

grabado inserto en este número, y las agujas y señales pertenecientes al puesto B se maniobran desde una caseta aislada, establecida á la derecha de las vías (en el sentido de la salida) y distante 620 metros del puente de señales.

Las dos casetas A y B tienen comunicación telefónica entre sí y con el despacho del jefe de estación. Existe además un aparato hidráulico, llamado de *consentimiento*, entre las palancas de los dos puestos A y B, el cual tiene por objeto impedir que en el puesto B se pueda maniobrar las agujas que afecten al paso de un tren por las vías generales de Alicante y Zaragoza, ó que se pueda hacer desde el mismo puesto B un paso simultáneo peligroso ó incompatible con otro preparado desde el puesto A.

Las señales empleadas en esta instalación de enclavamientos consisten en semáforos y discos bajos. Los primeros sustituyen á los discos avanzados ordinarios, ó sirven para señalar la vía que se halla preparada como libre para la salida de los trenes desde la estación, y los discos bajos tienen por objeto servir de indicadores de parada absoluta para las vías cuya salida debe ser impedida, utilizándose también en algunos casos especiales como indicadores de dirección. Todas las señales se hallan iluminadas en el servicio de noche por medio de luces eléctricas, alimentadas por la corriente que se produce en la fábrica central establecida para suministrar luz á la estación y á sus edificios, y de la cual se hizo ya mención en el número 1.117 de esta REVISTA, con motivo de la descripción del carretón transbordador eléctrico que existe en la estación que nos ocupa.

Los aparatos maniobrados desde la caseta A forman un conjunto de tres semáforos avanzados, dieciocho cambios de vía (entre ellos tres cruzamientos-cambios dobles) y cinco discos bajos, á más de los 15 brazos de señales instalados en el puente, ó sea un número total de 41 aparatos, para cuya maniobra existe en dicha caseta A una instalación de 32 palancas y 12 *botones selectores*. Estos botones constituyen una disposición ingeniosa del sistema Bianchi-Servettaz, que permite reducir el número de palancas, produciendo con ello mayor sencillez en las instalaciones de los puestos y gran aumento de comodidad en su manejo y funcionamiento.

El puesto B comprende 4 semáforos avanzados ó de llegada, 8 semáforos interiores ó de salida, 14 cambios de vía (incluidos en ellos dos cruzamientos-cambios dobles y uno sencillo) y 16 discos bajos; hallándose también enclavadas por medio de una llave Annet las agujas del cambio de la vía que conduce á los talleres arrancando de la línea de contorno. Este conjunto de 43 aparatos son maniobrados con una instalación de 27 palancas, no habiendo sido necesario emplear botones selectores por causa de la disposición de las señales.

Sumados los datos correspondientes á los dos puestos, resulta un total de 84 aparatos maniobrados y enclavados por medio de 59 palancas y 12 botones selectores; conjunto que forma la instalación más importante de enclavamientos que existe en los ferrocarriles de España.

Las señales instaladas en el puente fotografiado tienen por objeto dar las indicaciones necesarias para el paso de los trenes y máquinas á su salida ó entrada en la nave del edificio de viajeros. Dentro de esta nave se encuentran establecidas seis vías, que se designan correlativamente con los números 1 al 6, de izquierda á derecha, en el sentido de la salida de la nave, que corresponde á la posición del punto de vista tomado para la fotografía.

Por medio de los cruzamientos y cambios establecidos al efecto, cada una de las seis vías tiene acceso y comunicación directos con el tronco de tres vías que existen para la salida de los trenes, las cuales se denominan, según su dirección respectiva y enumeradas también de izquierda á derecha, de *maniobras*, de *Zaragoza* y de *Alicante*.

