

ORGANIZACION

DEL

SERVICIO DE LAS OBRAS MUNICIPALES.**SISTEMAS DE EMPEDRADOS Y CONSERVACION DE LA VIA
PÚBLICA DE LA CIUDAD DE PARÍS.***(Continuacion.)*

La mayor parte de los empedrados de París están confeccionados con alguna de las clases de adoquin que quedan señalados, no habiéndose introducido la roca porfirica para la construccion de aquellos hasta hace pocos años, ni estendiéndose tanto como podia parecer conveniente vistos el buen aspecto, la mayor dureza y la testura de la roca porfirica, que procuran suma limpieza al pavimento por su menor desgaste y aun otras condiciones atendibles, sin duda alguna por el coste mas crecido á que da lugar su empleo, y tal vez porque se presta mas fácilmente al pulimento que la roca arenisca, de que están cortados los otros adoquines, causando el resbalamiento de las caballerías, no pudiéndose aplicar por tanto ventajosamente en las vías algo pendientes sin esponer al tráfico á correr graves riesgos.

El sistema de construccion de los empedrados con adoquin es en el día en París, despues de muchos ensayos hechos de otras maneras de construccion, que debieron creerse aceptables, pero que todas han sido desechadas por inconvenientes, el mismo con pequeñas diferencias que el empleado en Madrid en la actualidad.

Despues de hecho el desempiedre se levanta ó no la antigua forma ó solera de arena á juicio del Ingeniero director, sustituyéndola en su caso con otra de igual material de arena gruesa estraida del Sena ó de las graveras inmediatas á la poblacion, pero limpia sin tierras ni arcillas, y no debiendo esceder los granos de 6 milímetros en su mayor grueso. Vertida esta en dos tongadas de 10 centímetros cada una, bien apisonadas y regadas con separacion hasta que el Ingeniero lo juzgue con-

veniente; se colocan despues encima los adoquines por hiladas rectas é iguales, á escuadra ú oblicuas con el eje de la calle, segun las prescripciones del Ingeniero, acompañando aquellos con arena y procurando la union mas intima entre unos y otros, para lo cual se golpean por cabeza y por los costados con el martillo de empedrar de peso de 17 kilógramos, quedando las juntas con el ancho prescrito por la órden, del servicio á que se refiera, dada por el Ingeniero.

Hecha de este modo la labor se rellenan las juntas con arena, valiéndose para ello de la escoba y de fijas dentadas, análogas á las usadas con igual objeto en los trabajos de canteria. Esta operacion se ejecuta tambien por disposicion especial del Ingeniero, unas veces antes y otras despues del apisonado, cuya operacion tiene lugar con pisones de madera de peso de 35 kilógramos, cayendo desde la altura de 50 centímetros, no dándose por terminada hasta que los pisones rebotan.

Concluido el apisonado se tiende por encima de toda la superficie empedrada una capa de arena nueva de 5 milímetros de espesor, que es de cuenta del contratista barrer y conducir afuera pasados quince dias, si no recibiere órden de verificarlo antes.

El perfil trasversal generalmente establecido es el bombado con dos arroyos laterales, que se forman por el encuentro de la curva con los adoquines del encintado de las aceras, y á veces cuando asi se determina estos arroyos se construyen con los adoquines sentados sobre una tongada de hormigon de 20 centímetros de espesor, recibiendo en su asiento y juntas con mortero y lechadas por recebo, lo uno y lo otro confeccionado con cales hidrúlicas.

