

VIALIDAD URBANA

No pretendo hacer un detenido estudio de los arduos problemas de trazado de poblaciones o ensanche de las mismas, distribución de las vías urbanas, su pavimentación, ordenación del tráfico en ellas y planes de toda clase de medios de comunicación, a que me conduciría el desarrollo completo del tema que encabeza este sencillo trabajo; persigo solamente tratar dichas cuestiones con la generalidad que me impone el reducido marco de un artículo.

El enorme crecimiento del tráfico que el intenso desarrollo del comercio y de la industria llevan consigo y la rápida transformación de los medios de transporte reclamados, no solamente por aquella intensificación que exige rapidez y baratura para salir triunfantes en la lucha económica planteada entre las naciones, sino también por la febril actividad que esta lucha exige a los individuos que con su esfuerzo o su inteligencia han de sostenerla o guiarla hacia su deseado éxito, plantea a los ingenieros que estamos al servicio de las municipalidades arduas cuestiones, que hemos de ayudarnos mutuamente a resolver, vertiendo en los periódicos profesionales aquellas ideas que entendamos pueden servir, si no para resolverlas de una manera completa, por lo menos para ser base de discusión o motivo de ensayos, de los que pueda surgir la feliz resolución de cada uno de los problemas.

Con este afán de motivar mi propio perfeccionamiento, en defensa de los servicios que me están encomendados en la ciudad de Barcelona, he redactado este modesto trabajo.

* * *

Ciertamente que nuestros antepasados no tuvieron, en general, la visión de las necesidades de nuestros tiempos y no prepararon nuestras ciudades para la intensidad de tráfico que han de soportar ahora sus calles, y esta es la principal dificultad con que tropezamos actualmente. ¿Cómo resolverla? Las ciudades que como Madrid y Barcelona han dispuesto de los capitales suficientes para abordar y llevar a la práctica la reforma interior de sus antiguas aglomeraciones, han podido resolver una pequeña parte del problema a costa de grandes sacrificios; pero por este medio no se podría jamás llegar a la resolución total de tan amplias cuestiones como las que se nos plantean en estos tiempos—que sólo hemos de tomar como preludio de los venideros—, porque no existiría potencia económica capaz de resistir semejante sistema. No se puede apelar a este medio más que en casos extremos, en que además se ligen con el de la vialidad otros problemas de estética y de higienización de las antiguas poblaciones. Nosotros hemos de buscar soluciones más prácticas y económicas realizando un profundo estudio de nuestras ciudades; de sus centros de aglomeración de mercancías en estaciones ferroviarias, puertos, almacenes generales y mercados; de los terrenos por su situación y condiciones más apropiados para establecer en ellos las aglomeraciones industriales y las comerciales; de las vías de comunicación que a las ciudades afluyen con sus diversos tráficos y, en general, de cuanto contri-

buye al intenso movimiento comercial de nuestras poblaciones, para formar un plan de conjunto que nos conduzca a soluciones más prácticas y económicas. Cada época ha de orientar las normas de urbanismo respondiendo a su vitalidad y a sus orientaciones y necesidades, y hora es ya de reformar las preocupaciones del urbanismo del Renacimiento sólo atento al aspecto arquitectónico de sus plazas y vías urbanas, con abandono, en la generalidad de los casos, de las condiciones higiénicas y siempre de las cuestiones de producción, para constreñirlas a su justa influencia, pero dejando paso franco al desarrollo económico de las ciudades, a las soluciones prácticas y al bienestar que implica apelar a todos los procedimientos de que afortunadamente se dispone, para no carecer de los medios higiénicos necesarios para que el desgaste que produce la intensa vida de trabajo encuentre su recuperación en el aire puro de nuestras poblaciones.

Y en este orden de ideas y ciñéndome desde ahora solamente a cuanto de lo que acabo de indicar atañe a la vialidad, ha de buscarse la solución de tamañas cuestiones en una perfecta distribución de nuestras ciudades asignando a cada parte, por sus condiciones y situación respecto a cuanto haya de guardar relaciones íntimas, su carácter peculiar, ya industrial, comercial, de aglomeración obrera, de barrio de lujo, etcétera, aun a costa de sacudidas momentáneas inherentes a toda revulsión, pero que, por constituir un remedio, ha de proporcionar una crecida compensación a los que momentáneamente se juzguen perjudicados; y acto seguido estúdiense una perfecta organización del tráfico con miras al aprovechamiento de las calles existentes en forma que el de mercancías recorra con la posible holgura los caminos más cortos entre el sitio de su producción o almacenamiento al de su consumo o explotación, o entre el de su arribada a la población y el de su destino; cuando se haya de imponer un mayor recorrido grávase con él al tráfico ligero; debe procurarse, por todos los medios al alcance, las directas comunicaciones no realizadas entre los sitios de arribada de mercancías, que son los mismos a donde han de concurrir las de exportación, con las aglomeraciones industriales y comerciales; no se permita que el tráfico de tránsito venga a congestionar las calles de la ciudad y estúdiense enlaces entre las vías de comunicación que afluyen a las ciudades para que por éstas se derive el tráfico de las mismas; búsquense vías paralelas o casi paralelas a las ya congestionadas, y estúdiense la mejor distribución del tráfico entre ellas, ya por clases, ya por destinos.