Los seis indicadores, de dos brazos cada uno, colocados en el puente de señales, se hallan destinados á permitir ó prohibir la entrada ó salida de los trenes en la nave central. Según las re-

glas establecidas para el uso de los semáforos de dobles brazos, las señales que con ellos se hacen son las indicadas por el brazo izquierdo, mirando al semáforo en el sentido de la marcha del tren; careciendo de significación para el mismo sentido de marcha el otro brazo del lado derecho. Estas indicaciones se hallan, además, bien aclaradas por medio de los colores dados á los brazos, los cuales se hallan pintados de rojo con una faja blanca cuando corresponden al lado izquierdo, y de blanco con faja negra, ó sea carencia de significación, cuando se encuentran al lado derecho. Los brazos colocados en posición horizontal indican señal de alto, y cuando se hallan caídos señalan vía libre; así, por ejemplo, en la posición de la fotografía se halla cerrada la salida de la nave por todas las seis vías, y sólo se encuentra permitida la entrada en ella por la vía tercera.

El semáforo elevado de tres brazos que existe, además, en el puente, tiene por objeto señalar para cuál de las tres vías principales antes mencionadas, de maniobras, de Zaragoza y de Alicante, se halla preparada la salida de los trenes. Cada uno de sus tres brazos lleva, al efecto, una letra, M, Z y A, que corresponden, respectivamente, á la inicial de la designación de cada vía y para la cual queda la salida permitida ó prohibida, según que el brazo correlativo se halle caído ó levantado. Si, por ejemplo, se quiere preparar la salida de un tren desde la vía cuarta para tomar la vía general de Zaragoza, es preciso bajar previamente, por medio de las palancas respectivas, el brazo Z del semáforo elevado y el brazo del indicador (núm. 7) que corresponde á dicha vía cuarta. Los demás brazos de los indicadores se encontrarán en la señal de alto, siempre que no hubiere lugar á permitir algún otro paso ó maniobra compatible con la salida descrita.

Durante la noche las señales que suministran los brazos del semáforo é indicadores se hallan reemplazadas por las señales que proporcionan de modo completamente análogo las luces blancas y rojas.

R. P.

NUEVAS INVESTIGACIONES SOBRE LOS MORTEROS HIDRÁULICOS (1)

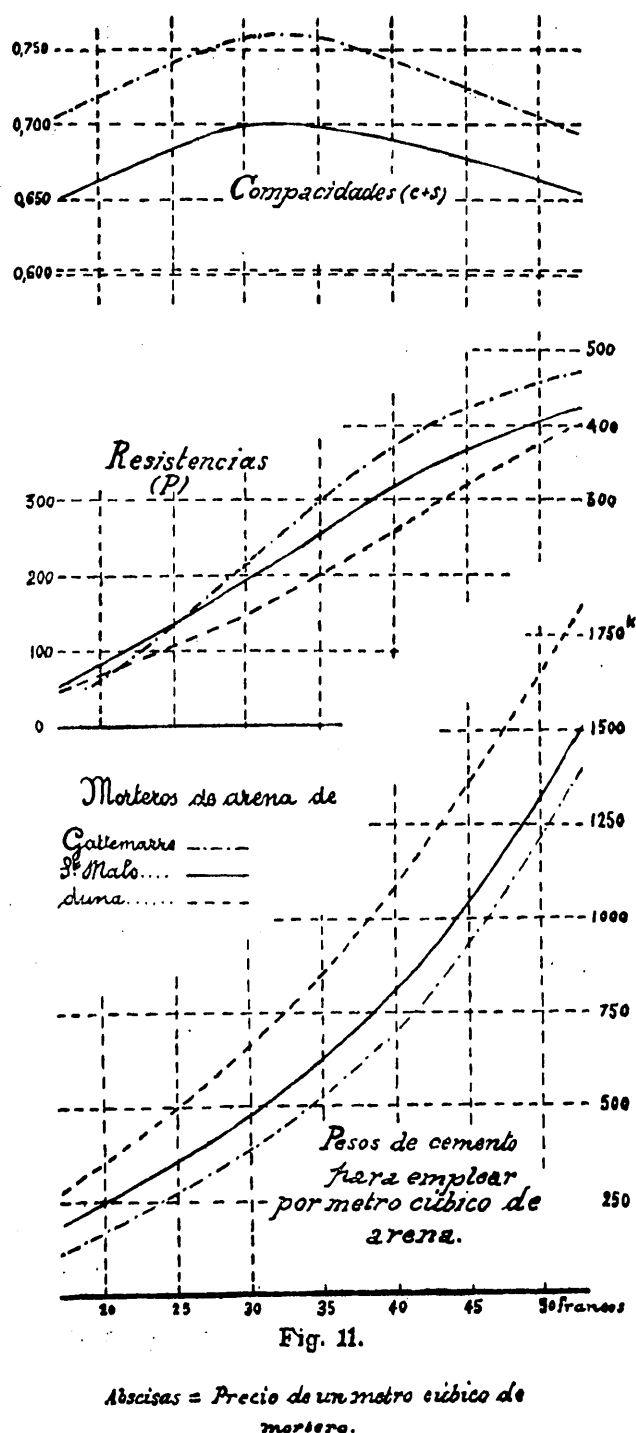
Desde luego, el mejor método que hay que seguir, sobre todo cuando se tiene que elegir entre varias arenas, consiste en estudiar experimentalmente, como se acaba de decir, morteros en dosis escalonadas hechos con cada arena y el cemento adoptado, y calcular los precios del metro cúbico de estos diversos morteros.

