

no correlacionados. Para el coeficiente antes examinado—0,654—tal probabilidad es de 0,03, lo que su-

misma corriente.—Para obtener los caudales de Mue- las en función de los de Riaño se ha acudido igual- mente al método de corre- lación, aplicándolo a los cau- dales de junio, julio a octú- bre, noviembre y junio a no- viembre. Los correspondien- tes coeficientes de correla- ción son: 0,832, 0,839, 0,813, 0,809, mayores, en general, que los manejados en el caso anterior, teniendo, por consiguiente, un nivel de significación más elevado. Los caudales deducidos de las ecuaciones de regresión y los de éstos derivados mediante correcciones análogas a las anteriormente explica- das, se consignan en el es- tado III. Las diferencias compensadas alcanzan un máximo del 2 por 100.

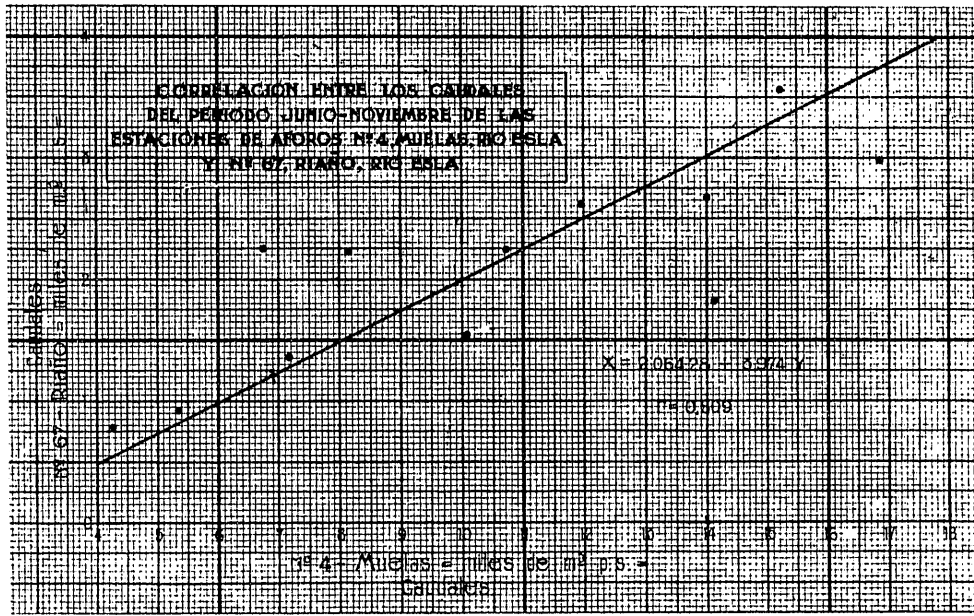


Fig. 3.^a

pone un *nivel de significación* satisfactoriamente elevado.

En la figura 2.^a se representan las series de junio y su correspondiente ecuación de regresión, pudiendo

figura 3.^a, se acomoda muy aproximadamente a la ley lineal. Se debe siempre comprobar si la correlación sigue la ley lineal o, por lo menos, no tiende a preferir otra forma, pues sólo así se está autorizado

ESTADO III

Caudales correspondientes a la estación número 4, Muelas, Esla, deducidos por correlación de los caudales de la estación número 67, Riaño, Esla

AÑOS	Junio	Julio a octubre	Noviembre	Sumas	Junio a noviembre	Diferencias
1913	2.328	9.277	7.932	19.537	19.156	381
	2.305	9.184	7.855	19.344	19.344	0
1914	3.997	1.942	3.898	9.837	9.802	35
	3.990	1.938	3.891	9.819	9.819	0
1915	4.356	3.375	5.087	12.818	12.715	103
	4.339	3.362	5.068	12.769	12.769	0

apreciarse que la correlación, si bien no sigue muy próximamente la ley lineal, tampoco parece preferir otra forma.

Correlación entre los aforos de estaciones sobre una

a utilizar como ecuación de regresión una línea recta. Si la correlación adopta otra forma, el problema es también abordable, pero mucho más complicado.

Ricardo RUBIO
Ingeniero de Caminos

Un nuevo puente sobre el río Tajo en Serradilla (Cáceres)

Para continuar la lista de los puentes construídos sobre el río Tajo, voy a describir el último que ha sido abierto al tráfico.