La división del tráfico por clases, de vehículos, tomando principalmente como base sus velocidades y a veces también entre los de velocidades comparables sus clases de transporte, es un medio efficacísimo de alcanzar ese ideal del máximo aprovechamiento del tiempo y del espacio; y si después de estas ordenaciones se estudian buenos reglamentos de circulación del tráfico así de vehículos como de peatones, a los que se debe atribuir, no ya la debida importancia, sino la absoluta necesidad de su existencia, veremos transformar las más antiguas aglo-

meraciones en tal forma que hasta nos inclinaremos a justificar sus inveterados defectos. Es preciso convencerse que en los momentos actuales y seguramente en los venideros, la técnica que no vaya guiada y más que guiada dominada por la metodización en la satisfacción de las necesidades, no podrá jamás responder al cumplimiento de las modernas aspiraciones. Y al apoyar este principio no quisiera que se me pudiera suponer, ni por un momento, enemigo del arte dentro del urbanismo; en manera alguna; sólo trato de asignar a cada factor la preponderancia que le corresponde, y en este plan de ideas sostengo: *que la economía, en el orden de la producción enlazada íntimamente con la ingeniería sanitaria más extremada*, son los factores que han de predominar en nuestras concepciones urbanistas y han de guiar, principalmente, todos los actos de los facultativos puestos al servicio de las municipalidades, en relación a la vialidad urbana.

Alguna atención se ha prestado en nuestras ciudades al tráfico rodado, pero ha sido muy escasa la que se ha referido a la circulación de los peatones. Cuestión es ésta de indudable importancia desde todos los puntos de vista de la vialidad y que su falta de ordenada resolución en todos los aspectos ayuda poderosamente a la perturbación de la circulación por la superficie de las calles. En cuanto a la manera de circular los peatones por las vías urbanas, poco o nada se ha reglamentado, y en lo que se refiere a los medios de transporte de los habitantes han tenido que ser las empresas particulares y, lo que es más sensible, generalmente extranjeras, las que han venido a resolver, sin método, una parte del problema, sin otras miras que las de su propio provecho. Yo no he de culpar a las pasadas generaciones, que no sintieron las necesidades actuales, pero sería siempre imperdonable a la generación actual si, por todos los medios a su alcance, no procurara la enmienda de pasados errores.

No es posible que se sigan implantando los medios de transporte de los habitantes de las ciudades sin obedecer a planes de conjunto ideados por las Municipalidades, con el asesoramiento o la propuesta de sus técnicos, y, esto admitido, se ha de sentar el principio de que la concepción de estos planes no ha de tener como base única el lucro, sino la satisfacción de las necesidades con arreglo a las ideas sentadas en el curso de este modesto trabajo, si se juzgan aceptables; debiendo llegar al extremo, si preciso fuera, de admitir un resultado momentáneamente negativo en sus beneficios, que hubiera de ser soportado por los presupuestos ordinarios de los Ayuntamientos, porque, con este criterio, no tan sólo se podría atender a lo ya urbanizado, sino que también se facilitaría el probable engrandecimiento de las poblaciones adoptando el punto de vista de que la existencia del medio rápido de comunicación ha de preceder al de las nuevas aglomeraciones que convenga desarrollar.

Otro de los resultados prácticos que se obtendría con la adopción de esta manera de obrar sería cohibir, o en último caso tener apoyo para prohibir, el desordenado ensanche de las ciudades, que motiva que los Ayuntamientos no puedan acudir a la urbanización de las diversas vías en que se edifica, motivando este desconcierto, no solamente que se construyan viviendas sin medios de poseer las necesarias condiciones higiénicas, si no perturbando el desarro-

llo de futuros planes que obedezcan a disposiciones de conjunto. Y al expresarme así no quiero significar que los planes de extensión de las poblaciones hayan de ser concebidos en todos sus detalles por los técnicos de las municipalidades, y conste que este es otro principio que por mi parte quiero dejar sentado para someterlo al juicio general de los que han de aceptar o combatir las ideas que expongo.

Redactar todos los proyectos de extensión de las ciudades con su completo desarrollo, sin dejar parte alguna a la iniciativa de los propietarios, equivale a crear un hervidero de controversias y dificultades que, sin duda, imposibilitarían la ejecución de los mismos, porque sería difícil poder tener en cuenta la multiplicidad de intereses en ellos envueltos, y la lucha que se entablaría para la defensa de éstos llegaría a malograr la parte práctica de las concepciones. Si, salvo casos determinados en que se persiga crear un sistema de urbanización preconcebido, se adopta el criterio, por mí admitido en Barcelona, de establecer los ejes sobre los que se ha de basar el desarrollo de los distintos sectores de expansión de la ciudad, ejes que han de responder indefectiblemente a los primordiales criterios antes sentados de atender con las vías, plazas y parques proyectados, que son las que constituirán estos ejes, a las condiciones económicas e higiénicas que ha de proporcionar la ciudad a los que han de habitarla empleando en ella sus capitales y sus energías, dejando el relleno de la urbanización entre estos ejes a las asociaciones de propietarios de los terrenos entre aquéllos comprendidos, sin más limitaciones para someter sus planes a la aprobación de los Ayuntamientos que las que con carácter general se refieran a condiciones higiénicas, como, por ejemplo: latitud mínima de las calles, cantidad mínima de la superficie total de éstas por kilómetro cuadrado o fracción de éste, relación mínima en cada manzana de la parte edificada y la parte libre de edificación, altura de las edificaciones en relación con el ancho de las calles o limitación general de la altura de los edificios en cada zona, si razones higiénicas o de ornato lo exigen; espacios que deben reservarse para servicios municipales—y principalmente de cultura—, etc., etc., entonces los propietarios velarán por la defensa de sus intereses y armónicamente se podrán llevar a la práctica las ideas que respondan a la organización de conjunto de cada ciudad, en la parte que afecte a su sistema circulatorio, que, como el de la sangre en el individuo, es el que le da la vida.

