

» igual para asegurar el asiento y despues en segunda tanda mas
» fuertemente, recebando las juntas de la parte colocada sobre el
» hormigon con mortero suelto que las llene bien y las demas con
» arena, hecho lo cual se esparcirá por igual una capa general de
» este material de dos centímetros de altura. Las juntas trasversa-
» les del empedrado ó sean las que van de arroyo á arroyo, han
» de resultar paralelas entre sí y perpendiculares al eje de la
» calle y las longitudinales deberán ser paralelas á este eje; pero
» alternadas, unas y otras, sin garrotes ni ondulaciones. Las obras
» de reparacion ó bacheo se sugetarán en lo que corresponda á
» estas mismas disposiciones.»

Como podemos observar en estas condiciones, se desatiende completamente la consolidacion de la base de fundacion, que es precisamente el caballo de batalla de todos los constructores que han escrito sus doctrinas ó publicado los resultados de sus experiencias. Se dice aqui sencillamente que despues de señaladas las rasantes y el perfil transversal, si hubiese que terraplenar se hará con escombros calizos por tongadas de un decímetro que con el apisonado se reducirá al grueso de nueve centímetros, pero se olvida en nuestro concepto el principal elemento para que la consolidacion sea completa, que es el agua. Para que el apisonado produzca el buen efecto que de él se pretende, deben regarse las tongadas sin exceso de agua y usar pisones no de forma circular, y dejando la base de una dimension indeterminada, sino de forma de cuña y bastando un peso de 16 á 20 kilogramos cada pison, para que el hombre pueda levantarle con soltura y dirigir el golpe allí á donde convenga, acompañándole con el empuje de su cuerpo que multiplica el efecto, de este modo cada tongada de un decímetro puede reducirse á menos de dos tercios de su espesor.

Sigue despues el vertido de la arena, y aqui no se proponen las tongadas, ni el riego, ni el apisonado, cosas tan indispensa-

bles que sin ellas es imposible obtener un buen empedrado. Se dice solo que se esparcirá y arreglará la capa de arena que deberá tener el grueso que señala la condicion 5.^a, esto es, veinte y dos centímetros de espesor; puede bien considerarse que siendo este grueso para la tongada vertida y sin apisonar y gastándose una parte de esta arena en rellenar los vacios que quedan entre las cuñas por su cola ó parte inferior, apenas quedará una tercera parte de aquel grueso como fundacion si la suponemos apisonada ya, esto es, unos siete centímetros ó sean tres pulgadas, tongada bien delgada por cierto para evitar que los movimientos de la superficie se hagan sentir en el terreno, ocasionando baches, y delgada tambien para procurar la impermeabilidad que se desea. La arena debe estenderse en capas delgadas, *humedecida* anticipadamente ó regada despues para *humedecerla*, usando para su compresion del pison ó del rodillo, y haciéndolo asi debe quedar la tongada general ya comprimida con un grueso de doce á catorce centímetros, vertiendo despues encima la cantidad de arena necesaria para acompañar las cuñas por los costados y para que queden por debajo de su asiento unos dos á tres centímetros de arena sin apisonar.

Tambien hemos observado en la construccion de los empedrados de Madrid que se receban las juntas en todo el ancho de la calle empedrada con mezcla de cal y arena en lechada, sin duda alguna porque se ha creido mas conveniente este método que el estipulado en condiciones, en las cuales se dice, como hemos visto, que con mortero suelto se recebarán las juntas de los arroyos y con arena las demas del empedrado que es la manera puesta en práctica mas generalmente en el dia á causa del mal efecto observado en los recebos verificados con mezcla de cal y arena, aun cuando se hagan con gran esmero y cuidado, máxime si se usan en tiempo de hielos como se ha hecho en Madrid, y de lo cual hablaremos en otro lugar mas detenidamente.

Empedrado de Adoquines.

Segun los datos que tenemos á la vista, parece que hasta el año de 1826 no se pensó en Lóndres con detenimiento en el empleo de adoquines para el empedrado de las calles, si bien ya desde el año de 1766 á consecuencia de un acta del Parlamento se trató de evitar el abuso que se hacia del engravado de la vía pública por los dueños de las casas que estaban obligados á mantener el empedrado de su cuenta en todo el frente de ellas hasta el medio de la calle.

Los primeros adoquines de que se hizo uso fueron de dimensiones muy exageradas en largo y ancho á causa del gran coste que producía su labra que aumentaba, como es consiguiente, en relacion de su menor tamaño; por esto se les dió 18, 24 y hasta 30 pulgadas de largo, 7 á 8 de ancho y 9 de altura ó cola, descendiendo posteriormente hasta 5 y 4 pulgadas de ancho y 7 de alto y variando el largo entre 10 y 14 pulgadas.

Estos adoquines, hechos de granito azul de Aberdeen en su mayor parte, despues de prestar servicio en las calles de gran tráfico, se empleaban relabrándolos en las de menor movimiento, y por último pasados muchos años utilizados en el mismo objeto, aunque rebajados cada vez en sus dimensiones, se hacian servir machacados con la almadena ó el martillo para el cimiento ó fundacion de los nuevos empedrados.

Aunque tambien se han construido andando el tiempo empedrados con adoquines de 3 pulgadas de ancho en el supuesto de ser conveniente el estrechar, cuanto sea posible sin que afecte á la solidéz, la distancia entre las juntas trasversales para que las ballerías hagan pie ó se afirmen mas fácilmente para el tiro, sin embargo los de 4 pulgadas parece llenan bien esta condicion. Segun dice Mr. Kelsey inspector que fué de los empedrados de la

City en Londres, de las informaciones que tomó sobre la configuración de la pezuña de las caballerías, obtuvo como resultado que el mas pequeño pony (jaquita) que pudo encontrar, no media menos de 4 pulgadas en la planta de su casco y aunque en España pudiéramos hallar muchas jacas serranas ó gallegas cuyas pezuñas no llegarían ni con mucho á esa dimension, creo que puede admitirse la de las 4 pulgadas, no inglesas sino españolas, para el ancho de los adoquines en nuestras calles.

