

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Redactor-Presidente.... Excmo. Sr. D. Eduardo López Navarro, Inspector general del Cuerpo.
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
 D. Antonio Sonier, Profesor de la Escuela de Caminos.
 D. Enrique Latre, Ingeniero de Caminos (Sección de Información).
Colaboradores..... D. Manuel Maluquer, Ingeniero de Caminos del mismo Cuerpo, *Secretario*.
 Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

CAMINOS VECINALES

El actual Ministro de Obras públicas, Sr. Gasset, con el tesón y la energía que le distinguen, y conociendo á fondo el estado de las mismas y el deficiente y ruinosísimo sistema hasta hoy seguido en la construcción de carreteras, ha tirado al fin de la manta, y en el notable preámbulo de un decreto reciente ha puesto en claro la necesidad de un cambio radical en el empleo de los fondos que el Estado destina á las mismas. Digna segunda parte del que dió origen al gran plan general de riegos que fué hecho en su primera época de Ministro, y que el país habrá de agradecerle profundamente.

No hemos de recargar las tintas que en aquel preámbulo se emplean, siquiera en muchas ocasiones hayamos clamado contra la funesta creación de las carreteras parlamentarias, tan inútiles y perjudiciales como los caciques de todos los órdenes que las inventaron, y pues ya no tiene remedio, bueno será contribuir á enterrarlas tan profundamente que no surjan de nuevo, para trastorno de la Administración y gran merma del presupuesto.

Solamente aquí se concibe que el Parlamento haya tomado á su cargo la formación de un plan de comunicaciones variado, ó mejor dicho, ampliado diariamente y sin estudio alguno de las necesidades á que debía atender, y así ha salido ello.

Mas dejemos esta cuestión y entremos en materia.

Hace ya muchos años, hacia el 1876, la Diputación provincial de Teruel, en su deseo de llevar al mayor número de pueblos mejora tan deseada, redactó un plan de construcción ó, mejor dicho, de habilitación de los caminos vecinales existentes que, sometido á la aprobación superior, no fué aprobado, sin duda porque los procedimientos propuestos no encajaban bien con las ideas entonces dominantes. Han sido, pues, necesarios muchos años para que aquellos sueños puedan convertirse hoy en realidades; que esta es la marcha pesada de las sociedades.

En la Memoria que acompañaba y explicaba aquellos propósitos se hacía la pregunta siguiente: ¿Para qué sirve una carretera? Y su contestación se formulaba así. Para hacer posible el tránsito de carruajes en toda ocasión y tiempo, disminuyendo el esfuerzo necesario y el peligro; cuanto no sea esto, sobra, y además cuesta mucho dinero. Debíó ser esto una verdadera profanación para los clásicos, y nos quedamos incomunicados.

Para esta clase de comunicaciones parece evidente que todo camino antiguo puede, en largos trayectos, satisfacer á aquellas condiciones, y aun en el resto puede también conseguirse, con gasto que no guarda relación con los de las carreteras hechas por el Estado.

La extensa red de carreteras y de ferrocarriles que están en explotación limitan en extremo la longitud de estos caminos vecinales, cuyo principal fin es que los pueblos puedan llegar con facilidad y lo más pronto posible hasta ellos; y como nuestro país es generalmente accidentado y habrán de ser numerosos,

preciso será que á su establecimiento preceda la sencillez y la economía y que aquélla presida ó á ella se amolde en todas sus partes; que en un país de escasos recursos, como en una casa pobre, cierta clase de lujos llevan aparejada la miseria.

Con este deseo, he creído que no huelga el exponer algunas ideas adquiridas de la experiencia; y tanto habrán de separarse de los sistemas ó procedimientos actuales, que mucho me temo no falte quien juzgue hasta ridículas mis propuestas, y aún sería posible que me fuera algo lejos; que tal es el efecto que me produce ver magníficas obras hechas en parages abruptos y solitarios; é insultando con sus delicadezas la augusta majestad de la naturaleza vecina. Escaso conocimiento de las verdaderas necesidades; quizá el prurito de copiar todo lo extranjero con escasa adaptación á nuestro país, habrán sido la causa principal de estos innecesarios lujos; y tiempo es de recogernos, empleando nuestros recursos con la debida prudencia.

