

Siguiendo el procedimiento que parece se ha seguido fielmente en Italia, se prohíbe rigurosamente que se aumenten los precios de los productos afectados por el aumento de tarifas ferroviarias.

* * *

Hasta aquí he procurado referir hechos escuetos, parte observados directamente, parte obtenidos de estudios de Morsé y Peschaud. Debía ahora hacer algunos comentarios sobre el sistema de bonos de trabajo, ya que constituye un originalísimo procedimiento para dar el impulso inicial a una economía paralizada, que al parecer se ha puesto en marcha. Sin embargo, no los haré por falta de conocimiento profundo de la cuestión, y sólo me propongo llamar la atención sobre un tema que puede ser interesantísimo, porque seguramente en una u otra forma se presentará en muchos países.

Algunas de estas formas han dado ya lugar a ruinosos fracasos. En el Estado canadiense de Alberta ganaron las elecciones los partidarios del plan Douglas, que pretendía poner en marcha la producción mediante la entrega de 25 dólares mensuales a todo ciudadano mayor de edad, con la obligación de gastarlos íntegramente durante el mes. El Estado de Alberta se ha declarado en quiebra recientemente.

En los Estados Unidos se han hecho multitud de experimentos desgraciados, y únicamente el gasto por el Estado de cantidades inmensas de dinero ha reanimado la producción. Este país, propicio a todas las utopías, se conmueve actualmente con los planes de Long y Townseud; particularmente el segundo, reúne partidarios que se estiman actualmente en muchos millones.

Manuel AGUILAR,
Ingeniero de Caminos.

Las puzolanas de Gran Canaria

Empleábase antiguamente en las obras marítimas de Canarias un aglomerante constituido por cal de Fuerteventura, mezclada con una pequeñísima cantidad de cemento portland; pero los desfavorables resultados obtenidos indujeron en 1904 a los ingenieros a sustituir tal aglomerante por cemento portland. Se creyó al principio que dicha cal de Fuerteventura era hidráulica, hasta que, realizados repetidos análisis químicos, se vino en conocimiento de que no llegaba a ser *ni siquiera débilmente hidráulica*.

El encarecimiento que produjo en las obras la sustitución nos movió en 1908 a estudiar las arenas volcánicas de esta isla, por sospechar que habrían de ser puzolanas más o menos activas.

PUZOIANA DE ARUCAS.

Después de numerosas investigaciones, encontramos una buena puzolana, cuyo yacimiento constituía la montaña de Arucas.

Practicado su análisis por el químico inglés Mister Butler, resultó ser el siguiente:

Agua, materia orgánica y anhídrido carbónico	2,59
Sílice insoluble	25,57
Ídem soluble	23,67
Alúmina	22,39
Oxido de hierro	6,93
Cal	6,19
Magnesia	2,23
Anhidrido sulfúrico.	0,74
Alcalis y pérdidas	9,69

TOTAL 100,00

Con esta puzolana y las de Bacoli y Aldernach hicimos, ante todo, ensayos para deducir las proporciones de las mezclas que dieran mayores resistencias a la tracción, resultando la de 5 de puzolana por 1 de cal, ambas en peso, para la de Arucas y Bacoli, y de 3 por 1 para la Aldernach.

Procedimos después a ensayar los morteros formados con estos aglomerantes, mezclando una parte

del de puzolana y cal por dos de arena basáltica, ambas en peso, y sumergiendo las probetas en agua del mar a los siete días de confeccionadas.

El mortero de cal y puzolana de Arucas dió a los tres meses una resistencia a la tracción de 14 kg. por centímetro cuadrado, pero a los seis meses se descompuso. El de la puzolana de Bacoli y cal, también sumergido en agua del mar, dió una resistencia de 15 kg. a los tres meses, que se sostuvo hasta los seis; descendiendo luego hasta los doce meses, en que sólo dió una resistencia de 9 kg., y las probetas presentaban numerosas grietas. El de la puzolana de Aldernach y cal, colocado en las mismas condiciones que los anteriores, resistió 17,50 y 19,50 kg. a los tres y seis meses respectivamente, descendiendo después esta resistencia hasta el año, en que, por las numerosas grietas de las probetas, quedaba probado que se hallaba el mortero en franca descomposición.

En vista de estos resultados, que nos parecieron racionales, ya que habiendo cal libre en los morteros, por no tener la sílice de las puzolanas suficiente energía para combinarse rápidamente con ella, era lógico que sufriera la conocida reacción química en presencia del agua del mar, confeccionamos nuevas probetas de mortero con la puzolana de Arucas y cal, y las sumergimos en agua dulce durante el tiempo necesario para que toda la cal se combinara con la sílice, tiempo que fué de cuatro meses, sumergiéndolas después en agua del mar.

Las resistencias a la tracción obtenidas en este ensayo fueron de 10 kg. por centímetro cuadrado a los cuatro meses y de 15,50 kg. a los diecisiete meses, que prueban de un modo evidente que la presencia en los morteros de la cal libre constituía la causa principal, quizás única, de las descomposiciones observadas anteriormente.

