

beltez y gentileza que han alcanzado hasta hoy las armaduras metálicas.

La nueva estación de Madrid (Atocha), de la Compañía de los ferrocarriles de Madrid á Zaragoza y á Alicante, tiene su nave central de 152 metros de longitud, estructurada también con elegantísimos diones de 48 metros de luz, separados entre sí de unos 16 metros y medio. Estas formas Dion, que fueron en 1891 construídas en los talleres de Willebroech (Bruselas), son realmente notables por su ideal y ligerísima esbeltez, á pesar de lo cual ha sido necesario un formidable empotramiento en sus pies derechos, empotramiento que pasa desapercibido porque aquellos pies, una vez ingresados en el subsuelo, se ensanchan extraordinariamente para aplacarse contra macizos enormes de mampostería, á los cuales van sólidamente amarrados por robustos pernos de gran longitud. El inefable sentimiento mecánico del Dion, su misteriosa manera de trabajar, en fin, viene perfectamente transparentado en estas formas de la estación de Madrid, al contemplar en sus dibujos de construcción la singular armonía existente entre la ligereza de la forma y la fortaleza ó vigor de sus empotramientos terminales.

Finalmente, por conveniencias de arquitectura y de iluminación, el Ingeniero Vierendel ha ideado un tipo de armadura que le llama cuchillo parabólico, y cuyo perfil viene á estar delimitado por una línea quebrada en fragmentos alternados: unos verticales y otros con la inclinación de cubierta; la marcha de esta línea quebrada va ciñendo lo más próximamente posible á la línea potencial de acción externa, es decir, á lo que se llama línea de las presiones, que corresponde, como es sabido, en el caso de cargas verticales, repartidas uniformemente en proyección horizontal á una parábola, de donde debe originarse el nombre que su autor da á la estructura. Nosotros no vemos ninguna diferencia esencial mecánica entre este cuchillo y el inventado por Dion; se trata únicamente de cuestión de forma, y, por consiguiente, las piezas trabajarán, en efecto, de un modo algo distinto, pero la esencia mecánica del principio y el procedimiento de cálculo, es, naturalmente, el mismo que preside al fecundo tipo del cuchillo Dion (1).

El ferrocarril transandino de los Andes á Mendoza.

El ferrocarril transandino que, atravesando la cordillera de los Andes á más de 3.000 metros de altitud, pondrá á Valparaíso y al Océano Pacífico su comunicación con Buenos Aires y el Atlántico, se ha abierto á la explotación, excepto un pequeño trozo, cuya terminación está muy próxima. La conclusión definitiva de esta línea será un acontecimiento económico de una importancia capital, y su repercusión en el régimen de los cambios comerciales de la América del Sur será de la mayor transcendencia.

A decir verdad, la idea de esta línea interoceánica es tan antigua como la introducción de los caminos de hierro en el Nuevo Mundo austral, como lo expone el Sr. D. Emi-

lio Revuelto en los números 95, 96 y 97 de la *Revista del Centro Estudiantes de Ingeniería* (Buenos Aires, 1910).

En 1851 Chile inauguraba su primera vía férrea que, yendo del puerto de Caldera á Copiapo, se consideraba como trozo de un transandino. En 1855 la República Argentina concedía á Guillermo Wheelwright la construcción de un ferrocarril que había de unir el puerto de Rosario á Córdoba y la de su prolongación eventual á través de los Andes hacia Chile y hacia la línea Caldera Copiapo.



Fig. 1.^a

La línea de Rosario á Córdoba se abrió al servicio en 1870; Wheelwright quería prolongarla, atravesando la Cordillera por el puerto de San Francisco hasta la línea chilena, cuando murió en 1871, sin dejar persona capaz de proseguir su obra. En 1871, los hermanos Clark, chilenos, de origen inglés, pidieron á la República Argentina la concesión de la construcción de un ferrocarril transandino; esta concesión, acordada por una ley del 5 de Noviembre de 1872, se aplicaba á una línea de Buenos Aires á Mendoza y á la frontera chilena por el puerto de los Patos ó por el de Uspallata. Dificultades económicas diversas, resultado de una crisis que experimentó la Argentina, produjeron la quiebra de esta Empresa, y la línea de Buenos Aires á Mendoza fué construída en 1884, pero sólo por el Estado. Algunos años más tarde, los hermanos Clark hicieron la línea de Buenos Aires á Mendoza por Villa Mercedes y San Luis. Por otra parte, en 1874, Chile les había concedido la construcción de la parte chilena del trazado que terminaba en el puerto de Uspallata.

