

el esfuerzo normal en un punto cualquiera, admitimos que sea como para el cálculo de las expresiones [XVIII], [XIX] y [XX], $N = -H$, teniendo $H_{\frac{1}{2}}$ el valor antes deducido.

La relación de los trabajos elásticos, hechas las sustituciones e integraciones expresadas, tiene el siguiente valor:

$$\frac{I_c}{S_c} \cdot \frac{\int_0^{\frac{L}{2}} N^2 dz}{\int_0^{\frac{L}{2}} M^2 dz} = \frac{L}{450} \cdot \frac{\frac{L}{2} \cdot H_{\frac{1}{2}}^2}{\int_0^{\frac{L}{2}} M^2 dz} = \frac{75 \cdot \frac{f^2}{L}}{2 + 10 \frac{f^2}{L} + 200 \frac{f^4}{L^2}} \quad [\text{XXIV}]$$

No pueden ser absolutos los resultados de la discusión de la relación obtenida entre los trabajos del esfuerzo normal y del momento flector, deducida en una hipótesis particular, aunque aceptable en muchos casos, respecto a la relación entre el espesor o rigidez del arco, y la luz del mismo. Sin embargo, algo orienta sobre el particular la determinación de los valores de esa relación de los trabajos elásticos, en casos corrientes; por lo que, a continuación, se han reunido varios datos y resultados para que juzgue el lector.

Luces de los arcos — Metros	Flechas — Metros	Valores de la relación entre los trabajos del esfuerzo normal y del momento flector
10,00	1,00	1,50
30,00	3,00	0,98
25,00	5,00	0,35
75,00	9,00	0,33
30,00	6,00	0,29

Vese, pues, que el trabajo de la deformación debido a los esfuerzos normales iguala o supera al debido a los momentos flectores, en ocasiones, aunque otras muchas veces sea bastante inferior. Hay que estudiar en cada caso de aplicación lo que proceda acerca de la supresión en los cálculos del trabajo de los esfuerzos normales; estudio del que resultará que en los arcos muy rebajados, o en luces pequeñas para

un rebajamiento dado, no se debe prescindir del trabajo debido a los esfuerzos normales. Es decir, que deben aplicarse sin reducción ninguna las expresiones del empuje [XIX] y del momento flector en el arranque [XX], obtenidas por el Sr. Zafra, que son modelo de sencillez, dentro de su notable grado de aproximación.

He dicho y repetido, y con esta ligera observación voy a terminar, que tratamos de arcos de fábrica; y es probable que ofrezca reparo, el que para la deducción de las expresiones de las líneas de influencia, se haya aceptado los mismos supuestos de variación o leyes de variación de los momentos de inercia y de las áreas de las secciones respecto a los valores en la clave. Efectivamente, en un arco de hormigón corriente, si se cumple la relación $I = \frac{I_c}{\cos \alpha}$ no puede

verificarse la $S = \frac{S_c}{\cos \alpha}$ sino la $S = \frac{S_c}{\sqrt[3]{\cos \alpha}}$

La objeción, tratada como yo deseo, requiere alargar demasiado este sencillo artículo; su comentario, en vista de ello, quede para otra ocasión, ya que podrá servir bien, para comenzar por él la segunda parte del presente, sobre *Aplicaciones de un ejercicio de Zafra*.

José LÓPEZ RODRÍGUEZ
Ingeniero de Caminos

DE SUR A NORTE

Los ferrocarriles de la meseta de Castilla y sus longitudes virtuales

Hace algún tiempo, y en colaboración con el comandante de Ingenieros D. Joaquín de la Llave—apellido de ilustre abolengo y autoridad presente en el arte de la fortificación—publiqué un artículo en la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS relativo a los ferrocarriles necesarios en la meseta de Castilla la Vieja, desde los puntos de vista comercial y militar, llegando a una conclusión que nuevamente expongo a mis lectores, porque es de tal interés, que no se repetirá nunca bastante hasta que sea realidad. Decía así:

Es de grandísima importancia económica y de enorme importancia militar el enlace ferroviario con doble vía—de ancho normal español en las circunstancias actuales—de la meseta de Soria con Logroño, Estella y Pamplona, por una parte, y con Aljaro y Pamplona

por otra, por los valles de los ríos Iregua, Alhama y Arga; la construcción, también con doble vía, del ferrocarril Burgos-Soria-Calatayud y la instalación de ella en todo el actual recorrido Madrid-Torralba-Soria.

