

## **PUENTE "DONATO GERARDI": UN PUENTE PATRIMONIAL DE HORMIGÓN ARMADO EN SERVICIO DURANTE 90 AÑOS**

**Lima, L. J.**

L.E.M.I.T. – Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aire  
Calle 52 entre 120 y 122, La Plata – 0221.4519733 – [lan@netverk.com.ar](mailto:lan@netverk.com.ar)

### **RESUMEN**

Por razones fortuitas, el inicio de la guerra europea de 1914 y la declaración del acero material estratégico por el país proveedor (Bélgica), el último de los puentes del "Camino afirmado entre La Plata y Avellaneda" se construyó en hormigón armado, un material bastante novedoso en esos años. Pese a los cambios habidos en la materia, fundamentalmente los dos siguientes: un mucho más ajustado conocimiento del material y una modificación sustancial en las cargas actuantes, este, posiblemente el primer puente argentino de hormigón armado, sigue en servicio y en buenas condiciones. En el presente trabajo se intenta explicar por qué ha sido esto posible. También se hace una semblanza de su proyectista, el Ing. Donato Gerardo, pues para encontrar una solución adecuada a un problema original, resulta imprescindible la calidad de quién la busque y, además, la encuentre.

### **1. ENCUADRE HISTÓRICO**

En el mes de mayo del corriente año 2006, se cumplieron 90 de la terminación del puente ubicado en el hoy denominado "Camino General Belgrano", que cruza en alto nivel las vías desactivadas del ramal La Plata-Brandsen en el kilómetro 4,425; la obra, que actualmente sigue en uso y en muy buenas condiciones de servicio, se ubica aproximadamente en la intersección de la avenida 19 y la calle 509 del ejido urbano de La Plata. El motivo de esta charla, frente a lo que ocurre normalmente en el mundo entero con demasiadas estructuras importantes de hormigón armado, y más allá de otras cualidades significativas que ostenta el puente que nos ocupa, como por ejemplo su valor estético, es justamente preguntarnos ¿a qué se debe esta excelente durabilidad? El primer encuadre de la respuesta es inmediato: dado que en estos 90 años nunca contó la obra con un programa serio y sistemático de inspecciones y mantenimiento, las causas de su durabilidad deben buscarse, esencialmente, en su proyecto y construcción.

#### **1.1. El origen del puente**

La ciudad de La Plata, construida como nueva capital de la Provincia de Buenos Aires, fue inaugurada el día 19 de noviembre de 1882. Su principal vinculación con la Capital Federal y

su puerto era el ferrocarril, luego venían los carruajes y carretas tirados por caballos y bueyes. Pero pocos años después, a fines del siglo XIX y principios del XX, comenzaron a llegar al país los primeros vehículos automóviles con motor a explosión<sup>1</sup> con lo que la infraestructura de transporte necesaria comenzó a sufrir un cambio en sus prioridades y objetivos que, con el correr de los años, resultaría esencial.

Es en este marco que la Provincia de Buenos Aires, a través del Departamento de Ingenieros de su Ministerio de Obras Públicas, decide construir un camino afirmado entre La Plata y Avellaneda, el que era, más allá de eufemismos, un camino entre La Plata y Buenos Aires. El contrato de construcción del camino se firmó el día 31 de mayo de 1911 con la Sociedad Franco Argentina de Caminos, fijándose como fecha de iniciación de los trabajos el 1° de agosto de ese año y de finalización el 1° de mayo de 1914. El camino se proyectó con dos calzadas, o “fajas” según estipula el pliego correspondiente, y con una vía férrea entre ambas; según el contrato citado, la Contratista se obliga a realizar primeramente una sola de dichas “fajas”, la actualmente existente<sup>2</sup>. Un detalle importante del proyecto de camino, que pone de relieve la visión de futuro de los Ingenieros de entonces, consiste en que los dos cruces sobre vías férreas, existentes en los kilómetros 4,425 y 47,130, ambos sobre vías del entonces Ferrocarril Sud, se previeron en alto nivel. Del primero de ellos es del que nos estamos ocupando.

Para este puente, igual que para los otros puentes de 30,00 o más metros de luz existentes en el camino, se había previsto utilizar vigas metálicas de tipo parabólico, en este caso particular de 32,00 m. de luz y sin contraventamiento superior “debido a la oblicuidad del puente”, el que cruza las vías férreas formando con ellas un ángulo de 78°08’.