Las obras, comenzadas en 1887, sufrieron del lado de la Argentina, á consecuencias de dificultades financieras, interrupciones frecuentes y prolongadas; debían haberse terminado en 1905, pero el Gobierno argentino tuvo que conceder diferentes prórrogas suplementarias á la Sociedad concesionaria, á causa de la lentitud con que procedía Chile para adoptar un trazado definitivo para la sección cuyo establecimiento le incumbía.

La línea transandina propiamente dicha, que se extiende de Santa Rosa de los Andes (Chile) á Mendoza (Argentina), mide (fig. 1.^a) una longitud total de 249 kilómetros, ó sea 70 kilómetros para Chile, de ellos 63 en explotación y 179 kilómetros para la Argentina, de los cuales están ya 175 en explotación: quedan, por lo tanto, para terminar el trozo de la frontera, una longitud de 11 kilómetros.

Mendoza está, en la actualidad, unido por vía férrea á tres puertos del Atlántico (fig. 2.^a): á Rosario á una distancia de 875 kilómetros, y á Buenos Aires y á Bahía Blanca, á 1.050 kilómetros; la conclusión del transandino pondrá estos tres puertos en comunicación con Valparaíso que dista 1.262 kilómetros del primero y 1.445 de los otros dos.

La línea es de vía de un metro: la construcción ha sido

(1) Del interesante libro *Filosofía de las Estructuras*, de D. Félix Cardellach, Arquitecto é Ingeniero, cuya noticia bibliográfica publicaremos en el número próximo.

más fácil por esta causa, pero la explotación sufrirá transbordes necesarios, porque las líneas chilenas y argentinas son de vía normal.

Las pendientes máximas son de 64 milímetros en la vertiente argentina y de 70 milímetros en la chilena; la tracción por cremallera se emplea en las pendientes superiores á 25 milímetros. La altitud de la línea es de 720 metros en Mendoza; llega á 3.189 á la entrada del túnel que atraviesa la Cordillera á 1.000 por encima del puerto de

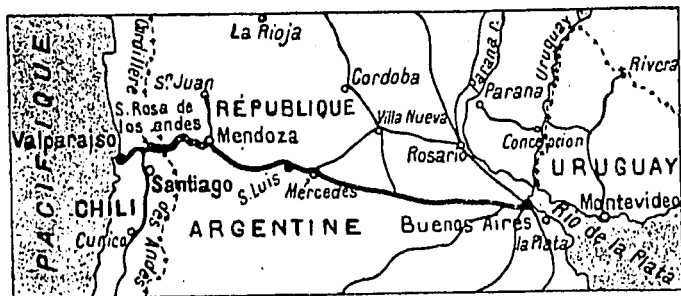


Fig 2.ª.

Uspalata. Este túnel, el más importante del trazado, no tiene más que 3 kilómetros de longitud y se ha terminado en Noviembre de 1909. El resto de la línea tiene numerosas obras de arte, pero sólo de regular importancia; los mayores túneles no tienen más que 75 metros de luz. Las dificultades técnicas han sido considerables. La vía corre

por vertientes expuestas á las avalanchas y á los desprendimientos de piedras, y muchos túneles no se han hecho más que para ponerla al abrigo de estos accidentes. Los carriles son del tipo Vignole de 25 y 27 kilogramos. Las locomotoras son máquinas-tender que pesan 36 toneladas y 46 en orden de marcha.

La explotación ha estado siempre en déficit, tanto del lado chileno como del lado argentino, hasta 1908; desde entonces se han realizado algunos beneficios, todavía de poca importancia, pero que la conclusión de la línea hará crecer considerablemente.

