

cortantes en la estereotomía.—Descomposición de los vectores actuantes contra las dovelas por efecto del despiezo.—Filón á seguir para el descubrimiento del aparejo mecánico.—Lamentable confusión de la Estereotomía con la Estereografía.—Juicio crítico de la ley de Monge.—El puente en esviaje como revelador de una estereotomía mecánica; estudios provocados.—Las trompas del puente de Tours y los estereotomistas franceses.—El aparejo por curvaturas como caso particular del aparejo mecánico universal.—El *ancrage* en los despiezos.—Los puentes en pendiente como casos de generalidad superior á los de en esviaje.—Reglas de Jean Resal.—Estructuras doveladas de los puentes en esviaje y pendiente simultáneos.—Albores de una estereotomía mecánica por descubrir.

Evolución de las formas aparejadas: La línea potencial de las estructuras clásicas.—Nacimiento por flexión de las estructuras comprimidas.—La forma contrapesada de reacción vertical.—Causa de la perduración alcanzada por los monumentos clásicos.—Capacidad mecánica de los persas y etruscos revelada por el manejo de la reacción inclinada.—Formas de empuje repartido.—La localización del empuje como causa definitiva del principio estructural.—Gestación secular de este principio.—Formas sirias, armenias y romanas.—La composición por crucería admirablemente sintetizada en la bóveda de arista.—El contrafuerte interno.—La mentalidad de los aparejadores romanos y bizantinos.—Probable causa originaria de la estructura nervada.—Planteo de su principio.—Plementería.—La escuela de Anjou y su exportación inglesa.—«Sencilla complicación» de las bóvedas británicas.—Reincorporación de la nervatura á la masa abovedada.—Conservación del principio de los empujes localizados.—Las *fan vaulted roof* de la Catedral de Gloucester.—Aplicaciones.—El techo de la Catedral de Oxford.—El contrafuerte exterior como petrificación de la línea potencial de acción externa.—Mecánica comparada del puente y del arbotante; lógica de las articulaciones.—Armonía estéticomecánica de las estructuras góticas.—Posibilidad de una ideal estructura de los medievales.—Decaimiento de la técnica estereotómica en el siglo XV.—Resurgimiento y causas de perfección de los aparejos bizantinos.—Característica de la evolución estructural en la construcción civil desde fines del siglo XVIII.—Perronet y la «regla del $\frac{1}{8}$ ».—Visión de Perronet.—Revista de estructuras aligeradas.—Los modernos tallistas técnicos del Imperio alemán.—La estereotomía de la penetración en las actuales bóvedas alemanas.

Estructuras tensadas: Constructibilidad de estas formas.—*Self-adaptación* que tienen á la línea potencial.—Enemigo principal de estas estructuras.—Mecánica de las mismas.—Estructuras tensadas de varios tramos.—Los *haubans* y los contrafuertes góticos.—Estructuras tensadas de empuje repartido y de empuje localizado.—Horizonte de una arquitectura general de formas tensadas.—Los Andes americanos originarios del puente colgante.—Primer puente colgante de metal.—Introducción en Inglaterra y Francia del puente colgante.—¿Por qué no hay puentes colgantes en París?—Tipo arquitectural de los puentes suspendidos franceses.—El puente del Gotteron.—Período de temor inspirado por el puente colgante.—Novedad introducida

por el puente del Niágara.—Teoría de Levy.—Influencia del paso de trenes y del paso de caballos en relación con la luz de los puentes.—Reivindicación del puente colgante ocasionada por la rigidez del tablero.—Dotación de rigidez al sistema sustentante, ejemplos.—Prevalcimiento del sistema rígido en su parte sustentada.—Los gigantes puentes colgantes modernos de Nueva York.—El *Bridge Commissioners* y su reciente proyecto.—Favorable ambiente actual que en Alemania reina hacia los puentes colgantes.—Gisclard sintetizador de las experiencias sobre las estructuras suspendidas.—El viaducto de la Cassagne.—Los «cables Ordish».—Montaje del puente Gisclard.

Parte VI.—COMPLEMENTO.

La estructuración compuesta: Combinación de los principios que rigen las estructuras simples.—La estructura compuesta originase por el empleo simultáneo de materiales diferentes.—Las cubiertas románicas como definidoras de la estructura compuesta.—Primeras estructuras compuestas por hierro y por fundición.—Principio de la división del trabajo en las formas resistentes.—Estructuración racional de las formas compuestas; base de economía y de arte que entraña su ley.—Adjunción de la bóveda tabicada con las vigas de hierro.—Reunión de la sillería y del hormigón armado.—El Perronet de nuestros días.—La estructura compuesta en la construcción monumental, iglesias de París.—Vasto campo que á la fantasía ofrece la estructuración compuesta.—Ejemplos interesantes.

