

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

Caminos carreteros de cemento armado y su aplicación en la República Argentina.

Conferencia dada en el Centro Nacional de Ingenieros, por el
Ingeniero E. Tello (1).

Creo que la vía de comunicación que debemos impulsar ahora es la llamada camino carretero. Si en el curso de esta conferencia me expreso algo duramente respecto á los caminos de hierro, no es porque sea enemigo de ellos, sino por la oposición sistemática que han opuesto á la construcción de los caminos carreteros.

No entraré en digresiones para hablar de las distintas vías de comunicación, porque no quiero hacer discusión de que esta vía sea mejor ó peor que la otra. Soy un convencido de que lo que necesitamos son caminos carreteros transitables todo el año, y en ese criterio paso á estudiar los diferentes medios constructivos para los mismos.

Considerando el problema á grandes rasgos en la República Argentina, se puede hacer una división fundamental respecto al suelo sobre el cual se construye la calzada, teniendo presente las condiciones climáticas en la consistencia del suelo. Las dos grandes divisiones son: suelos secos: arenosos, con grava, etc., y los suelos húmedos con tierra, arcilla, etc.

Como los últimos son los que se pronuncian en la provincia de Buenos Aires, Santa Fe y parte de Córdoba, es de ellos de los que me voy á ocupar por cuanto son los que exigen una solución más inmediata.

No es conocida de todos la característica de nuestros caminos principales que difieren fundamentalmente de los caminos europeos.

Allá, las vías de comunicación conocidas por caminos carreteros tienen, en general, un ancho muy reducido, pongamos 15 metros, y lo que constituye la calzada, propiamente dicho, un ancho de 5 metros, no siempre colocado en el centro de la vía. Este camino así ideado llena las necesidades en aquellos países, porque satisface á las necesidades de su tráfico, compuesto en general de lentos camiones tirados por percherones que no salen del paso ó por veloces autos ó cabalgaduras. ¿Podríamos nosotros construir caminos en ese criterio? ¡No!

En efecto. ¿qué sucedería si en una vía así metemos una manada de 1.000 novillos que tenga que recorrer 100 kilómetros en varios días? ¿Dónde se alimentaría? ¿En qué estado queda esa calzada? ¿O si dejáramos subir á ellas los carros usados en la provincia de Buenos Aires, que sobre dos ruedas cargan 12, 15 y hasta 20.000 kilos?

Como vemos, el problema á resolver es de todo punto de vista difícil. Ahora me pregunto, ¿debemos construir los caminos con las características á las modalidades propias de nuestro país, ó debemos esperar en una evolución hacia las costumbres

europeas? ¿Debemos esperar en la desaparición de las grandes manadas y de las pesadas carreteras á lo largo de los caminos?

Los considerandos siguientes me llevan á la carretera europea.

Es decir, tenemos que confiar en la desaparición de la carreta que por su pequeña velocidad no puede mantener competencia con el camión automóvil, como ha sucedido en todas partes en que el estado de los caminos permite el tránsito de estos últimos.

Pero no debemos creer en la desaparición de las tropas de animales, porque hoy, más que nunca, se le da á éstos un valor comercial que aseguran el resurgimiento de las grandes estancias.

Ahora, ¿se debe construir un camino único para estas dos distintas clases de tráfico? ¡No! Porque el camino para vehículos exige una huella con ancho suficiente para permitir el cruce de dos de ellos y nada más, ancho en el cual no puede ser conducida una manada numerosa, y también porque estimo que un buen camino debe estar bordeado de árboles á ambos lados, los que no se podrían conservar pasando tropas y teniendo en cuenta que los caminos principales y antiguos tienen un ancho de 50 varas, ó sean 43 metros, no hay inconveniente en ir tendiendo á que cada clase de locomoción tenga su camino especial.