Cada día que pasa adquiere mayor importancia el tema, y le dan actualidad las competencias comerciales, exteriorizadas en la Prensa técnica y diaria, entre distintos puertos del Cantábrico y regiones a ellos afines, que aspiran a una legítima expansión ferroviaria, sin faltar más discutibles sueños de exclusivismo.

Desde hace diez años, y en cinco de activa actuación en dos periodos de criterios superiores distintamente definidos, he estudiado todas las soluciones lógicamente posibles para la comunicación directa

de Madrid con Francia (*no con París*), formando juicios sobre el problema ferroviario de las Castillas; Vascongadas y Navarra, que podrán ser erróneos, pero no aventurados a sentimiento, ni influenciados por otras consideraciones que el problema en sí; pues, aparte la provincia de Guadalajara, que por zonas inaceptables cruzaron los estudios del ferrocarril directo, eran desconocidas para mí lo mismo Soria que Segovia y Burgos, y la Rioja y Navarra que Guipúzcoa.

Voy ahora a aportar nuevos datos y a deducir conclusiones secundarias que complementen la conclusión fundamental expuesta con anterioridad.

Empezaré por la que fué cuestión batallona del ancho de vía, pues los proyectos estudiados para el ferrocarril directo se hicieron sobre la base de 1,44 m entre rieles; no por razones técnicas, sino legales. Hubo un momento, hacia el año 1914, en que se pudo acometer el problema del estrechamiento de la red normal española, ante la conveniencia que entonces se vió por los poderes públicos de tener un enlace continuo con Francia y con la Europa central, y la necesidad de no añadir un nuevo ancho a los ya demasiado variados que sufre la red española de ferrocarriles. De entonces acá se ha intensificado de tal modo el tráfico, elevado los costos de las obras, complicado la situación económica y hecha tan aguda la necesidad de nuevos y numerosos ferrocarriles, que no puede aceptarse de momento la perturbación que supondría el estrechamiento de la vía, ni demorarse el relleno de la red con nuevos ferrocarriles, naturalmente de ancho normal de 1,67 m. Esto, como mal menor; pero teniendo entendido que si se presentase otro momento oportuno de estrechamiento, no debería desperdiciarse por lazos políticos con la pequeña y libérrima República portuguesa, ni por una falsa seguridad militar hacia el lado de Francia, pues nuestro mayor ancho permite estrechamientos fáciles para la rodadura de los trenes franceses e imposibilita la reciprocidad de los nuestros sobre sus líneas férreas, sin contar con que también tiene España una importantísima frontera occidental. Por lo demás, el estrechamiento no sería tan costoso ni largo como se ha fantaseado, y lo demuestra el de la red polaca por los alemanes en la gran guerra, el anterior de algunos ferrocarriles americanos y el pequeño caso de Santander-Solares, en nuestro país (año 1896), que por estar en él tiene para nosotros mayores proporciones.

Aunque no soy técnico en cuestiones militares, he oído decir a algunas autoridades en ellas que la situación defensiva no excluye, antes exige, numerosas líneas de ferrocarriles, que, como dice mi colaborador Sr. La Llave, son la mejor fortificación. De ellas, las paralelas a los frentes probables pueden inutilizarse fácilmente para el servicio amigo en cuanto flaquea y las rebase algún punto de la línea de combate; en cambio, las arterias ferroviarias normales a los frentes son las verdaderas abastecedoras de ellos, su enlace con retaguardia y aprovechables siempre durante la retirada, pudiendo fácilmente inutilizarse para el enemigo los extremos perdidos. No construir ferrocarriles que atraviesen las cordilleras y los ríos ante el temor de una invasión, sería tanto como preconizar las excelencias de una defensiva actual a la manera guerrera de Indivil y Mandonio. Así, pues, en la región que nos ocupa tienen importancia militar el actual ferrocarril del Ebro y

el futuro Burgos-Soria-Calatayud enlazado con Bilbao, Santander y los más posibles puertos marítimos occidentales; pero es de muchísima más urgencia atravesar la cordillera Ibérica por los pasos del Madero, Oncala y Piqueras, cruzar el Ebro a la altura de Alfaro, de Calahorra y de Logroño y subir en líneas convergentes hasta Pamplona, la primera plaza fuerte de Navarra, que así tendría comunicación rápida, capaz y segura con el gran resto de España.

