

Las fórmulas deducidas por el Sr. Saavedra son las siguientes, dando la primera el valor teórico de Q = empuje horizontal, y la segunda el de N = momento del empuje con relación al punto medio de la clave; bastando, por lo tanto, hallar la relación $\frac{N}{Q}$ para deducir la distancia al centro de la clave del punto de aplicación del empuje, ó sea el de arranque de la curva de presiones, cuya distancia se tomará hacia la parte superior é inferior de la clave, según el signo de N sea positivo ó negativo.

$$N = P_p \frac{C + (C - A - (1 - r)^2 c) z}{1 + bz} + \mu \frac{D - (1 - r)bz}{1 + bz}$$

$$Q = P \frac{A \left(1 - \frac{a}{1 - r^2} \alpha\right)}{1 + bz} + \frac{\mu}{p} \frac{B}{1 + bz},$$

en las que representan e el espesor de la clave, ψ el ángulo formado por las juntas extremas de la bóveda con la vertical de la clave, θ el ángulo variable que con dicha junta vertical forma el radio que pasa por el centro de gravedad de cada segmento.

P = Peso total de la semi-bóveda con su sobrecarga.

μ = Par originado por la traslación al centro de gravedad de un segmento de la sobrecarga correspondiente al mismo.

p = Radio del semi-círculo medio (1).

(Se continuará)

JULIO VALDÉS,
Ingeniero de Caminos.

CONDICIONES QUE DEBEN EXIGIRSE PARA LA RECEPCIÓN DE LOS CEMENTOS

(Conclusión.)

d) Si se añade 1 ó 2 por 100 de agua á la cantidad que se considere como normal, la pasta que era firme y trabada se hará semi-fluida, y si se disminuye en la misma proporción, resultará seca y poco ligada, resquebrajándose al caer de la altura de 50 centímetros.

(1) Procediendo con toda exactitud, debe tomarse para p el radio de curvatura de la curva de los centros de gravedad, en el correspondiente al segmento.

e) Se adoptará como proporción normal de agua la *máxima* que satisfaga á las condiciones señaladas en los párrafos (b, c, d), y una vez determinado el tanto por ciento que corresponde, se harán todas las pruebas de cemento puro de una misma partida con esta cantidad de agua.

f) Las pruebas se harán amasando 1.000 gramos de cemento con la cantidad de agua que corresponda, según el ensayo prescrito en los párrafos a, b, c, d, e. Con la pasta que resulte, manipulada durante cinco ó tres minutos, según que el cemento sea de fraguado lento ó rápido, se llenarán seis moldes, cuya sección de rotura será de 5 centímetros cuadrados. Los moldes se humedecerán interiormente con agua de jabón y se colocarán sobre una placa de metal ó de mármol, poniendo debajo una hoja de papel mojado para impedir la adherencia; luego se echará en ellos, de una vez, la cantidad de pasta de cemento necesaria para que los llene con exceso, apretándola con la paleta para que llene exactamente el molde; después se sacude con el mango de la paleta hasta que salgan todas las burbujas de aire, y cuando ya no aparecen más en la superficie se espera unos veinte ó treinta segundos, durante los cuales la superficie del cemento se cubrirá de una delgada capa de agua; luego se quita el sobrante con la hoja de un cuchillo, que se pasa sobre los moldes casi horizontal, para no ejercer compresión alguna. En ningún caso se permitirá añadir más parte de cemento. Si al quitar el exceso del molde éste no quedase bien lleno. Siempre que esto acontezca, deberá volverse á repetir la operación, llenando todos los moldes con nueva masa. A las doce horas se quitarán los moldes, dejando los ejemplares de cemento sobre la placa en que se hicieron, y á las veinticuatro horas se sumergirán en agua dulce ó salada, según los casos. Durante el tiempo que permanezcan los ejemplares en los moldes, y antes de sumergirlos, se tendrán en un sitio cuya atmósfera sea húmeda, resguardados de la acción directa del sol y de corrientes de aire, y, si es posible, á una temperatura que oscile entre 14 y 18°. El agua de los depósitos se renovará todas las semanas.

g) Para cada partida de cemento se harán tres series de pruebas de á seis ejemplares: seis ejemplares se romperán á los siete días, seis á los veintiocho y seis á los noventa; estos plazos se contarán desde la hora en que haya terminado el amasado de la última serie; en cada uno de los plazos se romperán dos ejemplares de cada serie.

h) Los ejemplares serán sometidos á la prueba de rotura por tensión en un aparato de doble palanca, en el cual el peso vaya aumentando por medio de un chorro continuo de agua ó de granos de plomo.