Varios hechos esenciales de la construcción, directamente vinculados a la calidad y durabilidad de las obras, el Pliego de Bases y Condiciones<sup>3</sup> los deja en manos del “Ingeniero Inspector de las Obras”, por ejemplo: indicar al Contratista cómo ejecutar los trabajos y las eventuales modificaciones a lo previsto (art. 19); controlar que las tareas sean ejecutadas según las reglas del arte (art. 20); controlar la calidad de los materiales y de la ejecución del hormigón (art. 41); definir la profundidad necesaria de las excavaciones “para llegar al terreno resistente” (art. 55); interpretar los planos de proyecto (art. 64); y aprobar los proyectos de los puentes de más de 10,00 m. de luz que debía presentar la Empresa y que no estaban incluidos en el contrato del 31 de mayo de 1911. Además, el plan de ejecución de los trabajos (art. 18) fue elaborado conjuntamente por el Contratista y el Departamento de Ingenieros y, aunque no queda dicho expresamente, con la directa participación del “Ingeniero Inspector de las Obras”. El “Ingeniero Inspector de las Obras” fue el Ingeniero Donato Gerardo.

Así las cosas, se construyó la faja prevista del camino y la totalidad de sus alcantarillas y estribos de puentes, habiéndose montado todos los puentes metálicos previstos menos uno, *el correspondiente al alto nivel del kilómetro 4,425*. Lo que ocurrió con este último fue lo siguiente: el encargo de la construcción de este último puente metálico del camino fue hecho a la casa proveedora de Namur (Bélgica), el 26 de julio de 1914, dos días después comenzó la guerra europea de 1914-1918 con lo que el acero fue declarado “material estratégico” y se prohibió su exportación, por otra parte, y debido a esta misma

---

<sup>1</sup> El Automóvil Club Argentino se fundó en 1904.

<sup>2</sup> Una acotación interesante: el Pliego de Bases y Condiciones de la obra estipula, en su artículo 9, que “en cualquier momento, dentro del término de dos años contados a partir del 1° de agosto de 1911, el gobierno podrá disponer la ejecución de la otra faja .... La construcción se hará dentro de un plazo de tres (3) años ...”

<sup>3</sup> El Pliego fue editado en 1913 en los Talleres Gráficos Gasperini y Ferreyra.

circunstancia, el precio del acero en el mercado local se elevó fuertemente<sup>4</sup>. Ante tal emergencia el Director del Camino, Ing. A. Tapia, le encargó al Ingeniero Donato Gerardi el proyecto de un puente en “cemento armado”. De tal modo, debido a una circunstancia fortuita, tuvo la Argentina su primer puente de hormigón armado.

Para hacerse una idea de lo revolucionario de la decisión tomada en tales circunstancias, conviene recordar que el primer texto conteniendo un método “serio” para el dimensionamiento del hormigón armado fue publicado por Emil Mörsch en 1902<sup>5</sup>, y que los primeros Reglamentos sobre la materia fueron el Suizo de 1903, el Alemán de 1904 y el Francés de 1906.

## 1.2. El Ingeniero Donato Gerardo

Como resulta evidente de lo ya dicho, la incidencia del pensamiento del Ingeniero Donato Gerardo (1886-1962) en el proyecto, cálculo y control de la ejecución del puente que nos ocupa, fue esencial. Una consecuencia innegable de la solvencia técnica con que desarrolló estas tareas en su totalidad, es la sorprendente durabilidad que tuvo y tiene la obra. Interesa entonces saber, aunque sea a grandes rasgos, quién fue el Ingeniero Donato Gerardi y que formación tuvo.

Se recibió de Ingeniero Civil en 1910, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, a los 24 años, y casi de inmediato se incorporó a la administración pública, primero en el Municipio de Morón y luego en la Dirección de Hidráulica, Puentes y Caminos del Ministerio de Obras Públicas de la Provincia de Buenos Aires. Repartición en la que trabajaba cuando proyectó el puente que nos ocupa y de la que llegó a ser Director. Luego pasó a ser Director de Obras Sanitarias de la Provincia hasta su jubilación en 1943.