En el largo tramo de Pirineo comprendido entre Irún y Canfranc señalase como otro interesantísimo punto de cruce el puerto de Urtiaga, en las proximidades de Pamplona, aguas arriba del río Arga, que baña sus muros. Desde Urtiaga se baja a Francia por el valle de Baigorri, zona tanteada por los técnicos españoles al hacer el proyecto de ferrocarril directo Madrid-Francia y que permite alcanzar en Saint-Étienne la red general francesa, con un recorrido de unos doce kilómetros y pendientes no superiores a veinte milésimas. Si a los ferrocarriles en proyecto *Almazán-Puerto del Madero-Aljaro-Pamplona* y *Soria-Puerto de Piqueras-Logroño-Estella-Pamplona*, de 1,67 m de vía, se le añadiese otro internacional *Pamplona-Puerto de Urtiaga-Saint-Étienne de Baigorri*, del mismo ancho o de 1,44 m, con su derivación a Bayona, se habría conseguido de un modo sencillo, barato y eficaz el enlace comercial directo entre España y Francia y hacer a Pamplona capital práctica de los bajos Pirineos, a cambio de que Bayona fuera su puerto natural, al suplir insuficiencias del pequeño puerto de Pasajes. De Madrid a la frontera estos ferrocarriles tendrían tráfico superior a cien mil pesetas kilómetro y año, pero su construcción habría de hacerse por el Estado, o por entidades oficiales que se benefician directa o indirectamente con ellos, pues el actual panorama ferroviario aleja a las empresas privadas de la construcción de todos los nuevos ferrocarriles, lo que no deja de ser un gran bien para la nación española.

Y vamos, por último, a tratar un tema que por su imprecisión se presta a servir de hipótesis para las más variadas conclusiones: el de las *longitudes virtuales*.

El virtualismo de una línea férrea es función del tiempo, al serlo de innúmeras variables funciones de él. Así, pues, la más perfecta y completa longitud virtual que pudiera concebirse para un trazado real de ferrocarril cambiaría sensiblemente dentro de poco tiempo, y claro es que sólo deducciones momentáneas se podrían sacar de comparar las longitudes virtuales de varios trazados; líneas férreas que su permanencia dan tanta importancia, por lo menos, a lo futuro como a lo presente.

Si ya en teoría son poco valiosas las deducciones virtuales, menos lo son en la práctica, por la dificultad—mejor dicho, imposibilidad—de hallar una sola, completa y perfecta longitud virtual equivalente a una real, lo que obliga a multiplicar longitudes virtuales por variados conceptos para un mismo trazado, y dentro de aquéllos hay que recurrir a hipótesis más o menos racionales, lo que es todavía la parte más débil del procedimiento comparativo.

Este forzado análisis virtual, tan lejano de la claridad de las grandes síntesis, hace que cada aspecto sea una caricatura de la realidad, que sirve bien para acusar rasgos particulares y aislados de ella; pero que en modo alguno puede definirla y que lleva ingénita la personalidad del calculista, como pecado original

del procedimiento, siendo el resultado demasiado subjetivo y adquiriendo importancia aparente bajo un sonoro nombre.

En el estudio de los diversos trazados posibles para el ferrocarril directo de Madrid a Francia, la Comisión oficial, a la que pertenecí, sólo pudo estudiar las longitudes virtuales con respecto al tiempo y al trabajo de los motores, dejando, por falta de datos concretos, otros interesantísimos aspectos virtuales, cuales son los rendimientos de explotación, costos de tracción, tarificaciones posibles, beneficios regionales y nacionales indirectos, facilidades de transportes rápidos a centros aislados, aprovechamiento de energías naturales, intercambio social y político, etcétera, etc.

En el estudio de longitudes virtuales con relación al tiempo se admitieron las siguientes hipótesis:

1.^a Trenes ligeros de velocidades únicas en rampa o pendiente, con arreglo al siguiente cuadro, que pone por límite de las velocidades las rasantes y las curvas.