El Ayuntamiento de Serradilla me encargó, en mayo de 1926, el proyecto de un puente sobre el río Tajo para sustituir la barca de paso que desde tiempo inmemorial hacía el intenso servicio de co-

municaciones entre las dos partes en que el río divide su fértil término municipal.

Era esta obra de importancia capital para la vida de Serradilla, y su Ayuntamiento (modelo de administración) no vaciló en emprenderla con sus propios recursos, sin subvención de ninguna clase y con un entusiasmo, digno de ejemplo, igual al que había

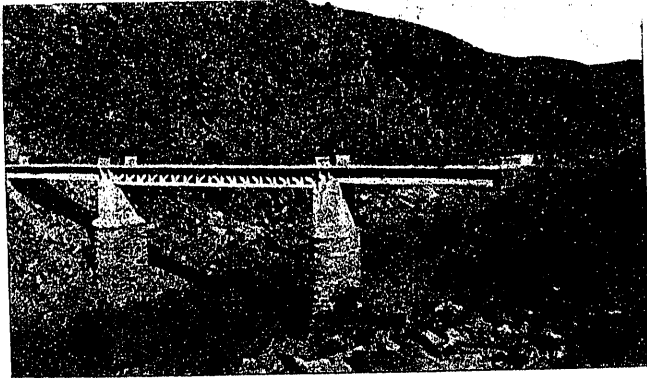
tenido para otras mejoras del pueblo; era, por tanto, preciso buscar una solución muy económica y vencer las dificultades de la construcción con que había que luchar. Se presentó el proyecto en el mes de

ron dos proyectos, el uno de un arco central de medio punto de 30 m de luz y dos a cada lado de 10 m, todos de hormigón armado, y el otro, de un tramo recto de 32 m de luz de cálculo y dos laterales de 20 m de luz de cálculo y también del mismo material; en las dos soluciones los apoyos son de mampostería de labra tosca y sillarejo.

Se adoptó en definitiva el proyecto de los tramos rectos, no sólo por su menor costo, sino porque con él era más fácil evitar el peligro de los desperfectos que pudiera ocasionar, en el caso de arcos, una rápida crecida, por la trabazón que hay que dar a las armaduras de acero en la unión con los apoyos, cosa que no ocurre en los tramos rectos, que se pueden construir con toda independencia aprovechando las épocas más propicias.

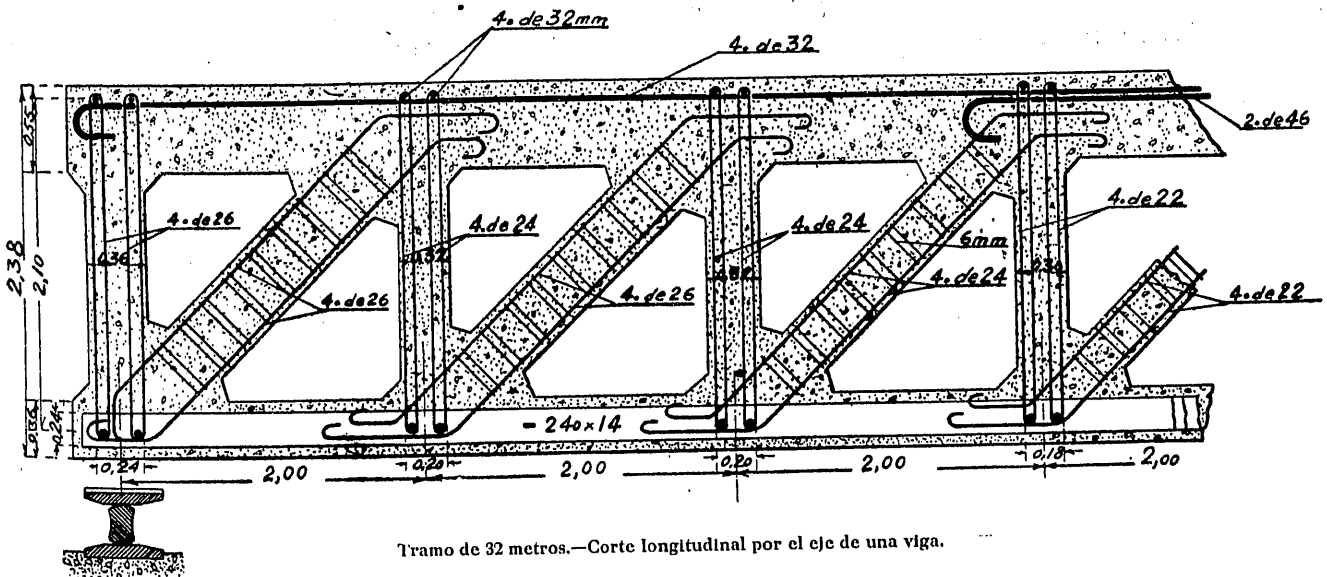
Los cimientos y zócalos de las pilas y estribos del puente son de hormigón en masa, de 200 kg de cemento por metro cúbico; están empotrados en la roca, y se han podido construir sin agotamientos. Las pilas y estribos tienen sus paramentos de mampostería concertada con labra tosca (para que no desentonen con lo abrupto del terreno), con un espesor de 50 cm como mínimo, sirviendo de molde al relleno de mampostería hormigonada, también con 200 kg de cemento, consiguiendo con este sistema de construcción prescindir de andamiajes, que en este caso hubieran sido muy costosos.