Paralelamente fue un hombre de la Universidad Nacional de La Plata, en cuya Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas fue Profesor, primero de Caminos y luego de Ensayo de Materiales, cátedra esta última en la que permaneció hasta su retiro en 1946. Resulta interesante hacer constar que, en esta Facultad, la enseñanza del hormigón armado comenzó en 1912, y se lo hacía siguiendo esencialmente las ideas de Mörsch y de otros ingenieros alemanes. Incluso, según figura en el programa de la materia, uno de los trabajos prácticos de aquel entonces consistía en el “proyecto de un puente en arco de hormigón armado”.

## 1.3. El Congreso Nacional de Ingeniería de 1916

Una descripción completa del proyecto del puente y de su proceso constructivo, incluyendo el de los elementos accesorios como puente de servicio y cimbras, fue presentado por el Ingeniero Gerardi al Congreso Nacional de Ingeniería de 1916. En esta memoria, en la que se incluyen muchos datos que se transcriben en el presente trabajo y que se verán más adelante, resultan significativos algunos de los comentarios que su autor incluye en las mismas, los más significativos de los cuales son los siguientes:

*“Es indudable que los tipos de puente en cemento armado acabarán por imponerse en aquellos trabajos que por su naturaleza especial, como en la construcción de los caminos y ferrocarriles, requieren una serie de obras iguales, con lo que se economizaría madera para los encofrados ...”*

---

<sup>4</sup> De \$325 a \$400 la tonelada (23%), lo que para la época era una exorbitancia.

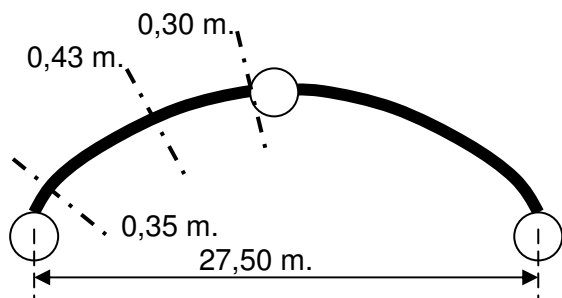
<sup>5</sup> Edición original de la casa constructora Weiss y Feytag; hay traducción al castellano de INTEMAC S.A.

*“Existe un gran obstáculo para que estas obras tomen el vuelo que por su bondad les correspondería y es el elevado precio del cemento en el país y cuya fabricación sólo espera los capitales necesarios, ya que se tienen los materiales aptos para esa industria ....., conviene hacer notar que empresas de esa índole estarían perfectamente encuadradas dentro de las misiones de los gobiernos (a semejanza de la instalación por parte del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires de la fábrica de pedregullo de Sierra Chica), pues la mayor parte del cemento empleado en el país se emplea en obras públicas.”*

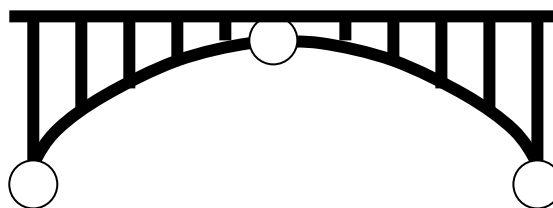
## 2. CRITERIOS DE PROYECTO Y CÁLCULO

Descartado el acero como material para la construcción del puente por los motivos señalados, las posibles opciones para sustituirlo eran la madera, el ladrillo, la piedra o el por entonces novedoso hormigón armado. De todos ellos el único en condiciones de ofrecer una solución equivalente a la del acero para salvar luces libres del orden de los 30,00 metros era el hormigón armado, de donde podemos deducir que se recurrió a su empleo pues permitía imaginar una solución técnicamente novedosa, estéticamente agradable y encuadrada en los márgenes económicos previstos. Esto está indicando a las claras, además, que nuestros ingenieros de entonces estaban y se sabían capaces de recurrir a los materiales más modernos para solucionar los problemas que se les planteaban, aun cuando nunca se los hubiese empleado en el país, y sin necesidad de recurrir a supuestos “expertos” u otro tipo de “vendedores de humo”.

Adoptado el material, la elección de la tipología estructural parece natural<sup>6</sup>: se optó por un arco que resulta una forma sumamente adecuada de trabajo para un material que, debido a la baja resistencia a tracción del hormigón, no está en condiciones de asegurar la protección de las armaduras de acero incluidas en su masa, más aun si estas son superficialmente lisas y estarán sometidas a la acción directa y permanente del humo de las locomotoras a vapor de la época. Además se lo proyectó triarticulado, es decir, isostático, pues, como se puede leer en la memoria de la obra, esto “permite tener una seguridad absoluta en lo que hace al resultado del cálculo de solicitaciones”<sup>7</sup>. Se proyectó entonces un arco de eje circular, triarticulado, de 27,50 m. de luz entre apoyos y de 3,10 m. de flecha (Figura 1), dejando un gálibo de 5,50 m por encima de las vías “por si se decidía electrificar el ferrocarril”.