Para poder comparar todos los resultados de un sólo golpe de vista, basta construir un diagrama, tomando para abscisas los precios y para ordenadas las compacidades y las resistencias después de una misma conservación (ó, en su defecto, los valores de $\left(\frac{c}{1-s}\right)^2$), estando unidos por líneas continuas de colores diferentes los puntos correspondientes á las diversas arenas. Se basa entonces su elección en los créditos de que se disponga y en la importancia relativa que tengan las diversas cualidades, según las circunstancias de la obra.

Por último, otras líneas pueden indicar los pesos de cemento por metro cúbico de arena tal como se la mide en la obra, correspondiendo á los precios llevados á las abscisas.

La fig. 11, construída así por medio de los resultados del cuadro B, muestra que, aun suponiendo muy diferentes los precios del metro cúbico de las arenas de Gatte-

(1) Véase el número anterior.



marre, de Saint-Malo y de dunas (8 fr., 4 fr. y 1 fr.), la primera de estas arenas sería preferible á la segunda, la cual sería, á la vez, mejor y más económica que la tercera.

VII

COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Acabamos de ver por las figuras 9 y 10 cómo pueden diferir, según la naturaleza de la arena empleada, las propiedades de los morteros y, sobre todo, su compactación.

Las arenas naturales ó artificiales que usan en las obras están compuestas de un conjunto de granos cuyas dimensiones varían, de ordinario, entre límites muy extensos.

La Comisión des Méthodes d'Essai ha reservado el nombre de arenas al conjunto de granos que pasan á través de un tamiz perforado de agujeros de 5 milímetros de diámetro. Definidas de esta manera, las arenas constitu-

yen todavía mezclas, con frecuencia muy complejas, y las denominaciones de gruesas, medias ó finas que se les da ordinariamente, según la dimensión de los granos más abundantes, son vagas é incompletas.

Para hacer resaltar la influencia de lo que hemos llamado composición granulométrica de las arenas sobre sus propiedades y sobre las de los morteros de que forman parte, hemos distinguido tres categorías de granos, limitados por tres tamices perforados por agujeros circulares iguales de 5,2 y 0,5 milímetros de diámetro, respectivamente, á saber:

Granos G (gruesa), que pasa por el tamiz de 5 milímetros y no por el de 2.

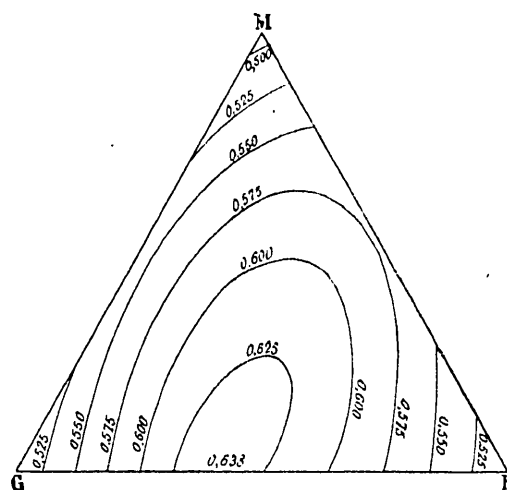
Granos M (media), que pasa por el de 2 y no por el de 0,5.

