

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

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.

PUENTES DE HORMIGÓN ARMADO PARA FERROCARRIL

Es tema de actualidad la construcción de ferrocarriles secundarios. Por su definición deben, en general, no implicar grandes obras, y sí la mayor economía en las que sean indispensables.

El hormigón armado procura, comparado con la fábrica, y más con el metal, una considerable reducción de costo en la mayoría de los casos, no en todos. Tanto yerran los que ven en aquél una panacea universal, como los que todavía no creen en las grandísimas ventajas que, en general, ofrece.

El paso rápido del régimen estático, bajo la simple acción del peso muerto, al dinámico, bajo la de aquél, más la sobrecarga móvil, provoca una serie de vibraciones. El número de éstas depende de la longitud y rigidez de la obra; su amplitud máxima de la violencia con que se efectúe el cambio de régimen, ó sea, de la masa y velocidad del tren, relativamente á la masa y rigidez de la obra; número y amplitud, son análogos al tono y al volumen del sonido de una cuerda puesta en vibración por un arco.

Los movimientos perturbadores de la locomotora y las juntas entre carriles, originan choques, cada uno de los cuales provoca otra serie de vibraciones. En general, esas series se interfieren, y puede resultar, si los choques se

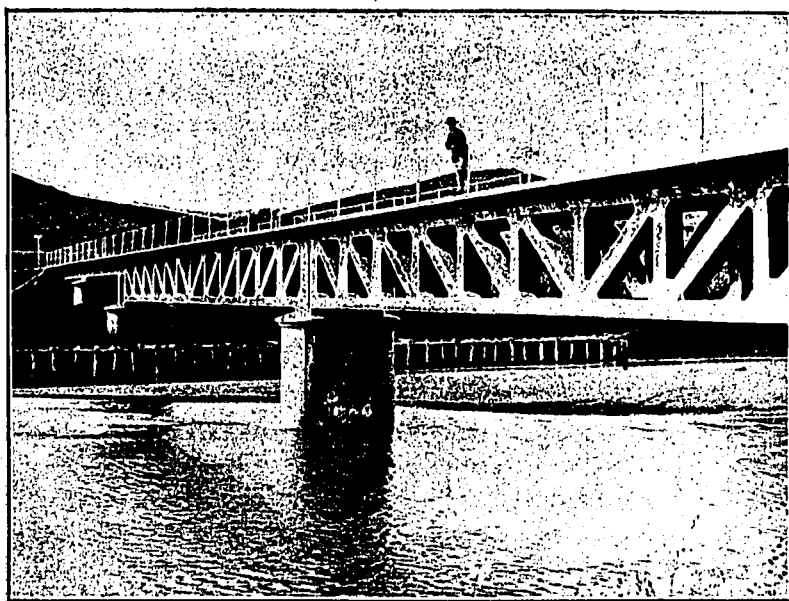


Fig. 1.ª—Vista general del puente sobre el río Vélez.

Pero, aun entre los convencidos, subsiste en muchos la añeja preocupación de que no es aplicable á obras en plena vía, por las consecuencias que los efectos dinámicos al paso de los trenes puedan tener á la larga.

No hacen objeción alguna respecto á la importancia de las sobrecargas; ya es sabido por todos que, precisamente cuanto mayores son aquéllas, más ventajoso resulta el hormigón armado.

Vale la pena de estudiar la objeción señalada, y vamos á hacerlo.

acompanan según cierto ritmo, que la vibración total, resultante de todas las parciales, llegue á tener gran amplitud.

Cualquiera que sea la causa de un orden de vibraciones, á medida que aumenta la rigidez de la obra, crece el tono, ó número de aquéllas por unidad de tiempo y disminuye el volumen, ó amplitud máxima; y cuanto mayor es la masa de la construcción, más se aminoran, á la vez, la amplitud y el número total de vibraciones.

Las obras de hormigón armado presentan siempre, á

igualdad de vano y de sobrecarga admisible, masa y rigidez notablemente mayores que las metálicas. Por ambas causas, la amplitud y duración total de las vibraciones aminoran considerablemente.

En apoyo de nuestro primer embarcadero de las minas de Cala, sometido á violentísimos choques por el basculador, de peso total de 30 toneladas, que con frecuencia vuelca bruscamente por descuido de los obreros, adjunimos dos ejemplos que dan clara idea de lo dicho.

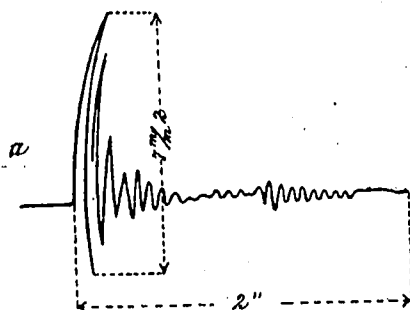


Fig. 2.^a—Diagramas de vibraciones.

Se refiere el primero, figura 2.^a, á experimentos comparativos realizados en la estación del Quai d'Orsay, de París, sobre:

a) Un piso ordinario de viguetas, doble T, y bovedillas de ladrillo á media asta; luz, 4,50 metros; peso, 480 kilogramos/m², sometido á choques de 100 kilogramos (50 kilos caídos de 2 metros de altura).

b) Otro piso de hormigón armado, de la misma luz; peso menor, 300 kilogramos/m², choques de 400 kilogramos (100 kilos desde 4 metros).

zados desde una altura de 13 metros, directamente sobre el centro de un nervio de 9 metros de luz, sólo produjeron vibraciones de 14,6 milímetros de amplitud, extinguidas totalmente en 2 segundos.