Y volviendo otra vez a los medios de transporte de las personas, tanto superficiales como subterráneos, que todos se han de comprender en el tema de la vialidad urbana, he de manifestar que, sin desprestigiar el estudio de detalle al considerar si, dada la actual intensidad de tráfico, ciertas líneas tranviarias se han de sostener en las zonas de mayor circulación o si han de reemplazarse por otros medios que perturben menos el mejor aprovechamiento de las vías urbanas en beneficio de la vialidad general, la mirada previsor de los ingenieros municipales, al formular sus planes, ha de abarcar un campo mucho más extenso que el que determina el perímetro de las ciudades y su inmediato crecimiento *como aglomeración única*, porque ese justificado afán de higienización reclamado por la mayor suma de energías que exige la vida moderna, nos dibuja en lontananza un obstáculo que, a semejanza de las murallas que en tiempos no lejanos limitaban las poblaciones,

nos ha de decir un día, tal vez próximo: *de aquí no debéis pasar.*

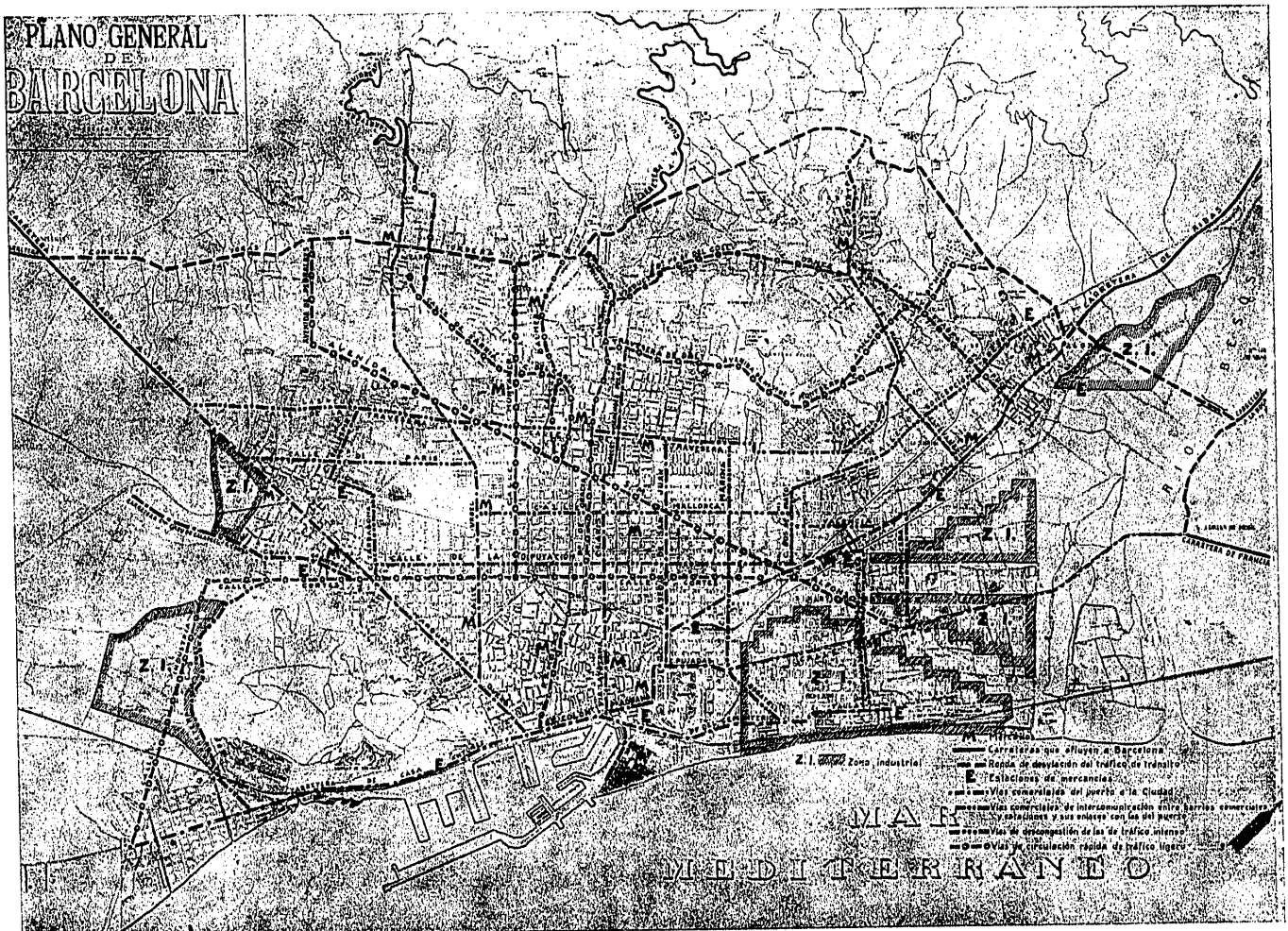
Y entonces, ¿cuál no sería la responsabilidad del ingeniero que no hubiese orientado los planes relativos a medios de comunicación, con miras a la moderna tendencia de la urbanización regional que está siendo objeto de detenido estudio en todas las naciones? No puedo extenderme más en estas consideraciones, pero debo insistir en hacer resaltar la imperiosa necesidad de que no siga imperando el sistema de otorgar concesiones de tranvías, autobuses o metropolitanos que no respondan a un plan de conjunto de las comunicaciones, con sus diversos medios de transporte de viajeros, que con arreglo a las necesidades presentes y con miras a las del porvenir deben estudiar y aprobar los Ayuntamientos, plan que para su desarrollo o para la concesión a particulares ha de tener su reglamentación, con la que, entre otras cosas, se ha de evitar que se acapare solamente lo de gran rendimiento, haciendo tal vez irrealizable todo lo demás, con evidente perjuicio para todos los intereses ciudadanos.