Granos F (fina), que pasa por el de 0,5.

Después hemos vuelto á mezclar estas arenas elementales en proporciones variadas metódicamente y estudiado comparativamente las arenas resultantes de estas mezclas.

La interpretación de los resultados obtenidos ha sido considerablemente facilitada por el empleo de un método gráfico que consiste en representar, en un triángulo equilátero, cuyos vértices corresponden á los tres gruesos elementales G, M y F, una arena cualquiera por el centro de gravedad del sistema ponderal obtenido cargando los vértices del triángulo, proporcionalmente, á los pesos de granos G, M y F contenidos en la arena considerada.

Las figuras 12 á 17 indican, por líneas de nivel que unen los puntos representativos de las arenas, que gozan en el mismo grado de una propiedad cualquiera de algunos de los resultados obtenidos. Su examen muestra cuán importante es la influencia de la composición granulométrica de la arena, ya se considere ésta sólo (fig. 12) ó se



Volumenes llenos efectivos (1-huecos).⁽¹⁾

⁽¹⁾ Multiplicando las cotas por 2650, se deducen los pesos del metro cúbico correspondiente.

compare morteros obtenidos amasando hasta darles consistencia plástica, mezclas en proporciones ponderales constantes de un mismo cemento y arenas de la misma naturaleza, pero de diferentes composiciones granulométricas (figuras 13 y 14 y figuras 15 y 16).

No son menores las diferencias si se consideran morteros que contienen un peso constante de cemento para un

Morteros que contienen, en peso, 3 partes de arena por una de un mismo cemento.

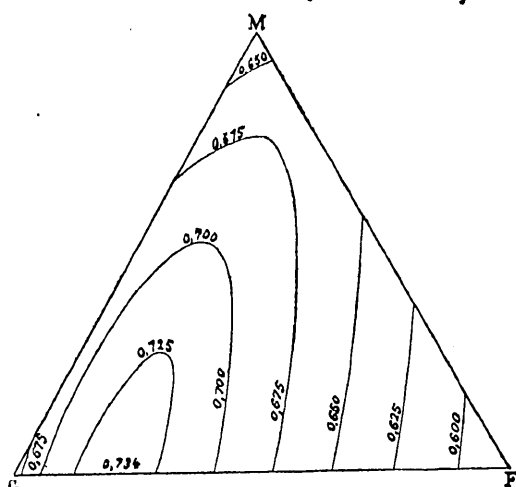


Fig. 13.

Compacidad $(c+s)^{1/4}$

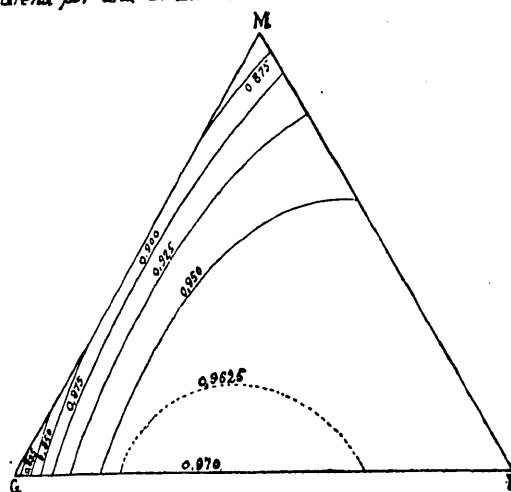


Fig. 14.

$(c+s+e) / (1-v)$

(1) Multiplicando las cotes de la fig. 13 por 0.222, 0.778, 0.687, 2.062 ó 2.749, se obtendrían los valores de c y de s y los pesos de cemento, de arena ó de materias sólidas por litro de mortero.

mismo volumen de arena (fig. 17). Se juzgará por el cuadro G, que indica los valores extremos hallados para diversas propiedades en dos grupos de morteros.