Tal pequeñez de vibraciones sólo se explica por una influencia aún más poderosa que las debidas á la masa y la rigidez: la solidaridad.

Por bien remachada que esté una obra metálica, nunca se puede considerar como una sola pieza: el temible enemigo, la junta, hace que exista un buen número de

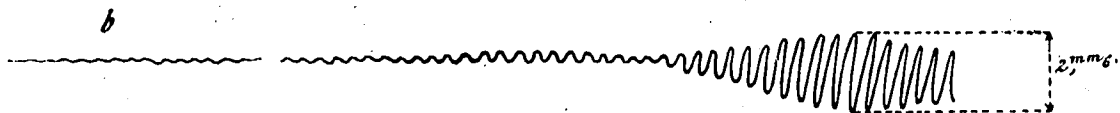
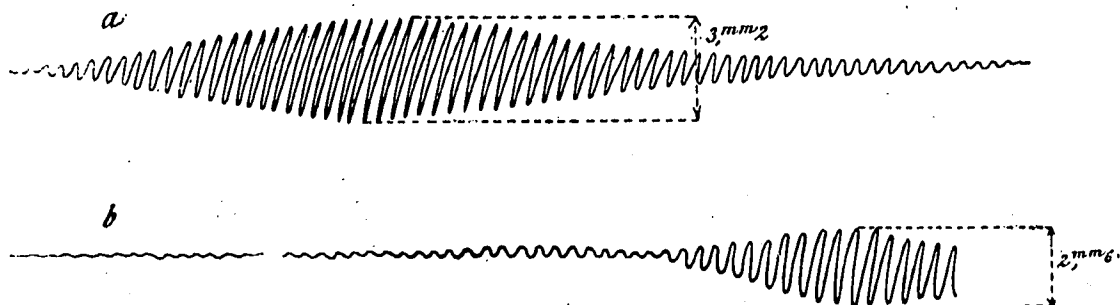


Fig. 3.^a—Diagramas de vibraciones.

Aunque en este caso el hormigón presenta menor masa, aunque el esfuerzo dinámico fué cuatro veces mayor, la relación de amplitudes resultó $\frac{1,2}{7,2} = 0,167$, y la de duraciones $\frac{5/2}{2} = 0,357$, A igualdad de masa y de choque, esas relaciones son $1,6 \times 4 = 6,4$ veces menores, ó 0,0104 y 0,0557

En la figura 3.^a se establece la comparación entre:

a) El puente metálico Lépine, en París, de 45 metros de luz y 15,50 de anchura, puesto en vibración por 16 hombres al paso gimnástico.

b) El puente de Chatellerault, de hormigón armado, con arcos de 50 metros, y anchura solamente de 8, sometido al paso gimnástico, pero no de 16 hombres, sino de 250, (número al que se llegó en vista de la insignificancia de los efectos).

La relación de amplitudes absolutas fué $\frac{2,6}{3,2} = 0,813$;

secciones relativamente débiles. Un choque ó esfuerzo local afecta á la pieza directamente herida y á varias de las que la suceden, y esta transmisión se debilita progresivamente hasta anularse.

En una obra de hormigón armado la solidaridad es completa; el conjunto entero participa más ó menos, siempre algo, del efecto de una causa local, y todos los elementos, en mayor ó menor grado, contribuyen á contrarrestar y absorber dicho efecto.

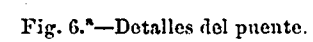
En el segundo embarcadero de las minas de Cala, de 232 metros de longitud, colocada una persona en un extremo, nota por la vibración, imposible de medir, pero perceptible al tacto, producida bajo sus pies, la entrada en la obra del primer eje de un tren. Análogamente, desde el extremo de tierra se notan los vuelcos del basculador. En uno y otro caso la simultaneidad es absoluta, prácticamente se entiende, pues claro es que la propagación del movimiento vibratorio exige un cierto tiempo, absoluta-

Technical drawing of the bridge structure showing spans and dimensions. The drawing includes labels for 'MALAGA' on the left and 'TECARE DEL MAR.' on the right. Dimensions are provided for various spans and sections, including 12.000, 12.000, 16.000, 27.200, 27.000, 27.200, 10.000, 12.000, and 10.000. The drawing also shows the profile of the bridge deck and the ground level.

Technical drawing of a mechanical assembly, likely a pump or engine component, showing a side view and a detail view. The drawing includes dimensions and labels in Spanish.

Labels and Dimensions:

- Top Right:** TUBO DE 19, T.D. 45/45
- Top Center:** 4.000
- Top Left:** 8. DE 12, 8. DE 12
- Left Side (Vertical Assembly):**
 - MONTANTES 1 DE 100
 - DIAGONALES 2 A 4 DE 25 A 35
 - PASADORES DE 40 A 55
 - PLANCHAS 2 x (2.5 A 4) 200 x 10
 - RASTROS 4 DE 20
- Right Side (Main Assembly):**
 - 800
 - 700
 - 600
 - 500
 - 400
 - 300
 - 200
 - 100
 - 50
- Bottom Right (Detail View):**
 - 600
 - 400
 - 300
 - 200
 - 100
- Bottom Center:** 320
- Bottom Left:** 150
- Bottom Right (Vertical Dimension):** 2.000



mente inapreciable. La obra entera entra en vibración y todos sus elementos contribuyen á absorber la fuerza viva que afecta á uno de ellos.