Art. 9.º *Resistencia de las pruebas de cemento puro.*—Para determinar las resistencias, se tomará el término medio de las cinco mejores pruebas entre las seis rotas en cada serie. Los resultados deberán ser: para el ce-

mento puro llamado de Portland, 25 kilogramos por centímetro cuadrado de la menor sección de los ejemplares, al cabo de siete días. Para el cemento natural de fraguado rápido, la resistencia será cuando menos 15 kilogramos por centímetro cuadrado al cabo del mismo tiempo. Toda la partida de la cual provengan los ejemplares que no alcancen estas resistencias, será rechazada.

Art. 10. Las resistencias para el cemento puro de Portland deberán ser á los veintiocho días de 35 kilogramos por centímetro cuadrado, y á los noventa, de 45 kilogramos por la misma unidad de sección. Para los ejemplares de cemento natural puro de fraguado rápido, las resistencias serán de 20 kilogramos por centímetro cuadrado á los veintiocho días, y de 25 kilogramos por centímetro cuadrado á los noventa días (1). Toda partida cuyos ejemplares no den estas resistencias, será rechazada.

Art. 11. *Pruebas de mortero.—Arena-tipo.*—Las pruebas de mortero se harán con arena-tipo, de las condiciones siguientes: Será silicea, de grano áspero; en caso de no encontrarla naturalmente de esta clase, se obtendrá machacando cuarcita ó cantos rodados silíceos. En todos los casos la arena se tamizará por un cedazo de 64 mallas por centímetro cuadrado para separar los granos demasiado gruesos; la parte que haya atravesado este cedazo, se pasará por otro de 144 mallas por centímetro cuadrado, y lo que quede en este segundo cedazo constituirá la arena-tipo, que se lavará y secará antes de emplearla en las pruebas. Esta arena será proporcionada por la Administración.

Art. 12. *Modo de hacer las pruebas de mortero.*—a) El mortero para las pruebas se hará amasando una parte en peso de cemento, con tres también en peso de arena, y 12 por 100 del total de agua. Para hacer seis ejemplares se pondrán 250 gramos de cemento, 750 de arena y 120 de agua. De cada partida se harán al menos 18 ejemplares para ser rotos en tres series. El cemento, la arena y el agua se echarán en un recipiente de metal bien limpio y se incorporarán mezclando estas materias lo más íntimamente posible durante cinco minutos, cualquiera que sea la clase de cemento. Debe obtenerse un mortero suelto que tenga el aspecto de tierra franca recién movida. Con este mortero se llenan de una sola vez, hasta rebosar, los moldes, y se apisona, machacando con un mazo que pese de 200 á 250 gramos. Debe empezarse el apisonado por los bordes del molde, golpeando

(1) Aun cuando las curvas que acompañan este trabajo no indican esta resistencia á los tres meses, debe tenerse en cuenta que se han exigido antes condiciones de molido que harán algo mejor el cemento de Zumaya que se ponga en obra con arreglo á este pliego, y además las curvas se refieren á pruebas hechas con ejemplares de 14,44 de sección, y ya se ha dicho que dan menor resistencia por centímetro cuadrado que los ejemplares de 5 centímetros cuadrados que se prescriben en las condiciones.

primero suave y rápidamente, luego se hace lo mismo hacia el centro, y en seguida se pega más fuerte, siempre en el mismo sentido, hasta que la pasta adquiera cierta elasticidad que haga rebotar el mazo y la superficie resque parte del agua. Entonces se quita el exceso con la hoja de un cuchillo y se alisa, pasándola varias veces sobre la superficie, apoyada en los bordes del molde.