Velocidades	Rasantes	Radio de curvas
120 km/hora	Horizontal.	1 400 m
110 »	Hasta 2,5 por 1 000	Hasta 1 200 »
100 »	» 5 » »	» 1 000 »
90 »	» 7,5 » »	» 800 »
80 »	» 10 » »	» 600 »
75 »	» 12,5 » »	» 500 »
70 »	» 15 » »	» 400 »
65 »	» 17,5 » »	
60 »	» 20 » »	

2.^a Aceleración media y retraso medio iguales entre sí y a 0,25 metros segundo por segundo; y

3.^a 0,002 horas de pérdida de tiempo media en cada variación de velocidad, como simplificación del sistema teórico de ecuaciones

$$v_0 + j'l'^2 = v_1 + j'l''^2$$

$$s = v_0 t' + v_1 t'' + \frac{1}{2} j(l'^2 + l''^2)$$

en el que se simbolizan los valores siguientes:

v_0 velocidad al principio del tramo de características constantes (dato).

v_1 velocidad al final del tramo (dato).

s longitud del tramo (dato).

t' tiempo de aceleración (incógnita).

t'' tiempo de retraso (incógnita).

En cuanto a las longitudes virtuales con relación al trabajo de los motores, se aplicaron las conocidas hipótesis de Baum y Flamache, sintetizadas en la fórmula

$$L = L_0 + \frac{1000}{r} \Sigma h + \frac{750}{r} \Sigma \alpha$$

en la que son:

L longitud virtual en metros.

L_0 longitud real en metros.

r resistencia en kilogramos de una tonelada de tren en horizontal; que para trenes de mercancías vale 3,33 por término medio.

Σh suma de los metros que se suben en las secciones en rampa. (Se estudia la longitud virtual en los dos sentidos de marcha y se toma la media aritmética.)

$\Sigma \alpha$ suma de los ángulos en el centro de todas las curvas, en radianes.

Las longitudes reales y virtuales de todos los trazados posibles y recomendables se acusan y comparan en el siguiente cuadro:

ITINERARIOS	LONGITUD		
	Real	Virtual	
		Tiempo	Trabajo
	Km.	Km.	Km.
Madrid, Jadraque, Puerto de Paredes, Almazán, Puerto del Madero, Alfaro, Pamplona, Puerto de Urtiaga (frontera francesa).....	413	679	890
Madrid, Cogolludo, Puerto de Bochones, Soria, Puerto de Oncala, Calahorra, Iarraga, Pamplona, Puerto de Urtiaga (frontera francesa).....	444	917	1 154
Madrid, Jadraque, Puerto de Paredes, Almazán, Soria, Puerto de Piqueras, Logroño, Estella, Puente de la Reina, Pamplona, Puerto de Urtiaga (frontera francesa)...	452	917	1 060
Madrid, Jadraque, Puerto de Paredes, Almazán, Soria, Puerto de Piqueras, Logroño, Estella, Puerto de Lizarrusti, Villafranca, Irún (frontera francesa).....	503	962	1 293
Madrid, Puerto de Somosierra, Aranda de Duero, Burgos, Irún (frontera francesa).....	547	997	1 149

De las cifras de este cuadro y los gráficos que se acompañan se deduce gran superioridad del itinerario *Madrid-Jadraque-Puerto de Paredes-Almazán-Puerto del Madero-Alfaro-Pamplona-Puerto de Urtiaga* sobre todos los demás, como *trazado directo* entre Madrid y Francia.

Las tendencias favorables a los trazados occidentales no quieren ver la claridad de estas cifras, arguyendo que el paso por Irún compensa en longitud virtual *dentro de Francia* las desventajas que tienen dichos trazados dentro de España, y dan por sentado que el ferrocarril debe ser *directo a París*, confundiendo la parte con el todo. Tal absurdo no necesita rebatirse; lo mismo en su aspecto comercial que militar, lo esencial del ferrocarril directo es comunicar con el Mediodía francés, zona de riqueza sobrada para justificar cuantas perforaciones del Pirineo aconsejen los resultados técnicos; pero aun admitiendo una inadmisibles concentración de Francia en París, también resulta directo el itinerario anteriormente dicho, que cruza nuestras tres cordilleras septentrionales por los puertos de Paredes, el Madero y Urtiaga. Veamos por qué.