**Figura 1**



**Figura 2**

<sup>6</sup> “Parece natural” si se supone que el proyectista es una persona inteligente y que está técnicamente preparado, que no son supuestos menores.

<sup>7</sup> Hay que tener en cuenta que en esa época se calculaba esencialmente “a mano”, es decir, con lápiz y papel.

Como el Proyectista era consciente de que la hipótesis de “arco triarticulado” sólo era una idealización y que la obra tenía factores como los siguientes que podían contradecir esta hipótesis: 1) existencia de los montantes, separados entre sí 1,60 m., y del tablero constituido por una losa continua apoyada sobre ellos (Figura 2)<sup>8</sup>; 2) la continuidad estructural que conlleva, como característica intrínseca propia, el material hormigón armado empleado, la que fue estrictamente respetada por el Proyectista según surge del comentario hecho al punto anterior; 3) la poca certeza de que los apoyos de hierro fundido efectivamente trabajaran como articulaciones; también efectuó el cálculo poniéndose en el otro extremo y considerando al arco como doblemente empotrado, situación en la cual, incluyendo efectos térmicos, llega a una presión máxima en los arranques de 102,7 Kg./m<sup>2</sup>, la cual, si bien supera las tensiones admisibles adoptadas, no resulta alarmante dada la desfavorable conjunción de efectos que le da origen. Cubiertos con suficiente seguridad ambos extremos, la obra no debía presentar sorpresas de ningún tipo una vez construida, cosa que la práctica demostró.

Las cargas de peso propio consideradas son las mismas que se utilizarían en la actualidad, por lo que no merecen ningún comentario, pero con las sobrecargas no ocurre lo mismo, pues si bien a la “multitud compacta” sobre veredas y calzadas se les adjudicó valores similares a los hoy empleados, 400 y 500 Kg./m<sup>2</sup> respectivamente, el tren de cargas que se adoptó (Figura 3.a) es muy inferior al que debería adoptarse si el puente se proyectase ahora (Figura 3.b), se tomaron 16 toneladas y hoy se deberían utilizar 60, y las carga que el puente soporta ahora son las de ahora y no las de 1916. Esto habla a las claras de las reservas resistentes con las que cuenta la obra, cosa absolutamente normal en el caso que se describe pues en ese entonces no había experiencia respecto de los verdaderos márgenes de validez de las hipótesis utilizadas.

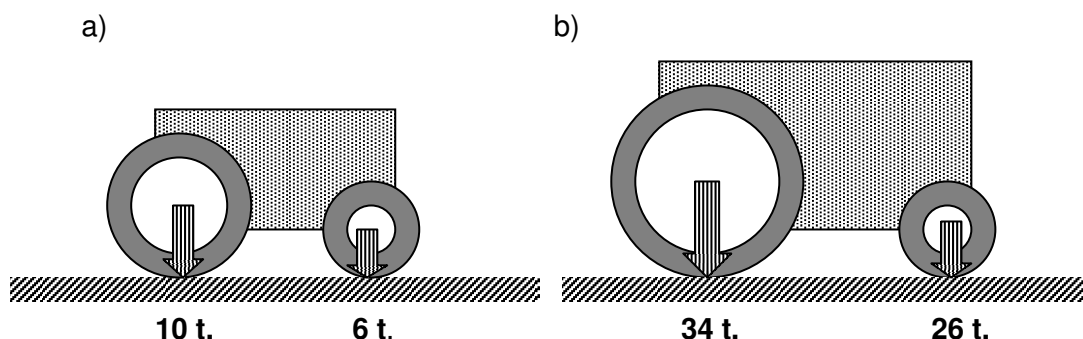


Figura 3.