Como veremos luego, se han empleado tambien adoquines de muy escasas dimensiones, pero esto ha sido constituyendo parte de un sistema especial, pues en el método ordinario de adoquinado tanto en Londres como en Paris se ha fluctuado, solo como preferentes entre los de 4 y 3 pulgadas de ancho teniendo el uno y el otro sus ventajas respectivas; este el aumento de las juntas transversales sin notable disminucion de la solidéz, aquel el menor costo en la labra y en el gasto de colocacion sin gran desventaja para la comodidad en el piso de las caballerias; sobre el de 4 pulgadas el ruido no es tan incómodo como sobre el de 3 ni tampoco los carruages sufren tanto por efecto del golpe al pasar sobre las juntas así como tambien cuanto menor número de estas resulte mas facilidad hay para la limpieza y menos polvo y menos barro se produce, por tanto creemos que el ancho de 4 pulgadas ó sea 93 milímetros es el que puede fijarse como tipo conveniente para los adoquines.

Respecto del largo; siendo las juntas en el sentido longitudinal de la vía las que mas padecen y se desgastan por el rozamiento, cuantas menos existan tanto mas beneficioso será para la duracion del adoquinado, pero como de dar mucha longitud al adoquin resultaria la mayor facilidad á girar sobre el centro de su base al cargar sobre una de sus aristas superiores, preciso es limitar esta dimension á lo que la esperiencia haya señalado como mas aceptable. Parece que el largo de 9 pulgadas es el usado con me-

por éxito en Londres ó al menos el que la práctica ha dado en emplear como preferente; sin embargo creemos que la dimension fijada á los adoquines en uso en esta córte que es de 12 pulgadas españolas ha respondido perfectamente hasta ahora al objeto y por tanto mientras la experiencia no demuestre lo contrario puede continuarse usando esta dimension para su largo.

Por lo que hace á la altura ó cola del adoquin dependiendo esta del mayor ó menor movimiento y de la clase de este sobre la vía en que ha de aplicarse el adoquinado y tambien de la dureza de la piedra empleada, varía entre 6 y 9 pulgadas segun el método ordinario de construccion en Londres.

La fundacion se ejecuta allí casi siempre bajo un mismo sistema, consistiendo en abrir una caja sobre el terreno natural que tiene desde 6 á 18 pulgadas de profundidad, la cual se rellena con piedra partida, bien en una ó en diversas tongadas, vertiendo sobre ellas cal en lechada mezclada con arena con la proporcion de $\frac{1}{6}$ á $\frac{1}{7}$ de cal por 1 de arena, recubriendo el todo con una delgada capa de arena fina sobre la que se coloca el adoquinado.

Este despues de asentado á mano procurando la verticalidad de los adoquines y de que presenten una junta seguida en el sentido trasversal de la calle y juntas alternadas en el longitudinal siendo aquellas generalmente normales al ege, aunque algunos las han construido inclinadas ó diagonales, se consolida con el apisonado, cojiendo antes las juntas con una lechada de cal y arena en iguales proporciones que la empleada en la fundacion, tendiendo encima de todo una ligera capa de arena que permanece asi durante veinte dias ó un mes.

Las hiladas ó filas de adoquines inclinadas sobre el ege de la calle parece segun unos constructores ser ventajosas para evitar el resbalamiento de las caballerías, desechándolas otros como mas espuestas á estos efectos, y como unos y otros reclaman en su favor la experiencia de muchos años, difícil es decidir de parte

de quienes esté la razón : nosotros creemos que en las pendientes en bajada siendo la posición de un caballo en el tiro , no aplomada sobre sus remos sino oblicua con inclinación hacia el cuarto trasero para contrarrestar así el peso que le empuja hacia adelante por efecto del deslizamiento en dicha pendiente , sería mucho más fácil la caída del animal encontrando las juntas oblicuamente colocadas que estando normales al sentido en que marcha , y respecto á las calles casi horizontales creemos que la diferencia debe ser insignificante , si bien en un caso y en otro nos parece que hay mayor exposición á que se rompan y desgasten más prontamente los ángulos de los adoquines en el sistema de hiladas ó filas inclinadas.

En París se hizo uso hasta el año de 1835 de adoquines de forma cúbica de 23 centímetros de lado, ensayando desde aquella época la forma paralelepípeda con 16 centímetros de latitud por 23 de largo ó 13 de ancho por 16 de longitud : pero siendo de poca dureza la roca arenisca de que estos se extraen , que es la que se encuentra en el centro de la cuenca terciaria sobre que se halla asentada aquella capital , estas últimas dimensiones fueron pronto desechadas por insuficientes. Así pues , podemos decir que los adoquines hoy en servicio tienen las primeras dimensiones que hemos señalado ó por cuadrado con 23 centímetros de lado , siendo relabrados los que en calles de mediano ó pequeño tráfico puedan observarse de menores dimensiones que las que dejamos apuntadas. Y solo este motivo de lo poco resistente del material ha contenido á los ingenieros y constructores en estos límites , porque sobradamente conocen las ventajas del menor ancho del adoquín para disminuir las causas del resbalamiento sobre esta clase de afirmado de la vía pública , pero entre dos males se han visto obligados á optar por aquel al cual pueden aplicarse paliativos tan poderosos como el lavado y el barrido de las calles , que si no le corrigen del todo le atenúan cuando menos.

Tambien se han usado aunque no en grande escala, porque al decir de las gentes son mas resbaladizos, adoquines labrados de una roca de composicion anfibólica y felspática, llamada allí pórvido belga, que son incomparablemente mas resistentes que los adoquines de arenisca de la cuenca terciaria de Paris. La forma adoptada para estos es próximamente la de las cuñas del empedrado de Madrid aunque de menor altura ó cola; pero como hemos dicho, bien sea por las quejas que se hayan producido contra esta clase de afirmado, bien por otras causas mas poderosas tal vez, es lo cierto que su uso está muy restringido.

El sistema de construccion que generalmente se sigue en Paris varía esencialmente del empleado en Lóndres, y consiste en colocar los adoquines sobre una tongada de arena de 23 centímetros de espesor que sirve de fundacion rellenando despues las juntas con arena sin adiccion de cal ni de otra materia, cubriendo el todo con una capa delgada de arena tambien, que se mantiene durante ocho dias, habiendo apisonado antes el adoquinado en toda su estension con pisones de peso de 35 kilogramos. Los arroyos, que son dos, uno á cada lado de la calle, se cimentan con adoquines de desecho unidos con mezcla de cal y arena sobre los cuales se colocan los que sirven á la formacion del arroyo cogiendo sus juntas con mortero fino aclarado en lechada.