CUADRO G

Pesos de cemento por metro cúbico de arena (1)..... Kg.	250	500
Relación aproximada del volumen de arena al del cemento.. »	6	3
Peso de un metro cúbico de mortero recién hecho..... Kg.	de 1.722 á 2.205	de 1.933 á 2.218
Volumen de mortero establecido por un volumen 1 de arena... »	de 0,940 á 1,030	de 0,970 á 1,180
Pesos de cemento contenido en un metro cúbico de mortero.. »	de 243 á 266	de 421 á 516
Compacidad $(c+s)$ »	de 0,570 á 0,737	de 0,565 á 0,728
Volumen de los huecos que quedan, después de seco, en un volumen 1 de mortero..... »	de 0,145 á 0,330	de 0,093 á 0,210
Descomposición por el agua del mar después de seis años de inmersión.	Todos los grados están comprendidos en la ausencia total de desagregación.	Ninguna desagregación.
Resistencia á la compresión por centímetro cuadrado después de un año de inmersión en agua dulce..... Kg.	de 35 á 130	de 100 á 260

(1) Proporciones calculadas en peso, adoptando para pesos del metro cúbico de arena los que se dan en la fig. 12.

Resulta de estas enormes variaciones en las propiedades de los morteros, que no difieren únicamente más que en la composición granulométrica de su arena, que la simple indicación del peso de cemento empleado por metro cúbico de arena no puede dar ninguna idea de la cualidad del mortero si no se define con exactitud la composición de la arena.

Tal mortero, con 300 kilogramos de cemento por metro cúbico de una arena, puede ser mejor que tal otro de 600 kilogramos del mismo cemento por metro cúbico de otra arena.

Si se consideran morteros que difieran entre sí á la vez por la composición granulométrica de la arena y por las proporciones relativas de la arena y del cemento, la experiencia demuestra que es casi indiferente, bajo el punto de vista de la compacidad del mortero reciente, reemplazar una parte de cemento por un volumen absoluto igual de granos F' de arena, ó inversamente. Desde luego, descomponiendo todavía los elementos sólidos del mortero en tres grosores de granos, de tal modo, que sus granos finos (F') se componen á la vez de cemento y de los granos F de arena, una construcción gráfica idéntica á

las que preceden permite representar las variaciones de compacidad de los morteros, según su composición granulométrica. Hemos obtenido así la fig. 18, de la que se pueden sacar, como sigue, útiles indicaciones.

Sea NaN' el lugar geométrico de los puntos de contacto de las tangentes trazadas por el vértice F' á las líneas de nivel trazadas ó no de la figura. Todos los morteros que resultan amasando hasta tener buena consistencia plástica, de mezclas en proporciones cualesquiera de cemento y de arena representado por el punto A , estarán representadas por puntos de la recta AF' , y el más compacto de ellos corresponderá al punto a .

Las proporciones correspondientes de cemento y de arena (expresadas en volúmenes reales) estarán, además, entre sí, como las longitudes Aa y aF' .

Resulta de aquí que con todas las arenas representa-

Morteros de 500 kg de cemento por metro cúbico de arena.
(Pesos del metro cúbico de arena dados en la fig. 12.)

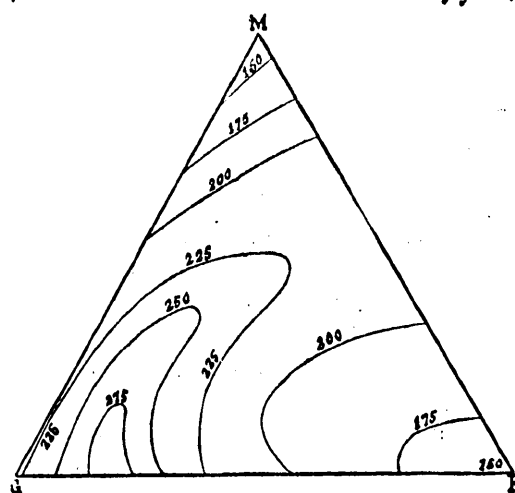


Fig. 17.

Resistencia á la compresión por centímetro cuadrado después de 6 años de conservación en el agua del mar.

