

tudiado, y de la pendiente misma; la máxima que puede darse está determinada por el programa, y en otro lugar hemos razonado lo justo de tal elección.

Las anchuras señaladas y la pendiente máxima que se fija son excelentes bajo un punto de vista que por hoy sólo constituye una previsión, pero que, dada la rapidez con que las poblaciones pueden crecer, merced á la actividad que en todas partes se despierta á causa de la explotación de los ferrocarriles existentes y de los que de nuevo se proyectan, podrán constituir en plazo más ó menos breve una verdadera necesidad; nos referimos á la posibilidad de poder implantar barras-carriles en toda la longitud de las vías urbanas, para vehículos movidos, ya que no por la fuerza del vapor, por lo menos por la fuerza animal.

El establecimiento de tales servicios, como el de ómnibus en muchas poblaciones, exige necesariamente el de lugares destinados á apeaderos, pero de esto tratamos extensamente al ocuparnos de las encrucijadas.

El problema de la viabilidad urbana sería sencillo si la calle pudiese ser considerada como una carretera ó camino exterior, de los cuales viene á ser la prolongación en las principales arterias urbanas que se ramifican después hasta los últimos extremos; mas no ocurre de tal manera, sino que la vía pública establece y recibe al mismo tiempo diversas servidumbres de los edificios contiguos á sus márgenes y que contribuyen á formarla, á más de que complica hasta un grado considerable las condiciones de su funcionamiento, su encuentro con las restantes vías de la población, encuentros que determinan los movimientos articulados, exigiendo éstos á su vez, en combinación con los directos, disposiciones especiales y amplitud conveniente en estos encuentros de las vías, que reciben el nombre genérico de encrucijadas, punto culminante para el estudio de todo proyecto de ensanche.

Nótese que la disposición que se adopte debe satisfacer por igual á la circulación pedestre que á la rodada y á las combinadas de unas con otras, ya que los puntos más á propósito y generalmente seguidos por los peatones para pasar de una á otra se verifican en estas encrucijadas, siendo además absolutamente precisos si ha de seguir una calle en toda su longitud que queda cortada en diferentes puntos.

Preocupación de todos los tiempos ha sido la de poder evitar los frecuentes accidentes á que da lugar el movimiento incesante de vehículos, y en diferentes sentidos, en las poblaciones de alguna importancia. Tal asunto, que por su sola enunciación hace comprender el interés que ofrece, aparece corroborado por los datos de la estadística. Estos, según los datos que tenemos á la vista, acusan en París un accidente desgraciado por día. Las estadísticas de Londres, correspondientes á un período de cinco años consecutivos, señalan 533 personas muertas y 7.494 heridas y contusas, lo que acusa un término medio anual de 106 y 1.498 respectivamente, ó sean más de cuatro accidentes por día.

En Nueva York pueden estimarse en el doble que en Londres. Todo hace pensar en la necesidad de prevenir tamaños inconvenientes. A lo largo de las calles las aceras constituyen verdaderos muelles ó lugares de refugio, lo que explica la considerable altura que tenían respecto á la calzada; pero en los puntos de cruzamiento tal refugio desaparece y hay que pensar en el modo de establecer otros que eviten los riesgos enumerados.

En este punto, y como prueba de la necesidad de tales refugios, podemos citar la memoria del Doctor Wesphal, de Alemania, quien describe, con el nombre griego de *agorafobia*, una enfermedad nerviosa, caracterizada por una excitación de temor y angustia paralizante que sobrecoge á algunas personas cuando tienen que atravesar una encrucijada, no acertando á evitar la aglomeración de vehículos.

(Se continuará.)

NUEVAS INVESTIGACIONES SOBRE LOS MORTEROS HIDRÁULICOS

Mr. R. Feret, Director del laboratorio de Puentes y Calzadas en Boulogne-sur-Mer, es una autoridad reconocida en cuanto se refiere á la constitución y condiciones de los morteros hidráulicos en general, y ha estudiado muy especialmente la influencia que la composición granulométrica de la arena ejerce no sólo en la resistencia, sino en la compacidad de los morteros. Las principales conclusiones, deducidas de numerosos experimentos, las publicó en una Memoria inserta en los *Annales des Ponts et Chaussées*, en 1892; 2.º semestre, págs. 1 á 161. Desde entonces ha continuado sus investigaciones, y el resumen de algunas de ellas forma lo más interesante de la segunda parte de la *Chimie appliquée à l'art de l'Ingénieur*, cuya 2.ª edición ha sido publicada este año, comprendiendo 360 páginas de este volumen el «Estudio sobre los materiales aglomerantes en las mamposterías». La obra comprende los capítulos siguientes:

- 1.º Resumen histórico y estado actual de la producción de cales hidráulicas y cementos.
- 2.º Clasificación.
- 3.º Fabricación (cales, cementos de escoria, cementos propiamente dichos).
- 4.º Propiedades.
- 5.º Métodos de ensayo.
- 6.º Morteros.
- 7.º Hormigones.
- 8.º Aplicaciones.