Para procurar la mayor duracion del adoquinado, se ensayó en Paris la fundacion sobre una base de adoquines de desecho; pero si bien este método producía una solidez á toda prueba, tenía ademas de su gran coste inconvenientes muy graves cuando era preciso levantar alguna parte de él para la colocacion ó reparacion de las conducciones de agua ó de gas, y así como tambien resultaba demasiado rígido para la circulacion. Se ha fundado así mismo sobre una tongada de enfaginado, pero sin grande éxito, y sobre hormigon con juntas enlechadas con mortero, que presenta tantos inconvenientes como la base de adoquines de desecho,

aunque el cojido de las juntas haga disminuir el polvo y el barro, dado caso de emplear en la confeccion del mortero cales algo hidráulicas cuando menos y ser su manipulacion perfecta.

De poco tiempo á esta parte se han construido los arroyos de algunas calles con una capa de betun de 50 á 60 centímetros de ancho.

La naturaleza de la roca empleada en el adoquinado de París permite el agramilado de sus caras, quedando sus juntas con un grueso cuando mas de un centímetro, ventaja inmensa para precaver la deformacion del firme y disminuir la cantidad de polvo y de barro que se produce con las grandes juntas, haciéndose tambien menos sensible el paso de los carruages sobre ellas, porque los choques son menores; en cambio el precio de construccion aumenta de 7 á 12 céntimos que cuesta el agramilado de cada adoquin segun sus dimensiones y queda mas espuesto al resbalamiento de las caballerías.

Despues de los sistemas de empedrados con adoquin empleados en Lóndres y en París, los demas que pudiéramos citar, adoptados en otras poblaciones de menor tráfico que aquellas, no nos darian las seguridades de bondad que los ya descritos variando solo unas veces en la naturaleza del material empleado, y otras en las dimensiones de los adoquines ó en la perfeccion y solidez de su base, asi pues, dejando á un lado todas estas variantes, que por sí solas no pueden constituir sistemas, vamos á ocuparnos del de Mr. William Taylor ensayado por el mismo en la Estacion de Euston Square del ferro-carril del North-Western.

Este ingeniero del instituto de Lóndres leyó en aquella sociedad una memoria con el título de «Observaciones sobre el empedrado de las calles de la metrópoli, con la descripcion de un sistema particular de empedrado adoptado en Lóndres y en el ferro-carril de North-Western, Estacion de Euston Square por William Taylor.»

En ella hace observar que las vías empedradas de Londres han sido construidas, durante un gran período de años, por un sistema esclusivo que consistia en la colocacion de bloques de granito de ocho á catorce pulgadas de longitud de seis á nueve de ancho y nueve de altura asentados sobre el terreno natural, y despues del procedimiento acostumbrado de enlechar sus juntas y del apisonado, la calle se entregaba á la circulacion, encargada de llenar los últimos deberes del empedrador, esto es, la consolidacion del empedrado sobre su lecho de asiento; porque los mas pesados pisones eran insuficientes para obtener aquel resultado, como lo probaba siempre la descomposicion del empedrado causada por los primeros carruages que circulaban por la via.

Este género de empedrado, dice, lleva consigo tres defectos que son: un ruido atronador, falta de seguridad para el piso de las caballerías, y rotura de los eges y de los muelles de los carruages. Sin embargo, ha sido seguido por largo tiempo por dos motivos: 1.º á causa de la opinion en que se estaba de que la resistencia parcial de los materiales era lo importante, y esta resistencia estaba representada por las dimensiones de los bloques; y 2.º en razon á la facilidad de la mano de obra para su colocacion.

Continuando, supone que Mac-Adam hizo progresar el arte de la construccion de las carreteras; pero que en las calles tan frecuentadas de las grandes ciudades aquel sistema dá lugar á graves objeciones á consecuencia de los crecidos gastos que su conservacion exige. No obstante, fundándose en el principio de Mac-Adam, ensayó su particular sistema empleando pequeños bloques de piedra asentados sobre una base *elástica*. Veamos como lo describe.

Desmontado el terreno hasta la profundidad de 16 pulgadas por bajo de la superficie propuesta para el empedrado y preparada la caja con el perfil que este haya de afectar, se cubre con una

capa de grava gruesa que se apisona perfectamente: sobre esta se tiende otra capa de igual material mezclado con una pequeña cantidad de cal con el objeto de dar elasticidad á esta tongada, que tambien se apisona convenientemente, asi como una tercera vertida encima y construida de igual material y con la misma mezcla. Asi que está en disposicion de recibir el empedrado, se recubre esta última capa con otra de arena fina de una pulgada de espesor.

Sobre esta es sobre la que reposa el empedrado de granito estraido del monte Sorrel que es de gran dureza, y los bloques tienen próximamente 4 pulgadas de largo, 3 de ancho y de 3 á 4 de altura, aumentándose esta última dimension para las vías de mayor tráfico, pero nunca á mas de 5 pulgadas. Estas piedras se ajustan todo lo posible y de tal manera, que no puedan girar sobre su lecho; entonces se apisona dando al pison, al mismo tiempo de imprimir el golpe un movimiento rotatorio, y se continúa hasta tanto que el empedrado no reciba ninguna impresion por el choque, en cuyo caso se dá la operacion por terminada y se estiende por encima de toda la superficie una ligera capa de arena fina, que se infiltra en los intersticios ó juntas á las primeras aguas que caen sobre aquel.

Hace notar Mr. Taylor que la accion del pison en este pequeño empedrado, demuestra plenamente las ventajas de su sistema. Los pisones usados pesan 55 libras y tienen en la parte inferior un aro de hierro, siendo tal su accion que sin la elasticidad de las capas inferiores, los bloques se romperian ó astillarían bajo el golpe. La esperiencia ha demostrado que despues de apisonar convenientemente estos empedrados, un carruage de dos ruedas cargado con 10 toneladas (1), no deja impresion ninguna en su paso.

(1) La tonelada inglesa equivale á 1,015 kilogramos y 650 gramos ó sean 2217,5 libras de España.