Recientemente se han probado los grandes voladizos contruídos por Rabut para ensanche del haz de vías de la estación de San Lázaro. Un cilindro de vapor de 33 toneladas de peso ha circulado á toda su velocidad, saltando cinco listones de 3 centímetros de alto, espaciados 1 metro. La amplitud de las flechas en el extremo de los vuelos de 5 metros no ha pasado de 11 diezmilímetros, de los cuales 6 son los debidos al efecto de choques tan fuertes y acompañados. Un pesadísimo autobus cargado de sacos de arena ha saltado, á 20 kilómetros por hora, sobre un listón de 6 centímetros de altura; las vibraciones no han pasado de 2 cienmilímetros, y no se ha forzado la altura del salto por no romper las ballestas ó los ejes del autobus.

Nótese de paso la influencia de la repetición rítmica de los choques; aunque el autobus pese la mitad que el cilindro, circula á doble velocidad y cae de doble altura, á pesar de lo cual la repetición acompañada de los saltos del cilindro origina vibraciones de mucha mayor amplitud, aunque siempre pequeñísima. Y téngase en cuenta que un voladizo, á igualdad de momento resistente y de sobrecarga, es $\frac{384}{5 \times 8} = 9,6$ veces más deformable que una viga apoyada del mismo vano.

Si las vibraciones dinámicas son muchísimo menores en el hormigón armado que en el metal, sus efectos, á la corta ó á la larga, deben ser mucho menos temibles.

En las obras metálicas la tendencia es al aflojamiento de remaches, á debilitarse las juntas y, por consecuencia, á ir mayorando la amplitud de las vibraciones.

¿Qué efecto pueden producir en el hormigón armado? La minoración progresiva y hasta la pérdida de la adherencia, es decir, la de la cualidad *sine qua non*, para que subsista el hormigón armado, dicen los contrarios.

Tal afirmación es completamente gratuita y la experiencia le da un mentís solemne.

No hay maquinaria que produzca, salvo la de forjar, vibraciones tan fuertes, constantes y acompañadas como la de molinería. Existen grandes instalaciones de esta industria en edificios de hormigón armado, en trabajo algunas, como los Grandes Molinos de Nantes, desde 1895. En esos y en otros muchísimos edificios industriales, todas las máquinas, todos los árboles de transmisión, están directamente implantados, sin intermedio elástico alguno, sobre el hormigón, que recibe íntegras todas las trepidaciones. Y en diez y en quince años de trabajo constante, en ciertas épocas ininterrumpido, nada absolutamente que acuse pérdida de resistencia y por tanto, de adherencia, se ha podido observar.

Considère ha experimentado la repetición de flexiones hasta valores superiores á los prácticamente admisibles, y en número de 139.000, sobre un mismo prisma. Ni las condiciones del hormigón ni su adherencia á las armaduras se han modificado en lo más mínimo.

La Comisión francesa ha medido la adherencia en traviesas de hormigón armado, después de varios años de ensayo en trozos de vía de gran circulación. El resultado ha sido paradójico: mientras que la adherencia se estima, en general, de 20 á 35 kilogramos/cm.² á los tres meses de fraguado, la medida directa ha dado en tales traviesas un mínimo de 57,6 y para algunas barras hasta 92. Una gran

parte de esa enorme diferencia se debe, sin duda, á no ser exactamente rectas las barras; pero, sin duda también, la adherencia primitiva, lejos de perder, ha ganado con el tiempo, aun bajo un régimen de trepidaciones incomparablemente más violento que el que en una obra entera de hormigón armado puede jamás producirse.

Los ensayos de traviesas en plena vía y en trozos de gran circulación, se prosiguen desde 1898 en casi todas las redes europeas y americanas, en las que los pesos por eje alcanzan hasta 22 y 24 toneladas. El problema sigue en pie respecto á cuestiones de carácter puramente ferrocarrilero, más la perfecta conservación de resistencia de las traviesas, cuando están bien concebidas y fabricadas, no deja lugar á duda alguna.

Por último, en la línea Ginebra Lausana Briga, de intensísimo tráfico, sobre todo en el segundo trozo, que aboca al Simplón, existe un buen número de obras de hormigón armado. Las Comisiones francesa y suiza las han reconocido minuciosamente, las han *auscultado*, dice Rabut, encontrándolos en perfectísimo estado. Son de luces medianas y pequeñas, en las que, precisamente, el paso del régimen estático al dinámico ejerce mayor influencia. Y tienen más de quince años de contruídas.