En los cinco primeros capítulos y en el 7.º y el 8.º pasa revista á los conocimientos que hoy se poseen en las materias que comprenden, formando en conjunto un estudio muy completo, con notas bibliográficas que permiten al lector consultar memorias y publicaciones especiales cuando le interese la resolución de algún problema sólo indicado en el texto.

El capítulo 6.º, que trata de los morteros, es acaso el más interesante de todo el libro, porque en él resume Mr. Feret las conclusiones á que ha llegado como consecuencia de los numerosos experimentos que ha hecho en el laboratorio de Boulogne-sur-Mer. Muchas de ellas confirman las de otros investigadores y algunas son nuevas, sobre todo expuestas en forma tan clara y concluyente. Tal sucede, por ejemplo, con la clasificación granulométrica de las arenas y la representación gráfica de los resultados, que, siguiendo los procedimientos indicados por Feret, vienen á formar un método completo de ensayo, susceptible de obtener con él resultados más uniformes, y, por lo tanto, más fácilmente comparables que operando como se hace de ordinario. Es esto tan importante que muchas veces depende del método el que resulten fructuo-

sos ó estériles investigaciones y experimentos cuyo valor es siempre grande, si se refieren á pruebas de largo tiempo, que es difícil repetir. Por eso creemos de gran utilidad la representación gráfica y la adopción de fórmulas y coeficientes medios que indica Mr. Feret. La primera, en forma parecida á la indicada por el Director del laboratorio de Boulogne, ya la habíamos adoptado al comenzar nuestras investigaciones sobre cementos en el año de 1880; á los segundos no pudimos llegar con las probabilidades de acierto que alcanzan los de Mr. Feret, por no haber terminado la serie de experimentos que nos propusimos hacer en Gijón, cuyo plazo para los de largo período era de diez años, y antes de que se cumpliese ese tiempo dejamos el servicio de aquel puerto, sin haber podido después conseguir datos fidedignos de las resistencias obtenidas en las series de pruebas de diez años. Nuestras investigaciones coinciden por completo en cuanto se refiere á la gran influencia que la composición granulométrica de la arena ejerce en la resistencia de los morteros. No están tan acordes en cuanto á la formación de los granos, pues, según Mr. Feret, es casi indiferente que sean ó no redondeados y que contengan restos de conchas. Según los experimentos realizados en Gijón y en Vigo con arenas muy diversas, la influencia de la forma de los granos es muy apreciable, y lo propio sucede con los restos de conchas.

En Gijón, por ejemplo, se obtuvo siempre mayor resistencia en las pruebas de mortero hecho con arena cuarzosa de arista viva tomada al pie del cabo de Torres que con la del Arbeyal, que provenía de la misma roca, pero había sido arrastrada por el mar sobre una costa de roca que había dificultado el avance, y, por lo tanto, había dado lugar á un gran rozamiento y desgaste, convirtiendo toda la cuarcita en granos perfectamente pulimentados de diverso tamaño, que, en general, eran como guisantes pequeños, de lo cual provenía el nombre de playa del Arbeyal, por llamarse arbeyo en asturiano esa legumbre. La influencia de los restos de conchas no parecía tan clara en aquellos experimentos, porque se encontraban mezclados con una arena fina y de condiciones tan diferentes de la silícea, antes mencionada, que era difícil averiguar qué parte alicuota podía asignarse á los restos calizos de conchas cuando los de rocas de esta clase formaban ya más del 30 por 100 de la masa de la arena. En cambio, en Vigo se hacen los experimentos con arenas cuarzosas, que provienen de la descomposición del granito, y aparte de alguna mica, en muy pequeña cantidad, sólo contienen sílice y restos de conchas, es decir, carbonato de cal pulimentado. Pues bien, las resistencias de los morteros hechos con estas arenas son siempre menores que las obtenidas en los confeccionados con arena artificial obtenida machacando cuarzo, y que después de tamizada viene á ser equivalente á la normal de Boulogne. No puede admitirse que la pequeña cantidad de mica, que no llega á 1 por 100, sea la causa de esa inferioridad; por lo tanto, parece más probable que es debido en parte á la presencia de restos calizos perfectamente pulimentados y á que los granos están algo más redondeados en la arena natural, por efecto del desgaste que en ellos produce la acción de la resaca y movimiento del cordón litoral. Es decir, que, en resumen, la arena con aristas vivas y exenta de restos calizos produce un mortero de mayor resistencia que aquella en que los granos están redondeados ó no es puramente silícea. Siempre en el supuesto de que la composición

granulométrica no sea muy diferente, pues claro está que el polvo fino que resulta de machacar cuarzo para obtener una arena artificial dará un mortero muy inferior al que se obtenga con otra natural de grano grueso, aunque tenga restos calizos.