He observado que á pesar del precepto de las condiciones en que se dispone que la arena sea limpia y que sus mayores granos no pasen de 6 milímetros, se emplea alguna teñida por el óxido de hierro y no completamente purgada de arcilla hasta para las labores de conservacion y pequeñas reparaciones, viniendo envuelta con ella una almendrilla que seguramente escede de la dimension marcada como límite

Madrid 15 de Febrero de 1862.

de los mayores granos. Esto no obstante las labores resultan con buenas condiciones de solidez, y todas las calles se encuentran en un estado de viabilidad bastante satisfactorio, si bien pudiera mejorarse en mucho en los barrios extremos, en donde el antiguo empedrado de adoquines de arenisca de las mayores dimensiones no ha sido aun reemplazado por materiales mas adecuados, puestos ya en uso en las calles céntricas de la poblacion.

Los adoquines de pórfido se emplean en dimensiones mas pequeñas que los tallados en la roca arenisca, motivando esta reduccion de tamaño, á mi entender, no solo la mayor dureza de la roca porfirica, que permite sin riesgo de rompimiento á los fuertes choques aminorar las dimensiones de los adoquines, lo cual seria espuesto pasados ciertos límites con los de arenisca, sino que tambien presentando el pórfido mas facilidad á pulimentarse, se ha tratado de compensar este inconveniente multiplicando las juntas en el empedrado. Tienen estos adoquines por lo general 8 centímetros de ancho por 14 de largo, y otros 14 centímetros de cola.

El empedrado ejecutado del mismo modo con el adquin de pórfido que con el de roca arenisca varia solo en el mayor ancho que se deja á las juntas, que aumenta segun la pendiente longitudinal de las calles en que se aplica, siendo el bombado transversal muy poco sensible, todo con objeto de disminuir los accidentes por razon del resbalamiento.

Este empedrado, cuyo desgaste es casi nulo comparado con el de arenisca, proporciona á las calles una limpieza y aspecto magníficos, pudiéndose lavar en cualquier momento sin temor alguno, con la seguridad de que no absorbiendo aquella roca la humedad se seca al poco rato, contribuyendo por este medio al aseo y saneamiento de la via pública.

No obstante, y á pesar de estas ventajas, no se ha generalizado tanto como debiera en provecho de los transeuntes, sin duda alguna por lo crecido de su precio y á causa tambien de no ser aplicable sino en calles horizontales ó de corta pendiente.

Como he dicho en otro lugar, muchos han sido los ensayos que se han hecho hasta el dia en el sistema de empedrar con unos y otros adoquines de pórfido y de arenisca, ya formando la base ó solera con adoquines de desecho puestos de plano, ya empleando hornigon, bien enlechando las juntas con cal hidráulica, ya, por último, usando del asfalto en la base de asiento y para el cogido de juntas (1); pero todos estos sistemas, mas costosos por lo regular que el actualmente seguido, no han proporcionado ventajas de ninguna especie, ó si se ha logrado alguna ha estado lejos de compensar el mayor gasto, por todo lo que han sido desechados, al menos por el presente, sino proscritos en absoluto. Por esta razon no he creido del caso entrar en detalles que harian á mi escrito, ya harto pesado, interminable, mayormente cuando pueden encontrarse descritos si se quiere examinarlos en mis *Apuntes acerca de los empedrados de Madrid*, publicados por la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS. En estos se encuentran asimismo cuanto ahora pudiera decirse sobre los empedrados de Londres, pues á escepcion de un firme construido con barras de hierro últimamente ejecutado y algunos arroyos bajo idéntico sistema, en escoso caro y nada cómodo por cierto, todo sigue de la misma manera que lo describi en aquella época.

No pasaré á ocuparme de los firmes con piedra partida sin decir algo bien sea ligeramente de una clase de empedrado puesto en uso en Bruselas, parecido por la irregularidad de los trozos ó bloques de que está compuesto á nuestros empedrados de cuñas, aunque muy diferente de este por la suavidad que proporciona al piso, casi igual al de adoquines. Compónese de trozos desiguales de roca arenisca compacta, perfectamente planos en sus caras vistas, siendo su colocacion libre y no como acontece en los de cuñas ó adoquines por hileras normales ú oblicuas al eje de la calle. Podiera llamarse empedrado mosaico por lo bien combinado de sus juntas, presentando cada tro-