Por lo que llego al tipo de camino carretero siguiente: un camino para vehículos con un ancho de 10 metros, con una calzada central de 5 metros y dos veredas laterales de 2,5 metros cada una, con una hilera de árboles colocados en el medio para evitar que queden al alcance de las manadas y de los que viajan sobre la calzada.

En cuanto al resto del camino, ó sea en un ancho de 33 metros, provocar la creación de una pradera para alimentación de los mismos animales que la transiten, porque éste no es tan intenso como para no permitir el crecimiento de las gramillas, que hoy la mata el tráfico de los vehículos, porque no siempre conservan la misma huella debido á su mal estado.

Planteadas así la cuestión, se trata ahora de elegir el tipo de calzada, solución que se me presenta muy fácil porque se trata de elegir un pavimento que reúna las siguientes condiciones:

1.º Que sea monolítico; esta es una condición esencial porque no se puede contar con la resistencia uniforme del subsuelo.

2.º Que resista los cambios atmosféricos y en especial la humedad y á veces el agua.

3.º Que tenga coeficiente de tracción, dureza, sonoridad y desgaste dentro de lo que se puede llamar normal.

4.º De construcción rápida, sencilla, si es posible por procedimientos mecánicos

5.º Que su precio de construcción y entretenimiento sea un mínimo dentro de lo que la ciencia al estado actual lo permita.

Y como corolario también, una calzada que en caso de tener que sufrir un tráfico más intenso, pueda ser reforzada ó que por quedar el camino dentro de un Municipio se pueda *refinar* su superficie.

(1) De La Ingeniería de Buenos Aires.

En rigor, no hay en la actualidad ningún camino que satisfaga las condiciones anteriores, por cuanto ninguno es monolítico en su esencia, si es que no se le pone un subsuelo de hormigón, y de ahí nace la gran ventaja del camino de cemento armado que, en realidad, no es más que el antiguo macadán, con tendencia á agrietarse, que se ha armado para evitar esto, y el éxito en la práctica dice que los inventores tuvieron razón.

Ventajas del camino de cemento armado:

1.º Es monolítico, pero no necesita acompañar al subsuelo en sus movimientos, debido á la armadura. Esta es una de las más relevantes condiciones para nosotros.

2.º Resiste los cambios atmosféricos, aunque prefiere la humedad y el agua no le disgusta, entonces estará de parabienes aquí, y si en el verano hay demasiado sol, como en Norte-América, ellos nos han dado soluciones, de las cuales he tomado las dos siguientes, que creo las mejores. Lo mejor es protegerlo con la sombra de árboles plantados á los costados del camino (lo que está de acuerdo con lo expuesto anteriormente), y mientras crecen éstos, regar el camino al comenzar el verano por una ó dos veces con alquitrán, que si no impide el calor, por lo menos impide la desecación del hormigón por la obstrucción de sus poros.

3.º En cuanto á los coeficientes de tracción, sonoridad, dureza y desgastes, son perfectamente normales, con la ventaja de no ser resbaladizos para los animales y rodados.

4.º Es de construcción sencilla, rápida la máquina lo hace todo.

5.º El precio es una consecuencia del anterior.

6.º Si se quiere tener en un momento dado una calzada de lujo, con extenderle una capa de asfalto de una pulgada de espesor, ya está todo hecho.

Puestas las ventajas, correspondería oponer los inconvenientes, pero como en la actualidad se puede llamar calzada ideal, no los encuentro. En el orden técnico sólo hay una duda, sobre la que hablaré más adelante.

Presentada esta calzada ideal diré cómo está compuesta para ocuparme luego de su construcción.

Sobre la tierra tal cual, ó si no distribuyendo canto rodado, se coloca una capa de hormigón de seis pulgadas de espesor; inmediatamente una malla metálica (alambre tejido), encima una capa de hormigón de dos pulgadas que, alisada superiormente y regada con arena y agua, queda lista.