Manos, pues, á la obra, y no caigamos en la tentación de malgastar papel.

Si se mide la longitud de una larga recta comprendida entre dos puntos, y se la compara con la suma de otras varias que la certen con alguna frecuencia, é inmediatas, y este es precisamente el caso de la habilitación de los caminos rurales, se ve que la reducción conseguida es más aparente que real, y por tanto, no han de alterarse las jornadas del modesto tráfico propio de estos caminos. Los perjuicios consiguientes á la variabilidad de las alineaciones puede decirse que no existen, y en cambio ¡cuántas economías se consiguen! Desde luego las expropiaciones pueden ser insignificantes, y muy reducidos los movimientos de tierras; pero á condición de ceñirse todo lo posible al camino actual proscribiendo las líneas extensas y los largos desmontes ó terraplenes.

¡Cuántos trazados hemos visto principalmente en carreteras antiguas, en los que no se ha retrocedido ante costosísimas trincheras que fácilmente pudieron evitarse con ligeras desviaciones! Desisto de describir una muy notable que he visto en la que une á Tarragona con Lérida y límite de ambas provincias con su lápida conmemorativa y todo.

Si la variabilidad de la alineación puede dar muchas economías, no son ciertamente menores las que pueden conseguirse con las de las pendientes y también elevando los límites actuales. Esas fantásticas inclinaciones de 5 y el 6 por 100 que han privado tanto tiempo podrán ser aceptables en Alemania ó Francia, países en que no son raras planicies extensas, y ricos por añadidura; pero las creo inaceptables para España, pobre y montañosa, donde su utilidad es por lo menos dudosa, y en absoluto absurdas para los caminos rurales; y para prueba bastarán dos ejemplos.

Las Provincias Vascongadas llegan con frecuencia y aún pasan del 10 por 100, y á estas economías deben su multiplicación en país tan accidentado; así y todo están contentos con ellas y frecuentemente han sido preconizadas hasta con exceso. Pero aún citaré otro ejemplo más concluyente.

La carretera de Teruel á Valencia ha sostenido durante más de treinta años un tráfico activísimo, con largas y frecuentes pendientes, algunas hasta del 12 por 100 y en un país sumamente frío. (En la salida de Teruel hay una, y no corta, que pasa de este límite).

Si, pues, aún en las antiguas carreteras del Estado se transigía con ellas, ¿qué razones han podido aconsejar tan gran reducción y los crecidos gastos que ocasionan, y qué defensa tendrían, llevadas á los modestos caminos vecinales?

Tiempo es ya de enmendar tales errores y, salvo en sitios verdaderamente peligrosos, en el resto elevarlas algún tanto en las carreteras, verdaderamente innumerables y en general sobrado modestas, que el Estado habrá de hacer, si Dios no lo remedia, para completar la verdadera tela de araña que forma hoy el plan general.

En cuanto á las rurales, en que el tráfico tiene que ser reducido, su velocidad moderada y los trayectos cortos, no hay razón alguna que impida elevar las inclinaciones hasta el 9 ó 10, siempre que lo exija el terreno, ó para aprovechar una cuesta no muy larga.

Respecto á las pendientes de gran longitud con inclinación invariable, si es verdad que hacen un buen efecto en los planos del proyecto, á esto creo que está reducida su utilidad. Sabido es que un peatón se fatiga menos en un camino accidentado que en otro llano y horizontal, y otro tanto sucede á los tiros; y no sólo es esto cierto, sino que hasta los motores inanimados parece se encuentran mejor cuando su trabajo es variable; todos los mecanismos se aflojan, entonces se enfrían, se gastan menos y en muchas ocasiones aprovechan en su bien la fuerza de la gravedad.

No vemos, pues, inconveniente alguno en la variación frecuente de las pendientes, lo que permite ceñir la obra al terreno, con nuevo medio de economizar muchísimo los movimientos de tierras.

La anchura de los caminos es otro elemento que se presta á otra economía importante; ancho de 5 y aun 6 metros en aquellos sitios donde los tenga el antiguo camino; apto no más para que dos carros puedan cruzarse en el resto, y limitado el paso de uno sólo en parages cortos y difíciles que, con la escasa frecuentación, serán bien raros los encuentros y la detención de uno de ellos será pequeña, aunque precisa.