Como se ve en las fotografías adjuntas, el tramo central, de 32 m de luz, es de celosía, tipo Howe, de montantes estirados y diagonales comprimidas; su altura es de 2,60 m, y los laterales, de 20 m de luz, son de alma llena, de 1,70 m de altura; el tablero está a 23 m sobre el estiaje, y como las máximas



julio de 1926, para someterlo a la aprobación superior, y, concedida ésta en febrero de 1927, se pudo contratar su construcción en junio del mismo, y se ha terminado, abriéndolo al tránsito público, en enero de este año.

La ubicación del puente es un estrechamiento del valle del Tajo, que tiene una anchura tan sólo de 85 m a la altura de las máximas avenidas (que alcanzan hasta 20 m sobre el estiaje) y de unos 30 m en éste; la pendiente de las laderas es de 45°, y la profundidad del valle de unos 200 m, presentándose muy abrupto y sin más caminos que para cabras; el terreno pertenece al sistema cambriano español, con las rocas características del grupo primario y forma-



do por filadíos, esquistos y pizarras de gran dureza, de excelentes condiciones para ser aprovechadas en las obras de mampostería y sillarejo que no precisen una labra esmerada.

El régimen del río es torrencial, con avenidas muy considerables, a veces de poca duración, habiendo presenciado, en diciembre de 1927, una que alcanzó en veinticuatro horas la altura de 17 m sobre el estiaje, volviendo el río en una semana al cauce normal de esa época del año; la profundidad mínima del río en el emplazamiento es de unos 15 m.

Teniendo a la vista todos estos datos, se redacta-

avenidas llegan a 19 m sobre el mismo, hay, aproximadamente, 1 m desde las máximas mayores conocidas al plano inferior de las vigas centrales. La sección transversal es en H con una anchura total de 6,30 m, dejando 4,50 m para los vehículos y 90 cm para cada uno de los andenes.

Se ha calculado el puente, con arreglo a la vigente instrucción para puentes metálicos de 15 de febrero de 1923, adoptando las sobrecargas que producen los máximos esfuerzos, y que son, en cada zona de 2 m de anchura, un cilindro compresor de 20 toneladas en el centro del tramo, y en el resto de la