La duda á que me referí anteriormente trata de la dilatación, es decir, en ciertos caminos construidos por los norteamericanos á movimientos habidos en el hormigón, ellos lo atribuyen á la dilatación del hormigón y de la malla, por lo que algunos patrocinan dejar juntas transversales de dilatación. Si esto fuera así, sería un inconveniente no despreciable, pero, por un lado, los norteamericanos ya han resuelto el punto construyendo juntas elásticas, y por el otro lado, que no creo sea necesario llegar á dejar juntas de dilatación, por cuanto en Norte-América misma, hay caminos construidos sin la junta elástica y no se han movido, é igual ejemplo tenemos especialmente en Francia é Italia, aunque en menor escala.

En los Estados Unidos solamente construyen la junta de dilatación en la capa superior de hormigón, conservando monolítica la segunda; yo digo, y en caso de que se reconociera la absoluta necesidad de la junta elástica, ¿no se la podría construir en la capa inferior y conservar monolítica la superior para evitar las soluciones de continuidad en su superficie? Tal cual ellos han planteado el problema no creo sea una solución racional la junta superficial, y si creo que la junta interna es más lógica aunque hubiera que distribuir el hormigón en tres capas en vez de dos.

La junta elástica tiene un espesor no superior al centímetro y está formada por dos bandas ó cintas de acero con ramificaciones del mismo metal dentro del hormigón para su fijación; entre ellas ponen una tira de fieltro; estas juntas las construyen cada 12 metros, término medio, pues unos han fijado 11 metros mientras otros adoptan 14 metros.

DE LA CONSTRUCCIÓN DEL CAMINO.—Actualmente hay dos sistemas para efectuar la construcción de las calzadas, el antiguo y el moderno.

El antiguo es aquel en que todo se hace á mano y, por lo tanto, lo dejo de lado para ocuparme del último más perfeccionado y con el cual se puede intentar su difusión en el país.

Los norteamericanos con su espíritu altamente ingenioso, y que todo lo consideran desde punto de vista práctico, se dijeron:

si hay máquinas que introduciéndole materia prima por un lado nos entrega por el otro un artículo manufacturado, ¿por qué no construir una máquina que entregándole por un extremo cemento, arena y pedregullo, nos dé un camino terminado y listo para su uso? Dicho y hecho. Construyeron una máquina, honra de su país, que dándole cemento, arena, pedregullo y agua, va dejando en su camino, ancha huella que se pierde en el horizonte.

Esta máquina la llamaré universal, porque lo hace todo, es conducida por cuatro rieles que se colocan dos de cada lado de la futura calzada; lleva adelante unos arados que tienen como misión principal remover la tierra para que un rastrillo que viene después la empareje sin dificultad; tras de los rastrillos vienen unos rodillos que entregan hecha la caja de la calzada; inmediatamente llega una sección análoga á la anterior, compuesta de hormigoneras que se cargan lateralmente; una vez hecho el hormigón lo echa en la caja, luego vienen los rastrillos y los rodillos terminan esta primera parte de la calzada. Ahora hay que extender la malla metálica, ello se puede hacer mecánicamente ó á mano, según que se quiera colocarla con sus mallas en el sentido longitudinal—transversal ó diagonal—en general prefieren hacerlo á mano y en secciones de 1,50 metros de ancho con un largo igual al ancho de la calzada y dispuesta transversalmente, y una nueva sección de hormigonera, rastrillo y rodillo terminan la calzada. Una vez que haya pasado la máquina se recomienda extender arena y regar con agua.

Esta máquina, la tienen en dos modelos, el pequeño para una calzada de 5 á 7 metros de ancho y otro que permite llegar hasta los 11 metros. Hubiera querido poder dar datos precisos sobre el rendimiento de esta máquina, pero no los he conseguido.

Vista la resolución práctica que en los Estados Unidos han dado al asunto, perfectamente aplicable aquí, entro á estudiar el problema en su faz económica, planteándolo de la siguiente manera:

1.º Precio de los materiales componentes en el punto de producción ó puerto de desembarque.