Imaginativa estructural: Las reacciones de una estructura son función de la constructibilidad de ésta. El interés de una forma constructiva se ciñe principalmente á sus reacciones terminales.—El número de estructuras que equilibran á un mismo sistema de fuerzas se eleva á un infinito de orden superior.—Estructuras sin flexión.—Superficie de los ejes centrales.—La ecuación del eje neutro de una estructura general.—Situación previa de las reacciones terminales; constructibilidad que lo permite y original conclusión que se deduce.—El arco sin compresiones.—Familia de «estructuras ortogonales».—La viga recta como caso particular de estructura ortogonal.—Influencia del peso propio de la estructura.—Puente de arcos descendentes originado por la estructura ortogonal.—Aplicación de la teoría ortogonal á los cables colgantes; armaduras propias para cubierta que se deducen de aquella teoría.—Facilidad de montura de las primeras formas ortogonales.—Otros caminos para iluminar la imaginación en el encuentro de estructuras.—El valor del coeficiente estructural adoptado dicta espontáneamente la configuración constructiva.—Filosofía de los contrarrestos; consecuencia; tramada de arcos ó pórtico sin columnas.—La composición estructural por combinación de formas elementales conocidas.—La «ley de inversión de formas»; su presencia en los puentes alemanes.—Su aplicación á las formas á lo *Vergniais*; originalísima estructura que se deduce.—Aplicación de la ley de inversión de formas á las estructuras cupulares.—Antiguo presentimiento de dicha ley.—Inversión de formas é inversión de esfuerzos externos.—El problema subestructural en los edificios modernos.—Última observación.

Revista de las principales publicaciones técnicas.

El establecimiento de las vías enarenadas para detener los trenes.

En la *Zeit. des Ver. deutsch. Eisenbahnverw.*, del 25 y del 28 de Enero, M. Koepk hace resaltar las ventajas y describe la construcción de las vías enarenadas empleadas para detener con rapidez los trenes.

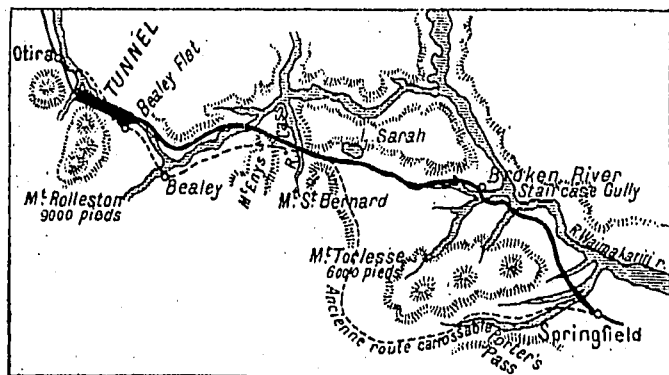
Después de recordar como una vía enarenada, convenientemente dispuesta, hubiese podido evitar el grave accidente de ferrocarril que se produjo en Mülheim, hace algunos meses, indica el autor en qué condiciones hay ventaja en establecer tales vías y la manera como se las ha dispuesto en Dresde. Después expone su método de cálculo de las dimensiones de las vías enarenadas, para detener sobre una longitud dada un tren de un peso

determinado, marchando á velocidad normal. Da cuenta de los resultados obtenidos en la práctica y de los ensayos en el mismo sentido intentados en Inglaterra; describe á continuación la manera de disponer estas vías y calcula el enfrenamiento producido por la arena; en fin, menciona las ventajas que puede presentar una vía enarenada dispuesta delante de una cuña, para amortiguar los choques contra ésta y da algunos datos sobre la naturaleza de la arena que conviene mejor para cubrir estas vías.

El túnel de Otira, en Nueva Zelanda.

El Gobierno de Nueva Zelanda ha dispuesto actualmente la construcción de una nueva línea de ferrocarril para unir la estación de Stillwater, de la línea de Greymouth á Weston, en la costa Oeste de la isla, á Cristchurch en la costa Este, salvando la cadena de los Alpes neo-zelandeses, por un túnel situado en la proximidad de la ciudad de Otira. Esta obra será la más importante de este género que se habrá ejecutado en el hemisferio austral.

Este túnel, que tendrá una longitud total de 86,50 metros, tiene su punto culminante en su entrada opuesta á Otira, en Bealey Flat, como puede verse en la figura que tomamos del *Engineer*, en donde su altitud llega á 746,70 metros; está en pendiente continua de 3 por 100, y su altitud, en la boca más próxima á Otira, es de 487,70 metros. La altitud máxima del puerto, bajo el cual pasará el túnel, es de 929 metros.