Si respecto á la conservación química del hormigón bañado por el mar no es posible todavía hacer afirmaciones rotundas, respecto á la del mismo material, en condiciones ordinarias, sí. Un hormigón bien fabricado no sólo es inalterable, sino que mantiene inalterables las armaduras que engloba. Durante el fraguado se forma, alrededor de cada barra, una delgada costra de silicatos y aluminatos de hierro y de ferratos cálcicos. No sólo no se produce herrumbre, sino que se reduce y desaparece ésta si las barras la tienen, á menos que sea muy profunda. Esa costra, muy adherente al metal y más todavía al hormigón (por la desigualdad de superficie de contacto), es el lazo de unión entre ambos elementos y es químicamente estable. Gracias á ella, más que á la envolvente de hormigón, las barras se conservan indefinidamente. Al demoler un trozo, el hierro aparece limpio, con su brillo metálico característico, aun en el caso de haberlo hormigonado con algo de herrumbre y en el de haber estado el hormigón, en tubos, por ejemplo, muchos años en contacto con aguas nada limpias.

Á esta cualidad protectora se recurre hoy para defender las obras metálicas de la corrosión, á veces rapidísima, que los humos sulfurosos de las locomotoras provocan en los pasos superiores.

La inalterabilidad física está tan demostrada como la química por los ejemplos citados, que pudieran ser muchísimos más. Si en períodos ya tan largos no ha habido alteración alguna, lógico é indiscutible es deducir que nunca la ha de haber.

Si se arguye que lo no ocurrido en quince años puede sobrevenir á los treinta, ¿por qué no decir también que lo no pasado en treinta puede al fin presentarse á los sesenta, y así sucesivamente? Si á tal criterio se hubieran atenido todos los Ingenieros, no existiría ni un solo puente metálico de importancia. Todavía estaríamos aguardando que la acción del tiempo acusara el efecto de los agentes atmosféricos, de las sobrecargas dinámicas, etc., etc.

Los ejemplos de puentes de hormigón armado en plena vía férrea son ya muy numerosos. (Véase el mejor resumen de todo lo hecho: *Handbuch für Eisenbetonbau* de

von Emperger) Con arcos se ha llegado á luces de 36 metros en Fogaras (Hungria), y con arco, atirantado por el piso, á 59 en Chippis (Suiza), sobre el Ródano. Y ya que no por las luces, que no pasan de 21,50 metros, merece ser citado por su enorme longitud de 1.662 metros el viaducto de Rotterdam, para doble vía normal. En vigas rectas las luces son bastante menores; de 20,57 metros en Richmond (Estados Unidos), y de 26,40, hoy por hoy, la mayor del mundo, en España, en el puente del Vélez, construido por administración por la Compañía de ferrocarriles suburbanos de Málaga, según nuestro proyecto.

para montar y desmontar los moldes y, sobre todo, la mejor distribución de secciones en el hormigón.

La rasante estaba muy apurada, y nos decidimos á suprimir el balasto alentados por la suavidad de movimiento obtenida en los embarcaderos de Cala con vía sobre largueros directamente sentados en el hormigón con baño de mortero. El peso muerto, que hubiera sido de 4.900 kilogramos por metro, quedó reducido á 3.500, ganando un 28 por 100. Pero sustituimos los largueros por traviesas para tener una vía más firme.