2.º Transporte de los mismos al punto en que se está construyendo el camino.

3.º Valor de la mano de obra para construirlo.

Los componentes que entran son: el cemento, la arena y el pedregullo ó canto rodado como elementos principales, porque el agua no hay que pagarla en la provincia, dado que abunda en su mayor parte.

Respecto al cemento, los italianos indican aquellos que tienen un recargo de sílice por haber tenido con ellos el mejor resultado, sobre todo con la marca Soliditit, que tiene 56 por 100 de sílice y 33 por 100 de cal, con el que han obtenido en hormigones ricos en piedra coeficiente de rotura superior á los 850 kilogramos por centímetro cuadrado, doble del que se obtiene en general con el cemento portland, y esto se atribuye á una íntima combinación química entre el cemento y el pedregullo, provocada por la sílice; el coeficiente de rotura anterior ha sido obtenido con hormigones, compuesto de cemento y piedra de pequeño tamaño sin arena.

Este cemento, puesto sobre vagón, se le puede obtener á un precio medio de 35 pesos la tonelada, contando que las compras serían en grande escala. En cuanto á la piedra partida, tomo por base la fábrica que tiene la provincia de Buenos Aires en Sierra Chica, su costo sobre vagón oscila de 1,70 á 2,50 pesos la tonelada; tomo como precio medio 2 pesos, valor que puede rebajarse teniendo en cuenta la declaración de la administración de poder disminuir mucho los precios si se le asegura un consumo regular; en cuanto á su calidad y cantidad, no hay objeción alguna, por ser la primera inmejorable y su producción pasa de 1.000 toneladas diarias.

La arena es más fácil su obtención, por cuanto hay distintas partes de donde extraerla, por ejemplo, en la provincia de Buenos Aires tenemos La Plata, Conchitas, Mar del Plata, Quequén, Tres Arroyos, Bahía Blanca y parte donde hay grandes depósitos de conchilla y arena llamada de roca podrida, que podrían ser utilizadas, y en Córdoba tenemos una muy excelente arena de color rosado en el departamento de Río Cuarto, que hoy en día se trae hasta Buenos Aires, siendo el ferrocarril del Pacífico uno de los más grandes consumidores.

Por lo tanto, creo que se puede tomar como precio sobre vagón en los distintos puntos de extracción, á razón de 5 pesos el metro cúbico.

Obtenidos los precios de los elementos, paso á obtener el precio de los mismos que entran en un metro cúbico de hormigón.

Proporciones de este: un metro cúbico de piedra partida que tiene una relación de lleno á vacío de 0,50; por lo tanto, entra medio metro cúbico de arena y 300 kilos de cemento.

Considerando que el metro cúbico de piedra pesa una tonelada, tenemos:

	Pesos.
1 tonelada de piedra.....	2
1/2 ídem arena.....	2,50
300 kilogramos cemento.....	10 50
	15

Resulta 15 pesos el valor de los materiales que entran en un metro cúbico de hormigón, haciendo abstracción de los fletes.

Tomando como escenario la provincia de Buenos Aires, hago la siguiente hipótesis: que el cemento puede ser desembarcado en los puertos de Santa Fe, Rosario, Zárate, Buenos Aires, La Plata, Mar del Plata y Bahía Blanca; contando que se construyan caminos hasta 500 kilómetros de los puertos citados, tomo la media de 250 kilómetros como recargo de fletes para el precio del cemento, recargo idéntico debe sufrir la arena por provenir en general de los puertos; en cuanto al granitullo de Sierra Chica, á pesar de estar en una situación algo más central respecto á la provincia de Buenos Aires, resulta un transporte medio también de 250 kilómetros.