(1) De este empedrado con juntas cogidas con asfalto existe un bello ejemplo en la calle de Taitbout.

zo en su cara una figura ó polígono irregular terminado por líneas rectas. Esta especie de *mamposteria horizontal* ó de *opus incertum* de los romanos, se ejecuta como en París ó en Madrid los empedrados, esto es, sobre forma ó solera de arena recebando sus juntas con el mismo material. Aun cuando no he podido adquirir un conocimiento exacto de su coste, es indudable que debe de ser muy módico, y tal vez aquí pudiera aplicarse este sistema de empedrados irregulares con gran ventaja en las calles de pequeño ó mediano tránsito, empleando para ello el inmenso material que debe existir sin aprovechamiento alguno en el día en las canteras de granito de las sierras vecinas y en los grandes desmontes efectuados recientemente para el establecimiento de la vía férrea del Norte.

Firmes con piedra partida. No puede ponerse en duda que los firmes con piedra partida reúnen muchas condiciones de bondad que los hacen preferibles á los empedrados con adoquines, y mas aun á los contruidos con cuñas; sin embargo no dejan de presentar graves inconvenientes que motivan sobradamente la grande parsimonia que se observa en su adopcion.

Como ventajas incuestionables podemos enumerar las siguientes: menor coste inicial; menor molestia para el público en sus reparaciones una vez construido con la perfeccion debida; mayor facilidad para su conservacion permanente; mas tersura y union en su superficie y ventajas para el tiro; suavidad en el movimiento de los carruajes; disminucion de ruido y de vibraciones perjudiciales á los edificios laterales á la via; por último, poco resaladizo en tiempos normales, aun en las mas fuertes pendientes en que puede aplicarse en una poblacion.

En contraposicion de estas ventajas pueden presentarse los inconvenientes que siguen: mucho mayor gasto en su conservacion; mayor produccion de polvo y barro; necesidad de mas aireo para su saneamiento, por lo que no debe usarse en calles estrechas ó mal ventiladas; aumento de gasto en el riego durante el vera-

no para evitar la desagregacion de los materiales, y en invierno para la liquidacion de los barros para su vertido en las alcantarillas, las cuales se obstruyen con gran facilidad si no puede disponerse de grandes masas de agua para su limpieza.

Como vemos, las ventajas son muchas, cuando los inconvenientes pueden reasumirse todos en uno solo, el gran gasto de conservacion, pues claro es, y no podrá negarse que, limpiando constantemente el desgaste que se produzca, reponiendo este con piedra menudamente picada, empleando el agua con profusion para todas las faenas, quedarán reducidas todas las desventajas al coste de una conservacion asidua y esmerada, cual en ningun otro sistema de afirmado de las vías públicas es menester.

De aquí, como ya he dicho antes, la lentitud con que, á pesar de su reconocida bondad sobre los empedrados de todas clases, se ha ido extendiendo en las capitales de Francia y de Inglaterra, y el escaso uso que de los firmes de piedra partida se ha hecho en otras que solo cuentan para las atenciones del servicio de la vía pública con reducidas cantidades.

A modificar en cuanto fuese posible este inconveniente, el del gran coste de la conservacion se han dirigido en París todos los esfuerzos del prefecto del Sena y de los Ingenieros, y al efecto se han ensayado diferentes rocas de condiciones diversas para la construccion de los firmes, empleando las de menor coste por su peor calidad en las tongadas inferiores, y las mas duras y de mayor precio en las superiores, mas espuestas á la destruccion. Se han hecho pruebas tambien ejecutando los firmes con mezclas á manera de hormigones, siguiendo el método puesto en práctica por el Ingeniero Mr. Mounet en la reparacion de las carreteras del departamento del Jura. Haciendo uso de las rocas bituminosas recebadas con el asfalto pulverizado, se han construido asimismo firmes que no han producido mejores resultados respecto de la disminucion del coste de conservacion. Por último, y no queriendo privarse por ningun concepto del