La base de nuestro proyecto de los tramos grandes la

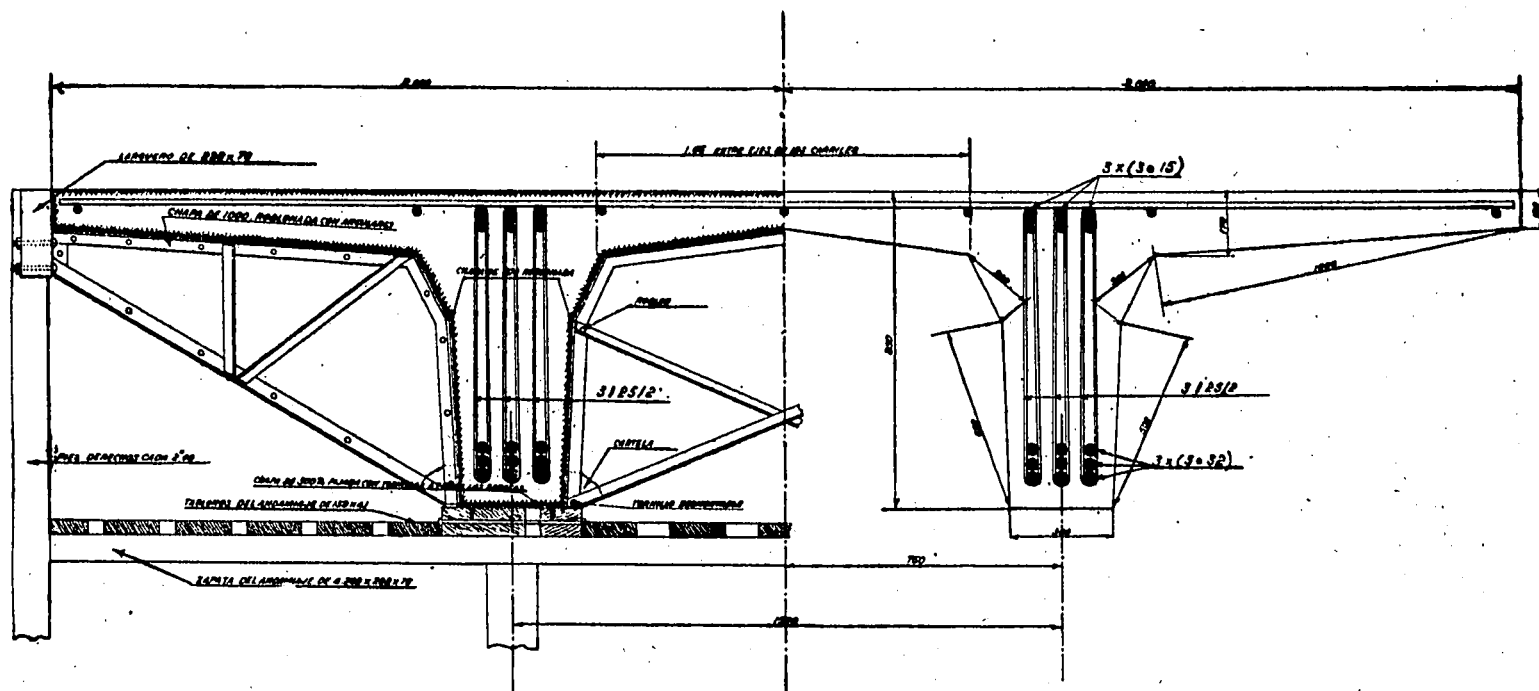


Fig. 4.ª.—Tramos de 7,50 á 10 metros con sus moldes.

La línea de Málaga á Torre del Mar sigue casi constantemente la orilla. La Compañía decidió, con muy buen acuerdo y demostrando un espíritu progresivo digno de imitación, que todas las obras fueran de hormigón armado. Así fueron proyectadas, pero con carácter marcadamente teórico, por lo que se nos honró con el encargo de redactar los proyectos definitivos y de dirigir su ejecución.

Además de muchas tajeas y alcantarillas, hechas sencillamente con losas planas, existen en la línea las siguientes obras: una con dos tramos de 7,50 metros; dos con uno de 8, una con uno de 10, dos con dos de 10, dos con tres de 10 y, por último, el puente citado, compuesto por cinco tramos de 10 y dos de 26,40. En total, 266 metros lineales de vanos.

En todas las obras, salvo el puente, la coronación, de 4 metros de ancho, enrasa con la explanación y la vía es la ordinaria sobre balasto.

Para economizar en la construcción de tantas obras análogas, establecimos para todas un solo perfil (fig. 4.ª), sin diferenciar las de 7,50 y 8 de las de 10 más que por las armaduras. Construimos todos los moldes metálicos, intercambiables, obteniendo una sencillez y economía de construcción muy grandes, á expensas de un ligero exceso de hormigón en los tramos cortos.

El trazado del perfil, en forma de pi mayúscula, lo estudiamos para lograr buen aprovechamiento, sin desperdicio, de las chapas corrientes en el comercio, facilidad

constituyeron los resultados obtenidos primero por Harel de la Noë con su puente en X, y después por Rabut en numerosas obras de mediana luz, en la red del Oeste francés. Unas y otras son, mejor que de hormigón armado, de *metal hormigonado*.

Para estudiar de un modo cierto el refuerzo que se obtiene al anegar en hormigón una estructura metálica, Rabut midió en diversos puntos de esas obras, compuestas de largueros en doble T, sin más enlace que el hormigón que á todos envuelve, flechas, alargamientos y cargas unitarias, antes de hormigonar (colocando un piso provisional), y después del fraguado y siempre bajo la misma sobrecarga móvil. El resultado fué sorprendente: todos esos elementos acusaron una minoración de 40 á 50 por 100, á pesar de que en la segunda prueba hay un considerable aumento en el peso muerto.

Esa reducción tan importante es debida, parte, á la ayuda directamente prestada por el hormigón, parte, mayor aún, á la solidaridad obtenida con el monolitismo, á la mutua ayuda que cada elemento presta á los demás.

Habíamos ya construido los dos embarcaderos de Cala, en los que las cabezas, sujetas á fuerte trabajo dinámico, son entramados ortogonales, por excepción triangulados en parte. Existían ya varios puentes de entramado triangular, aunque todos con luces más modestas y ninguno para ferrocarril.

Excluida por las condiciones del puente la solución de arco, la idea de realizarlo con grandes tramos de celosía

nos sedujo. Justo es decir que no hubiéramos llegado á desarrollarla á no encontrar, tanto en la Compañía concesionaria como en la División de ferrocarriles de Sevilla, la confianza y el espíritu de progreso tan grandes, que, especialmente el distinguido compañero Sr. Gelabert, mostraron desde un principio.

Los tramos están constituidos por un piso de hormigón armado que enlaza dos cuchillos, de entramado metálico incompleto, anegados en hormigón. El entramado no puede ser más rudimentario; las cabezas son cepos formados por dos, tres ó cuatro parejas de planos de 20×1 centímetros; los montantes están reducidos á una doble T, por excepción dos, de 10 centímetros, lo puramente indispensable para el montaje; las diagonales son dos parejas de cuadradillos, sencillos ó dobles, volteados sobre pasadores que atraviesan las cabezas.

Este esqueleto, considerado aislado, trabaja aparentemente bajo la acción del peso muerto entero, del tren reglamentario y de la componente vertical del viento de 170 kilogramos m^2 , á 1.140 kilogramos/ cm^2 en las cabezas, á menos de 900 en las diagonales, de 700 en los pasadores y de 600 en los remaches de empalme; en los montantes á 30 en el hormigón sólo.