Compárese este resultado, dice Mr. Taylor, con el efecto producido por el pison en el adoquinado de gran superficie, y de 9 á 12 pulgadas de altura; sobre este último el efecto se reduce casi á nada, quedando reservado al tráfico futuro el terminar la operacion del afirmado.

Para este sistema de empedrado es necesario emplear piedra de gran dureza, notándose una inmensa diferencia en su duracion á poco que se descuide esta circunstancia, tanto que en dos diferentes ensayos hechos en Lóndres, uno con granito del monte Sorrel, que es algo anfibólico, y otro con granito azul de Aberdeen anfibólico y felspático de menor dureza, despues de tres años y medio de prueba pudo observarse que el de Aberdeen habia perdido cerca de una pulgada de su grueso mientras que el del monte Sorrel no habia sufrido alteracion ninguna, por el contrario podian reconocerse aun las impresiones producidas por el pison.

Apesar de todo lo dicho por Mr. Taylor, en una discusion habida en el seno del instituto de ingenieros de Londres en 1850, Mr. Haywood dijo hablando de aquel sistema que las ventajas de duracion no eran tantas comparado con el empleado en la generalidad de las calles de la City como su autor pretendía, puesto que por término medio la duracion de estos últimos, sin necesidad de levantarlos por completo, podia calcularse en ocho años y su desgaste en cada año en las vías de mayor circulacion, siendo la roca empleada el granito de Aberdeen, de $\frac{1}{16}$ de pulgada.

Mr. Holland opinaba que la bondad del sistema de Mr. Taylor respecto á su fundacion consistía en que aquella es *rigida é inalterable* lejos de ser como dice su autor *elástica*, y sostiene que sin ser la base de una perfecta rigidéz no puede existir un empedrado bueno, porque si la superficie cediese perceptiblemente, los carruages estarian en una oscilacion completa y esto seria molesto al par que causaria la deformacion del empedrado.

A la palabra *elasticidad* aplicada al sistema Taylor sigue di-

ciendo Mr. Holland no parece habersele dado su verdadero sentido; pues en este caso si bien la fundacion tiene un cierto grado de flexibilidad á causa de la pequeña capa de arena fina estendida sobre las de cimentacion, es sin embargo perfectamente sólida.

En cuanto á la diferencia de precio que Mr. Taylor señala á su empedrado respecto del de adoquines generalmente empleado en Londres, y que supone ser en la proporcion de 9 á 15 no debemos dudar que asi sea porque la fundacion de este último, como hemos visto, introducida en 1826 por Mrs. Acton y Kelsey, tambien se construye con una gran tongada de piedra partida empleando el mortero en ella y en el cojido de juntas de los adoquines; pero si dudamos que presente mas baratura que el sistema puesto en práctica en Paris porque allí se hace el asiento de adoquines sobre una base de arena y se rellenan tambien con arena las juntas. Es verdad que en vista de opiniones tan respetables y encontradas como se han espuesto con relacion á la rijidez ó á la elasticidad de la base de fundacion del adoquinado, hoy por hoy no nos atreveriamos á decidir cual sea lo preferible y en este caso los números que representasen el gasto inicial no podrian servirnos de elemento para apreciar en su verdadero costo tal ó cual sistema; esperemos pues á que reconocida por nuestra Municipalidad la importancia del asunto, disponga algun dia que se ensayen en Madrid los sistemas de empedrados que mas boga han llegado á obtener en el estrangero y entonces reunidos los datos que facilite la observacion de algunos meses, cuando menos, podremos con conocimiento de causa emitir nuestro parecer.

De Madrid podremos decir que los adoquinados construidos de algunos años á esta parte, tienen respecto de los elementos en ellos empleados y de las máximas en general seguidas en su ejecucion, mucho adelantado para ser buenos; pero en nuestro pobre entender necesitan alguna modificacion en aquellos elementos y sobre todo mas esmero en la mano de obra y detencion en los

detalles. No gastaremos tiempo en demostrar que su conservacion está de todo punto desatendida, porque esto por desgracia lo vé el público sin que nosotros tengamos necesidad de llamar sobre ello su atencion, pero lo que si le recordaremos, para que no forme una opinion equivocada respecto del empedrado de adoquin, es que todo en este mundo es perecedero y mayormente lo son las obras de la mano del hombre, y que así como este necesita del alimento diario para nutrir sus fuerzas y prolongar su vida, así todo ha menester de cuidado para alejar el término fatal de su destruccion.

Pero dejando para otro lugar estas consideraciones, espongamos ahora lo que á esto corresponde; esto es, la manera de construccion del adoquinado en Madrid y la forma, clase y dimensiones de las partes que entran en su composicion.

El granito conocido en el pais con el nombre de piedra berroqueña, de color azulado ó gris, de grano menudo y en que sus componentes se hallan perfectamente mezclados en su masa, siendo mas abundante ó predominando en la misma el cuarzo, es el que se ha empleado en la construccion de los adoquines para los empedrados de las calles principales de esta Côte y se explota en las canteras de Torreldones, Galapagar y otros puntos de la sierra de Guadarrama siendo su peso específico de 2,61 á 2,95 y pudiendo resistir hasta el aplastamiento una carga de 7614,45 libras por pulgada cuadrada ó sea 650 kilogramos por centimetro cuadrado. Como vemos, el material en uso tiene cuantas condiciones de dureza pueden desearse y ciertamente la arenisca de la cuenca del Sena en Paris se queda muy atras bajo este concepto. Las dimensiones dadas á los adoquines son en general de 1 pie de largo por $\frac{1}{2}$ de ancho y 1 de altura, de modo que dos de ellos forman un cubo perfecto de 1 pie resultando por tanto su figura prismática recta rectangular. Su labra aunque á picon es muy poco esmerada, de donde resulta que sus juntas son mas