Las uniones ferroviarias directas entre Madrid y París, por Irún y por el puerto de Urtiaga, han de tener un gran tramo común entre París y Dax, por lo cual sólo hasta este punto precisa hacer la comparación.

Desde el puerto de Urtiaga se baja hacia Dax por los valles de Baigorri y de la Nive, en el primero de los cuales se halla—ya bastante bajo—el pueblecito de Alduides, que dista de Dax lo mismo que Irún, por zonas de terreno poco diferentes en conjunto desde los puntos de vista virtuales, de modo que en definitiva sólo hay que comparar las longitudes de todo orden Madrid-Irún y Madrid-Alduides.

Al conocerse las de Madrid-Puerto de Urtiaga, basta añadir el tramo Puerto de Urtiaga-Alduides,

que mide once kilómetros de longitud real, con pendiente continua algo menor de veinte milésimas. Su longitud virtual con relación al tiempo es de veintidós kilómetros, y con relación al trabajo de los motores, de unos cuarenta y seis kilómetros, más por exceso que por defecto.

Así, pues, los trazados más cortos por Irún y por Urtiaga, comparados entre sí, arrojan el siguiente resultado:

ITINERARIOS	LONGITUD		
	Real	Virtual	
		Tiempo	Trabajo
	Km.	Km.	Km.
Madrid, Jadraque, Puerto de Paredes, Almazán, Puerto del Madero, Alfaro, Pamplona, Puerto de Urtiaga, Aldudes (continua a Dax y París).....	424	697	936
Madrid, Puerto de Somosierra, Aranda de Duero, Burgos, Irún (continua a Dax y París)	547	997	1 149

Hay, pues, una gran ventaja también a favor del paso por el puerto de Urtiaga.

De todo lo anterior se deducen las siguientes conclusiones, complementarias de la que se transcribe al principio de este artículo:

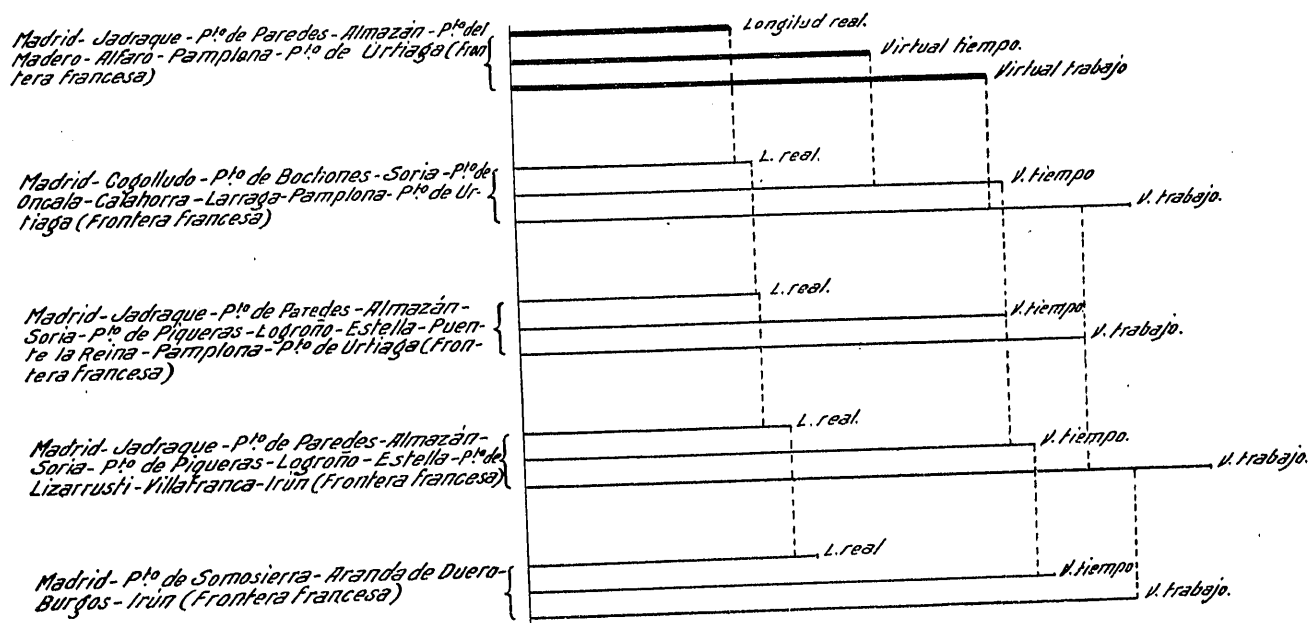
El enlace ferroviario de la meseta de Soria con el valle del Ebro debe hacerse con preferencia y anterioridad a cualquiera otra línea que la cruce paralelamente a las dos cordilleras Ibérica y Carpetana; límites norte y sur de la meseta.