Cuando el mortero esté suficientemente endurecido se quitan los moldes y se dejan los ejemplares sobre la placa en las mismas condiciones marcadas para las pruebas de cemento puro, hasta que pasen veinticuatro horas, sumergiéndolos entonces en un depósito con agua dulce ó del mar, según los casos.

b) De cada partida se harán tres series de á seis ejemplares de las condiciones y modo descrito en el párrafo anterior, y se tomarán dos pruebas de cada serie para tener las seis que han de romperse á los siete días, procediendo de igual suerte para las de veintiocho y noventa días. Todos estos plazos se contarán desde la hora en que se haya amasado el mortero de la última serie.

Art. 13. *Resistencia que deben tener las pruebas de mortero de uno de cemento por tres de arena.*—Para la resistencia se tomará el término medio de las cinco mejores pruebas de las seis que se rompan al fin de cada período.

La resistencia por centímetro cuadrado en los cementos de fraguado lento será, cuando menos, de ocho kilogramos al cabo de siete días, de 15 kilogramos á los veintiocho y de 18 kilogramos á los noventa días. Para los cementos naturales de fraguado rápido, la resistencia por centímetro cuadrado será, cuando menos, de cinco kilogramos á los siete días, ocho kilogramos á los veintiocho días y 10 kilogramos á los noventa días (1). Toda partida de cemento cuyos ejemplares de prueba no hayan alcanzado las cifras marcadas como mínimo para la resistencia del mortero en este artículo, será rechazada.

Art. 14. La resistencia de las pruebas de cemento puro y de mortero á los noventa días, deberá siempre ser superior á la que tengan á los veintiocho días. Toda partida cuyos ejemplares no satisfagan á esta condición, será rechazada.

Art. 15. *Contracción del cemento despues del fraguado.*—Con pasta de cemento idéntica á la empleada para comprobar el tiempo de fraguado,

(1) Debemos hacer la misma advertencia que al tratar de las pruebas de cemento puro; hoy los cementos de Zumaya no dan la resistencia pedida á los tres meses en este pliego, hasta el año; pero con la mejor calidad que se obtendrá satisfaciendo á las otras condiciones impuestas, puede asegurarse que no es excesiva la carga de rotura marcada, y que podría aumentarse puestas en vigor estas condiciones, porque la fabricación mejoraría de un modo notable.

se harán una especie de panes ó galletas circulares de ocho á diez centímetros de diámetro, y de dos de grueso en el centro, haciendo de modo que este espesor vaya disminuyendo hacia los bordes, que se dejarán lo más delgado que se pueda. Estos panes se colocarán sobre una placa de vidrio, y se sumergirán inmediatamente en un depósito de agua de iguales condiciones que la empleada para los ejemplares de las pruebas por resistencia. Si antes de la recepción definitiva se observan grietas en estas pastas, la partida de cemento de que provengan, será *rechazada*.

Art. 16. *Dilatación del cemento*.—Con pasta de cemento idéntica á la usada para las pruebas de fraguado, se llenarán cuatro tubos de vidrio delgado de dos á tres centímetros de diámetro, y de quince á veinte de longitud. Dos de estos tubos se conservarán al aire libre, pero siempre á cubierto de la acción directa del sol, y otros dos se sumergirán en agua dulce ó del mar, según los casos. Si al hacer la recepción definitiva se hubiese roto algún tubo por haberse dilatado el cemento, la partida de la cual proviniese la pasta que lo llenaba, será *rechazada*.

Art. 17. *Modo de empaquetar el cemento*.—Se empaquetará el cemento en barriles ó en sacos, según se prevenga al contratista; en ambos casos los envases se hallarán en buen estado al llegar al almacén ó depósito que haya en las obras, no siendo admitidos los sacos ni barriles que estén rotos. Tanto los sacos como los barriles, deberán tener todos un mismo peso neto de cemento, sin perjuicio de comprobar en cada partida la cantidad total de cemento que realmente tenía.

Art. 18. Todo saco ó barril cuyo cemento no se halle en estado de polvo suelto, ya se presente granugiento, ya con bolas más ó menos duras, que denoten que el cemento ha sufrido la acción de la humedad en grado suficiente para adherirse unos granos á otros, será *rechazado*.