La perforación del túnel se hace por el método inglés, con galería de avance inferior, seguida de una galería de avance superior, igualmente en el eje del trazado. El perfil de este túnel es en forma de herradura, de 5,18 metros de altura y 4,57 de anchura, en el interior de su revestimiento de bloques artificiales. La perforación se ha comenzado por las dos extremidades de la galería, por medio de perforadoras neumáticas, del sistema Ingersoll-Rand, de las que tres están en servicio en cada galería. Dos de estas máquinas perforan en el frente de la galería de avance, doce agujeros de 1,83 metros de profundidad y de 75 y 32 milímetros de diámetro, que se cargan con cartuchos de dinamita-goma.

El aire comprimido necesario á los talleres se suministra por dos fábricas situadas en las extremidades del túnel y equipadas cada una con dos compresores de aire de 100 caballos accionados por motores eléctricos. La corriente necesaria á estos motores y á las otras máquinas eléctricas de la instalación, se produce por cuatro grupos generadores de ruedas Pelton de 300 caballos cada uno, repartidos entre las dos fábricas, que utilizan dos saltos de agua de 250 metros y producen corriente á 550 voltios.

La primera mina ha estallado en Mayo de 1908; después los trabajos se continuaron á mano hasta que se acabó la instalación de las fábricas. Durante los doce primeros meses se han terminado exactamente 805 metros de túnel del lado de Otira. La duración calculada para la conclusión del túnel es de cinco años, y el avance llega en la actualidad de 3,60 á 3,90 metros por día. El presu-

puesto asciende á 600.000 libras esterlinas, ó sean más de 15 millones de francos. El volumen total de tierras desmontadas se evalúa en 280.000 metros cúbicos.

La dirección en aeroplano.

En el *Aérophile*, del 15 de Febrero, el Capitán Bellanger, que ha realizado el viaje aéreo París-Pau, expone los diversos procedimientos que se emplean en la actualidad por los pilotos para dirigir un aeroplano.

Los aviadores civiles estudian en general el trayecto que hay que seguir y los puntos de referencia existentes, recorriéndolo en automóvil; los aviadores militares se contentan lo más á menudo con estudiar el recorrido en el plano, utilizando como puntos de referencia los cruces de los caminos, las vías férreas ó navegables y los puntos naturales que presentan alguna particularidad. En fin, los marinos prefieren estudiar un cierto número de puntos de referencia formando una línea transversal al trayecto que se ha de recorrer y dirigirse exclusivamente por la brújula y la estima, hasta que se encuentran en la proximidad de esta línea, que les sirve para reconocer su posición verdadera al fin del recorrido.

El autor discute y compara el valor de estos tres procedimientos de dirección y cita algunos de los resultados obtenidos por los aviadores que se han servido de ellos. Examina después la cuestión de los puntos de referencia artificiales, en cuya eficacia no cree mucho, porque serán, lo más á menudo, difíciles de ver por el aviador.

En fin, al tratar de la carta aeronáutica que se piensa hacer y de los diversos métodos de referencia que permitan al aviador reconocer las localidades en que se encuentra según este plano, cree el autor que lo más sencillo y menos costoso sería adoptar, para numerar estas localidades, las cifras colocadas en los planos del estado mayor al 1 por 80.000, lo que permitiría el empleo de estos planos.

El empleo de los cables de aluminio para el transporte de la energía eléctrica.

La *Electrical Engineering*, del 9 de Febrero, publica algunos datos acerca del precio de fabricación de los cables de cobre comparándole con el de los de aluminio de la misma conductibilidad. Estos precios no comprenden ni los gastos generales, ni el coste de transporte de los cables al pie de la obra, y se fundan en los precios unitarios siguientes del metal en bruto; cobre, 60 libras esterlinas la tonelada inglesa, aluminio 77,5 libras esterlinas la misma tonelada.

El autor publica un cuadro en el que se indica para todos los cables de la misma conductibilidad, la sección del cobre y la equivalente del aluminio, el número y el diámetro de los hilos de estos cables, el espesor del dieléctrico, el espesor radical del plomo de la envoltura, el diámetro exterior de los cables, su peso aproximado por milla de longitud y, en fin, su precio de coste de fabricación por milla.

Resulta de este cuadro que, si bien los cables de aluminio son más gruesos y exigen, por consecuencia, más aislador, su precio de fabricación es menor que el de los cables de cobre equivalentes, para todos los diámetros superiores á 12 milímetros. La diferencia entre los precios de los dos tipos de cables llega á un 15 por 100 para los más gruesos.

El autor describe, para terminar, algunos modelos de enlaces que sirven para unir los cables de aluminio ó para enlazar con éstos los cables de derivación, empleando cables sencillos ó cables concéntricos. Estos enlaces tienen una construcción idéntica á la de los enlaces de los cables de cobre.