buen servicio que prestan los firmes de piedra partida conocidos con el nombre genérico de Mac-adam, se ha dispuesto el estrechamiento de la faja afirmada, construyendo esta en la parte central de la via y de uno y otro lado otras anchas fajas de empedrado con adoquin, á cuyo método de construcción se ha llamado con razon sistema misto. De esta manera, disminuyendo la superficie macadamizada no es tanto el gasto de conservación, y puede hacerse estensivo su ventajoso empleo á mayor longitud de vias.

Es tan conocida de V. E. la manera de construcción de los firmes con piedra partida, que solo daria lugar á molestar su atencion el entrar en detalles descriptivos de esta labor, que hoy dia, con diferencias insignificantes, lo mismo se verifica en Paris que en Lóndres, Bruselas ó Madrid, por lo tanto paso á ocuparme de un sistema de firmes hace poco ensayados en la capital del vecino imperio, con gran fortuna, y que en mi concepto estan llamados á operar una grande revolucion en el afirmado de toda clase de vias públicas, sin otra restriccion que la de las pendientes fuera de ciertos límites.

Firmes de betun comprimido.—Este sistema que con el nombre de *betun comprimido* se ha ejecutado en diferentes calles de Paris gana cada dia mas simpatias en el público de aquella populosa metrópoli, y adquiere mayor aceptacion entre los ingenieros destinados á los servicios de la via. Debida su invencion al constante estudio é incansable laboriosidad de Mr. A. Gannal, médico y químico francés conocido anteriormente por otros apreciables inventos, tiene condiciones altamente favorables para su empleo en la construcción de los pavimentos de las calles, patios, graneros y otras oficinas en donde la sequedad sea una condicion precisa; para revestimientos de estanques, balsas y acueductos, para cimentacion de construcciones civiles é hidráulicas, y para muchos otros usos que seria largo enumerar.

Los problemas que se propuso resolver Mr. Gannal, fueron los siguientes:

1.º Confeccionar un producto que pueda reemplazar á la roca asfáltica de Val-de-Travers en sus aplicaciones, dando resultados idénticos ó sobrepujándolos si fuese posible.

2.º Confeccionar hormigones por medios tan sencillos y económicos que resulten á precios mas inferiores que los de los hormigones manipulados con cales hidráulicas, haciendo posible y ventajosa la sustitucion de estos hormigones bituminosos á los de cal empleados hasta el dia en forma de solera debajo de las aplicaciones asfálticas.

Conseguido ámpliamente por Mr. Gannal el objeto que se propuso, ha proporcionado á las construcciones asfálticas nuevas condiciones que las hacen aun mas aceptables de lo que ya eran, pudiendo competir por sus cualidades y coste con la mayor parte de los firmes y empedrados hasta ahora puestos en práctica. La ejecucion de estos firmes de betun comprimido, es tan sencilla y pronta que apenas se causan interrupciones en la via, ni se hacen necesarios obreros especiales para el trabajo material de su empleo en los pavimentos. requiere cuando mas alguna práctica, que bien pronto la obtienen los menos aventajados.

Mis observaciones sobre estos firmes me han dado á conocer que no se deforman ni reblandecen con los fuertes calores, pudiendo en la combinacion de sus componentes dar al betun el grado de resistencia necesaria para sufrir las mas altas temperaturas de nuestros climas templados: que durante las horas de mayor calor en los dias del último mes de julio y agosto y bañado el suelo por un sol abrasador, ni las caballerías ni las llantas de los carruajes, ya marchasen con velocidad, ya pausadamente, bien fuesen trenes lijeros de llantas estrechas ó furgones y carro-matos pesadamente cargados y de llantas anchas, no dejaban huella ninguna visible ni se hubiera podido aun en largo plazo apreciar el desgaste del material por su insignificancia, de manera que su conservación debe de ser casi nula: que su limpieza no es comparable con la de ninguna otra clase de pavimentos, y que la.

condiciones de higiene las llena cual ninguno otro, pues siendo su superficie continua y sin junta alguna, no pueden quedarse depositadas materias orgánicas haciendo su barrido diariamente, y mas aun si para ello se emplea el agua abundantemente, no pudiéndose temer los efectos de la humedad, porque es perfectamente impermeable.