Con el fin de comprobar la influencia que tiene la humedad en la resistencia de estos morteros, confeccionamos otras probetas con el mismo de las anteriores, que colocamos al aire, resguardándolas de la acción directa del sol, durante los cuatro primeros meses, sumergiéndolas a continuación en agua del mar. Las resistencias a la tracción fueron de 7 kg.

por centímetro cuadrado a los cuatro meses y de 9 a los doce.

MORTEROS DE CEMENTO PORTLAND Y PUZOLANA.

Para determinar la proporción en que debe mezclarse el portland y la puzolana, se comenzó por investigar, por medio de numerosos ensayos, las cantidades de cal libre que contenían los morteros de dichos cementos, fabricados en España, después de haber fraguado, resultando, por término medio, que 100 kg. de cemento daban origen a 30 de cal.

Conocido este interesante dato, y sabido, por las anteriores experiencias, que la mayor resistencia se obtiene con la proporción de cinco partes de puzolana por una de cal, era lógico pensar que a una parte de cemento en peso se le debía añadir una y media de puzolana de Arucas. Así, con cemento portland y esta puzolana como aglomerante, mezclados en la indicada proporción de uno por uno y medio, y adicionando a cada kilogramo de aglomerante dos de arena basáltica, confeccionamos probetas que fueron sumergidas en agua del mar a las veinticuatro horas de su fabricación.

Las resistencias a la tracción obtenidas fueron las siguientes:

Resistencia por cm^2 (kg.).

7 días	15,2
28 días	20,6
90 días	30,0
180 días	35,0
1 año	35,2
20 meses	40,4

Sometimos a diversos ensayos este aglomerante formado por una parte de cemento y una y media de puzolana, comprobando siempre que la mezcla era íntima y perfecta, que confeccionados con él los morteros y sumergidos en agua del mar a las veinticuatro horas, la cal libre desaparecía a los tres meses.

Otra experiencia fué practicada confeccionando probetas con un mortero compuesto por una parte de cemento portland, media de puzolana de Arucas y tres de arena, todas en peso, las cuales se colocaron en agua del mar a las veinticuatro horas de confeccionadas, habiéndose obtenido las siguientes resistencias a la tracción:

Resistencia por cm^2 (kg.).

7 días	25,2
28 días	30,0
3 meses	35,2
6 meses	35,5
1 año	39,0
21 meses	40,2

Viéndose que son análogas a las anteriores a partir de los tres meses. La cal libre no desapareció totalmente.

Prueban estas experiencias cuán beneficiosa es la adición de puzolana a los cementos y cuánta economía pueden introducir en las obras marítimas, de suyo tan costosas.

A fin de ver si era posible obtener morteros aun más económicos, hicimos otra experiencia con mortero formado por una parte de cemento, una y media

de puzolana de Arucas y siete y media de arena, todas en peso, sumergiendo las probetas en agua del mar a las veinticuatro horas de confeccionadas. Las resistencias a la tracción obtenidas fueron las siguientes:

Resistencia por cm^2 (kg.).

7 días	10,2
28 días	15,1
3 meses	20,5
6 meses	25,1
1 año	30,0
18 meses	30,1

Viéndose que son muy aceptables para las obras marítimas en la generalidad de los casos y que son crecientes estas resistencias a pesar de ser el mortero permeable.

PUZOLANA DE VANDAMA.

Las experiencias que han sido descritas fueron realizadas antes de 1930, pero aprobado el nuevo pliego de condiciones para la recepción de los aglomerantes hidráulicos por Real orden de 25 de febrero de dicho año, y resultando que la composición química de la puzolana de Arucas no satisface a la exigida por dicho pliego, procedimos a la investigación de un nuevo material, y después de numerosos ensayos, hallamos uno muy satisfactorio en el volcán de Vandama, tan conocido en esta isla.

Análisis químico. — Practicado éste por el ingeniero industrial D. Luis Jiménez, químico del laboratorio de la Junta de Obras del Puerto de la Luz, dió el siguiente resultado:

Sílice total	52 991
Óxido de hierro	14 320
Alúmina	12 475
Cal	6 695
Magnesio	5 715
Anhidrido sulfúrico	0 000
Agua combinada	5 400
Anhidrido carbónico	1 500
Otras materias	0 904

TOTAL 100 000

Prueba de fraguado. — Molida esta puzolana con la finura exigida por el pliego de condiciones; formada la mezcla normal, incorporando íntimamente tres partes en peso de puzolana y una parte en peso de cal de mármol completamente apagada; amasada esta mezcla con agua dulce de modo que resultase una pasta de la consistencia normal; echada en un molde y sumergida seguidamente en agua dulce, *fraguó a los cuatro días*, utilizando para esto el mismo procedimiento seguido para los cementos, dada la finura del molido de la puzolana.

Prueba de resistencia a la tracción. — Formado el aglomerante con cuatro partes en peso de puzolana de Vandama y una en peso de cal de mármol; tomando de este aglomerante una parte en peso y mezclándolo con tres partes en peso de arena basáltica; confeccionado un mortero con esta mezcla y hechas seis probetas; mantenidas éstas en atmósfera húmeda; desmoldadas a los siete días y sumergidas en agua dulce, a los veintiocho días dieron una resistencia media de 14,86 kg. por centímetro cuadrado.