* * *

Sólo con objeto de presentar un ejemplo de las ideas ligeramente diseñadas, acompaño un plano de Barcelona en el que he indicado las zonas industriales, el puerto, las estaciones y mercados y las diversas comunicaciones, respondiendo, en todo lo posible, a lo antes expuesto.

Debo entrar ahora a tratar de una parte principalísima de la vialidad urbana, o sea de las calles, desde los puntos de vista de su distribución y de su pavimentación.

Ha imperado hasta ahora, y en Barcelona se tiene el ejemplo mayor de este imperio, la regla de urbanización que sienta el principio: que la mejor manera de distribuir el ancho de una calle es hacer que la suma de los anchos de las aceras sea igual al ancho de su calzada central. Todas las calles del Ensanche de Barcelona y algunas otras del resto de la ciudad, están distribuidas en esta forma, a pesar de las diversas necesidades que cada una de ellas debe satisfacer. Y este es un ejemplo de aquel urbanismo, hoy inaceptable, que sólo tenía como único y primordial fin la estética. En la época actual, y siguiendo los principios antes expuestos, la única regla de urbanismo que ha de determinar la distribución del ancho de las calles ha de ser la de asignar a cada una de las aceras y a la calzada un ancho proporcional a la cantidad de tráfico que cada uno de dichos elementos haya de soportar. ¿Que hemos de llegar con la aplicación de este principio a perfiles transversales disimétricos? Bien está, si las condiciones a satisfacer lo reclaman. Yo no creo que un perfil transversal disimétrico, cuando responde a la buena vialidad urbana, no pueda también ofrecer un buen aspecto estético, y para que se pueda juzgar mi criterio sobre esta cuestión, me permito publicar la sección transversal del más importante pasaje que poseerá Barcelona, denominado Avenida de Alfonso XIII, y



cuyas obras de urbanización se están ejecutando en la actualidad.

Esta sección ha surgido del estudio de los distintos tráficos y condiciones a satisfacer, y así se observa que consta: de dos aceras que, teniendo igual finalidad, son también de igual anchura, de dos metros

tos y porque absorbe una gran parte de los presupuestos municipales. Una acertada solución de este gran problema significaría siempre el más apreciado éxito, desde los puntos de vista económico, higiénico y estético.

Hasta hace muy poco tiempo sólo tres clases de

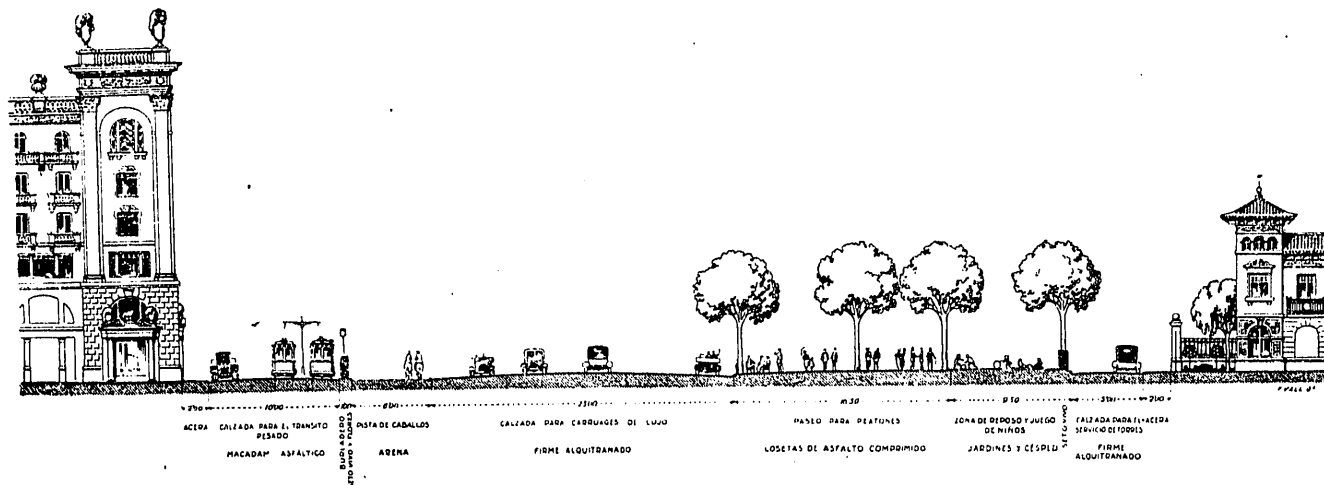


Fig. 1.ª Sección transversal del gran paseo, prolongación de la calle de Argüelles

cada una; de una calzada de tráfico comercial de 10 metros de latitud, que al propio tiempo presta el servicio inherente a las construcciones de aquel lado de la Avenida; de una banqueta de un metro que, plantada con seto vivo y flores, separa la parte comercial de la de lujo; de un paseo de caballos de seis me-

pavimentos se encontraban en nuestras ciudades, a saber:

a) *Los asfaltados* con asfaltos fundidos o con roca asfáltica en polvo comprimido *in situ* o convertido en losetas fuertemente comprimidas en las fábricas productoras. Los fundidos dieron un resultado poco satisfactorio, tal vez por la falta de un buen estudio de la técnica de su empleo. Los comprimidos en obra o en losetas, de mucho mejor resultado práctico, se están hoy empleando casi exclusivamente, aunque no en gran escala, por su elevado coste inicial y el desconocimiento de su duración y de sus resultados para las distintas clases de tráfico, a causa de la poca experiencia que se tiene de ellos en España. En Barcelona sólo se puede citar, como dato experimental, el ejemplo que proporciona un ensayo de pavimento, ejecutado con baldosas de roca asfáltica comprimida el año 1908 en dos manzanas de la calle de la Diputación, por donde circula un tráfico algo intenso de toda clase de vehículos.

Este pavimento, que, a decir verdad, no fué jamás objeto de una esmerada conservación, se halla actualmente próximo a su destrucción, observándose en él el corrimiento de la masa asfáltica que da lugar a las ondulaciones características de su próximo fin, produciéndose en muchos sitios los baches inherentes a la trituración de la capa asfáltica cuando, por efecto del desgaste o de los corrimientos, resulta ya de escaso espesor. Pero ¿contribuye también a esta fácil trituración de la capa asfáltica la volatilización de los hidrocarburos? Y si es así, ¿en qué grado influye tal volatilización y qué circunstancias climatológicas la favorecen, para poder conocer si en España pueden o no ofrecer el mismo resultado que en otros países? He aquí la falta de datos experimentales a que antes me refería, aparte de otros que convendría poseer, como son, por ejemplo, determinar las acciones que las distintas clases de tráfico producen sobre dicho pavimento. Seguramente, ante tales inseguridades, enfrente de su elevado coste, hoy su empleo queda limitado a las calza-

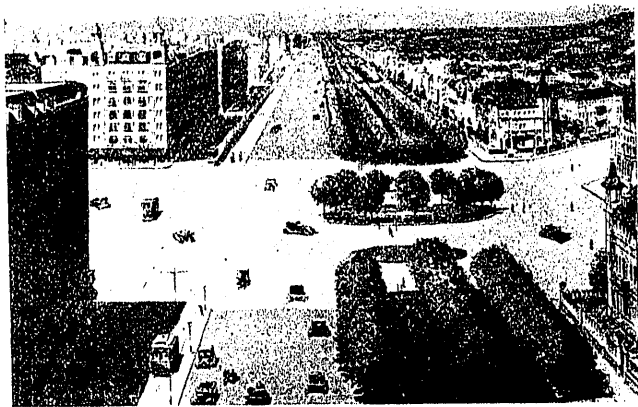


Fig. 2.ª Perspectiva del gran paseo, prolongación de la calle de Argüelles
P, Palacio Real

tros; de una calzada para los carruajes de lujo, que allí han de acudir en gran cantidad, de 23 metros de ancho; de un paseo para peatones, dividido en sentido longitudinal por una hilera de árboles, para definir las dos direcciones de marcha; de un jardín inmediato a los peatones, donde puedan permanecer los niños y niñas, sustrayéndolos al polvo que levantan los paseantes, y, por fin, de una calzada de sólo cinco metros de anchura para el servicio de las construcciones de aquel otro lado de la Avenida. Todo tiene su razón de existencia utilitaria y todo está proporcionado a la utilidad que ha de prestar.

Paso ahora a ocuparme de la pavimentación, que debe calificarse de magno problema de todas las ciudades, por su importancia bajo todos sus aspectos

das de lujo, digámoslo así, para señalar aquéllas en que el tráfico pesado es muy escaso en relación con el tráfico ligero.

b) *Los adoquinados*, en los que en general se cometió desde el principio el error de no tener en cuenta las condiciones del tráfico de cada una de las calzadas en que se empleaba, y por esto no se les proporcionó otro cimiento que el de arena, con lo que se dió lugar a emplearlos en forma que se les atribuyan el máximo de defectos de resistencia, de higiene, de ser gravosos a la tracción, de ser incómodos por su ruido, etc., etc. Madrid fué la ciudad que reaccionó primeramente para librarse de esta rutina, cuando el Estado, subvencionando la pavimentación de la Villa y Corte, entregó la ejecución de los pavimentos a los ingenieros de Caminos de sus servicios de Obras públicas.

Para que se pueda tomar concepto de lo que representa económicamente, sin fijarnos ahora en los demás defectos, la falta de una ordenada cimentación de los adoquinados, indicaré que la ciudad de Barcelona, que posee una gran superficie de calles adoquinadas sobre cimiento de arena, gasta en su conservación y reparación una suma que, repartida a toda la superficie adoquinada, representa un gasto anual por metro cuadrado de dicha superficie de 0,84 pesetas, cantidad verdaderamente inconcebible tratándose de pavimentos de tan crecido coste de primera instalación, y ello demuestra que existe en su construcción un defecto técnico fundamental.

Esto, sin duda, ha motivado que en artículos publicados en revistas técnicas se haya tratado de proscribir el empleo de los adoquinados; y yo creo firmemente que éste es otro grave error en que se incurriría, porque este pavimento, construido debidamente, reúne tales condiciones de resistencia y se aminoran en tal grado los demás defectos que se les han atribuido, que es insustituible, en la actualidad por lo menos, en las regiones donde se obtienen buenos adoquines, en las calzadas de intenso tráfico pesado, especialmente si dominan los vehículos con llanta metálica.

c) *Los afirmados o macadam*, que si bien son económicos de primer establecimiento, son caros de conservación, y principalmente son inadmisibles, higiénicamente considerados, por el polvo que producen en la forma en que hasta ahora se han construido.