Morteros que contienen, en peso, 4,2 partes de arena por una de de mismo cemento
(Bloques cúbicos de 7 cm. de lado sometidos, después de un endurecimiento de 14 días al aire húmedo, a una filtración continua de agua del mar).

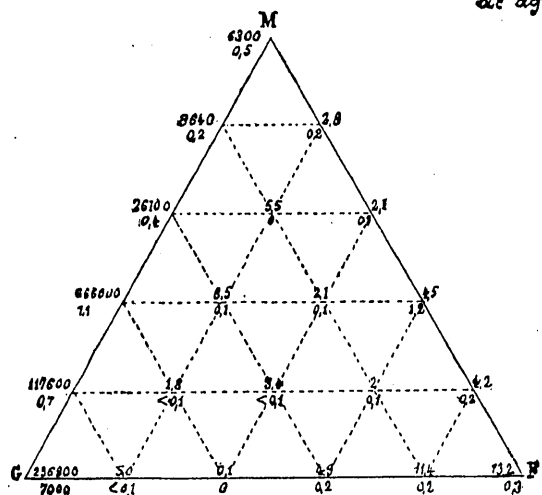


Fig. 15.

Salida por hora en centímetros cúbicos.

Al principio de la experiencia (cifras superiores);
Después de 7 años de filtración continua (cifras inferiores).

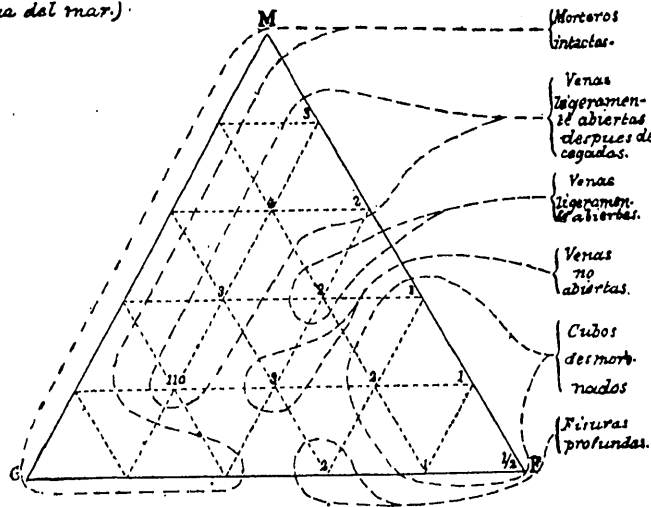


Fig. 16.

Estado de desagregación después de 7 años de filtración continua.

(Las cifras indican después de cuántas semanas se notaron las primeras venas)

das por puntos de la región GNN'M del triángulo, la compacidad pasa por un máximo para una cierta proporción de cemento, mientras que con las de la región NNF', la compacidad disminuye constantemente á medida que el mortero viene á ser cada vez más rico.

Asimilando la curva NaN' á una recta paralela GM y pasando por el centro de gravedad del triángulo, nos conduce á formular las leyes siguientes:

a) Para todos los morteros de buena consistencia plástica hechos con arenas que contienen, por lo menos, un tercio de su peso de granos finos, la compacidad es tanto más débil cuanto que el mortero es mas rico en cemento.

b) Entre todos los que se pueden obtener con un mismo cemento y una arena cualquiera que contiene á lo más un tercio de su peso de granos finos, el más compacto es aquel en que el volumen absoluto de los granos finos, comprendido el cemento, es igual á la mitad del volumen absoluto de los granos gruesos y de los granos medios reunidos.

El máximo de compacidad es tanto más fuerte cuanto

que los granos gruesos son más abundantes con relación á los granos medios.

Experimentos hechos con otros grosores de granos, nos han permitido generalizar esta segunda proposición y enunciar las leyes siguientes, aplicándose cualquiera que sea la definición admitida para los tres grosores elementales:

1.º Los morteros plásticos que, por unidad de volumen, contienen el mayor volumen absoluto de materias sólidas ($c + s$), son aquellos en los cuales, siendo pocos los granos medios, se encuentran los gruesos casi en proporción doble que los finos, comprendiendo el cemento.