Después de los considerandos anteriores, se ve que los materiales tienen que soportar un recorrido medio de 250 kilómetros. ¿Qué precio representa este recorrido medio? Teniendo en cuenta que estos caminos son de interés nacional, me baso en que las Empresas fueran obligadas á transportar los productos que la tarifa mínima de un centavo por tonelada-kilómetro, como ya lo efectúa el ferrocarril del Sur con la piedra de Sierra Chica, que cobra 3,50 pesos tonelada por más de 350 kilómetros de recorrido; equivale á aumentar el metro cúbico de hormigón en 500 pesos, luego el precio del metro cúbico de los materiales 15 pesos más, el transporte ferrocarrilero 5 pesos, ó sean 20 pesos el metro cúbico más el transporte desde las estaciones al punto en construcción, calculando que cada estación tenga un radio de acción de 30 kilómetros, tengo como recorrido medio para los carros 15 kilómetros, lo que representa un recargo de 2,50 pesos por tonelada, llegando al total de 25 pesos el metro cúbico de hormigón sobre el punto en construcción.

CONSTRUCCIÓN DE LA CALZADA.—Como en Norte-América los jornales y tierras están en una condición semejante á la nuestra, tomo el precio que ellos dan á la mano de obra por metro cuadrado de calzada construída, y que oscila entre 1 y 3 pesos de calzada terminada, tomo 2 pesos.

Admitiendo para la calzada un espesor de 0,20 metros, un metro cúbico de hormigón da para 5 metros cúbicos de calzada, ó sea 5 pesos, 2 pesos mano de obra y 0,50 centavos valor de la malla metálica llevo al precio de 7,50 pesos el metro cúbico de calzada completamente terminada, lista para ser entregada al servicio público; pero elevó el precio á 8 pesos para que entre en la cuenta el ir colocando un alambrado lateral que defiende el pavimento del tráfico pesado de nuestras carretas y de las manadas de animales que transitan por el resto del camino, y una doble hilera de árboles, complemento indispensable de éstos.

Puede objetarse que algunos precios son bajos, pero hay que tener en cuenta que no formulé un plan para construir un kilómetro de camino, sino millares, lo que obliga á los proveedores á bajar sus precios en proporción al mayor pedido, y ejemplo al caso: cuando se le ha pedido al Gobierno de la provincia de Buenos Aires que vendiera granitullo para caminos, lo ha dado gratis; si el Gobierno nacional facilitara una de las dragas pequeñas, el costo de la arena bajaría de 5 á un pesos. Con esto quiero demostrar que los precios anteriores están lejos de ser un mínimo, y si no tengo en cuenta los gastos de administración es porque los construiría el Estado, ó al menos bajo la inmediata vigilancia de las oficinas que ya están en el presupuesto.

Aquí el único pavimento que se construye en la actualidad por ese precio es el de granito en trozos irregulares, apoyados sobre arena, conocido por empedrado (no confundir con el ado-

quinado porque está apoyado sobre arena), representa 12 pesos el metro cúbico, y sobre hormigón no baja de 18 pesos el metro cúbico.

Demostrado que esta clase de pavimento nos conviene en todo sentido, voy á leer una pequeña estadística de algunos caminos, construídos como queda dicho, y sus resultados.

En Bélgica dos caminos, la Memoria no da la extensión, el primero tuvo un movimiento de 590 carros diarios y 157 automóviles, con un transporte medio de 1.000 toneladas. El segundo 1.700 toneladas, representadas por 1.094 coches, 43 camiones automóviles, transmitiendo hasta 200 kilogramos por centímetro cuadrado: resultado inmejorable.

El Ingeniero Griet habla de los buenos resultados obtenidos en Francia, pero no da mayores detalles.

Los italianos no quisieron quedarse atrás y mandaron hace dos años Ingenieros á Norte-América para estudiar este pavimento y la propaganda de éstos que han visto *aquello* dice su bondad.