El afán de adelanto que de algún tiempo a esta parte se nota en todos los servicios de pavimentación en general, ha determinado que en las ciudades se hayan introducido modernamente otras clases de pavimento, tales como los hormigones asfálticos con o sin capa de desgaste (*topeka*), los *tarmacadams* y los hormigones de cemento. Otros ensayos están en curso de ejecución o de prueba de otros pavimentos propuestos por el sinnúmero de inventores que el justificado afán de regeneración de los pavimentos ha hecho surgir; pero yo sólo tendré en cuenta los pavimentos de uso extendido que han sido motivo de estudio técnico, porque respecto a los otros poco se puede aventurar todavía.

Los precios por metro cuadrado a que hoy se pagan, por contrata, los pavimentos en Barcelona son, por término medio:

Los asfaltos comprimidos de 5 cm de espesor sobre capa de hormigón de 20 centímetros. . .	48,39	ptas.
Los asfaltos con loseta de asfalto comprimido de 5 cm de espesor sobre capa de hormigón de 20 cm.	43,43	»
Los adoquinados sobre capa de arena.	36	»
Los adoquinados sobre cimiento de hormigón de 15 cm, lecho de mortero y juntas tomadas con cemento	45,85	»
Los hormigones asfálticos en dos capas con un espesor total de 10 cm sobre lecho de hormigón de 15 cm.	41,04	»

No se han construido todavía dentro de la capital los hormigones asfálticos ni sobre cimiento de *macadam*, ni en una sola capa, ya de hormigón asfáltico solamente o únicamente de *topeka*, por razones que no deben discutirse en este artículo.

Ya se comprenderá que si a base de tales precios se hubieran de pavimentar todas o una gran parte de las calles de las ciudades, o algunos Erarios municipales no podrían resistir tan enorme dispendio, o para hacerlo factible exigiría un lapso de tiempo tan considerable que una gran parte de las poblaciones habrían de quedar casi indefinidamente sin pavimento o con pavimentos rudimentarios, antihigiénicos e inadmisibles. Además, el problema no quedaría bien resuelto técnicamente, porque el tecnicismo exige no sólo saber ejecutar bien las distintas clases de pavimento, sino proporcionar la naturaleza de éstos a los servicios que en cada calle hayan de desarrollarse.

¿Cómo se puede solucionar tan importante problema? Voy a exponer sobre este punto mi modestísima opinión.

Estudiadas las poblaciones, como he indicado en el curso de este artículo, divididas en los diversos sectores cada uno con su carácter particular para formar el conjunto, ordenadas las corrientes de tráfico teniendo en cuenta las relaciones que los distintos sectores han de tener entre sí y éstos a su vez con los centros de producción o de almacenamiento de las mercancías y con las vías de comunicación terrestres y marítimas que han de determinar los sitios de arribada o de exportación de las primeras materias o de los productos elaborados, pueden con toda precisión conocerse aquellas vías que hayan de servir a un tráfico pesado intensísimo, aquellas otras de tráfico medio comercial, las avenidas que enlazando los distintos sectores hayan de contener el gran tráfico ligero de rápida intercomunicación, los barrios de lujo con el tráfico particular correspondiente a sus habitantes, las barriadas obreras con sus particulares necesidades higiénicas que se han de entender predominantes y, por último, toda aquella gama de núcleos de población que, bordeadas por el movimiento general, sólo han de dar cabida al tráfico, siempre escaso y de poca entidad, particularísimo de la clase social de sus habitantes y de los comercios al por menor en ellos instalados.

Minuciosamente conocido todo esto, fácil será formar un plan concreto para aplicar, por ejemplo, los pavimentos de adoquinado sobre base de hormigón con junta tomada con lechada de cemento a las calzadas de intensísimo tráfico pesado, los pavimentos asfálticos de roca asfáltica comprimida o de hormigón asfáltico en dos capas en aquellas partes de las poblaciones donde el pavimento ha de coadyuvar al aspecto estético del conjunto, exigiendo condiciones de lujo por su aspecto y demás circuns-

tancias de comodidad; pero en el resto de las calles, salvo condiciones especiales sólo conocidas en cada caso particular, es mi opinión que debe buscarse la solución técnicoeconómica del problema principalmente en el empleo concienzudo de los hormigones, con distintos espesores y sistemas de ejecución proporcionados a las acciones a que han de estar sometidos, y en los revestimientos superficiales de los firmes ordinarios o *macadams*.

Estos dos últimos puntos son los que trato de exponer a la consideración o discusión de los técnicos, y como base de todo ello me permitiré exponer algunos datos y opiniones respecto a su ejecución o aplicación a distintos casos, sin pretender tratarlo extensamente, por la índole del presente trabajo, pero sin renunciar a hacerlo en otro artículo especialmente dedicado a este objeto.

Tratando primeramente de los hormigones, expondré los resultados económicos y prácticos obtenidos con dos pavimentos de hormigón que marcan dos puntos casi extremos, digámoslo así, de la escala de los pavimentos que pueden construirse con este material y que han sido recientemente ejecutados en Barcelona por la Agrupación de Pavimentación, de los Servicios técnicos municipales que tengo la honra de dirigir, y de la que está encargado el ingeniero de Caminos D. Rafael María Carrera.

