparados por los Ministros. M. Luis Godard, Ingeniero Jefe de Puentes y Calzadas, agregado al Gobierno otomano, publica en el *Génie civil* una noticia sobre el capítulo más importante del programa de transformación: el relativo á las vías ferreas.

La longitud total de los caminos de hierro en explotación en Turquía en 1.º de Noviembre de 1908 era de 6.222 kilómetros, de los cuales 1.682 pertenecen á la Turquía Europea y 4.540 á la Turquía Asiática.

Los caminos de hierro cuyo establecimiento ha sido decidido tienen las longitudes siguientes:

Líneas políticas de unión de la Turquía Europea, 708 kilómetros.

Líneas á establecer en Arabia, 1.765 kilómetros.

Idem id. en la Turquía Europea, 1.012 kilómetros.

Idem id. en la Turquía Asiática, 6.180 kilómetros.

Una vez este programa terminado, se tendrá en Turquía Europea 1,94 kilómetros de caminos de hierro por 100 kilómetros cuadrados de territorio y 0,56 kilómetros solamente en Turquía Asiática. Estas cifras son muy débiles, pero es necesario tener en cuenta las vastas regiones desiertas ó pobladas únicamente de tribus nómadas que cubren una parte importante del territorio turco.

Las nuevas líneas, una vez construídas, darán un total de 17.000 kilómetros, que responderán á las necesidades siguientes:

Terminar de enlazar la Turquía con los caminos de hierro de los países limítrofes (Grecia, Bulgaria, Servia, Montenegro, Bosnia, Herzegovina).

Enlazar todas las partes del Imperio, principalmente la Albania y la Anatolia.

Aprovechar la magnífica situación de Constantinopla en relación á los tres Continentes de Europa, de Asia y de África, para hacer de esta ciudad el punto de convergencia de una red mundial que ponga Europa en relación directa con Asia y África.



El Gobierno otomano no cuenta con ejecutar por sí mismo las líneas nuevas, sino que trata de hacerlo por concesiones. Los concesionarios construirán las obras con los recursos del Estado, no teniendo que aportar más, como carga de primer establecimiento, que el suministro del material móvil, lo que se tendrá en cuenta en el cálculo de la garantía del interés del capital empleado.

Los gastos de explotación se fijarán por una fórmula de dos ó varios términos, que se aproxime lo más posible á los gastos reales.

La división de beneficios netos, después de la remuneración del capital de primer establecimiento y pago de los gastos de explotación, se hará, según una cierta proporción, entre el Estado y el concesionario. Si hay que hacer reembolso de sumas pagadas á título de garantía de interés, estas sumas tendrán el carácter de anticipos y no devengarán interés.

La nota de M. Godard precisa el régimen de las nuevas concesiones y contiene el ejemplo del procedimiento para la realización de una de ellas. Da después el detalle de las diversas líneas á ejecutar con su grado de urgencia, ilustrada con planos en los que se dibujan los trazados de estas diversas líneas.

### Nuevas aplicaciones del sistema Mallet á las locomotoras de construcción americana.

La Southern Pacific Co acaba de hacer construir por los talleres Baldwin nuevas locomotoras del sistema Mallet de 8/10 ejes acoplados en dos trucks motores, destinadas al remolque de trenes de más de 1.100 toneladas, tender no comprendido, sobre rampas de 22 milímetros.

Por consecuencia de la adopción de cinco ejes para cada truck motor, el cuerpo cilíndrico tiene una longitud considerable. El haz tubular de la caldera propiamente dicha se encuentra limitado á la altura del último eje del truck móvil. Una cámara de combustión sigue después, así como un segundo haz tubular que no es otra cosa que un recalentador de agua de alimentación. Los tubos de este recalentador terminan, finalmente, en la caja de humos, que contiene un recalentador de vapor del tipo Baldwin, que recalienta el vapor parcialmente expandido antes de su paso por los cilindros de baja presión.

El combustible empleado en esta máquina es el aceite mineral.

La locomotora puede fácilmente dividirse en dos partes, des-cansando cada una sobre uno de los trucks móviles, gracias á las juntas anulares que enlazan las dos partes de la caldera y los tubos de alimentación.