La Società Portland Casalesi patentó en Génova este procedimiento con el nombre de Solidit, dando gran importancia á las obras. «Gola e Puricelli» fueron los campeones en Milán; luego las provincias de Casale, Alexandría, la Vía Milano-Monza, Palermo son otras tantas localidades que lo han adoptado. Entre tantos caminos construídos elijo uno de la provincia de Alexandría, que ha soportado un tráfico de 2.500 carros diarios y se ha comprobado en toda su extensión un desgaste anual de un milímetro.

El costo del metro cuadrado en Italia ha oscilado entre 10 y 16 liras, ó sea 4,50 y 7,50 pesos, respectivamente, el metro cuadrado.

En Norte-América es donde han alcanzado gran desarrollo, teniendo en cuenta que es un sistema que, incluso los ensayos, no tiene diez años de vida; uno de los primeros caminos construídos fué en Michigán. Copio textualmente de un comunicado oficial que hacían al Gobierno nacional:

«Que á pesar de haber habido un tráfico de más ó menos de 2.000 vehículos por día, 1.400 automóviles (*touring cars*), 250 autos chicos, 85 autos chatas para cargas y 145 carros, los caminos no presentan ni un cuarto de pulgada (6 milímetros) de desgaste superficial en cinco años de uso, sin haber habido una sola grieta, bache ó deterioro alguno. El precio de estos caminos ha sido alrededor de 1,60 pesos o/s la vara cuadrada (5 pesos moneda nacional el metro cuadrado), y en algunos casos sólo ha costado 1,04 pesos o/s (3 pesos moneda nacional el metro cuadrado). En este solo departamento hay más de 80 millas, es decir, alrededor de 120 kilómetros, Detroit con 140, Ohio con 70, New-Jersey con 40 kilómetros, y, en fin, en el Maine, Minesotia y en otros muchos departamentos en cantidades respetables.»

Voy á dar un dato de mucha elocuencia para nosotros: los estudiantes universitarios americanos, para adherirse á la fiesta inaugural del Canal de Panamá, propusieron la idea de construir un camino carretero de New-York á San Francisco; el cemento armado fué el elegido, y van á conseguir su objeto en una buena extensión.

En cuanto á su duración y entretenimiento dejó la palabra al Presidente de la Comisión del Departamento de Obras públicas:

«Después de los considerandos anteriores queda demostrado que el costo de sostenimiento y reparaciones, sin contar limpieza de zanjas, reparando los costados y descarnando yugos, eran, más ó menos, de 28,50 pesos o/s por cada milla (40 pesos moneda nacional por kilómetro), y creo que tenemos caminos para veinticinco años, porque ni una pequeña sección de estos caminos ha tenido que ser levantada.»

Para llevar más la convicción de que estos caminos son inmejorables para nosotros, citaré este otro hecho: se trataba de cruzar un pantano que tenía 50 centímetros de barro blando y una extensión de varias millas; la solución propuesta anteriormente era la de formar una caja para la calzada formada por muretes de mampostería y hacer un relleno de 50 centímetros con canto rodado que apoyase en el suelo firme y construir el pavimento encima; camino que no se hubiera construído por su elevado costo y que el cemento armado dió la solución; se construyeron los muretes de mampostería y la calzada de cemento armado con la flecha un poco forzada para que trabajase como bóveda apoyada en los muretes laterales y dejar subsistente el

barro debajo de la calzada sobre el cual no descansaría el pavimento; el éxito coronó esta tentativa. Y es en los terrenos húmedos donde han obtenido sus mejores triunfos por adaptarse especialmente el hormigón á la humedad.

Creo haber citado suficiente número de datos para probar que la construcción de los caminos de cemento armado, cuya implantación en nuestro país porfio, no sería por vía de ensayo, sino que está aprobada por la Europa civilizada, y seamos los primeros en Sud-América en aprovecharnos de este indispensable factor del progreso entre nosotros, como lo considero al camino carretero, y al efecto, el Gobierno nacional debiera mandar inmediatamente un empleado superior de la Oficina de puentes y caminos á Norte-América para que estudie el mecanismo de la construcción y adquiriera las maquinarias necesarias para comenzar aquí la construcción de caminos carreteros en realidad.