El empleo de estos estrechamientos, combinado con los desmontes en trompa en laderas muy escarpadas, y un mediano túnel, hicieron posible la travesía por Albarracín de una carretera que se había dilatado algunos años, por no encontrar solución aceptable, en el paso por un desfiladero interminable, abierto por el Turia y que ciñe á la población. Es una situación muy semejante á la de Toledo; pero el desfiladero es más largo y mucho más bravío.

Después de los movimientos de tierras es acaso lo más costoso el afirmado, especialmente cuando la piedra escasea ó está distante. No pretendemos que se suprima, pero sí que se economice mucho, no empleándole sino en aquellos parages en que sea de absoluta necesidad. Todos los terrenos de grava que son frecuentes dan un suelo firme con sólo quitar la capa vegetal que los recubre acaso, y abriendo una ó dos cunetas que recojan las aguas de lluvia que un ligero bombeo de la caja llevará á ellas. En los terrenos de roca, que serán frecuentes en estos caminos de montaña, será suficiente igualar los huecos que ha dejado el desmonte, salvo si abunda la piedra partida, que convendrá aprovechar; y por último, en los trozos húmedos ó donde duerman las aguas, y que reblandecidos producen baches y carrilladas intransitables, sitios que bien da á conocer el estado del camino viejo, habrá que adoptar un afirmado abundante y de grava, si la hubiere, y si no, de piedra partida ó mezclando ambos materiales; antes de emplear la grava conviene quitar los cantos más gruesos que, machacados luego, pueden servir para la conservación.

En la carretera que á lo largo del Ebro parte de Zaragoza y pasa por Tudela y Logroño, se hicieron experiencias, recargando con grava tal cual salía de las graveras muy abundantes y próximas allí, y en trozos de 500 metros de longitud; el resultado fué excelente, pues se aprovechó un tiempo húmedo que produjo el asiento con rapidez, y la economía obtenida fué verdaderamente notable; de suerte que la grava así empleada puede ser un gran recurso para los terrenos húmedos y en otros muchos para emplearla en la primera capa al menos.

En el camino que luego citaré, hecho para el servicio de un pantano, así se hizo el firme; pero la abundancia de piedra caliza ya partida, que estaba esparcida por la ladera, facilitó mucho esta obra, pues con pequeños rastrillos se podía arrojar la piedra hasta la caja misma.

Un afirmado dispuesto y construido así, ó por procedimientos semejantes, deducidos de un estudio detenido del terreno y de sus recursos, resulta extraordinariamente barato, que no en balde el instinto público ha elegido para sus caminos los terrenos fuertes y saneados, aunque en algunos casos no ha podido llegar á conseguir su objeto.

Siendo las aguas en exceso lo que más destruye el afirmado y más pronto deforma la caja, es de toda necesidad facilitar su paso á través de la vía. Las obras de fábrica, según esto, no dejan de ser costosas, si estos caminos han de estar bien dotados de desagües y si no se procura llenar esta necesidad con modestia y con un meditado estudio de las vaguadas y barrancos, relacionado con los elementos que la localidad ofrezca.

Desde luego, en los terrenos llanos ó sólo algo movidos, los badenes son apropiados y económicos; y en cuanto á los barrancizos más ó menos profundos, alguna alcantarilla ó tajea, y rara vez, un pontón podrá bastar.

Obsérvese que estos caminos habrán de penetrar frecuentemente en los terrenos montañosos donde nacen las corrientes en general rudimentarias, y que no demandan grandes desagües; que la roca abunda en estos parajes y la madera no escasea, que las cimentaciones son fáciles, y que no serán raros los grandes mampuestos, procedentes de los desmontes ó de canteras próximas, cuya aplicación á muros y demás obras será muy oportuna con escasa preparación.

Una cantera ó desmonte en caliza ó arenisca, en bancos de espesores variados, puede ser una verdadera adquisición que allanará no pocas dificultades en obras de fábrica, así como otra de grava será un precioso recurso para el afirmado.