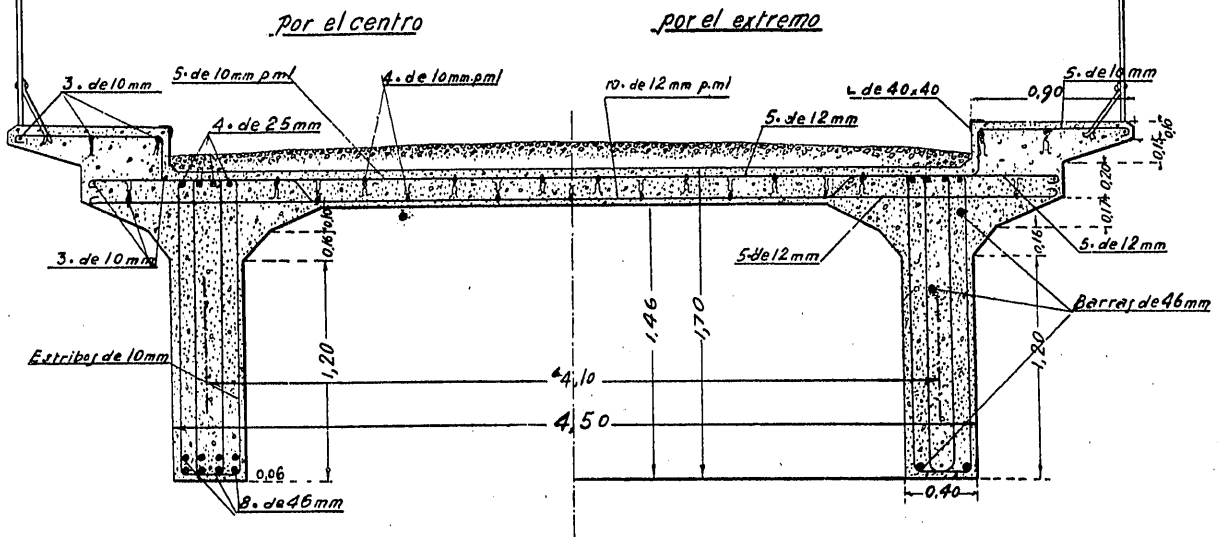
superficie no ocupada, una sobrecarga de 450 kg/m², incluso en los andenes.

El hormigón para armar se ha hecho con 350 kg de cemento por metro cúbico para los tramos de 20 m, y de 400 kg en el de 32; las cargas mayores a que los materiales trabajan son, para el hormigón

dificultades por su situación, por lo deficiente de las comunicaciones, por el régimen torrencial del río Tajo y lo corto de su estiaje, habiendo sido preciso activar los trabajos en momentos críticos y determinados ante el temor de que una crecida rápida pudiera producir la ruina total de lo construido; para

TRAMO de 20 metros.

- SECCIONES TRANSVERSALES -

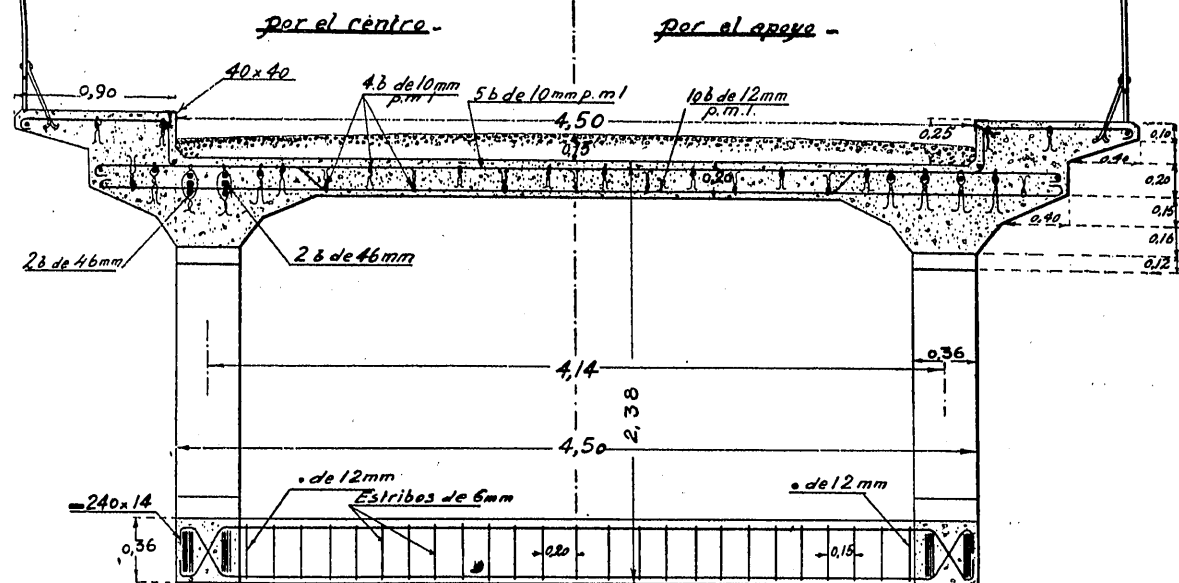


primero, 30 kg/cm², y 52 kg/cm² para el segundo, y 12 kg/mm² para todos los aceros; no son grandes, pues las sobrecargas totales son verdaderamente excesivas (como lo son todas las de la Instrucción), y será muy difícil que se puedan reunir todas en un momento dado, a no ser que se repitan las pruebas

salvarlas ha sido preciso habilitar caminos en las laderas en donde las pendientes pasan de 45° en algunos sitios, y aun así, se han tenido que utilizar nariaras para el transporte de todas las piezas de madera para los andamios, algunas de las cuales tenían 20 x 40 cm de escuadría y desde 10 hasta

TRAMO de 32 metros.