El transandino está, en efecto, llamado á desempeñar un papel económico muy importante; es difícil determinar *á priori*, su influencia en la orientación del tráfico, porque las Compañías argentinas de ferrocarriles han decidido modificar radicalmente sus tarifas en las regiones comprendidas en la zona de influencia de la nueva línea. Se puede, sin embargo, prever que, gracias al transandino, las provincias occidentales de la Argentina harán venir, con provecho de Chile, las mercancías europeas, las harinas de California y el carbón chileno, todo ello en perjuicio de los puertos y ferrocarriles argentinos. Por otra parte, habrá una emigración numerosa de chilenos hacia la República Argentina, donde hay gran demanda de trabajadores, y esta consecuencia será perjudicial para Chile, que se queja ya del incremento demasiado lento de su población.

Revista de las principales publicaciones técnicas.

El empleo del níquel en la construcción de los puentes.

La Sociedad metalúrgica «Gutehoffnungshütte» ha expuesto en el salón de la Ingeniería civil Alemana, en la Exposición de Bruselas, unos modelos en acero ordinario y en acero al níquel, de un nudo de puente, que hacen resaltar las diferencias de volumen y de peso que resultan de la adopción de este segundo metal en la construcción de los puentes.

El peso propio, llamado peso muerto, representa en los puentes metálicos de mucha luz una parte importante de las cargas totales á que debe resistir la construcción. Cuanto más aumenta la luz más considerable viene á ser la tasa de proporcionalidad entre las cargas muertas y las cargas de explotación. De aquí resultan condiciones desfavorables y de aquí también la necesidad de reducir en cuanto sea posible los pesos muertos. Otras ventajas resultarán todavía de esto desde el punto de vista técnico, principalmente la simplificación de las ensambladuras.

El empleo de un metal de resistencia sensiblemente más elevado que el acero ordinario permitirá, para obras de una cierta importancia, limitar el peso del metal y reducir igualmente los gastos, simplificando al mismo tiempo la concepción de la obra y aumentando también la seguridad; se facilitará, además, el establecimiento de puentes de gran longitud.

Se consigue esto por el empleo de un acero obtenido añadiendo al acero Martín-Siemens una cierta cantidad de níquel.

No es el acero al níquel un metal nuevo, cuyo uso hay que preconizar para la construcción de los puentes. Los americanos lo han empleado en las barras del puente de Blackwall-Island, en Nueva York, y lo ha sido también en gran escala en el nuevo puente de Manhattan. Existe una aplicación de él en Alemania, en un puen-

te de vía férrea sobre el canal del Rhin, en Herne, y un segundo puente de la misma naturaleza se inaugurará pronto en la línea de Oberhausen á Dorsten.

Estos serán principalmente las primeras aplicaciones de puentes construídos en su totalidad con acero al níquel.

El nuevo acero contiene de un 2 á un 2 $\frac{1}{4}$ por 100 de níquel y sus cualidades, en cuanto á la resistencia, resaltan de las indicaciones siguientes:

- a) Carga de rotura: 56 á 65 kilogramos por milímetro cuadrado.
 - b) Carga mínima en el límite de elasticidad: 35 kilogramos por milímetro cuadrado (por término medio, 38 kilogramos).
 - c) Alargamiento para 200 milímetros de longitud: 18 por 100 minimum.
 - d) Contracción: 40 por 100 minimum.
- Las tasas correspondientes que hay que tener presentes para el acero ordinario de cualidad normal, son las siguientes:
- a) Carga de rotura: 37 á 44 kilogramos por milímetro cuadrado.
 - b) Carga en el límite de elasticidad: 23 kilogramos por milímetro cuadrado.
 - c) Alargamiento: 20 por 100.

Se puede, pues, fijando convenientemente las tasas límites de trabajo, á pesar de una disminución notable de las secciones, alcanzar el mismo grado de seguridad para las diversas partes de una construcción en acero al níquel, que para el acero ordinario, principalmente desde el punto de vista de las deformaciones permanentes. A seguridad igual, se puede, sin temor de deformaciones permanentes, aumentar las tensiones del metal en una cantidad correspondiente al excedente de la carga en el límite de elasticidad del acero al níquel sobre el del acero ordinario, es decir, en un 60 por 100.