Este enlace debe ser de Soria con Logroño (ambas capitales) y de Almazán con Alfaro, por los puertos de Piqueras y del Madero.

Es recomendable, aunque de menor utilidad, el ferrocarril Soria-Calahorra-Larraga, por el puerto de Oncala, que puede simultanearse o posponerse al Burgos-Soria-Calatayud.

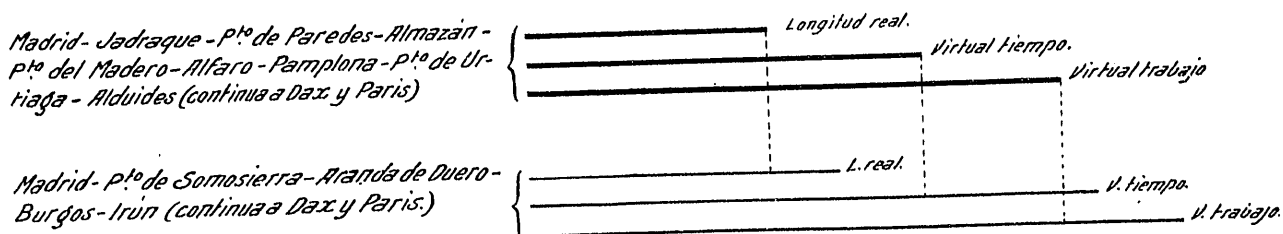
El futuro ferrocarril Burgos-Soria-Calatayud rendiría su máximo provecho con su continuación y enlace directo con Santander y Bilbao.

Precisa construir el ferrocarril Madrid-Aranda de Duero-Burgos.



ITINERARIOS DEL F.C. DIRECTO DE MADRID A PARÍS.

Escala... 0 50 100 200 300 400 500 600 700 800 Km.



Todos estos ferrocarriles deben tener doble vía (quizá más en lo futuro alguno de ellos) de 1,67 m de ancho, y construirse por el Estado, arrendando la explotación, con beneficio máximo o pérdida mínima, a empresas particulares y por pequeños períodos.

Debe ser objeto de convenio internacional el ferrocarril Pamplona-Puerto de Urriaga-Saint-Etienne de Baigorri (o línea directa a Dax), con ancho de 1,44 m o de 1,67 m, indiferentemente.

La línea directa Madrid-Francia, y también la

Madrid-París, es, con gran ventaja en todos los aspectos, reales y virtuales, en tiempo y trabajo, Madrid-Jadraque-Puerto de Paredes-Almazán-Puerto del Madero-Aljaro-Puente la Reina-Pamplona-Puerto Urriaga, siguiendo a Dax en Francia; para la cual no hay inconveniente en aprovechar el ferrocarril actual Madrid-Torralba-Almazán en sustitución de su primer tramo.

Francisco RUIZ Y LOPEZ
Ingeniero de Caminos

El problema de los cementos en el mar

La discusión planteada en esta culta REVISTA por los Sres. Castro y Fernández de la Reguera, me ha inducido a escribir estas cuartillas sobre tan interesante punto de la construcción en el mar. No pretendo con ello discutir los principios sustentados por ambos señores, pues sería preciso tener el prestigio de los mismos y convicciones profundas sobre la materia, y no encontrarse, como yo en la actualidad, lleno de las mayores perplejidades. Pero como quiera que considero que todo aquel que realiza investigaciones más o menos acertadas debe rendir cuentas, por si ello puede despertar en otros, nuevas y felices ideas, de ahí, pues, el que, abusando de la amabilidad de los lectores de esta clase de asuntos, me dirija a ellos.