SECCION TRANSVERSAL -



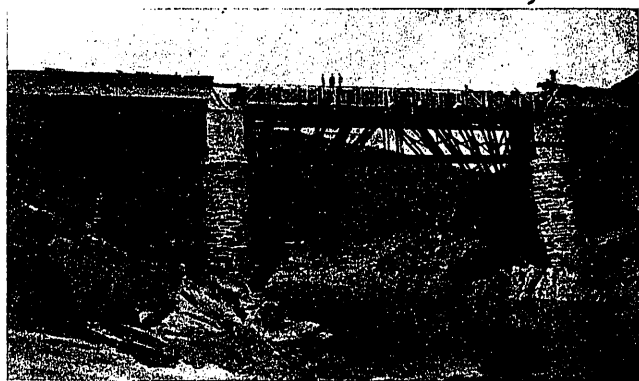
estáticas, pues la situación del puente es tal que no se podrá llegar a él más que por un camino vecinal, que empezará en breve, en el que habrá pendientes y rampas del 7 por 100 de bastante longitud y con curvas muy cerradas.

La construcción del puente ha presentado serias

18 m de longitud, así como también las barras y planos de las armaduras, con longitudes hasta de 22 m y pesos de más de 500 kg, además de la hormigonera y del compresor para martillos neumáticos para los barrenos, y de la misma manera ha sido preciso hacer la explanación en las avenidas del

puente, con grandes desmontes en roca, para poderlas utilizar como taller para la preparación de las armaduras y de las montañas de los andamiajes.

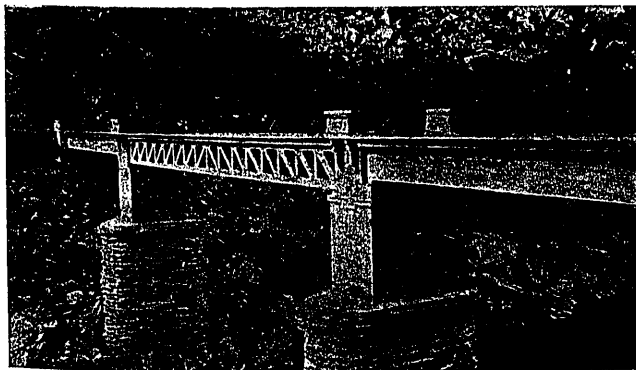
De todos los materiales necesarios sólo se ha podido emplear sin un transporte difícil y costoso



la piedra para las mamposterías y el sillarejo, pero en cambio, la arena y hasta el agua ha sido preciso elevarla a brazo desde el río hasta 23 m de altura.

Una parte principal y costosa de la obra ha sido la construcción de los andamios para sostener el encofrado del hormigón, ya que las condiciones del terreno y la profundidad del río impedían colocar ningún apoyo intermedio, y si ello fué relativamente fácil para los tramos de 20 m, porque se hicieron con armaduras corrientes, de pares, contrapares, tirantes y pendolón, sobre las que se colocó el entablonado, no ocurrió lo mismo en el tramo central, en donde, por la profundidad del río y el apremio del tiempo para que no llegasen las grandes crecidas antes de estar llenos los moldes del hormigón, obligaron a que se hiciese un andamio en forma de abanico (según se ve en la fotografía adjunta), apoyado solamente en los zócalos de las pilas y en parte en los sombreretes de las mismas, compuesto de cuatro cerchas, cada una de las cuales estaba formada por diez piezas de madera de unos 18 m de longitud y con escuadrías variables desde 20 a 25 cm de canto por 30 a 40 cm de tabla, perfectamente arriostrados y que sostenían cuatro cepos, formados por vigas de semejantes dimensiones, para servir de apoyo al entablonado sustentador de los moldes.