Art. 19. *Almacenaje*.—En todos los casos tendrá el contratista obligación de colocar el cemento en almacenes que reúnan buenas condiciones para este objeto, debiendo someterse á lo que sobre el particular prescriba el Ingeniero encargado de las obras, tanto respecto á la conservación del cemento en los almacenes, como al orden en que hayan de gastarse las diversas partidas que hubiesen sido probadas con resultado satisfactorio, siguiendo las prescripciones de este pliego de condiciones. El contratista tiene también obligación de poner dobles llaves en los almacenes, una de las cuales conservará en su poder, y la otra será entregada al subalterno que designe el Ingeniero para llevar nota de la cantidad de cemento empleado; cuidando asimismo de que no se ponga en obra sino de las partidas recibidas provisionalmente.

Art. 20. *Recepción provisional*.—Se extenderá certificado de recepción provisional por el Ingeniero ó subalterno expresamente autorizado para

este objeto, á la partida ó partidas de cemento que hayan satisfecho á las pruebas prescritas en los artículos 3.º, 4.º, 5.º, 6.º, 7.º, 8.º, 9.º, 10, 13 y 14, sin que en ninguna de ellas haya dado lugar á que se declare sospechoso ni rechazado.

Art. 21. La recepción provisional puede verificarse después de comprobada la resistencia por tracción de cemento puro y de mortero á los veintiocho días, según se prescribe en los artículos 10 y 13. Las pruebas á los noventa días, sólo será *absolutamente preciso hacerlas* con los cementos que hayan sido declarados *sospechosos* por las causas comprendidas en los artículos 3.º y 4.º.

Art. 22. Las partidas de cemento que, á pesar de haber sido declarado sospechoso, den resultados satisfactorios en las pruebas de resistencia de noventa días, serán admitidas provisionalmente como si no hubiese existido la causa que obligó á declarar el cemento *sospechoso*.

Art. 23. *Recepción definitiva*.—Se recibirá definitivamente por el Ingeniero ó subalterno autorizado para este objeto, todo el cemento que salga del almacén para ser empleado en obra, siempre que se compruebe que el almacenaje se ha hecho de un modo conveniente y que el cemento cumple con lo prescrito en los artículos 15, 16 y 18 de este pliego de condiciones.

Art. 24. Se llevará un libro registro en que conste:

- a) Las cantidades de cemento que corresponden á cada partida.
- b) Las fechas en que se hayan hecho las pruebas prescritas en este pliego.
- c) Las cantidades de cemento que han sido objeto de recepción provisional.
- d) Las cantidades de cemento que han sido recibidas definitivamente.
- e) La clase de fábrica en que se ha empleado el cemento.
- f) Las cantidades de cemento que han sido rechazadas y las causas porque no se autorizó su empleo.
- g) Siempre se consignará en el libro registro la fábrica de que provienen los cementos, tanto admitidos como rechazados, así como cualquiera circunstancia digna de mención que se haya observado, bien al hacer las pruebas, bien al ejecutar la obra con los cementos, cuyo empleo se autorice.

Art. 25. *Cementos rechazados*.—Toda partida de cemento que haya sido rechazada por cualquiera de las causas consignadas en los artículos 4.º, 5.º, 7.º, 9.º, 10, 13, 14, 15, 16 y 18, de este pliego de condiciones, será sacada de los almacenes por cuenta del contratista en el término de ocho días, y de no verificarlo dentro de este plazo, el Ingeniero encargado de las obras ordenará que se transporte fuera del almacén ó almacenes, por cuenta y riesgo del contratista, que tendrá además obligación de abonar el

alquiler del local necesario para colocar el cemento que no quiso transportar en el plazo prescrito arriba, después de haberle comunicado por escrito que el cemento había sido rechazado.

Art. 26. El contratista ó su representante pueden presenciar las pruebas, según se consignó en el art. 2.º de este pliego; pero en ningún caso podrá reclamar contra el resultado de las mismas, ni tendrá otro derecho que exigir que las dirija el Ingeniero encargado de las obras, si no hubiesen sido atendidas por sus subalternos las reclamaciones que formulase en tiempo oportuno para que las pruebas se verificaran al tenor de lo prescrito en este pliego de condiciones.