2.º Cuando está realizada esta condición, el valor $c + s$ es tanto más grande cuanto que hay más diferencia entre las dimensiones de las dos categorías de granos (gruesos y finos) que entran en el mortero.

VIII

MORTEROS DE TRES ELEMENTOS SÓLIDOS

Resulta de lo que precede que, para obtener un mortero tan compacto como sea posible, lo cual debe ser siempre el objetivo en los trabajos de mar, se deben asociar granos de dos categorías de grosores bastante diferentes, teniendo, necesariamente, uno la dimensión de los granos del cemento, y estando el otro formado de elementos tan voluminosos como lo permita la naturaleza de la obra que haya que ejecutar, y que la proporción debe ser, próximamente, de dos partes de granos gruesos por una de granos finos.

Como un mortero semejante, en el cual los granos finos estarían constituidos únicamente por el cemento, sería muy costoso y de ordinario mucho más resistente que lo que es preciso, las consideraciones que preceden conducen á añadir al cemento otra materia casi de la misma finura, de manera que el mortero conserve la composición granulométrica que requiere, no empleando, en total, más que la cantidad de cemento correspondiente á una cohesión suficiente del mortero endurecido.

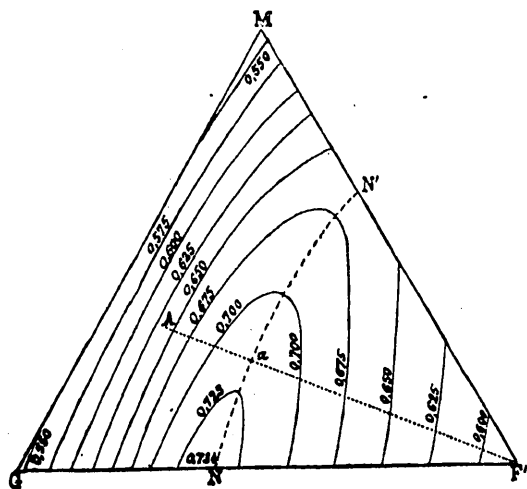


Fig. 18.

Llegamos así á la noción de morteros de tres elementos sólidos: arena, cemento y materia fina adicional.

Esta materia fina puede ser inerte por sí misma y no contribuir á mejorar el mortero más que por el aumento de compacidad que le comunica. Esto es lo que realiza especialmente el cemento atenuado, mezcla íntima de cemento y de arena silícea, molidas juntas y ambas de una gran finura (1). El volumen elemental m de la materia adicional debe entonces contarse con la arena en la fórmula que permite prever la resistencia á la compresión, y esta fórmula viene á ser

$$P = K \cdot \left(\frac{c}{1 - (m + s)} \right)^2$$

Se puede aún mezclar al cemento otro cemento más económico, y formar lo que se llama morteros degenerados. Así son los morteros en los que el cemento es una mezcla de cemento y cal apagada. La experiencia nos dió á conocer (2) que, en este caso, designando por c y m los volúmenes elementales de los dos cementos, el coeficiente de resistencia de la mezcla, después de un espacio de tiempo cualquiera, es sensiblemente igual á la media proporcional

$$\frac{cK_1 + mK_0}{c + m}$$

de los coeficientes K_1 y K_0 de cada uno de los cementos después de la misma duración, de tal manera que la fórmula viene á ser, siendo $c + m$ el volumen elemental del cemento resultante

$$P = \frac{cK_1 + mK_0}{c + m} \left(\frac{c + m}{1 - s} \right)^2 = \frac{(K_1c + K_0m)(c + m)}{(1 - s)^2}$$

(Se continuará.)

FERNANDO G. ARENAL

REVISTA EXTRANJERA

Un puente de hormigón con articulaciones de piedra.

Repetidas veces hemos tratado en la REVISTA de los puentes de fábrica articulados, habiendo sido descritos los primeros que se construyeron en Alemania por el Ingeniero Leibbrand, de hormigón con articulaciones de plomo, y más tarde los de Munderkingen, de la Coulouvrenière, en Ginebra, y de Inzigkofen sobre el Danubio con articulaciones formadas de viguetas metálicas. El Sr. Leibbrand, autor del puente de Inzigkofen, poco satisfecho del aspecto que presentan las articulaciones de hierro, y deseando además reducir su coste demasiado elevado, ha construido recientemente sobre el río Eyach un puente de 30 metros de luz con articulaciones de granito, en un camino vecinal cerca de Imnau (Hohenzollern).