El pavimento de mayor resistencia tiene un espesor de 22 cm y ha sido construido en dos capas: la inferior, ejecutada con hormigón en masa, que se ha dejado fraguar antes de la superposición de la segunda capa, que tiene 10 cm de espesor, y que se ha construido colocando la piedra partida a mano y una por una sobre baño flotante de mortero, acabando luego de rellenar las juntas con mortero de cemento lo suficientemente fluido para que resultara fácil su introducción en aquéllas. En una parte del pavimento el relleno de las juntas se hizo llegar hasta la superficie, y en otra parte se detuvo entre los 10 y 15 mm antes de la superficie y el resto se rellenó con alquitrán deshidratado. Los dos tienen en la superficie el aspecto de un mosaico y por esto se les ha designado con el nombre de «Hormigón mosaico»; pero he de manifestar que el que adquiere mayor relieve por su buen aspecto como pavimento urbano y el que reúne mejores condiciones para la tracción, pues hay que tener en cuenta que la pendiente de la Avenida de la República Argentina, donde se ha construido, alcanza el 6 por 100, es el que tiene la parte superior de las juntas rellenas con alquitrán. Una parte de este pavimento se construyó el año 1923, otra parte en 1924, y se ha terminado durante el año 1925. Su resultado ha sido inmejorable y su precio de ejecución material ha alcanzado a 19,76 ptas. por metro cuadrado.

El otro pavimento a que me he referido se construyó en la Avenida de Alfonso XIII y consistió en ejecutar un *macadam* perfectamente consolidado, pero sin recebar, y, una vez terminada la consolidación, se vertió en las juntas que presentaban las piedras un mortero rico de cemento portland artificial, constituyendo un hormigón por penetración superficial, pero sin emplear máquina alguna para la inyección del mortero. El resultado, hasta ahora, es excelente, pero debo advertir que por la calzada en que se ha construido sólo circula tráfico de carruajes de lujo y automóviles, si bien intensamente. El coste ha sido de 1,15 ptas. sobre el del *macadam* corriente por me-

tro cuadrado. Este pavimento se ha revestido con alquitrán, pero otro de igual clase, ejecutado recientemente, se ha dejado sin este revestimiento y en calzada con toda clase de tráfico.

Va se comprenderá que entre estas dos clases de pavimento puede existir una gradación que satisfaga cumplidamente todas las necesidades sentidas en una población y aun se podría aumentar la resistencia ofrecida por el primer tipo descrito, si así fuera necesario, como también podría armarse su capa inferior si las condiciones locales lo exigieran. Y bien claramente se vislumbra que si el pavimento se puede estrictamente amoldar a las condiciones técnicas exigidas por el tráfico y por la higiene, por efecto de las distintas resistencias que se pueden obtener y por su impermeabilidad y ausencia de polvo, también su precio, mucho menos costoso que el de los demás pavimentos lisos, responderá siempre económicamente a las necesidades satisfechas.

Obsérvese que en los dos pavimentos, que he descrito ligeramente, concurren las dos circunstancias que yo juzgo esenciales en la generalidad de los pavimentos de hormigón y que consisten: 1.^a, en que la rodadura se verifica siempre sobre el elemento de mayor resistencia, que es la piedra, y 2.^a, que la contracción de fraguado de los morteros se produce siempre afectando a escasos espesores y en forma que no puede producir grietas que perjudiquen a la impermeabilidad del pavimento total, suprimiéndose, en consecuencia, como se puede observar en los pavimentos construidos, la tendencia a la formación de baches, por la distinta tenacidad de los elementos constituyentes de la superficie de rodadura y, por tanto, la formación de polvo por excesivo desgaste o trituración de los elementos componentes, y, además, la formación de grietas debidas a las contracciones.

Ahora se prosiguen los ensayos en Barcelona, por los servicios técnicos municipales, de los hormigones por simple y doble penetración, en forma de pavimento total de hormigón o de capa de hormigón sobre *macadam*, y de todo ello se publicarán los resultados en época oportuna, pudiéndose entonces razonar más extensamente la tesis ahora sostenida.

En cuanto a los revestimientos de los firmes ordinarios de piedra partida, puede ofrecer Barcelona ejemplos que demuestran su eficacia y utilidad, dentro de los límites de tráfico que tales revestimientos pueden soportar. Estos ejemplos pueden verse en las calzadas centrales del Paseo de Gracia, de la Avenida de Alfonso XIII, de la Gran Vía o calle de Cortes, entre la plaza de Tetuán y la calle de Marina, junto a la plaza de toros Monumental, y en el Salón de San Juan. Estas calzadas, que suman en total una superficie de 78 200 m², soportan un intensísimo tráfico de automóviles y carruajes de lujo con tracción animal, y presentan el agradable aspecto de las calzadas asfaltadas, si la conservación se practica esmeradamente, y reúnen condiciones de impermeabilidad, admitiendo intensos lavados que las hacen higiénicas.