anchas de lo que debieran y esto, particularmente en las paralelas al ege de la calle ó en el sentido longitudinal, es causa de que pierdan pronto sus aristas y se redondeen produciendo estancamientos de las aguas caidas sobre el adoquinado, filtracion por sus juntas, reblandecimiento y depresion en la base de cimentacion y por último deformacion en la superficie y completa ruina del firme. Por eso hemos dicho antes que necesitan nuestros adoquinados algunas modificaciones y el mejor labrado de sus juntas es una de ellas. En Paris se escaflan ó agramilan los adoquines para dejar sus juntas todo lo mas estrechas posible y si bien la diferencia de material no permitiría en Madrid ejecutar esta operacion del mismo modo, bastaría atrinchantar bien las caras para obtener unas superficies de junta muy convenientes que no escediesen de lo puramente indispensable particularmente en las longitudinales que son las que precisamente hoy quedan mas abiertas contribuyendo á ello tambien lo que vamos á esponer. Hemos dicho que dos adoquines unidos componen un cubo perfecto y que el adoquin por tanto, que es su mitad, tiene la figura de un prisma recto rectangular y de aquí y de dar al perfil trasversal del adoquinado la convexidad oportuna para el escurrimiento lateral de las aguas, resulta que colocados los adoquines en forma de dovela, sin tener para ello el corte conveniente, los extremos inferiores estan en contacto mientras que en la parte superior quedan mas ó menos separados en razon directa de la ságita del bombado. Para remediar este inconveniente sería preciso cortar los adoquines en forma de dovela y cortarlos en cada caso particular segun el bombado que hubiera de darse al adoquinado; pero como en la mayor parte de las ocasiones podrá adoptarse una curva de mas ó menos desarrollo si bien siempre de igual radio, quedaria reducida la cuestion á labrar los adoquines en aquella forma con un solo descantillon ó plantilla.

Respecto de la manera de ejecucion nada tenemos que decir

de nuevo siguiéndose en ella el mismo método que ya hemos descrito al hablar del empedrado de cuñas.

Empedrados mistos.

Vamos á considerar bajo la denominacion de empedrados mistos aquellos en cuya construccion han sido empleados dos ó mas sistemas de los que hasta aquí hemos descrito separadamente ó mejor diremos, aquellos en que se han combinado los elementos que establecen entre estos últimos la diferencia que les dá su nombre especial.

El primero y el que en nuestro concepto merece bien tomarse en cuenta es el seguido en las calles de Milan descrito por Mr. Baudemoulin el cual fué puesto en práctica en Londres por este mismo ingeniero aunque no ha llegado á tomar gran estension. Consiste en establecer á lo largo de la calle un carril formado por dos filas paralelas de losas (trams) ó crecidos adoquines, que dejan entre sí un espacio menor que el ancho generalmente usado para el carril ó distancia de una á otra rueda de las colocadas sobre un ege en los carruages; este espacio ó faja está empedrado con adoquines estrechos, facilitándose por este medio el mejor apoyo de las caballerias para el tiro y el menor rozamiento posible en las ruedas para el arrastre.

En efecto, este sistema como se vé llena las dos principales condiciones de un buen empedrado, pero es en el caso particular de que el tiro se verifique por una sola caballeria ó por varias enganchadas en reata, pues si las consideramos pareadas, entonces el tiro es desigual y sumamente penoso para los animales por cuanto pisarán con las patas interiores sobre la faja empedrada, mientras que las exteriores marcharán resbalándose á cada momento sobre la superficie alisada de las losas ó crecidos adoquines longitudinales. Tiene ademas otro inconveniente cuando se aplica

á calles anchas colocando dos ó tres de estos carriles paralelos y es que los conductores de carruages no siguen constantemente uno de ellos como debieran, sino que atravesando de unos en otros sin órden ni concierto, el desgaste es desigual y la via pronto se presenta en desarreglo. Por eso en Londres ha sido admitido casi exclusivamente para aquellas calles estrechas y de travesía en que solo cabe un carruage y en que no está permitido el paso sino en un solo sentido.

Otro de los empedrados que podemos considerar bajo la denominacion de misto es el que se ensayó en Madrid en la calle del Correo y otras que no recordamos; consiste en hacer cajones de forma rectangular con cintas de adoquin granítico con el objeto de dar mayor estabilidad á la superficie empedrada con cuñas de pedernal que llena el espacio interior de aquellas cuadrículas, pero si bien es cierto que las filas de maestras en los dos sentidos longitudinal y trasversal de la vía, favorecen la sugesion de las cuñas y por ese medio podrian aprovecharse las de segunda dimension, sin embargo el desgaste y los movimientos de depression son tan desiguales, que al poco tiempo se nota que el encintado de adoquin sobresale de la superficie general y dá lugar á choques bruscos que llevan consigo el completo desarreglo del empedrado, resultando de cada cajon ó cuadrícula un enorme bache en que se estancan las aguas y se recoge el polvo y el barro, dificultando el barrido y saneamiento de la calle; por tales conceptos le consideramos poco conveniente.

Otro empedrado misto del cual no tenemos noticia que se haya puesto en uso en ninguna parte, al menos en grande escala, es el adoquinado unido ó cementado con betun asfáltico, es cierto que su preparacion es penosa y sus condiciones particulares hacen esperar poco de su bondad.

Ejecútase este del modo siguiente: en unas cajas de hierro cuyas chapas laterales puedan desunirse á voluntad y que tengan

el largo y ancho conveniente para contener tres filas de adoquines con juntas de un centímetro en el sentido longitudinal y de dos milímetros en el de su latitud, dándole de altura unos 15 centímetros, que es la del adoquin que en este caso debe emplearse, se colocan estos inversamente, es decir, con la cara que ha de quedar vista asentada sobre el fondo de la caja ó molde y separados por unas chapas de hierro ó madera del grueso que se haya considerado para las juntas en ambos sentidos. Colocados ya, se retiran las tablillas divisorias y se rellenan las juntas, como en unos tres centímetros de su altura, con arena fina y seguidamente se vierte sobre aquellas el asfalto en caliente con el que se las acaba de llenar. Una vez frío este se deshace el molde y se van apilando los trozos así dispuestos.

Para su empleo en el afirmado de la vía pública, se prepara la superficie de cimentacion y se construye esta por los métodos ordinarios que hemos descrito al hablar de los empedrados mas en uso en la ciudad de Londres y despues se van sentando sobre una delgada capa de arena los bloques ó trozos de adoquines aprestados al efecto, teniendo cuidado de dejar las juntas de union entre unos y otros del ancho que se fijó en la operacion primera, rellenando las que resulten con asfalto hasta unos tres centímetros de altura que debe estarlo con arena fina, á menos que deseando mayor seguridad de impermeabilidad no se prefiera macizar todas las juntas hasta la superficie con el asfalto.