Art. 27. *Comprobación del peso del cemento.*—Todos los barriles y sacos serán pesados antes de ponerlos en el almacén, llevando nota por duplicado de esta operación, el contratista ó su representante y el subalterno designado al efecto por el Ingeniero. Se pesarán también los barriles y sacos vacíos, y la diferencia entre el resultado de ambas pesadas será la cantidad de cemento realmente de abono, que servirá para comprobar el número de metros cúbicos de fábricas ejecutadas con cemento. En ningún caso se certificará en las liquidaciones parciales ni definitivas mayor volumen de fábrica que el correspondiente al cemento gastado, teniendo en cuenta la proporción que debe entrar en cada una según el pliego de condiciones facultativas de la obra que se ejecuto.

Art. 28. Para que pueda cumplirse lo prescrito en el artículo anterior en todos los pliegos de condiciones, se consignará la cantidad de cemento en peso que debe entrar en cada unidad de sillería, mampostería, hormigón, enlosado ó cualquiera otra parte de la obra donde se emplee el cemento.

Art. 29. *Cantidad total de cemento.*—En todos los pliegos de condiciones se especificará la cantidad total de cemento de fraguado lento ó rápido, ó de ambos si los dos son necesarios, que haya de emplearse en las obras á que las condiciones se refieran. También se indicará la cantidad probable que será necesaria en cada mes para la marcha regular de los trabajos.

Art. 29. *Cantidad de cemento que debe haber en las obras.*—El Ingeniero hará saber por escrito con un mes por lo menos de anticipación, la cantidad de cemento que el contratista debe almacenar en el siguiente. Esta cantidad puede ser mayor ó menor que la indicada como probable en el artículo anterior, sin que por esto el contratista tenga derecho á reclamación de ninguna especie. El contratista tendrá obligación de proveer los almacenes del cemento que el Ingeniero le ordene, de modo que en todos los casos debe haber en depósito recibido provisionalmente el necesario para las obras que se ejecuten en un mes. Al calcular esta cantidad no se tendrá en cuenta el peso de las partidas que estén pendientes de recepción

provisional por haber sido declarado sospechoso y tener que someterlo á las pruebas de noventa días.

Art. 30. *Pruebas en casos de urgencia.*—Cuando se trate de reparaciones urgentes en que no puede esperarse para hacer las pruebas de resistencia de veintiocho días, se ejecutarán las de siete días, y si ni aun este plazo pudiera esperarse, se harán pruebas de cemento puro con las precauciones prescritas en este pliego, y se romperán á las cuarenta y ocho horas, de las cuales veinticuatro estarán los ejemplares sumergidos en agua dulce ó del mar, según los casos. Las resistencias en este caso serán como mínimo 10 kilogramos por centímetro cuadrado de la menor sección de las pruebas, tanto para los ejemplares hechos con cemento de fraguado lento, como para los hechos con cemento natural de fraguado rápido. No podrá autorizarse el empleo de un cemento aun en casos de urgencia con esta sola prueba de resistencia á las cuarenta y ocho horas, y las correspondientes al peso molido y fraguado más que de fábricas, cuyos productos hayan sido empleados en las obras públicas, después de haber cumplido satisfactoriamente todas las condiciones de este pliego.

Art. 31. *Pruebas para el cemento artificial de fraguado rápido.*—En los casos en que se exija al empleo del cemento *artificial* de fraguado rápido, éste deberá satisfacer á todas las condiciones señaladas para el llamado de Portland de fraguado lento.

Art. 32. *Condiciones generales.*—El contratista queda además obligado á cumplir todo lo prescrito en el pliego de condiciones para la contratación de obras públicas, aprobado por Real decreto de 11 de Junio de 1886.

V.

CONCLUSIÓN.