Para dar a conocer su coste me referiré a los datos minuciosamente coleccionados al alquitranar *por administración* los últimos 58 200 m², de los que resulta que, habiendo pagado el alquitrán deshidratado 139,5 t a 175 ptas. y a 225 las 20 t restantes empleadas, costaron: la primera capa, incluso la limpieza absoluta de la superficie del afirmado hasta dejar la piedra a la vista bien limpia y seca, 0,63 pesetas por metro cuadrado; la segunda capa, 0,37

pesetas por metro cuadrado, y la tercera capa, en los sitios donde se estimó necesaria teniendo en cuenta la mayor intensidad del tráfico u otras condiciones de estética, 0,30 ptas. La arena con que se recubrió el alquitrán costó, por término medio, a 13 pesetas el metro cúbico. El coste de la conservación del alquitranado en estas grandes vías, para sostenerlas siempre sin deterioro del afirmado, puede calcularse muy aproximadamente, dado el intenso tráfico que por ellas circula, en 0,60 ptas. por metro cuadrado y año.

Ningún otro revestimiento superficial de importancia se ha hecho en Barcelona, pero no por esto quiero indicar que sólo se ha de usar el alquitranado; muy al contrario, pues opino que los revestimientos contruidos con aceites asfálticos han de proporcionar mejores resultados que los de alquitrán, si bien su coste resultará algo más elevado.

Hemos citado el ejemplo práctico proporcionado por los revestimientos de alquitrán en grandes avenidas de intenso tráfico ligero, y ahora imagínese cuántas son las calles de una gran población en que, con mayor motivo, por la naturaleza y cantidad de su tráfico rodado, se puede emplear el sistema de re-

vestimiento del *macadam* con dos capas como mínimo y con mucho menos gasto de conservación que en aquéllas, y entiendo que quedará demostrada la gran utilidad que pueden prestar estos pavimentos en la resolución del gran problema de la pavimentación de las ciudades.

Y si se combinan los pavimentos de hormigón por penetración superficial, antes indicados, con los revestimientos superficiales, que en tal caso resultarían bastante más económicos, los resultados serían excelentes desde todos los aspectos que deben considerarse.

No intento, con lo que acabo de exponer, eliminar de la pavimentación ni los *tarmacadams* ensayados con gran éxito técnico y económico por los ingenieros de la actual Diputación provincial de Barcelona, ni los pavimentos de hormigón asfáltico de una sola capa, también realizados por el ingeniero jefe de la pavimentación de Bilbao, con apreciable economía y concienzuda técnica, pero entiendo que en la resolución general del problema no pueden desempeñar el importante papel que, por la razones someramente expuestas, está reservado a los hormigones y a los revestimientos superficiales de alquitrán o aceites asfálticos.

José CABESTANY

Ingeniero de Caminos
Director de los Servicios técnicos
municipales de Barcelona

San Sebastián, ciudad higiénica

Los progresos que la capital de Guipúzcoa ha realizado en muchos órdenes de la vida colectiva se hallan tan a la vista de todos lo que, con intervalos más o menos espaciados, han pasado por ella, que no merece nos detengamos a enumerarlos, y como son muy pocos los que desconocen la velocidad de tan ostensible marcha, me limitaré a consignar que ese proceso tiene por base fundamental el buen empleo de las energías propias, no consumidas en estériles luchas, las cuales, demasiado frecuentes en la vida pública, ahuyentan a los sanos de espíritu, dejando la labor de la gobernación del tesoro común—cada día más delicada y cada vez más compleja y difícil—en manos que no se hallan debidamente preparadas para conseguir el mayor rendimiento a los esfuerzos que se exigen a los vecinos.

Ni tampoco me voy a ocupar de esa labor de conjunto que presenta tantos aspectos justificantes de la cultura que domina desde hace algún tiempo en los administradores de la ciudad, ni de la labor intensa y meritoria de sus funcionarios; me limitaré a exhibir sólo dos aspectos que afectan a la profesión del ingeniero y en los cuales he sido actor durante mi permanencia al frente de los trabajos de las obras públicas del Ayuntamiento donostiarra. Son éstos, el abastecimiento de aguas potables y el saneamiento de la ciudad.

Abastecimiento de aguas potables

Incapaz cualquiera población para progresar, si había de vivir ajustada a las estrechas prescripciones que señalaba la legislación de aguas, necesitó San Se-

bastián, para poder atender a la vida moderna que en ella se desarrollaba y a su rápido crecimiento, salirse de ese férreo yugo, y solicitó, y obtuvo, una ley de excepción mediante la cual adquirió el derecho a surtir de 200 litros, por segundo de tiempo, y se le proveyó de facultades consiguientes para expropiar aguas que, en su rodar, llegaban a ser motoras para usos de carácter industrial.

Sin perder tiempo—mediante obras que implicaban la apertura de muchas galerías, algunas de casi 800 y 500 m de longitud, con un trazado de cerca de 20 km de desarrollo entre el origen y los depósitos, realizadas todas ellas en terreno muy abrupto, pues había depresiones de más de 110 m de cota, que fueron salvadas con tuberías de 600 y 650 mm de diámetro, creando a la vez en el trayecto dos aprovechamientos de fuerza de 86 y 110 m aproximadamente de altura—, se condujo a la población el verano de 1898 el agua concedida, sin que hubiera el más ligero percance que lamentar, ni se presentara dificultad administrativa ni de otro orden en el laborioso proceso de las obras.

La población fija de San Sebastián, en ese momento, era de 34 000 habitantes; el año 1877, era sólo de 21 000. El crecimiento en ese período fué muy rápido, pero, como se preveía que sería de larga duración—hoy tiene 65 000 habitantes—, se pensó en la ampliación señalada, la cual, unida a los 30 litros por segundo que disponía, representaba una capacidad de abastecimiento de 230 litros por segundo, no difícil, a su vez, de ser ampliada sin dar lugar a perjuicios para tercero, pues cabe establecer embalses reguladores en momento y lugares convenientes. La canaliza-