La colocación de las armaduras del hormigón en



las vigas de 20 m no presentó dificultad, pero no así en las del tramo central, que fué preciso meterlas de costado, dejando sin colocar los tableros verticales exteriores de los moldes hasta que estuvieron puestas y enlazadas todas las barras que componían

las armaduras. Todas las vigas están provistas de los correspondientes aparatos de dilatación; en los extremos de los andenes se ha colocado una sencilla barandilla de hierro, y en la arista interior de los mismos una escuadra de hierro para defenderla.

Como motivo decorativo, y para señalar que es Serradilla la que ha hecho el puente, se ha colocado en las dos pilas su escudo heráldico, labrado en piedra granítica, y que destaca por su blancura del color oscuro y casi negro del resto de las piedras.

El presupuesto de la obra no permitía hacer grandes instalaciones para medios auxiliares, que además hubiera sido muy costoso llevarlos al sitio de la misma, y por esta razón se adoptó



la solución de montar un monocable de sustentación por el que corría un carrillo con su polea diferencial, movido por un cable tractor que era a su vez accionado por un sencillo torno de mano provisto de un freno, bien rústico, por cierto, y con tan sencillos elementos se han podido mover y colocar en su sitio todos los materiales necesarios para la obra.

El resultado de las pruebas estáticas, únicas a las que se podía, por ahora, someter el puente, por la imposibilidad de que hasta él lleguen vehícu-

los pesados, ha sido muy satisfactorio, pues se colocó una sobrecarga (con sacos de arena) de 75 toneladas en cada uno de los dos tramos laterales y de 110 toneladas en el central, equivalentes a las cargas del cálculo, dando una flecha tan sólo de 3 mm para los primeros y de 7 mm para los segundos y que desapareció totalmente al ser aquella levantada.

El costo del puente propiamente dicho ha sido de unas 230 000 pesetas, en números redondos, que se puede considerar como muy reducido, sobre todo dadas las condiciones del terreno y las dificultades con que ha sido preciso luchar, y, en vista del resultado obtenido en mi modesta obra, no puedo por menos de poner de manifiesto mi opinión de que en la mayoría de los casos debe adoptarse el tramo recto hasta 30 ó 32 m de luz, con preferencia a los arcos de



esas dimensiones, tanto de medio punto como rebajados, por ser más económicos, pues aunque los tramos y los arcos propiamente dichos costasen lo mismo (y no es así), en cambio los apoyos de los primeros son muchísimo más baratos que en los segundos, ya que no tienen que resistir más que esfuerzos verticales; sin olvidar que, en el caso desgraciado de que se produzca la ruina de un tramo, ésta no afectará a los contiguos, como ocurriría con los arcos, sobre todo si es muy grande el rebajamiento; y todas estas ventajas que se consiguen en puentes de altura corriente (8 a 10 m) serán mucho mayores cuando se trate de puentes y viaductos de

gran altura, en los cuales son indispensables cimbras más complicadas y andamiajes de mayor importancia, y también se obtiene con los tramos, a igualdad de condiciones, mayor desagüe superficial, o, lo que es lo mismo, se pueden hacer de menor altura para el mismo desagüe.

Creo, por tanto, que sólo se deben hacer puentes en arco para luces superiores a 32 m, salvo cuando se trate de puentes monumentales o en algún caso muy especial, y siempre, por supuesto, después de haber hecho en estos últimos un estudio comparativo con el tramo recto de la misma luz y altura.

Enrique COLÁS
Profesor de la Escuela de Caminos

Asiento mecánico de la vía

En el rápido incremento del empleo de maquinaria auxiliar en todas las obras, quedaban indudablemente retrasadas cuantas a la superestructura de los ferrocarriles se refieren. Y mientras todos los elementos de ésta aumentaban constantemente en importancia y cuidadosa ejecución, debido a minuciosos estudios, los medios para ponerlos en obra seguían resintiéndose de los dos principales defectos imputables a toda operación exclusivamente manual: imperfección y elevado coste, siendo en este caso de mucha mayor trascendencia el primero.