Por el año 1914, y a consecuencia de los trabajos publicados por el Sr. Castro en esta REVISTA, efectuados por él, y los que comentaba de Potter, comencé, por encargo de mis queridos jefes del puerto de Valencia, a efectuar diversas experiencias, planteando el problema en aquella fecha con miras a absorber la cal que desprenden los cementos al fraguar y sin tener puzolanas económicas para hacer uso de ellas, dirigimos nuestra actividad a estudiar los residuos cerámicos que se producían en el pueblo de Manises, fabricando con ellos varios morteros, que dieron resultados que excitaban a continuar. El problema así planteado presentaba tres cuestiones:

1.^a Los residuos cerámicos, ¿aumentaban la resistencia de los morteros?

2.^a ¿Neutralizaban la cal desprendida por los mismos?

3.^a ¿En qué proporciones había que mezclarlos?

En cuanto al primer caso, bien pronto se pudo resolver: se fabricaron históricos de mortero de 500 kilogramos de cemento por metro cúbico de arena, y de 250 kg de cemento y 250 kg de residuos cerámicos, y a los siete días ya se pudo comprobar que los morteros con residuos cerámicos iban por encima del de 250 kg de cemento solo y muy próximo al de 500 kg, llegando a los dos años, en algunas de las experiencias, a igualarse con este último, a pesar de la doble cantidad de cemento con que se fabricó.

Como los ensayos que efectuamos fueron por tracción, nos autorizan a afirmar que el aumento de resistencia es francamente debido a la formación de nuevos cuerpos y que, por tanto, hay una unión química entre los cementos y el residuo cerámico, con lo cual también tenemos resuelta la segunda proposición planteada.

Ya en este punto, sólo nos quedaba el determinar

de una manera racional qué cantidad había que añadir para que la neutralización de la cal desprendida por el cemento fuese totalmente neutralizada. Hay que convenir que todos los autores que conozco dan unas dosis de tal manera poco razonadas, que autorizan a suponerlas empíricas.

Haciendo experiencias con la reacción de Wite, se me ocurrió coger un poco de mortero de cemento de una briqueta que había sido conservada en el agua del mar durante dos años y, después de pulverizarlo, sometí un poco de este material a la citada reacción y, con la natural sorpresa, encontré que aparecían en el campo del microscopio las famosas agujas de fenolato de cal, determinantes de la presencia de la cal libre; sometí morteros de cuatro y seis años y obtuve análogos resultados, lo cual sirvió en un principio para confirmar que la cal desprendida por los cementos al fraguar queda en su interior como microbio latente y, a la menor oportunidad, produce sus desastrosos efectos. Posteriormente, repetí la reacción con briquetas fabricadas con puzolana, dando como resultado la reacción negativa, y, por tanto, la confirmación de que la cal fué neutralizada por el residuo cerámico o la puzolana en un período de unos seis meses y en la proporción de un 30 a un 40 por 100 de sílice puzolánica molturada a la finura del cemento. En estas condiciones, continué los ensayos sometiendo morteros dosificados con el criterio anteriormente expuesto a la acción de disoluciones de sulfato de magnesia al 10 por 100, preparando primero morteros de 500 kg de cemento por metro cúbico de arena y otros de 250 kg, resultando que estos últimos, a las pocas semanas, habían estallado, desmoronándose por completo, mientras que los de 500 kg se mantienen incólumes en los dos años de experiencias que se llevan efectuadas, siguiendo el mismo resultado de éxito los morteros que se fabricaron con las puzolanas y residuos cerámicos.

¿Por qué el éxito de los morteros de 500 kg sin puzolana? Una consideración lógica explica el fenómeno: la briqueta recién fabricada contiene en su interior una cantidad de hidrato de cal suficiente para saturar muchos volúmenes iguales a ella de agua, y, por tanto, al sumergirla en disoluciones de sulfato de magnesia se establece una corriente de dentro a fuera, que determina en el exterior la precipitación del sulfato de cal e hidrato de magnesia, que en los morteros pobres, por ser tan porosos, puede efectuarse en su interior; y como al mismo tiempo se va formando, por la acción del carbónico,