Doy por terminada la parte técnica referente á la construcción de los mismos y paso á estudiar la parte económica del problema en conjunto. En todas partes me han dicho: Mal momento para hablar de caminos. ¡No hay plata! Y lo que yo veo es que no hay moralidad administrativa en los que manejan los dineros públicos, y que una de las principales fuentes del dinero, como es la ley 5415, por la cual los ferrocarriles contribuyen con el 3 por 100 de sus entradas y que en el último año rindió 3.318.923,34 pesos moneda nacional; está, por esencia de la misma ley, su administración en manos de los gerentes de los ferrocarriles llamada «Comisión del fondo de caminos». Voy á leer de la Memoria correspondiente al año 1913. Refiriéndose al criterio de la citada ley, que auspicia en primer término la construcción de caminos que conduzcan á las estaciones, comento el siguiente párrafo:

«Este criterio de la ley no puede ser más justo, pues implica devolver á los productores en forma de buenos caminos, una parte de lo que abonan á los ferrocarriles por concepto de transportes. Sería injusto si se procediera á la inversa, esto es, si se principiara por mejorar los caminos que ligan una provincia con otra ó dos departamentos entre sí, ó los caminos vecinales destinados al intercambio local, ó los que sirven exclusivamente una propiedad particular.»

«El pez por la boca muere», yo aquí veo que si esperamos á tener caminos construídos por la Comisión del fondo de caminos, no los tendremos nunca; pero cómo se quiere que gerentes de ferrocarriles más conscientes de sus intereses que del país, vayan á construir caminos paralelos á sus vías para tener que soportar su competencia; luego es claro que no son los gerentes de ferrocarriles los que deben manejar ese dinero.

Al referirse á las obras, dice que en el período de 1913, la renta de 3 por 100 para el fondo de caminos ha crecido en una proporción halagadora sobre la recaudación de ejercicios anteriores: cabe, no obstante, manifestar que en el período que expira el 30 de Julio venidero, disminuirá como consecuencia de la reducción que se advierte en los ingresos de las Empresas ferroviarias.

Es esa contribución de 3.318.923,34 pesos moneda nacional la que se ha aplicado á la construcción y reparación de puentes, alcantarillas y caminos en la proporción que sigue:

Veintisiete puentes y alcantarillas, con una luz total de metros 452,48, que representan una inversión de 358.068,44 pesos.

El número de caminos total ó parcialmente construídos ó reparados es de 276, con una longitud de 1.557,507 kilómetros de reparaciones efectivas, ó sea medida kilómetro por kilómetro, cuyo valor asciende á 2.088.286,10 pesos.

El exceso de optimismo del párrafo anterior hace desconfiar de su veracidad respecto á los resultados, porque el kilómetro de camino construído sale á 1.333 pesos, ó el metro cúbico á 0,20 centavos, y los caminos hasta ahora construídos en realidad han costado alrededor de 20 pesos moneda nacional, ó sea cien veces más.

De lo que se deduce que esta Memoria está hecha para embaucar á aquellos á quienes está destinada.

Concretando, creo que dinero hay si se aplican las leyes y no se le malgasta, por lo que se debe empezar por unificar la dirección y la percepción de los impuestos, es decir, tomando la provincia de Buenos Aires, que es el impuesto de 4 centavos por hectárea debe pasar á ser nacional, y entonces proceder á organizar una oficina nacional con una constitución análoga á la que tiene la de las obras de salubridad, que es excelente.