El anterior proyecto de pliego de condiciones no tiene nada de original ni de nuevo; es sólo un resumen ordenado de las pruebas á que deben someterse los cementos, habiéndose fijado la resistencia en vista de lo que se exige en los últimos pliegos de condiciones redactados para obras importantes en Francia, Alemania, Suiza y los Estados Unidos; estas resistencias han sido además comprobadas por numerosos experimentos que hemos hecho con millares de pruebas preparadas con cementos alemanes, franceses, ingleses y de Zumaya; por lo tanto, así los datos referentes á los cementos de fraguado lento, como los que hacen relación al de fraguado rápido, son resultado de larga práctica, y creemos que ofrecen garantías de exactitud suficiente para que puedan servir de base á las condiciones generales á que deben someterse todos los cementos que hayan de emplearse en las obras públicas.

Ya hemos dicho que en todos los países se ha ido mejorando la fabrica-

ción á medida que se han exigido condiciones más rigurosas á los proveedores de cemento; pero en Alemania es donde se ha notado mayor y sobre todo más general progreso, debido indudablemente á que la Administración fijó reglas uniformes, que todos los fabricantes tuvieron que cumplir, so pena de ser excluidos sus productos no sólo de las obras públicas, sino de gran parte de las particulares, porque en éstas también se adoptaron las condiciones oficiales. Los mismos resultados se obtendrían seguramente en España si se emplease igual procedimiento, y respecto á su necesidad no es menester encarecerla, porque no hay en el día país alguno donde los cementos se fabriquen con tan poco esmero, y donde la falta de uniformidad en los productos, aun de la misma fábrica, haga que el constructor no sepa nunca á punto fijo de qué clase de material puede disponer. Y no cabe decir que esto sea debido á que en casi todos los ramos de la industria nuestra inferioridad es notoria, porque ésta precisamente no necesita de otras como auxiliar indispensable, y con los elementos de que en la actualidad disponen los fabricantes, pueden elaborar productos mucho mejores, faltando sólo que se vean obligados á ello por una fuerza superior, que no puede tener un constructor aislado.

Por el contrario, los fabricantes se apresurarían á elaborar el cemento de modo que cumpliese con todo lo prescrito en el proyecto de pliego inserto ú otro análogo, desde el momento que viesan cerradas las puertas del mercado de las obras públicas, que representan la mayor parte del consumo. Además, es seguro que en muchas particulares se adoptarían las condiciones oficiales, pues en ellas verían una garantía segura para obtener buenos materiales. El mayor esmero en la fabricación produciría algún aumento en el precio, pero no en el metro cúbico de la unidad de obra construída con mortero de cemento, porque según puede comprobarse por las curvas de residuos que acompañan este trabajo, hoy no se emplea más que el 50 ó el 60 por 100 de elementos activos, puesto que el 40 ó 50 por 100 restante, aun suponiendo que fuese cemento (lo cual no sucede, pues tiene gran cantidad de cenizas y otros cuerpos extraños), está tan mal molido, que, para los efectos de la reacción química, es materia inerte. Por lo tanto, en vez de exigir 340 kilogramos ó más de cemento por metro cúbico de hormigón, por ejemplo, como hoy es costumbre en los pliegos de condiciones, se podría hacer la misma unidad con dos tercios ó la mitad de esa cantidad, ganando aun en cuanto á la clase de fábrica que se hiciese con el cemento mejor elaborado.

Si además se aplicase el art 1.º, tendrían muy pronto que producir cemento de fraguado lento, puesto que el uso del rápido quedaría limitado á los casos en que es verdaderamente útil, evitándose que muchas veces se emplee cuando no es necesario.

Y no se trata de una circunstancia indiferente, pues el fraguado rápido, que es cualidad preciosa cuando hace falta, resulta perjudicial si no es necesaria, y de aquí que para disminuir sus efectos, se acuda al socorrido medio de hacer los morteros con un exceso de agua que hace imposible una manipulación conveniente, y quita la mayor parte de la resistencia que hubiera tenido de estar hecho con el agua estrictamente precisa.

No se trata, por otra parte, de una reforma difícil de llevar á la práctica, ni cuyos resultados pueden ser dudosos, porque los obtenidos en otros países son segura garantía de los que se alcanzarían en España, que si en este como en otros asuntos camina á bastante distancia de los más adelantados, puede aprovecharse de la experiencia adquirida en ellos.