Para trabar bien el conglomerado, las cabezas van rodeadas por espiras de alambre de 5 milímetros y de 250 de paso. Al envolverlo todo el hormigón, cuya masa se acumula en el piso, se alivia considerablemente la carga unitaria de la cabeza superior, aumenta el momento de inercia y sube el centro de gravedad del conjunto, aunque estas dos variaciones se compensan próximamente para quedar igual la carga aparente de la cabeza inferior. En lo que principalmente se gana es en la supresión absoluta de esfuerzos secundarios, pandeo, flexiones transversales, etc., que obligan siempre á forzar la sección de metal, y, sobre todo, en la solidarización de todos los elementos.

Aparte de eso, ni en la cabeza inferior, ni en las diagonales, deja el hormigón de contrarrestar una buena parte del esfuerzo, trabajando á su límite *plástico*, con coeficiente de elasticidad muy pequeño y alargamiento independiente de la tensión unitaria.

La acción del viento está contrarrestada simplemente por riostras normales en los nudos impares; en los extremos, dos tabiques transversales corridos en toda la altura, relacionan directamente los dos nervios y ponen en juego la enorme rigidez horizontal del piso. El río Vélez, que en realidad es una rambla, con el régimen característico de todas ellas en la vertiente Penibética, subió el 24 de Agosto de 1907 muy por encima del máximo nivel hasta entonces conocido. El puente llevaba quince días de hormigonado, y el andamio de uno de los tramos, todavía sin desmontar, hizo de presa, sobreelevando el nivel de la corriente, que llegó á pasar por encima del piso de la obra, sin que ésta acusara después el menor efecto por sobrecarga horizontal tan considerable.

Las pruebas se hicieron con tres locomotoras, formando un tren más compacto que el reglamentario para vía de 1 metro, pues resultan acumuladas en 19 metros, desde el primero al noveno eje, 78,6 toneladas; en la posición más desfavorable, las flechas no llegaron á 5 milímetros; ó sea, 1 por 5.280 de la luz, y desaparecieron completamente al descargar los tramos. La velocidad con que circulan los trenes por el puente es de unos 35 kilómetros

por hora, y la flecha correspondiente de 3,6 milímetros, ó 1 por 7.333 de la luz.

Inaugurada la línea en 22 de Enero de 1908, y plenamente satisfechas del resultado de nuestras obras, tanto la Compañía, como la División de ferrocarriles de Sevilla, las han adoptado para la línea de Málaga á Coín. Cruza esta línea el río Guadalhorce en dos puntos; en uno está casi terminada la construcción de siete tramos de 10,00 metros, y tres de 26,40; y en el otro, muy adelantada la ejecución de tres tramos de 10,00, y cuatro de 26,40. Todos ellos son idénticos á los del Vélez.

La altura total de estos tramos es 2,20 metros, ó 0 12 de la luz entre apoyos, 26,40. De tomar el tipo *bow-string* hubiéramos podido forzarla á 0,20, economizando algo en los cuchillos y perdiendo en la sencillez de mano de obra. La sección en II, con los andenes volados, lleva consigo una considerable economía en las pilas y estribos, cuya longitud se reduce á 2,20 metros entre paramentos y 3,40 incluso tajamares, con ancho de 1,20 tan solo. Las dimensiones de los cimientos (en general recintos tablistacados, en alguno del Guadalhorce, macizo hincado con aire comprimido), se reducen á 4,40 por 2,20 metros.

El puente no produce la penosa impresión de excesiva delgadez y desgabo de muchas obras de hormigón armado; antes al contrario, parece quizá demasiado robusto. En realidad lo es, porque nos impusimos un criterio de excesiva prudencia.

Parece á primera vista que no debe resultar economía en tal obra, calculado su esqueleto como si estuviera aislado, á razón de las cargas usuales de 9 á 12 kilogramos/ mm^2 . Si la obra fuera metálica, las secciones de casi todos sus elementos resultarían mucho mayores que las adoptadas, de tener en cuenta, como deben tenerse y muy mucho, los esfuerzos secundarios, pandeo, torsión, flexiones anormales, etc., etc. Los montantes, el piso y los contravientos, de pequeño coste en el puente de hormigón armado, darían, aparte del aumento grande de mano de obra de la estructura en general, bastante más que lo correspondiente al hormigón y su moldeo.

Cuando se terminen los puentes en construcción sobre el Guadalhorce, que se están construyendo en condiciones normales (el del Vélez se hizo sacrificándolo todo á la rapidez), estudiaremos su coste comparándolo con el de tramos metálicos homólogos.

Aun á igualdad de coste, el puente de hormigón armado lleva una gran ventaja al metálico; la falta, puede decirse absoluta, de gastos de conservación.

En las redes americanas, en todas las europeas, desde las rusas á las francesas, desde las húngaras á las inglesas, existen numerosísimas obras de hormigón armado, de toda clase de luces, en vías estrechas y normales, que soportan tráfico ligero y tráfico pesado é intensísimo; muchas de ellas tienen diez, doce, quince años de vida, y todas se mantienen en perfecto estado. Y en todas las redes se siguen construyendo obras análogas, pero cada día más importantes, plenamente convencidos los Ingenieros de que caminan por terreno conocido y seguro. Por una feliz reunión de circunstancias, tenemos en España una serie completa de tales obras, probadas, en explotación y en perfecto estado desde hace tres años, y por un feliz azar el puente del Vélez mantiene, hoy por hoy, el *record* de la luz entre los de su tipo.