(1) Se puede preguntar, sobre todo, después del reciente trabajo de M. M. Lunge et Millberg, que demuestra que la sílice, aún cristalizada, puede ser disuelta por completo por las lechadas alcalinas, siempre que sea suficientemente fina, si la sílice del cemento no acaba, al cabo de tiempo, por entrar, en parte, en combinación con la cal del cemento propiamente dicho. En todo caso, una acción semejante no es aún apreciable después de un año de endurecimiento.

(2) *Chimie appliquée*, p. 482.

Las articulaciones existen en la clave y en los arranques. Están formados sus diversos trozos por dos sillares de granito de 0^m,50 de espesor en los arranques y de 0^m,49 en la clave. Estos sillares reinan sin interrupción en todo el ancho de la obra, y en este sentido miden 0^m,50. Se apoyan uno en otro los dos sillares que forman la articulación por una superficie cilíndrica, cóncava en un sillar y convexa en el otro, con una superficie de apoyo cuyo desarrollo es de 0^m,10 según la sección recta del cilindro.

Los ensayos previos para el establecimiento de estas articulaciones de piedra se llevaron á cabo en el laboratorio de Munich.

Las principales dimensiones de la obra, que dan idea de su importancia y de sus disposiciones generales, son las siguientes:

Luz medida entre las articulaciones de los arranques.....	30	metros.
Flecha, medida sobre los ejes de dichas articulaciones.....	3	—
Longitud total.....	33,05	—
Ancho útil del puente, compuesto de 2 ^m ,50 de vía afirmada para carruajes y 2 aceras voladas de 0 ^m ,75 cada una.....	4,00	metros.
Ancho de la bóveda en la clave.....	2,50	—
Id. id. en los arranques.....	3,50	—
Espesor de la bóveda en la clave.....	0,45	—
Id. id. en los arranques.....	0,50	—
Id. id. en las juntas de rotura.....	0,80	—

El cálculo se ha efectuado, admitiendo como sobrecarga un rodillo de vapor de 15 toneladas, que debe poder cruzar el puente, y una sobrecarga estática de 360 kilogramos por metro cuadrado. El trabajo máximo no excede de 34 atmósferas por compresión y de 4 atmósferas por tracción.

La flecha observada al descimbrar la obra fué de 15 milímetros; el asiento fué creciendo después lenta y gradualmente hasta que la flecha alcanzó un valor de 30 milímetros, llegando entonces la obra al equilibrio definitivo. En los estribos no se observó ningún asiento.

El coste total del puente, incluyendo las rampas de acceso, fué de 18.000 marcos. Las obras duraron un año y medio.

La revista alemana *Zeitschrift für Bauwesen*, en sus entregas 4.^a y 6.^a correspondientes al año actual, ha descrito minuciosamente esta obra curiosísima, con las figuras de detalle necesarias y una lámina que da á conocer todas sus disposiciones. Da cuenta también de los ensayos realizados en el laboratorio de Stuttgart con articulaciones metálicas y en el de Munich con articulaciones de piedra.

La potencia y la regulación de los molinos de viento.

El profesor La Cour ha presentado á la Sociedad científica de Copenhague el resultado de las investigaciones que ha llevado á cabo durante varios años acerca de los molinos de viento.

La potencia de un molino de viento no es debida solamente á la disminución de la fuerza viva del viento que choca directamente contra las aletas, sino también al vacío relativo que se produce por aspiración de la corriente de aire que pasa entre ellas. Las mediciones efectuadas, accionando un molino por medio de una corriente regular producida por un fuelle, acusan un rendimiento de 143,7 por 100 de la potencia del viento que choca contra las aletas y un rendimiento de 21 por 100 solamente, si se tiene en cuenta el viento que pasa entre ellas. Se comprende que, en estas condiciones, la forma de las superficies anterior y