No puede tampoco alegarse que sean precisos gastos de importancia para llevarla á efecto; bastaría que en cada capital de provincia y en algunos servicios especiales, como el Canal de Isabel II, hubiese algunos aparatos, muy pocos y no caros, para estar en disposición de exigir en todas las obras públicas de España las condiciones que deben reunir los cementos, si han de ser buenos y constituir uno de los mejores materiales de que hoy puede disponer el Ingeniero. En prueba de lo dicho, vamos á insertar el presupuesto de los aparatos necesarios para cada laboratorio de ensayos.

Pesetas.

1 Aparato Bailey de doble palanca, de fuerza de 500 kilogramos, para verificar las pruebas de resistencia por tensión	400
20 Moldes de bronce de cinco centímetros cuadrados en la sección de rotura ($0,^m0225 \times 0,^m0222$).. . . .	350
2 Cedazos de tela metálica de 64 y 144 mallas por centímetro cuadrado (hilo de hierro).. . . .	10
3 Cedazos de 324, 900 y 5.000 mallas por centímetro cuadrado (hilo de cobre).. . . .	50
1 Aparato Tetmayer para comprobar el fraguado.	75
1 Hornillo y retortas.	150
1 Hornillo y retortas.	50
2 Placas de mármol.	50
1 Peso.	25
1 Juego de medidas.	10
2 Probetas graduadas en centímetros cúbicos.	80
2 Depósitos de agua.	50
2 Paletas y otros accesorios.	

TOTAL. 1.300

Suponiendo que para toda España se necesitasen 60 laboratorios de ensayos de cementos, el coste total sería de 78.000 pesetas; debe tenerse en cuenta que los precios del presupuesto se han fijado por lo que han costado los aparatos que hay en Gijón; pero si en vez de adquirir un modelo de cada clase se pidiesen 60, se obtendría una rebaja de importancia, no sólo en el precio en fábrica, sino en la parte alícuota de los gastos de transporte, embalaje, etc.; de modo que no es aventurado suponer que pudiera realizarse una economía de 20 por 100 del presupuesto total, y por lo tanto el gasto realmente necesario no excedería de 64.000 á 65.000 pesetas, suma insignificante si se tiene en cuenta la economía que se realizaría en las obras públicas empleando mejores cementos y sabiendo á punto fijo la clase de material que se usaba.

Otra ventaja no pequeña resultaría seguramente de poner á disposición de todos los Ingenieros el material de ensayos mencionado, pues muchos, además de las pruebas necesarias para cumplir lo prescrito en el pliego de condiciones, harían otras que tendrían por objeto estudiar la resistencia de los cementos á más largos plazos y en diferentes circunstancias. También sería posible conocer el valor que tendrían para el arte de las construcciones una porción de calizas hidráulicas que existen en España y que podrían proporcionar excelentes materiales.

Todos estos resultados y otros que sería largo enumerar, podrían fácilmente conseguirse, sólo con que tomasen con interés este asunto aquellos ingenieros que tienen autoridad é influencia en las altas regiones oficiales, á las cuales no es probable que llegue nuestra débil voz. Si se pierde en el vacío, como tantas otras, que abogan por el progreso, tendremos la satisfacción de haber hecho cuanto permiten nuestras escasas fuerzas para que en España se adopten en las obras públicas las reglas que en materia de cementos rigen en las naciones más adelantadas (1).

FERNANDO GARCÍA ARENAL,
Ingeniero de Caminos.

(1) Cada día es mayor la tendencia á fijar condiciones uniformes para la recepción de los cementos. Con motivo de algunas averías observadas en el hormigón del zampeado de un dique seco en Aberdeen, se ha visto que el pliego de condiciones estaba muy mal redactado, conteniendo algunas contradictorias.

Para evitar este y otros casos análogos, tanto los ingenieros más distinguidos, como los fabricantes más acreditados, opinan que la Sociedad de Ingenieros civiles debía tomar la iniciativa para redactar un pliego de condiciones que seguramente sería aceptado por la casi totalidad de los constructores.

MADRID: 1887.

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE GREGORIO JUSTE.

Calle de Pizarro, número 15, bsjo.