Bien se comprende que esta clase de empedrado no puede emplearse en las calles de un tráfico activo de carruages, porque las vibraciones que estos hacen sufrir á los firmes sobre que marchan ocasionarian la desagregacion de sus componentes y quedaria reducido á un mal adoquinado ordinario, y por otra parte siendo costosas y complicadas las labores para su preparacion, tampoco puede sustituir con ventaja en las calles reservadas al tránsito de la gente á pie á los enlosados ó asfaltados con que es-

tas pueden cubrirse; así pues no creemos que este método de empedrado impermeable de adoquín tenga grande aceptación.

Hemos terminado de decir cuanto pensábamos acerca de los firmes y empedrados de la vía pública y sobre su construcción; pero antes de pasar á la última parte de nuestro escrito, debemos hacer mención de las aceras como comprendidas también en la vía pública y por cierto no de menos importancia que los empedrados si se considera la inmensa mayoría de los que transitan á pie por las calles de la población, comparados con los que las recorren en coches ú otras clases de vehículos.

Es indudable que para distribuir en cada calle con relación á su ancho el que ha de dejarse para la parte empedrada y el que se destina á las aceras ó andenes laterales, debería calcularse el movimiento que sobre la misma tiene lugar, ya de carruages ya de peatones y comparar uno con otro, pero esto que sería lo justo y equitativo, puesto que todos contribuyen al pago de los servicios comunales, lo mismo los que van en coche que los que andan á pie, sin embargo no es lo posible y conveniente en el mayor número de los casos, y así vemos algunas calles de gran movimiento de peatones, como las del Carmen, Preciados, Arenal y otras, cuyas aceras son tan exiguas en algunos trozos, que con trabajo pasarían dos personas en diferente dirección sin que una de ellas tuviese que apoyar un pie cuando menos en el empedrado, y si comparamos ambos movimientos, el de carruages y el de peatones, este sobrepujará con mucho al primero; pero si la calle apenas deja espacio bastante para el paso de dos carruages en direcciones opuestas, poco se conseguiría con estrechar el empedrado de algunos centímetros, y en muchos puntos ni aun sería posible esta pequeña disminución. El principio que debe regir para la distribución de los anchos del empedrado y las aceras, si alguno puede consignarse como más aceptable, es el dar á la parte afirmada el ancho necesario para el paso de uno, dos, tres.

etc. carruages con las holguras indispensables, dejando á las aceras el resto, contando que al ancho de la vía de dos carruages corresponda el paso por aquellas comodamente de dos personas de frente, al de tres carriles en el firme, amplitud en las aceras para el paso de tres personas de frente y asi sucesivamente hasta llegar al caso en que como en la calle de Alcalá, su anchura sea mas que suficiente para todo y quede aun para los paseos intermedios ó alamedas.

Respecto de su construccion y de las condiciones que á esta deben presidir, tenemos una satisfaccion en poder decir que las de Madrid dejan poco que desear en lo general. Levantadas lo suficiente sobre la superficie empedrada tanto para protegerlas de la invasion de los vehículos que marchan por aquella parte, cuanto para evitar que los barroes que del centro de la calle escurren a los arroyos laterales, salten sobre las mismas y las pongan intransitables; facilitando tambien su limpieza el pequeño escalon que las bordea y que cae sobre el arroyo; todo ello, así como el escelente material, de que se construyen que es la roca granítica, las dan comodidad, solidéz y muy bello aspecto; no por esto se suponga que admitimos completamente los detalles del sistema empleado en su ejecucion, pues creemos que la cimentacion deberia ser de mayor solidéz que la que en el dia se le dá, que sus juntas podian cojerse, con gran ventaja de las casas inmediatas, con cal hidráulica, y por último que el adoquin ó cinta de bordura ganaria mucho resguardándole de trecho en trecho, por egemplo de tres en tres metros, con un pequeño tope saliente ó guardaruada sin mas altura que la del encintado. La cimentacion segun la última contrata que tuvo efecto en setiembre de 1853 y que ha debido terminar en el mismo mes de 1856, consistía conforme á la 5.ª condicion del pliego de subasta en sentar *las losas y adoquines sobre tortada de buena mezcla hecha con dos partes de cal bien apagada y zarandeada y una de arena limpia, cuarzosa de grano media-*

no, batidas con el agua estrictamente necesaria. Esto no es suficiente en nuestro concepto, es preciso, primero apisonar fuertemente el suelo natural, despues de desmontar lo indispensable para que el asiento de la cimentacion quede 30 centímetros cuando menos, por bajo de la superficie de la acera, formando encima un buen hormigon de piedra menuda partida y buena mezcla de cal, batido en plataformas al efecto, cuya tongada deberá tener un espesor de 14 centímetros y sobre ella bastará tender una delgada capa de 2 centímetros de mezcla para el asiento de la losa, que si es cuajada como se dice en condiciones y de 14 centímetros de grueso, no tendrá necesidad de recalzarse para quedar bien asentada. Respecto de que el cojido de juntas debe hacerse con cal hidráulica, no creemos necesario razonar sobre ello para que todo el mundo comprenda la utilidad de tal medida.

Los topes ó guarda-ruedas que queremos á lo largo de los encintados de las aceras, tienen por objeto evitar que aproximándose las ruedas de los carruages como ahora sucede, hasta ponerse en contacto con dichos encintados, sufran estos con el continuo rozamiento un desgaste inconveniente y muchas veces desquiciamientos que motivan la descomposicion de las aceras. Ya se deja conocer que no pediremos estos retallos ó topes en las calles estrechas, pero en las demas será tan conveniente y económico el introducir su uso, que creeríamos ofender el buen criterio de las personas que pueden ordenar esta mejora si nos detubiésemos un solo instante mas en probar su utilidad.