Un claro ejemplo de esto lo tenemos en la forma hoy día más aceptada para la cabeza del carril. Comprobado que el desgaste hace en brevísimo tiempo imposible el asiento teórico sobre una línea o una zona muy estrecha longitudinal al carril, se adopta como mejor desde un principio el apoyo sobre casi todo el ancho de la cabeza, con lo que al mismo tiempo se logra una mayor energía en la fuerza centradora de los coches. Pero para que esto ocurra así es forzoso que la inclinación transversal de esta zona coincida apreciablemente con la de las generatrices de la llanta (1/20), y con el cajeo a mano de las traviesas, el obtener la inclinación de la superficie de asiento de las placas (o del patín, según el tipo) queda confiado a un operario, que en la marcha normal del trabajo no puede lograrlo, ni práctica ni económicamente, en cuyo caso el apoyo vuelve a ser sobre una zona muy estrecha, dificultando el equilibrado en las rectas y originando sea el carril sollicitado por una fuerza no normal a su zona de asiento, que tiende, si la deficiencia de la inclinación alcanza valor suficiente, a desclavarlo por el lado interior (o el exterior si aquélla es excesiva), causando variaciones inmediatas en el ancho de la vía. No hablemos del cajeo hecho con los bancos corrientes, puesto que la pesadez de la operación con ellos hace resulte prácticamente más deficiente que la realizada con la azuela.

Otro defecto se presenta en el barrenado. Para que la parte inferior de la cabeza de los tirafondos sujete el patín del carril, ajustándose exactamente por una generatriz común, es preciso que sean apreciablemente paralelos los dos ejes de carril y tirafondo, es decir, que los agujeros se hagan normalmente a la superficie plana del cajeo, cosa imposible de lograr con el barrenado a mano por muy grande que sea la sensibilidad del operario, y peor aún si se hubiese logrado dar a aquélla la inclinación teórica. Tampoco es fácil lograr que el agujero atraviese siempre todo el grueso de la traviesa, lo que origina la inmediata pudrición de esta zona (que además en los casos de maderas tratadas no lo está por muy profundo que haya sido el tratamiento al hacerse el agujero poste-

riormente a éste), que es precisamente lo que origina el tener que renovar o correr traviesas, por no sujetarse la clavazón.

También para que el apriete de la clavazón sea suficiente es preciso que lleguen al contacto ésta y el patín con la máxima presión, sin llegar a pasar la hélice labrada en la madera al introducir el tirafondo, como en todo tornillaje sobre aquel material. Y esto a mano, o no se llega, dejando, por tanto, el carril mal sujeto, principalmente por lo que hace a su corrimiento longitudinal (fenómeno cada día de más importancia con la potencia creciente de los frenos y el aumento de perfiles electrificados), puesto que para este esfuerzo no puede apreciarse a simple vista el debido apriete, o se cae en el extremo opuesto, dejando entonces la clavazón suelta, lo que aún resulta peor.

Y ya no nos queda más que la operación del bateo. En teoría, ésta se reduce a producir en una masa de piedra machacada debajo del apoyo del carril sobre la traviesa la suficiente compresión para que luego la acción de las cargas no origine descensos exageradamente apreciables, aparte de establecer en el resto de la capa de balasto la necesaria compacidad que evite desaparezca aquella compresión por expansión lateral.

El realizar la operación a mano tiene el inconveniente de no llegar nunca a ejercer todo el esfuerzo requerido, y que al realizarse sucesivamente por los cuatro vértices de la zona de ataque dando el golpe en uno de ellos sin la correspondiente reacción de resistencia en los demás, no se puede llegar nunca a un efecto útil, so pena de proceder con un temple especial para ir aumentando muy paulatinamente la potencia de los golpes hasta llegar a la máxima intensidad, lo que, aun dado el caso de lograr el adiestramiento del personal, sería impracticable por costo y duración.

Como es muy natural, el primer defecto más claramente expresado y que más prontamente se intentó remediar con el empleo de elementos auxiliares fué el exagerado costo de la operación exclusivamente manual y la gran cantidad de personal que para ello se necesitaba.

Si hoy día todavía son muy frecuentes en España los casos en que no resulta una gran economía del ahorro de personal con el empleo de elementos auxiliares, es de lo más frecuente tropezar con la escasez de éste, tanto por la índole del personal en esta clase de obras públicas, agrícola en su casi totalidad, salvo escasos grupos, como por la acumulación de aquélla en determinadas zonas.

Bien que salvo en estos períodos de escasez, como en todos los problemas de maquinismo, en definitiva