Es claro que ese Directorio debe estar formado exclusivamente de Ingenieros nacionales, y la Facultad debe suprimir materias del actual plan de estudio, que son parásitos del presupuesto y de los estudiantes, y crear una cátedra de ingeniería legal y económica, idea vertida por el Ingeniero Wauters en distintas ocasiones—porque no hay error más grande que el pretender separar la parte técnica de la económica, cuando, en general, esta última es la que priva sobre aquélla, y si así no fuera no habría necesidad de inscribirse en la Facultad de Ingeniería—, donde al fin y al cabo uno aprende á utilizar los materiales al máximo de su poder con el mínimo de materia, buscando siempre la forma de trabajo para ver de dónde se puede economizar materia, y economizar material es resolver la parte económica del asunto.

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Los recientes progresos del alumbrado eléctrico por incandescencia.

Se sabe que las lámparas ordinarias de tungsteno tienen un consumo específico de 1,6 vatios por bujía hemisférica media; en las mejores lámparas de arco este consumo desciende á 0,3 vatios.

Estas cifras están muy lejos de lo que debían ser si se llegase á utilizar mejor la energía; si se mide la potencia luminosa de un rayo espectral referido á la potencia radiada total, se encuentra, como Buisson y Fabry, que cada vatio gastado debía proporcionar 50 bujías. No se puede tener la esperanza de alcanzar este rendimiento, que se refiere á una luz monocromática y no á la luz blanca, pero queda evidentemente mucho que hacer y hay un margen muy grande entre lo que se tiene en la actualidad y lo que legítimamente se puede esperar obtener.

El empleo del tungsteno en las lámparas incandescentes ha permitido realizar un progreso muy importante, puesto que con él se ha obtenido la posibilidad de utilizar temperaturas más favorables; si, sin embargo, estas lámparas, bajo su forma ordinaria, tienen un rendimiento fotométrico limitado, esto consiste en que su temperatura no se puede elevar todo lo que sería necesario y que, por otra parte, permitiría el punto de fusión elevado del metal, éste, en efecto, se evapora en el vacío y produce un depósito negro sobre las ampollas que hace que las lámparas queden inservibles; esta evaporación crece rápidamente con la temperatura y basta un aumento accidental de 200 ó 300 grados para que una lámpara, cuya duración normal es de cerca de mil horas, venga á estar completamente negra en una hora.

Existe, pues, una importante dificultad para el empleo de

temperaturas elevadas, que serían las más convenientes para el alumbrado. Se cree haber vencido esta dificultad volviendo á una disposición primitiva de las lámparas incandescentes: en lugar de hacer el vacío en las ampollas, se las llena de un gas inerte, sin acción sensible sobre el tungsteno; es entonces posible aumentar la temperatura en 300 grados, próximamente, y elevar así el rendimiento fotométrico, si bien el efecto que se produce en el gas ocasiona una pérdida importante de energía. El mejor gas, desde el punto de vista de la reducción de esta pérdida, es el nitrógeno, y á éste se ha recurrido; el hidrógeno sería demasiado conductor y desventajoso, por lo tanto, para esta aplicación.

Con objeto de disminuir aquel efecto, se ha modificado la disposición del filamento y se le ha dado la forma de una espiral, en la que las espiras tienen muy pequeño diámetro y están muy próximas, suspendiéndola de unos ganchos, como una guirnalda; el cuerpo incandescente se encuentra así reunido en una superficie reducida; puede resultar la luz así obtenida perjudicial para la vista, por lo cual, deben emplearse reflectores ó difusores.

Se calcula que, mientras que las lámparas de tungsteno en el vacío exigirían 1,6 vatios por bujía esférica, el consumo de las lámparas con atmósfera de nitrógeno no es más que de 0,65 vatios.

El *Boletín de la Société des Ingenieurs Civils de France* da cuenta de los experimentos hechos en dicha Sociedad, que han dado los resultados siguientes, obtenidos con la misma potencia eléctrica y que demuestran el progreso realizado:

Lámparas ordinarias, alumbrado medio.....	13	Lux.
Idem de nitrógeno, desnudas.....	31	—
Idem id. con reflectores holófanos.....	87	—