No conocemos la duracion de las aceras de losas graníticas ni aun aproximadamente, y por tanto nos vemos privados de entrar en comparacion respecto de la economía en la sustitucion de estas por el asfalto, pero desde luego podemos decir que la diferencia del coste inicial de este debe calcularse en menos de una mitad del de las losas graníticas, y cuenta con que dejamos el adoquin de encintado el mismo y el cimientó tambien igual para

uno y otro caso ; pero costando hoy el metro superficial de losa de 45 á 46 reales , pueden cubrirse cómodamente por el mismo precio tres metros de asfalto de igual calidad que el que existió en la Puerta del Sol ó del que puede verse aun en el salon del Prado en su frente á la fuente de Neptuno, cuya bondad nos parece no se pondrá en duda, y en tal concepto no nos parecería fuera de razon que en algunas calles se emplease el asfalto que ademas de preservar mejor de la humedad á los edificios contiguos, por ser su superficie continua y sin juntas, es tambien mas suave al piso y menos molesto por tanto. Fuera de estos dos sistemas de andenes ó aceras no sabemos que hayan adquirido ni aun mediano éxito , ninguno de los demas ensayados hasta el dia , por cuyo motivo debemos por ahora concretarnos á aconsejar las mejoras que proponemos en los de losas graníticas y la introduccion del asfalto en circunstancias y localidades determinadas.

No cabe en las condiciones que nos impusimos al empezar á escribir estos apuntes sobre empedrados , el estendernos mas de lo que lo hemos hecho sobre su construccion, ni mucho menos el hablar separadamente y con la latitud que el asunto merece sobre los diferentes ramos del servicio municipal que deben entrar en combinacion para contribuir á la perfecta conservacion de los mismos, haríamos nuestro escrito interminable si comenzásemos ahora la tarea de describir los diversos mecanismos adoptados para el barrido de las calles y para su riego, que son como todos saben dos de los principales elementos de un buen sistema de conservacion de la via pública , basta á nuestro objeto consignar aquí esta idea; tal vez algun dia volvamos sobre ella si llegásemos á comprender que las que hoy esponemos respecto de la construccion de los empedrados mereciesen una benévola acogida. Dejando pues para esa ocasion si llegase, el tratar sobre lo concerniente al barrido y riego de las calles, pasemos á deducir de cuanto llevamos dicho las conclusiones con que terminaremos nuestro pequeño trabajo.

Conclusion.

Dividido nuestro escrito en cuatro partes ó capitulos, tócanos reasumir en esta cuarta y última, cuanto hemos manifestado en las tres precedentes que forman por decirlo así la parte espositiva de estos apuntes: así vamos á hacerlo pero separadamente de cada una de ellas poniendo á continuacion las deducciones que nos sugiera al par que nuestro pobre criterio, nuestro gran deseo de ver mejorados por la Municipalidad los ramos cuyo servicio corre bajo su administracion y muy particularmente aquellos que relacion hacen con la via pública.

Con el epigrafe de *Administracion y Direccion* hemos hecho ver lo que sobre el particular en Londres, en Paris y en Madrid existe, si bien no abrigamos una completa confianza en la exactitud de lo que respecto de nuestra M. H. Villa hemos dicho, porque sin dudar de la veracidad de algunos amigos que confidencialmente nos procuraron aquellas noticias, haciendo estas referencia á lo que en años anteriores sucedía, puede muy bien que desde entonces haya variado en algo la administracion y direccion del ramo de empedrados, y que nosotros de ello no tengamos conocimiento.

De todos modos, dependiendo esclusivamente la administracion de este ramo en Madrid, de la Municipalidad, creemos que para que hubiera unidad de pensamiento en las decisiones que sobre este servicio se adoptasen, seria conveniente é indispensable que todas ellas procedieran de un centro comun, de una sola y única comision encargada de dicho servicio y no como suponemos viene hoy sucediendo, esto es, que en cada seccion municipal corre á cargo de un concejal con el título de Comisario de empedrados, y en su consecuencia cada cual en su demarcacion obra segun juzga convenir á los intereses de aquella parte

del vecindario. Este vicioso sistema pone ademas en apuro á los directores facultativos, pues teniendo que atender á las órdenes y exigencias de varios de estos comisarios, naturalmente han de encontrarse las mas veces en compromisos y faltas, que hasta pueden ocasionar disgustos graves, y bueno sería evitarlos siendo tan fácil el remedio.

Ya lo hemos dicho, un solo centro administrativo-económico y un solo director facultativo que ponga por obra los acuerdos de aquella, sirviéndole al propio tiempo de asesor en las cuestiones exclusivamente facultativas. Esta es la primera base sobre que debe fundarse la mejora de nuestros empedrados, y de no tomarla en cuenta, por mucho que en lo demas se reforme este servicio nunca podría producir los brillantes resultados que sin duda alguna seria muy fácil obtener para nuestra capital si llegára á organizarse este ramo cual proponemos.

Sentado el principio de un solo centro administrativo económico, no entraremos á discutir acerca de los medios que este debería emplear para ejercer la intervencion conveniente é indispensable sobre todo lo que á su cuidado y responsabilidad se hubiese encomendado, trataremos solo de la organizacion de la parte facultativa tal como la comprendemos y como la juzgamos propia á producir los resultados que son de desear.

Desde luego debemos consignar que para la construccion de las obras públicas rechazamos como absurdo, en absoluto, el sistema de contratas. Es si, en efecto, el medio mas fácil, mas expedito para la administracion; pero de ninguna manera el mas económico y de mejores resultados. Cuando se trata del servicio público, no siempre, diremos mas, muy raras veces, lo que cuesta mas barato es lo que satisface mejor á sus necesidades ó á sus exigencias; pero no es esto aun lo que principalmente debemos tomar en cuenta, sino que la bondad en la ejecucion de las obras públicas trae consigo, ademas de su mayor duracion, la grande

economía en los gastos de conservación, y por tanto jamás admitiremos que sea mas barata una obra entre dos completamente iguales porque el gasto inicial de construcción de la primera sea menor que el de la segunda si el de conservación y reparación de aquella representa el interés de un capital mucho mayor que el empleado en la ejecución de esta última, y no hay que dudarlo, siempre sucederá esto mismo si comparamos obras construidas por contrata con otras hechas por administración. Las contratas se comprenden perfectamente para el apronto de los materiales, y aquí es donde puede y debe buscarse la verdadera economía, pues que de ella no resultará perjuicio alguno para las obras; especificadas perfectamente en pliegos de condiciones cuantas la ciencia estime para asegurar la bondad de los materiales, difícilmente puede temerse el abuso, y en todo caso es fácil conocer la falta y corregirla.