Las disposiciones especiales de esta locomotora están expuestas con detalle en el artículo del *Génie civil* y representadas en una lámina fuera del texto, que da al mismo tiempo la vista de conjunto de una de las locomotoras Mollet construídas en Schenectady por el American Locomotive Co para la Compañía del Este francés.

### Instalación de gasógenos sistema Pintsch, alimentados con el hollín de las locomotoras.

Existen desde hace muchos años en Alemania instalaciones de gasógenos alimentados con el hollín que se saca de las cajas de humo de las locomotoras.

El *Génie civil* da una descripción detallada de la instalación de gasógenos Pintsch, que alimenta la Central eléctrica de los talleres del camino de hierro á Königsberg.

Estos gasógenos son de aspiración; se componen de un cilindro metálico guarnecido de tierra refractaria, en la parte inferior del cual se encuentran dos parrillas en gradería, diametralmente opuestas. En el centro del aparato se encuentra una pieza en V invertida, que atraviesa el gasógeno y deja un espacio vacío en el cual se desprende del gas.

El gas se depura en una columna de cok y un depurador de serrín.

La instalación de la estación de Königsberg comprende tres gasógenos de 180 caballos cada uno, que alimentan motores de gas horizontales de cuatro tiempos y de doble efecto, y 150 vueltas. Consumen cada uno de 150 á 200 kilogramos de combustible por hora.

Este combustible proviene de carbón de la Alta Silesia, y su poder calorífico ha sido valorado en 6.000 á 6.200 calorías, con una proporción en cenizas de un 20 á un 23 por 100, y una en agua de 5 á 30 por 100.

### Los caminos de hierro japoneses.

En 1872 se estableció la primera línea de camino de hierro en el Japón, de Yokohama á Tokio (29 kilómetros). En 1882, la red tenía 180 kilómetros y llegó á 3.000 kilómetros en 1899 y á 7.735 en 1907.

En esta última fecha comprendía el material, 1.907 locomotoras, 5.495 vagones de viajeros y 30.432 vagones de mercancías.

El cuadro siguiente demuestra el desarrollo de los caminos de hierro japoneses en estos últimos años:

	1892-1893	1906-1907
Viajeros .....	29.000.000	125.000.000
Toneladas de mercancías.....	2.701.000	24.745.000
Ingresos en francos.....	25.000.000	203.000.000
Gastos.....	12.000.000	104.000.000

### Dinamo de circuito abierto, sistema Meynier.

En las dinamos de circuito cerrado ordinario, una parte solamente de la longitud de los hilos se utiliza para producir la diferencia de potencial en sus bornas, en tanto que el resto está simplemente atravesado por la corriente calentándose á expensas del rendimiento de la máquina.

Este inconveniente, de poca importancia en las dinamos ordinarias, con media y alta tensión, produce dificultades cuando la máquina produce una corriente muy intensa bajo un voltaje muy débil, como ocurre en el caso de las dinamos de electrolisis por vía húmeda.

Por otra parte, la construcción de los inducidos giratorios de las dinamos de circuito cerrado, presenta dificultades considerables cuando la velocidad excede de un cierto límite, como en el caso de las dinamos movidas por turbinas de vapor.

Para remediar los inconvenientes anteriores, M. A. Meynier recomienda en estos dos casos el empleo de dinamos de circuito abierto y en particular de la dinamo de este tipo que describe en la *Industrie Eléctrique* del 25 de Junio.

Las barras del inducido enteramente rectilíneas de este dinamo, están alojadas en agujeros y van á parar, por una parte, á un anillo de conexión común, y, por otra, á las láminas de un colector. Van dispuestos sobre este colector y sobre este anillo, escobillas; de tal suerte que la máquina permite recargar la corriente bajo dos tensiones diferentes ó alimentar directamente una línea de distribución de tres hilos. En fin, las escobillas del colector, que son muy anchas, están constantemente en contacto con los topes correspondientes de los hilos que se encuentran delante de las piezas polares, en tanto que los otros hilos que atraviesan los intervalos entre estas piezas polares están enteramente fuera de circuito.

El autor demuestra que este tipo de máquina sería particularmente ventajoso para producir corrientes muy intensas, bajo tensiones medias ó grandes velocidades ó á baja tensión con velocidades ordinarias, y añade que la conmutación no ha dado lugar á ninguna dificultad con una dinamo de estudio de este sistema.