Prueba de resistencia a la compresión. — Hechas seis probetas cúbicas con un mortero igual al de la probeta anterior; mantenidas en una atmósfera húmeda durante siete días; desmoldadas y sumergidas en agua dulce, dieron a los veintiocho días una re-

sistencia a la compresión de treinta y cuatro kg. por centímetro cuadrado.

Yacimiento. — Es muy abundante, presentándose el material en masas granulares, homogéneas y de escasa cohesión.

Eugenio SUÁREZ GALVÁN,
Ingeniero de Caminos.

Consideraciones sobre la fabricación de gravillas

En el número del 15 de enero último de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, mi distinguido compañero Sr. Aguirre ha puesto de relieve el problema de la fabricación de gravillas para la ejecución de riegos asfálticos en las carreteras. Nos permitimos en este artículo dar unas notas complementarias del notable citado, que son el producto de una propia y personal atención a este problema.

* * *

La transformación de un mineral a un tamaño relativamente pequeño se ha obtenido hasta hace poco empíricamente, por cualquier medio; parecía al principio una operación simple que no necesitaba estudio serio; es una equivocación; se trata, por el contrario, de una industria tan delicada como cualquier industria de transformación, a la cual las necesidades crecientes de los firmes asfálticos han dado una importancia considerable.

* * *

Partiremos del supuesto, bien cerca de la realidad, que se riega actualmente en España, aproximadamente "cien mil toneladas" de hidrocarburo (sea alquitrán, betún asfáltico o emulsión), y que se emplea, aproximadamente, 10 litros de gravilla para cubrir un litro de hidrocarburo. La cantidad que se necesita de gravilla será, aproximadamente, de "un millón" de metros cúbicos al año, cifra digna de toda consideración.

Se trata, pues, de una industria importante, cuya técnica merece ser conocida por los interesados, y que vamos a exponer en la presente Memoria.

Designaremos por machaqueo la operación, que consiste en reducir un bloque de roca, del tamaño de 60 mm. o más, y por trituración la operación, que consiste en reducir un material en elementos inferiores a 15 mm.

Trataremos de esta segunda transformación que es la que más preocupa hoy día a los interesados en los riegos bituminosos de carreteras.

FABRICACIÓN DE LA GRAVILLA. — ¿Qué se entiende por gravilla? Una serie de productos de 5 a 15 milímetros de rocas variadas.

Las piedras generalmente empleadas para las "gravillas de carreteras" son:

Los granitos, basaltos, pórfidos, ofitas, cuarcitas, sílex.

Estas piedras se emplean según las regiones, y la adopción de unas u otras depende casi siempre de su proximidad a la obra.

El resultado en las carreteras del empleo de estas diversas calidades es sensiblemente igual, pero no es lo mismo por lo que se refiere a las dificultades varias que se presentan en la fabricación de la "gravilla".

Estas piedras son muy distintas entre sí, y para la trituración se debe tener en cuenta los siguientes caracteres, que si bien son de conocimiento elemental, conviene recordarlos para el mejor orden de este trabajo.

La dureza, la homogeneidad, la compacidad, la resistencia al desgaste y la densidad.

La dureza. — La dureza es la resistencia a la penetración de un cuerpo duro, pero no la resistencia a la rotura, porque una piedra puede ser dura y frágil y romperse a un simple choque (el cristal es duro y frágil).

La homogeneidad. — Ciertas piedras están compuestas de varios elementos ligados entre sí por otros distintos (granito); al disgregarse su trituración es distinta de la de una piedra de un solo grano muy apretado.

La compacidad. — Es un factor de gran importancia; una piedra dura y compacta se tritura peor que otra también dura, pero compuesta de elementos duros unidos por otros menos consistentes.

La resistencia al desgaste. — Consiste en el poder de desgaste de una piedra; una piedra no muy dura ni compacta puede ser muy resistente al desgaste si contiene parte de sílex.

La densidad. — La densidad de la piedra tiene importancia para determinar la producción de los aparatos de trituración y, en general, las piedras de más densidad son las más duras y las más resistentes.

Podemos clasificar la naturaleza de las piedras como sigue:

Piedras duras y compactas . .	"Pórfido-Ofita".
Piedras de poca homogeneidad.	"Granito-Basalto".
Piedras duras y de gran resistencia al desgaste	"Cuarcita-Sílex".
Piedra no dura, pero compacta.	"Caliza".

Antes de pasar a los métodos de fabricación a emplear para obtener económicamente esta "gravilla", debemos tener en cuenta algunas leyes, o mejor teorías que forman la base de los procedimientos industriales de la transformación de las rocas en gravilla.

Cualquiera que sea el aparato empleado para efectuar esta transformación, dos factores primordiales deben considerarse:

1.º La suma de superficies a producir, o sea, la serie de tamaños a producir.

2.º La potencia a disponer para producir la suma de esta superficie.

El primero de estos factores da la noción de relación que existe entre la dimensión inicial de los materiales a tratar y la de los productos a obtener (en una o varias operaciones).