No he querido decir que los firmes de betun comprimido no son resbaladizos, porque aun cuando en los planos horizontales ó próximamente parecen serlo menos que los adoquinados con granito ó porfido, sin embargo, en pendientes que pasen de 2 á 2,5 por 100 seria, en mi concepto, aventurado su empleo y esta es opinion que hemos oido emitir á personas muy competentes.

Ahora en estos momentos Mr. Gannal hace ensayos en Madrid con materiales del pais para confeccionar su betun y hormigones, y los resultados obtenidos son satisfactorios. Tal vez antes que me sea posible elevar á la consideracion de V. E. este escrito se haya ejecutado sobre la via pública alguna prueba, y entonces V. E. y el publico no encontrarán seguramente exageradas mis apreciaciones.

Para terminar lo que acerca de la construccion de los empedrados de Paris tengo que manifestar á V. E., acompaño por separado con los números 1 y 2, tablas de algunos de los precios que vienen pagándose desde el año de 1857, y que segun el pliego de condiciones para este servicio en la division sub-urbana continuarán rigiendo hasta 31 de diciembre de 1864, y otros hasta el 15 de marzo de 1866. Debo advertir que en la mano de obra de la construccion de los firmes y empedrados no se comprende el suministro de los materiales ni los trasportes que son abonados separadamente.

Los precios (de las citadas tablas) no son excesivos ciertamente, aun consideránlos en absoluto, y mucho menos lo son teniendo en cuenta lo restrictivo de las condiciones con que se contratan los servicios á que se refieren, condiciones algunas de ellas tan apremiantes que si nos atreviesemos á presentar-

las como bases de nuestras contratas, se llamarian por algunos *leoninas*, como se dijo no hace mucho de las que hoy estan vigentes en las contratas de empedrados, á pesar de que son suavísimas, comparadas con aquellas. Pero sea de esto lo que se quiera, mi objeto ha sido al presentar esos precios, manifestar que ni en Paris ni en Madrid las obras de empedrados pueden decirse caras con relacion á sus costes iniciales ó de construccion, siendo comparativamente inmensamente mayor el gasto de conservacion ó entretenimiento tal como en Paris se verifica, y como no dudo llegará á tener lugar en Madrid andando el tiempo.

(Se continuará.)

C. M. DE CASTRO.

INVESTIGACION

Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS DE RIEGO PARA LA VILLA DE CINTRUENIGO.

(Continuacion.)

El emplazamiento elegido para el pantano es la última angostura que presenta el barranco del Toro. Ciérranle por ambos costados las laderas que constituyen el barranco, prolongacion del valle de Valverde, en su estrechamiento final. El desnivel entre las cumbres de estas laderas, por la parte de la izquierda, que es la mas baja, y el fondo del barranco, no llega á ocho metros en el punto de emplazamiento, hemos dado siete á la elevacion del dique, debiendo su coronacion encontrarse algo mas alta que la superficie de las aguas, tanto para evitar los malos efectos de las olas, como á fin de prevenir cualquier accidente imprevisto que pudiera elevar aquel nivel, se ha asignado seis metros á la máxima profundidad del agua, con lo cual la arista superior de la presa queda un metro mas alta que el nivel del pantano.

La construccion del dique deberá ser de tierra, como la mas económica y conveniente por sus grandes dimensiones, y en especial por la longitud, puesto que cualquiera que