

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,

la capa de carbonato de cal que todos conocemos, se consigue la impermeabilización antes de que en su interior lleguen a producirse las temidas reacciones, pero quedando siempre el peligro latente en su interior.

Después de estas experiencias sometí morteros análogos a los anteriores a la acción intermitente del sulfato de magnesia durante la noche, y del aire y el sol durante el día, a fin de imitar en lo posible la acción de las mareas, y en esta clase de experiencias encontré una porción de ensayos (no todos) de toda clase de puzolanas, tanto de Italia, Canarias y España, que se disgregaron. Sin embargo, esta disgregación he de hacer notar que no fué en forma de hinchamiento, como suele ocurrir cuando se da lugar a la aparición del sulfoaluminato, sino por desmoronamiento, lo cual hace creer que es muy posible que cierta cantidad de puzolanas que no sea activa entre en el mortero en forma de polvo y, al venir la concentración de las aguas absorbidas, durante el período de inmersión cristalicen en la masa porosa y lo disgreguen.

Cementos aluminosos por fusión

Estos nuevos elementos, si no llegan a resolver el problema definitivamente, por lo menos van a cambiar de una manera radical los criterios a seguir en tan interesante problema. Hemos hecho algunas experiencias con ellos y visto otras dignas de tenerse en cuenta; en primer lugar, morteros pobres de 250 kg de cemento por metro cúbico de arena, si no se han destruido de una manera franca, han comenzado unos principios de desmoronamiento en las briquetas sumergidas en el sulfato de magnesia y aireadas después, que nos obligan a continuar su estudio con detenido detalle a fin de, en su día, dar cuenta del resultado y explicar la causa. Otra anomalía que el culto ingeniero Sr. Vicioso observó, y que tuve ocasión de comprobar, es que hormigones de gravilla y cementos aluminosos por fusión amasados con agua del mar, en veinticuatro horas se deshacían entre los dedos como si fuese fango, cosa que altera de una manera fundamental lo anunciado por las casas que a su fabricación se dedican. Unido a esto el aumento enorme de temperatura que en grandes masas ha podido observar el ingeniero antes citado, obligan a mirar con verdadero cuidado este producto antes de declararse entusiastas decididos, aunque creemos que con ellos se abre una nueva

era en los aglomerantes hidráulicos para el agua del mar que ha de llevarnos a la solución.

Un llamamiento he de hacer a las claras inteligencias que a estudiar este problema se dedican y que, si llegaran a explicar la paradoja que a continuación expongo, seguramente llegaríamos a la solución de tan deseado problema. Se trata de la famosa teoría del sulfoaluminato. ¿Por qué razón los cementos aluminosos por fusión al fabricar con ellos morteros con arena de yeso no se verifica la tan temida reacción? ¿Por qué razón no se verifica también en los cementos portland, siendo así que al amasarlo necesitan unos 30 litros aproximadamente de agua y unos 2 kg de yeso para regular su fraguado, dando con ello disoluciones concentradas de los elementos que constituyen la temible reacción, y es preciso añadirles nuevas cantidades de yeso o que sean mojados por aguas selenitosas?

No puede negarse la formación de sulfoaluminato, pues es un hecho; lo que hay que buscar es el elemento de los componentes que hace imposible a pesar de existir los cuerpos que dan lugar a la formación del sulfoaluminato, la desastrosa reacción. Yo invito, pues, a aquellos que mis argumentaciones les hayan llevado al convencimiento, que mediten ante este problema, pues, encontrada la explicación, podríamos, como he dicho antes, llegar de manera rápida al remedio salvador, pues dejar la solución en absoluto a los cementos aluminosos por fusión que, a más de sus precios elevados, confinan su fabricación solamente a los lugares privilegiados donde existe la bauxita, no puede aceptarse.

Otras experiencias tengo iniciadas a base de sílice porfirizada y tierras de infusorios españolas, de las cuales, si bien no se puede decir nada en concreto, parece presagian buenos resultados, y junto con esto tengo en estudio la preparación de unos cementos a base de magnesia, que si los continuo tendré mucho gusto en dar cuenta a los cultos lectores de esta REVISTA.

De todo lo expuesto, resulta que debe tenderse a suprimir toda obra marítima con cemento solo y que debe recurrirse a puzolanas, sus similares y cementos aluminosos por fusión, según los casos que la realidad plantee.

Y, por último, si el Gobierno español desea que sus ingenieros contribuyan al progreso mundial de estos estudios, como corresponde a la importancia de nuestro país por sus dilatadas costas, no le duela el dinero empleado en ello.

José IGUAL RUIZ
Ingeniero industrial

Consejo Superior de Ferrocarriles⁽¹⁾

Proyecto de bases para un nuevo régimen ferroviario

BASE 13.^a
RESCATE DE LAS CONCESIONES

I
Objeto del rescate.

A los efectos del nuevo régimen ferroviario, los bienes y derechos que constituyan el "Valor real del establecimiento de los concesionarios", tal como se de-

termina en la Base 8.^a, serán los sujetos a reversión, a favor del Estado, al expirar el plazo de cada concesión.

No se comprenderán en la reversión:

1.^o Las concesiones y labores mineras que pertenezcan a las Empresas, aunque los productos de su laboreo vengan consumiéndose en los ferrocarriles.

2.^o Las reservas en metálico o valores, incluso los que se hayan formado por las Compañías después de su ingreso en el régimen, siempre que se compruebe haberlas constituido con beneficios no repartidos.

(1) Véanse las Revistas números 2402, 2403, 2404 y 2405, páginas 126, 146, 168 y 194.