¿Sería racional que Ingenieros españoles manifestasen

estupefacción al oír hablar de puentes de hormigón armado para ferrocarril y arguyesen: «es preciso aguardar la sanción del tiempo; no se sabe lo que á la larga pasará por efecto de las sobrecargas dinámicas»?

JUAN MANUEL DE ZAFRA,
Ingeniero, Profesor de Hormigón armado y de Puertos
en la Escuela de Caminos.

LOS PUERTOS DE ALICANTE

XXV

Los puertos de *interés general* de dicha provincia, además del de la capital, son: *Torre Vieja, Denia, Santa Pola y Jávea*.

PUERTO DE TORREVIEJA.—Fué declarado de interés general por ley de 27 de Abril de 1882. Es el primero que se halla en la costa, después de la provincia de Murcia. La rada es un mal fondeadero por estar expuesta á los vientos del segundo y tercer cuadrante. En la parte de la costa, de Este á Oeste, desde la punta del castillo, existe un *muelle particular* para el tráfico general y dos pequeños *muelles* contruidos por la Hacienda á principios del último siglo, destinados al embarque de la *sal*, sobre uno de los cuales se ha establecido un cargadero elevado, de madera, desde cuyo extremo la vierten los volquetes, por medio de tolvas, á las barcas que la conducen hasta las embarcaciones para su transporte.

Antecedentes relativos á los proyectos para realizar las obras del puerto.—Por Real orden de 4 de Junio de 1861 se aprobó el proyecto de un *dique de abrigo* para el puerto de *Torre Vieja*, redactado por el Ingeniero Sr. Berecibar, importante cinco y medio millones de reales próximamente. Contratadas las obras, comenzaron éstas en 1862, pero por la falta de piedra en las canteras pidió el contratista la rescisión, acordándose ésta en 1863.

Previo un nuevo estudio acerca de las canteras, se redactó por el Ingeniero Sr. Jáudenes otro proyecto para dicho puerto, importante 3.777.720,66 pesetas para las obras del *dique* y 594.299,21 pesetas para el ferrocarril á las canteras, ó sea un total para dichas obras de 4.372.019,87 pesetas.

El citado Ingeniero Sr. Jáudenes, juzgando deficiente el proyecto aprobado, redactó otro modificando la traza y perfil del dique, cuyo presupuesto era de 6.139.394,69 pesetas, sin contar el importe del ferrocarril á las canteras.

Paralizada después la tramitación de estos proyectos durante varios años, en el de 1888 se solicitó la concesión del puerto de *Torre Vieja* por los Sres. D. Pascual María Mata y D. Juan López Chicheri, con arreglo á un proyecto presentado por los mismos, el cual fué aprobado por Real orden de 13 de Octubre de 1890, preceptuándose en tal disposición que dicha concesión se otorgara mediante pública licitación. Verificada la subasta, se declaró desierta por Real orden de 30 de Noviembre de 1890. Posteriormente, en 1904, y después de un informe del Consejo de Estado, se realizaron dos nuevas subastas para la concesión de dichas obras, sin que se presentaran licitadores.

En vista de tal resultado, se mandó por la Dirección general de Obras públicas, á la Jefatura del ramo, de la provincia, que redactase el proyecto definitivo de las

obras de dicho puerto, y aun se nombró un Ingeniero que especialmente se dedicara á dicho servicio, el cual parece hallarse terminado. Mas antes de aprobarse dicho proyecto, se promulgó por las Cortes una ley de 9 de Agosto de 1908, autorizando al Gobierno para otorgar la concesión del expresado puerto á D. Ladislao Manuel de Leon, el que había antes presentado el oportuno proyecto, y esto, á pesar de lo preceptuado en los artículos 48 y 49 de la vigente ley de Puertos, con sujeción á los cuales, puede el Gobierno, representado por el Ministerio de Fomento, otorgar á un petionario ó á una empresa particular, la construcción correspondiente para llevar á cabo las obras de un puerto que se halla á cargo del Estado.

En el caso particular del de *Torre Vieja*, y á pesar de la autorización especial concedida por la ley, especial también, antes citada, no consta que se haya remitido el proyecto á informe del Ministerio de Fomento, y se hayan cumplido aún los requisitos necesarios para realizar la concesión de que se trata, á pesar de haberse así dispuesto, inmediatamente después de conocerse en dicho Centro la citada ley.

Es posible, que el favorecido con dicha ley, no se decidiera al fin á insistir en la concesión de las obras, teniendo en cuenta que en este caso, el Estado habría de ser el principal usuario del puerto, y el concesionario tendría que abonarle el valor de las obras y el beneficio industrial que de ellas obtuviese.

Mas, tratándose de un puerto, que, como el de *Torre Vieja* tiene importancia para el Estado (dueño de las *salinas* allí existentes), su movimiento marítimo y mercantil, no debería demorarse una resolución que produjera lo antes posible la ejecución de obras que habrían de ser tan reproductivas.

TRÁFICO DEL PUERTO.—Y, en efecto, á pesar de la deficiencia de las obras actuales, el *movimiento de buques* en los últimos años ha sido por término medio de unos 130 de *navegación* exterior, y unos 460 de *cabotaje*, en total unos 600, con 180.000 toneladas de *arqueo* próximamente.