Son también muy dignas de tenerse en cuenta las observaciones de Mr. Feret respecto á la preferencia que él da á las pruebas por compresión. No parece, sin embargo, que por ahora pueda adoptarse este género de experimentos para sustituirlos á los ensayos de tracción, porque, tanto la Comisión francesa como la Asociación Internacional, siguen preconizando como prueba clásica la de tracción, que si bien, como dice muy bien Mr. Feret, da idea de una resistencia en condiciones en que casi nunca trabajan los materiales aglomerantes, tiene la ventaja de su gran sencillez, de ser fácil de instalar y barata la máquina Michælis con que se realiza, y sobre todo de tener en todos los países muchos experimentos de esta clase, lo cual facilita la comparación de los resultados.

Es muy cierto que parte de estas ventajas, sobre todo la última, está muy atenuada por la imposibilidad de saber si el mortero llamado mármol ha recibido la misma compresión, ó, mejor dicho, por la seguridad de que no puede tener la misma compacidad, no ya en todos los laboratorios, sino en uno mismo y con idéntico personal; pero esta objeción, aunque no en tanto grado, es también aplicable al mortero pastoso que Mr. Feret preconiza para las pruebas por compresión. En todas se hace muy difícil comparar con exactitud, y por eso debe tenderse á unificar los métodos de ensayo para reducir al minimum las diferencias, procurando eliminar todas las que no provengan, de lo que puede llamarse ecuación de los operadores. De este factor no puede prescindirse, y cualquiera que sea la prueba ha de llevar consigo unido un valor personal, como sucede con los análisis químicos, y, en general, con todo conocimiento, en el cual el *modus operandi* tiene una gran influencia.

Lo que parece hoy más acertado es conservar la prueba clásica de tracción para las recepciones de cementos en las obras y seguir trabajando en los laboratorios bien montados para determinar qué relación existe entre la resistencia de tracción y la que se obtiene por compresión, por flexión y acaso por torsión. Este género de pruebas ha sido poco aplicado á los morteros y, no obstante, es susceptible de dar resultados muy uniformes y, por tanto, comparables. Desde 1880 á 1885 hicimos más de dos mil pruebas de torsión con diferentes clases de cementos puros y morteros con un aparato Thurstan que habíamos hecho modificar expresamente para que fuese aplicable á materiales aglomerantes, el que ese profesor emplea para los metales, y siempre observamos una gran regularidad en los resultados. Después hemos abandonado ese género de pruebas porque, no encontrando otras análogas, ofrecían muy pocas probabilidades de ser útiles. Pero estos motivos de orden puramente subjetivo, que pueden hacer estériles las investigaciones aisladas, no existen tratándose de un laboratorio, donde el factor tiempo tiene mucha menos importancia, y lo que no se termina en una década puede concluirse en la siguiente, y donde, además, los experimentos deben tener un carácter de estudio científico, á que no podemos aspirar los que hacemos ensayos, en los momentos que dejan disponibles las atenciones, por lo general apremiantes, del servicio ordinario.

Son también muy interesantes los experimentos de Mr. Feret sobre resistencia de mezcla de cemento con materias extrañas, y en ellas se demuestra que, reducidas á polvo impalpable, casi todas son susceptibles de producir una acción química, á veces enérgica, como sucede con la escoria de los altos hornos. Estos ensayos vienen á demostrar que no estaban enteramente desprovistos de fundamento los fabricantes ingleses de cemento que han defendido como lícita la adición de ceniza de los hornos, que, según ellos, mejoraba en muchos casos la calidad del cemento. Claro está que semejante conclusión no puede admitirse sino con muchas reservas, porque la ceniza de un carbón piritoso ha de ser necesariamente perjudicial, en otros casos puede ser materia inerte que se pague como material aglomerante y sólo cuando sean bastante ricas en alúmina podrán ejercer efectos químicos apreciables y tal vez beneficiosos.

De todos modos, con estas adiciones sucede lo que acontece con el uso de cementos hidratados en parte, ó que después de fraguados vuelven á ser molidos; que no por ser susceptibles de conservar bastante energía puede autorizarse su empleo más que en contados casos y con la debida precaución, aun cuando en las más de las veces es posible que al cabo de un año los morteros tendrán casi igual resistencia que la normal debida al cemento de que se trate. Dentro de poco podremos dar algunos datos que confirmen este aserto, indicando al propio tiempo las reglas de aplicación que de ellas puede deducirse en la práctica corriente.