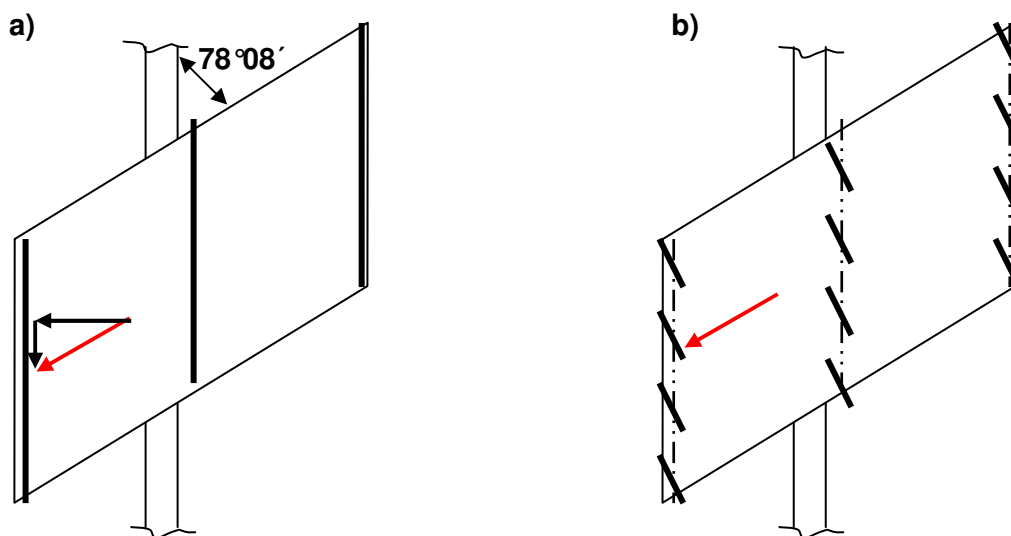
Los materiales básicos empleados en la fabricación del hormigón armado fueron:

- armaduras de acero común liso<sup>9</sup> de los siguientes diámetros: 5; 8; 10; 13; 19 y 22 mm. al que se hizo trabajar con una resistencia admisible a tracción de 1000 Kg./cm<sup>2</sup>
- dos diferentes tipo de hormigón, ambos conteniendo 0,4 m<sup>3</sup> de arena tipo oriental y 0,8 m<sup>3</sup> de piedra partida granítica, pero uno con 300 y otro con 400 Kg. de cemento. Las resistencias a compresión admisibles en servicio adoptadas fueron de 40 y 50 Kg./cm<sup>2</sup> respectivamente.

<sup>8</sup> Arco, montantes y tablero están vinculados efectivamente por armaduras colocadas a tal efecto.

<sup>9</sup> Las tenía en depósito la Dirección de Desagües de la Provincia.

Las articulaciones utilizadas están constituidas por un cilindro de hierro fundido de 0,20 m. de diámetro, que apoya sobre una “cama”, también cilíndrica y de hierro fundido, pero de 0,25 m. de diámetro, la superficie de contacto fue fresada. Siendo el puente oblicuo, el eje del camino forma un ángulo de  $78^{\circ}08'$  con el eje de las vías férreas, existen dos posibilidades constructivas: 1) colocar los apoyos con su eje paralelo a las vías, lo que los obliga a tener que equilibrar la componente paralela a su eje del empuje del arco (Figura 4.a); 2) colocarlos escalonadamente, de forma que la resultante tenga la dirección general deseada, pero los segmentos individuales, al ser perpendiculares al empuje del arco, no estén sometidos a esfuerzos tangenciales paralelos a sus ejes (Figura 4.b).



**Figura 4**

El arco se proyectó con un espesor de 0,35 m. en los arranques; 0,43 m. en los cuartos de la luz; y 0,30 m. en la clave (mitad de la luz) (Figura 1). El hormigón más resistente (con más cemento) fue utilizado en los arranques y en la clave.

Respecto al proyecto y cálculo queda una última cuestión por dilucidar, sobre la que no hay indicios en la documentación disponible ¿Dentro de qué criterios, con qué escuela, o siguiendo cuál Reglamento se los ejecutó? Sólo había en aquel momento dos países, con bibliografía fácilmente accesible a los ingenieros argentinos, que poseyesen suficientes experiencia y conocimientos como para fundamentar el proyecto y cálculo de un puente en arco de hormigón armado con luz libre considerable: Alemania y Francia.