Comercio de importación.—Ha sido—en el mismo período—de unas 4.500 toneladas para el exterior y otras tantas de *cabotaje*, ó sean, 9.000 toneladas en total, por un valor, total también, de 2.500.000 pesetas aproximadamente.

Comercio de exportación.—De altura, unas 70.000 toneladas; de *cabotaje* 60.000, ó sea un total de 130.000 toneladas al año, aproximadamente, por un valor de 1.700.000 pesetas.

Y reuniendo los dos conceptos, resultan unas 140.000 toneladas, por un valor de más de 4.000.000 de pesetas al año.

Ahora bien; una navegación de 180.000 toneladas de *arqueo*, y un movimiento mercantil de 140.000 de peso, acusan un tráfico de importancia. La mayor parte del mismo es debido á la *sal*, de la cual, la Compañía arrendataria, tiene preparadas las labores para poder embarcar 300.000 toneladas al año, que es el mínimo que estiman en la producción para que el arrendamiento resultase beneficioso.

Por ser, pues, dicho puerto el punto obligado para el embarque de la *sal* que producen las minas del Estado, es por demás necesario que se faciliten y abaraten las faenas de carga para que dicha explotación sea lo más beneficiosa posible. Interesa, por tanto, que cuanto antes se mejore

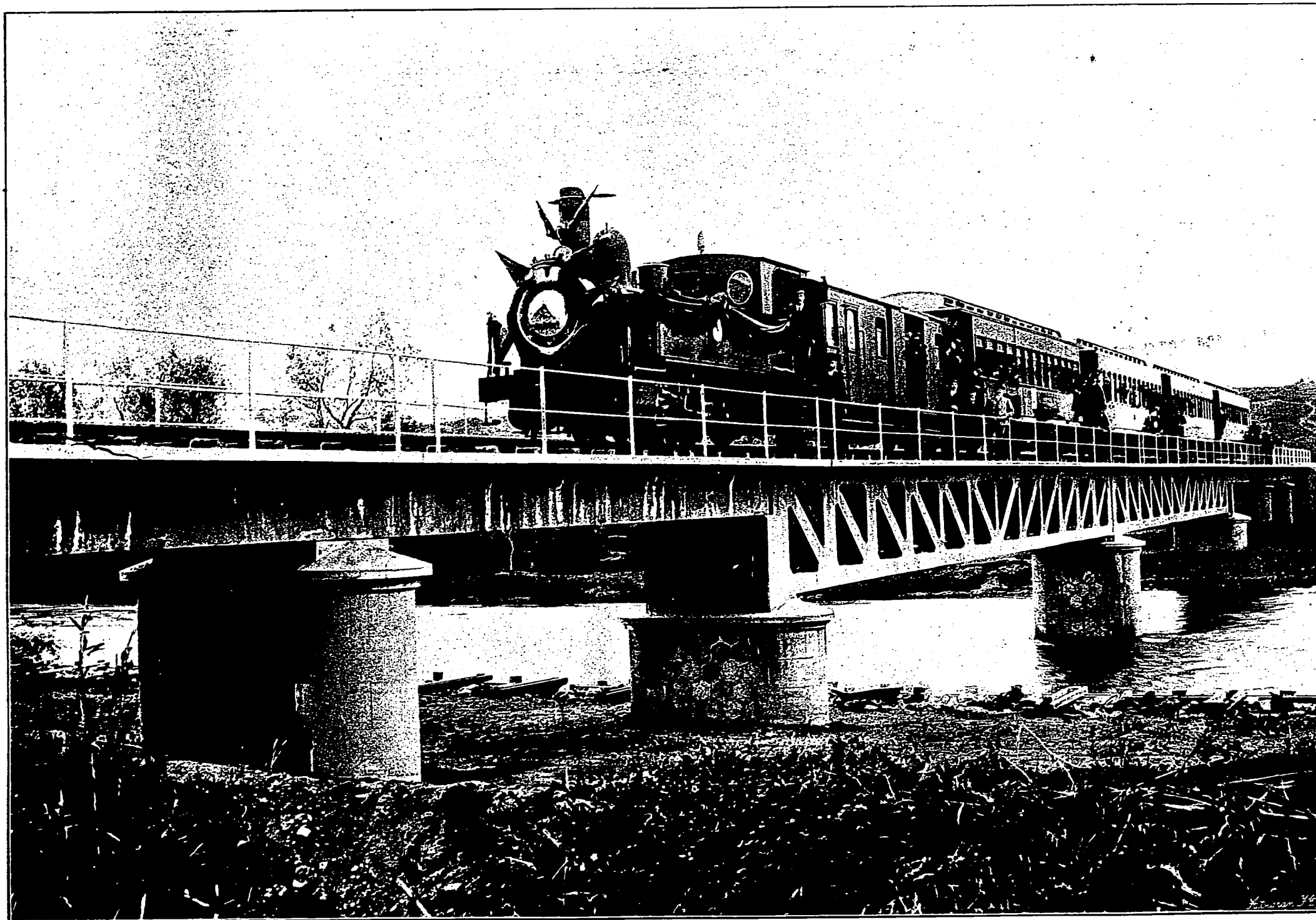


Fig. 7.^a—Vista general del puente sobre el río Vélez en el acto de la inauguración del ferrocarril de Málaga á Torre del Mar-Vélez. (22 Enero 1908.)