Las anteriores indicaciones creemos que harán comprender el gran interés que tiene el extracto del capítulo que á los morteros dedica Mr. Feret. La traducción la ha hecho con singular exactitud nuestro compañero D. Casto Méndez Núñez, de cuya actividad é inteligencia son de esperar trabajos de más empeño. El presente, sin embargo, lo creemos muy útil, y, á más de útil en absoluto, de actualidad, pues parece que la creación del Laboratorio central de ensayo de materiales de construcción ha de dar más interés á estos estudios, puesto que los ingenieros jóvenes han de encontrar en ese centro medios de investigación de que no tenemos ni idea los que estudiamos hace un cuarto de siglo. Creemos también que el Laboratorio central hará que pronto sea un hecho la adopción de un pliego general de condiciones para las cales hidráulicas y cementos entre los aglomerantes y para los hierros y aceros entre los metales. Por estos y otros beneficiosos resultados que de él esperamos, ha sido grande la satisfacción que ha producido su creación á los amantes del progreso en este género de estudios, y nuestros distinguidos compañeros los señores D. Rogelio de Inchaurreandieta y D. Francisco de Federico deben estar satisfechos y orgullosos de que su nombre vaya unido al establecimiento de este importante centro.

FERNANDO G. ARENAL.

Vigo 26 de Agosto de 1898.

(Se continuará.)

OCIOS DE VIAJE

Mi amigo el Ingeniero belga Sr. Franken, durante el viaje que hicimos para asistir á la inauguración del ferrocarril del Congo, me propuso el siguiente problema:

¿Cuál es el número máximo de trenes que pueden expedirse en T horas de servicio por una línea de vía única que tiene $p \times 1$ estaciones de cruzamiento espaciadas por igual, suponiendo que se inviertan t horas en recorrer cada sección?

Como entretenimiento fué propuesto el problema, como tal le presento á los lectores de la REVISTA, ya que su importancia es principalmente teórica y la solución encontrada sencillísima, según se publicará en el número próximo, no verificándolo desde luego para no quitar el atractivo de investigarla á los aficionados á este género de sport.

M. CARDEHERRA.

REVISTA EXTRANJERA

El túnel de Blackwall.

El proyecto definitivo de esta obra fué aprobado en 1891. La longitud total del túnel, incluyendo las avenidas de acceso, es de 1.890 metros, de los cuales 372 se hallan debajo del Támesis.

El perfil longitudinal tiene en el lado de Middlesex rasantes con pendientes de 0,028 y de 0,027 por el lado de Kent. El firme tiene 4^m,90 de ancho, y hay dos aceras estrechas para los peatones. El diámetro de la sección circular del túnel es de 7^m,40,

El túnel de Blackwall comprende dos accesos en trinchera, dos partes ejecutadas á cielo abierto y cubiertas de tierra posteriormente, y una parte central construída por medio del aire comprimido y dotada de un revestimiento metálico.

En las avenidas de acceso, los muros de sostenimiento son de hormigón con paramentos de ladrillo y una chapa de asfalto de 0^m,039 de espesor para asegurar la impermeabilidad de la fábrica.

Las secciones ejecutadas á cielo abierto llevan en el revestimiento cuatro roscas de ladrillo embebidas en hormigón y están dotadas de su correspondiente chapa de asfalto. En los agotamientos el caudal llegó á un máximo de 681,52 metros cúbicos por hora.

La sección construída por medio del aire comprimido fué atacada por cuatro pozos verticales de 14^m,70 de diámetro interior, situados en los puntos de cambio de dirección de la traza y de la rasante.

La perforación del túnel se llevó á cabo con el auxilio de un broquel de acero de 5^m,95 de longitud y 8^m,42 de diámetro, cuyo peso era de 250 toneladas.

El esfuerzo máximo desarrollado por las prensas hidráulicas para empujar el broquel llegó á 5 165 toneladas.

El tubo de fundición, que constituye el revestimiento del túnel, se halla embebido en una bóveda de hormigón. El espesor del revestimiento es, en una parte de la obra, de 0^m,05, con bridas de 0^m,30 de 0^m,5 á 0^m,07 de espesor. En otra sección el espesor de los sectores del revestimiento se reduce á 0^m,03, y las bridas son de 0^m,25 de longitud, con un espesor de 0^m,03 á 0^m,56.

Los anillos tienen una longitud de 0^m,76, según la genera-