Hemos indicado antes un camino hecho con mucha economía, y voy á permitirle dar algunos detalles acerca del mismo. Se trata de uno de montaña y 10 kilómetros de longitud, construido para atravesar la sierra llamada de la Culebrina, no lejos de Lorca, y con el fin de llevar á la obra del pantano de Valdeinfierno grandes cantidades de cales y cementos, maderas, arenas, hierros, maquinaria, etc. La senda primitiva era tan peligrosa, que la mayor parte del camino tenía que hacerse á pie, para evitar un mal paso de los mulos en aquellos peligrosos derrumbaderos. Pues aquel camino carretero, de 10 kilómetros de sierra, con frecuentes desmontes en roca dura, con muros en las laderas, obras de fábrica rudimentarias, pendientes y líneas variadas que llegaron al 12 por 100, sirvió durante cuatro años las necesidades de la obra y el tráfico local; y costó 4.000 pesetas.

En él tuvieron aplicación los medios aquí indicados, si bien con alguna exageración, dado su objeto; así las alineaciones y rasantes se ciñeron bien al terreno; los estrechamientos de la caja eran frecuentes y variables, sin ser inferiores á tres metros, y alternaban con ensanches en las partes cóncavas de la ladera; para los muros y los pequeños desagües sin mortero se emplearon los bloques de mejor forma que daban los desmontes, los que sentados con algún cuidado bastaban al objeto.

Ciertamente, este camino no se presenta como modelo, su clasicismo anda por las nubes, pero llenó cumplidamente su objeto y no debía pedirle otra cosa; fuera de esto demuestra

cuán grandes pueden ser las economías conseguidas, si no es pierde de vista esta condición.

No habrá de ser fácil el trazado de estas vías siquiera estén próximas á las actuales; y casi puede asegurarse que el Ingeniero encargado tendrá que invertir más tiempo y más *fósforo* que para el de una carretera ordinaria; pero el éxito depende de esto y del acierto en los primeros ensayos.

A la redacción de estos singulares proyectos debieran preceder bases ó instrucciones detalladas por la Superioridad, pues en otro caso es de temer que tantos criterios distintos produjesen la confusión con graves daños al pensamiento general. La consecuencia natural es que la Dirección general de Obras públicas debe llevar la dirección de los trabajos, sin perjuicio de que además del personal que está á sus órdenes aprovechase el que las Diputaciones provinciales pudieran cederle como parte de la subvención. Con la unidad conseguida podrían discretamente alejarse en lo posible de las obras, esas influencias más ó menos locales, con sus dificultades propias, que tanto entorpecen su marcha expedita.

Convendría fijar de antemano el orden en que habrán de hacerse los caminos de cada provincia, para que no se cambie en provecho de otros, y principiando en lo posible por aquellos trozos que empalmen con otras vías; otra cosa daría lugar á disensiones en los pueblos, motivo para que algunos negasen los auxilios ofrecidos y ocasión á que ingerencias extrañas, malograsen los sacrificios que todos habrán de imponerse.

Algunas de las ideas expuestas no se compaginan bien con lo que dispone el Real decreto de 5 del actual, en lo relativo á los auxilios pedidos á los pueblos, pero aun dentro de éstos podrán encontrarse medios de armonizarlos; posible es también que sean algo rígidos los medios propuestos para excitar y avivar voluntades; pero si no se quebranta con decisión la autonomía dominante, si ha de continuar el hábito de que todo lo haga el Estado, nunca tendremos iniciativas propias.

Acertada parece la forma en que se piden los auxilios, principalmente en los pueblos de no gran vecindario; la expropiación de terrenos, la conservación del camino, la adquisición y transporte de piedra para muros y obras de fábrica, las faenas que no significan sino jornales de carro y de peones del campo, y la prestación vecinal ú otro medio análogo, son medios sancionados por la costumbre y poco molestos si se aprovecha bien el tiempo muerto y no falta la voluntad.

Razones poderosas ha debido tener el Sr. Gasset, y casi se vislumbran, para que los plazos marcados en el decreto parezcan algo premiosos; es de aplaudir, sin embargo, como costumbre nueva y excelente, que si pudiera retraer ó dificultar los ofrecimientos (y en estas cuestiones nadie quiere ser de los primeros), fácilmente podrían ser ampliados en adelante.