En este supuesto y en el de que un solo director facultativo es el que funciona llevando al terreno de la práctica los acuerdos del centro administrativo-económico, siendo á este responsable de todos sus actos y de los de sus subordinados, creemos que por ahora bastarian dos ayudantes tambien facultativos que dirigiesen é inspeccionasen los trabajos en el interior de la población, quedando esta dividida al efecto en dos mitades considerando la línea divisoria desde la Cuesta de la Vega hasta la Puerta de Alcalá, y otro tercer ayudante encargado esclusivamente de los paseos, camino de ronda y salidas de la Villa.

Dependerian de estos las brigadas de operarios con fuerza y en número suficiente para atender á las obras de construcción y de reparación de ambas divisiones separadamente, y solo en casos especiales pasarian á trabajar las de una á otra demarcación. Estas brigadas estarian compuestas de maestros, ayudantes y aprendices de empedrador y de los obreros auxiliares correspondientes, divididas en cuadrillas con sus capataces listeros, y subordina-

das á sobrestantes facultativos que serian sus gefes inmediatos.

Para la conservacion habria el número necesario de obreros distribuidos en toda la poblacion, tenido en cuenta el tráfico de las diferentes vias.

Para la vigilancia inmediata de estos obreros habria dos sobrestantes facultativos, uno en cada division.

No hemos dudado un momento en que siendo, como ya hemos dicho, el barrido y el riego, dos de los principales elementos para la conservacion de los empedrados, estos dos ramos del servicio municipal correrian á cargo del mismo centro administrativo y en sus funciones estarian sujetos á la inspeccion de la direccion facultativa de empedrados y en tal concepto los reglamentos que regularizasen unos y otros servicios deberian estar de acuerdo en cuanto tuviese relacion con la via pública.

Dicho se está que para la conservacion de los paseos en cuanto á su firme y de los caminos de ronda etc., habria tambien obreros fijos á cuyo cuidado estuviera confiada una parte mayor ó menor de la via segun las circunstancias de esta, los cuales serian vigilados por uno ó dos sobrestantes facultativos segun se creyese indispensable.

En cuanto á las reparaciones en grande escala se seguiria el método actualmente en práctica en las carreteras del Estado, esto es, el apronto y machaqueo del material hecho por ajustes ó contratas, y la obra de colocacion en caja cilindrado y demas ejecutado á jornal por administracion.

Desde luego admitiremos que la organizacion que proponemos costase mas cara al ayuntamiento que lo que hoy le cuesta; pero no es dudoso que al poco de planteada y regularizado en todas sus partes el servicio del ramo de empedrados, se tocarian los buenos resultados que indicamos, y muy en breve la esperiencia daria á conocer que si el gasto del personal se habia aumentado, tambien habia crecido en bondad el empedrado de la via pública, econo-

mizando con una bien estudiada construcción y con una conservación asidua y constante los gastos de las tan repetidas reparaciones que hoy tienen lugar con perjuicio del tráfico y sin mejorar por esto el mal principal que es la rutina de los inconvenientes procedimientos puestos en uso.

Además de esto, con el plan propuesto se conseguiría una cosa sumamente importante para la buena ejecución de los empedrados; se conseguiría el educar buenos maestros y ayudantes empedradores; porque al obrero que trabaja por cuenta de un contratista, lo que primeramente se le exige es que produzca gran cantidad de trabajo, considerando la perfección de este trabajo como cosa secundaria, bien diferente por cierto de lo que por administración acontece, y no hay duda de que así debe suceder porque los intereses de esta y los de los contratistas son de muy diversa índole. También se agrega á esto que cuando su salario se le satisface hoy por un contratista y mañana por otro distinto, el operario se acostumbra á no ver en su trabajo otro atractivo que el de la ganancia de un día; pero cuando corre á cargo de la administración y vé premiados sus esfuerzos y sus adelantos, se alimenta con la esperanza de poder conseguir ventajas para lo sucesivo, y entonces el obrero mejora su educación y se moraliza; bienes por cierto no pequeños ni despreciables para la sociedad, que deben tenerse muy en cuenta por el Municipio y por el Gobierno.

En las obras ejecutadas por administración cabe perfectamente el sistema de tareas y de pequeños destajos, que son unos nuevos alicientes para mejorar la clase obrera; primero porque para estos destajos se eligen los mejores trabajadores y segundo porque resultándoles casi siempre alguna pequeña ventaja pecuniaria, les sirve de premio y estimula á los demás á ser aplicados y á distinguirse por su trabajo con el fin de conseguir algún día para sí igual beneficio. Es cierto que debe no abusarse de estos estímulos usando de ellos con gran equidad y justicia, pero también lo es

que empleados así producen efectos de la mayor importancia para la educacion de la clase obrera.

En la parte que hemos designado con el epigrafe de *Estadística del movimiento*, hemos considerado este bajo los diferentes puntos de vista en que tiene lugar en la poblacion y que cumplan al objeto que nos habiamos propuesto al escribir estos apuntes. Señaladas las direcciones en que el movimiento de carruages y caballerías se verifica y es mas notable, hemos presentado una estadística de los elementos que en él influyen y comparando los números que esta arroja con los resultados obtenidos en las ciudades de Londres y Paris con motivo semejante, hemos establecido las diferencias entre unas y otras poblaciones, resultando como era de suponer que nuestra capital es de una importancia muy secundaria comparada con cualquiera de las otras dos.

No bastando estos datos estadísticos para la clasificacion de las vias públicas, hemos indicado los medios de obtener los necesarios al efecto y aunque en muy reducida escala presentamos tambien los resultados que hemos obtenido contando durante algunos dias en diversos puntos de la poblacion el paso de caballerias y de carruages. Bien sabemos que esto tampoco es suficiente, pero como todo en este mundo ha menester de principio, nosotros nos daremos por muy contentos si nuestras investigaciones son consideradas como el punto de partida de otras que puedan hacerse con mayores elementos en lo sucesivo, por aquellos á quienes mas directamente compete y está encomendado el servicio del ramo de empedrados.

Aunque en Londres se hicieron observaciones análogas á las nuestras y se presentaron próximamente bajo la misma forma, esto es, designando el número de carruages y caballerias de cada clase, es indudable que para calcular el desgaste de los empedrados es preciso mas, es necesario hacer entrar en el cálculo el peso de los vehiculos, su carga y tambien la velocidad de su marcha.