Nada se pretende enseñar en este artículo; es más bien recordar á los que en ello hayan de intervenir, cosas que probablemente tendrán demasiado sabidas, y á hacer patente que si son numerosos los caminos que de esta clase nos faltan, los sacrificios que impondrán al Estado y á las localidades, si á primera vista preocupan, el análisis los reduce en gran medida y aún más, cuando las primeras experiencias puedan fijar bien estos nuevos derroteros que habrán de acostumbrarnos á ser hombres verdaderamente prácticos.

Por estos caminos han llegado otros países al bienestar y al poderío, al paso que con nuestras caballerescas ilusiones hemos dado en el abatimiento y la pobreza.

No debe tampoco prescindirse del factor *Tiempo* que destruye ciertos espejismos y es poderoso auxiliar de todo gran propósito; y buena prueba de ello es el estado de nuestras comunicaciones mismas; y si las veleidades de una mala política obligaran á dejar el Ministerio al que resueltamente ha puesto el dedo en las llagas que postran á la agricultura, justo será pedir con energía al sucesor, que no altere é inutilice lo ya hecho, como es aquí frecuente; ya que la intransigencia de nuestros partidos, no consienta procedimientos dignos de imitarse, y de que nos

han dado buen ejemplo Alemania en Bismark, Francia con Cocherie é Italia con Cavour.

RAMÓN GARCÍA.

NOTAS SOBRE TRACCION ELECTRICA

(CONCLUSIÓN)

En ciudades de 100 á 500.000 habitantes la tracción animal desaparecerá pronto enteramente, siendo reemplazada por la tracción eléctrica, principalmente de toma de corriente aérea, á no ser que se hagan adelantos en la ciencia del transporte que den por resultado el que otros sistemas alcancen la preferencia. Las líneas de cable existentes continuarán en uso en las ciudades donde la densidad de tráfico es muy grande; pero es posible que pocas ó ningunas adiciones se hagan á este sistema, á causa de su elevado coste inicial.

Muchas de las líneas de la serie que hablamos han sido tardías en adoptar los métodos de tránsito rápido, y aprovechando de la experiencia de otras han empleado los materiales y métodos más perfectos. En este caso, los gastos son de 65 á 70 por 100 del producto del tráfico. En las de cable menos aún, debido esto, no tanto á un coste menor de explotación por coche kilómetro, cuanto á un producto mayor, también por coche kilómetro.

El coste de la construcción de la vía y del pavimento en las calles muy concurridas de estas ciudades, varía de 45 á 95.000 francos por kilómetro, según la anchura de pavimento exigida. El capital gastado en el equipo es muy elevado, á causa del gran número de coches necesario para el tráfico. Y, en suma, el coste de construir y equipar nuevos tranvías en estas ciudades, no es menor de 160.000 francos por kilómetro y puede fácilmente ser mayor. El coste para las líneas de cable varía mucho, por tener que hacer con las cañerías de agua y otras; pero pocas veces es inferior á 300.000 francos por kilómetro.

Importa fijar la atención, y con este importante punto terminaremos hoy, en que las Compañías deben destinar cada año una cantidad para «Depreciación de material» ó «Fondo de reserva para el material», cantidad destinada al reemplazo que forzosamente ha de hacerse de los diversos materiales empleados, cuando su deterioro lo exija. Si los motores, por ejemplo, cuestan hoy 100.000 francos, y si se admite que duren diez años sin renovación, una cantidad de 7.138 francos pasada anualmente al fondo de reserva durante diez años, se convertirá al cabo de este tiempo, á un interés del 5 por 100, en 90.000 francos; suma que añadida á 10.000, que dará más ó menos la venta de los antiguos motores, da los 100.000 necesarios para comprar otros nuevos.

Por falta de esta precaución, Compañías que habían estado repartiendo por algún tiempo buenos dividendos, al encontrarse de repente con un desembolso inevitable y de mucha importancia, se han visto en graves dificultades, perdiendo sus directores la confianza de los accionistas y del público.

Los resultados arriba expuestos de la explotación de tranvías urbanos se refieren á líneas en que la fuerza motriz es suministrada por máquinas de vapor. Al aplicarlos á líneas accionadas por la fuerza hidráulica, no debe olvidarse que los gastos de explotación en este último caso son menores—siendo por lo demás iguales las circunstancias—, debido á que cuesta menos la producción de la energía eléctrica.

RAFAEL TORRES MARIÑO,

Ingeniero de la Sociedad de las Aplicaciones de la electricidad.