Alemania, porque la cátedra de “Construcciones de Hierro y Hormigón Armado” de La Plata, desde sus orígenes en 1912, pero principalmente desde que se transforma en “Construcciones de Hormigón Armado” y se hace cargo de ella el Ingeniero Julio Castiñeiras, en el año 1914, se desarrolló bajo la influencia de la escuela alemana, fundamentalmente Mörsch y el Reglamento de 1904. Recordemos que el Ingeniero Gerardi fue profesor en la misma Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas y en el mismo Departamento de Construcciones, por lo que su íntimo conocimiento de la escuela alemana no debe sorprender.

Francia, porque la Contratista del camino era una Empresa francesa, la Sociedad Franco Argentina de Caminos, la cual, por contrato, debía proyectar todos los puentes de más de

10,00 m. de luz, los que le eran pagados por separado, y presentarlos para su aprobación al Ingeniero Inspector de la Obras. Y, si bien se dijo que el resto de los puentes era de acero, los tableros de los mismos estaban constituidos por vigas metálicas transversales de acero entre las cuales se construía una losa de hormigón armado, apoyada sobre vigas longitudinales secundarias también de hormigón armado. Lo natural es suponer que estos elementos, proyectados por ingenieros franceses, lo hayan sido según el Reglamento francés de 1906. Por otra parte los criterios de doblado, por ejemplo el hecho de no emplear “barras levantadas” en los apoyos de la losa continua de tablero, cosa que los franceses históricamente no utilizan y los alemanes sí, y sí recurrir a las denominadas “barras flotantes”, que los alemanes históricamente han prohibido, llevarían a pensar que se trabajó con el Reglamento francés<sup>10</sup>.

Lo concreto es que, por uno u otro camino, los criterios de armado son coherentes y los esquemas y detalles de armadura completos y razonables. Esto, sin duda, ha ayudado enormemente a la durabilidad de la obra.

### **3. CRITERIOS CONSTRUCTIVOS**

El cemento utilizado en la fabricación del hormigón, cuyo origen no se menciona, fue ensayado en los laboratorios de la Dirección de Obras Sanitarias de la Provincia, obteniéndose los siguientes resultados de resistencia a tracción de la pasta de cemento puro: 45 Kg./cm<sup>2</sup> a 8 días y 63 Kg./cm<sup>2</sup> a 28 días; la resistencia a la adherencia fue de 50 Kg./cm<sup>2</sup>. No hay constancia de que se hayan efectuaron ensayos sobre el hormigón, ni en estado fresco ni una vez endurecido.

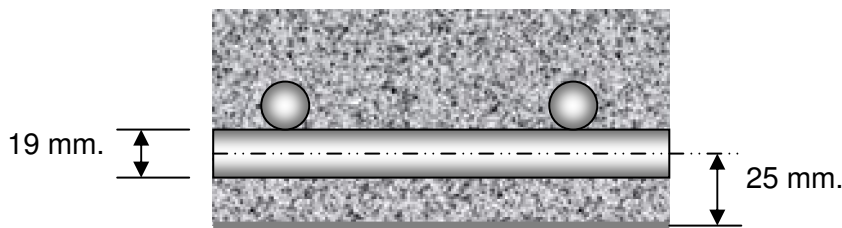
Los aceros se ensayaron en los laboratorios de la Municipalidad de Buenos Aires, obteniéndose una resistencia promedio a tracción pura de 4.039 Kg./cm<sup>2</sup>; lo que implica que se trabajó en ellos con una seguridad de 4.

Los empalmes se ejecutaron superponiendo dos barras, ambas con ganchos en sus extremos, una longitud de 20 diámetros, y atándolas fuertemente con alambre. Debe hacerse notar que, según lo indicado en planos, todos los empalmes se efectuaron en las mismas secciones, lo que hoy en día no es aconsejable.

No hay mayores indicaciones sobre los recubrimientos de las armaduras, pero en uno de los planos (Figura 5) se indica un valor de 15 mm. para las barras de 19 mm. del intradós del arco, lo que parece insuficiente. En esta zona se observan en la actualidad procesos de corrosión en las armaduras y zonas descascaradas (Figura 8). En estas zonas descascaradas el recubrimiento, al día de hoy, es del orden de 0,01 m. En las caras superiores del arco (extradós) y de la losa de tablero, se compensó este defecto recubriéndolas, inmediatamente después de su hormigonado, con una capa de hormigón “común” (1:3:5) de 5 centímetros de espesor.

---

<sup>10</sup> Que, por otra parte no debe haber sido de gran ayuda pues no contaba con más de cuatro páginas.

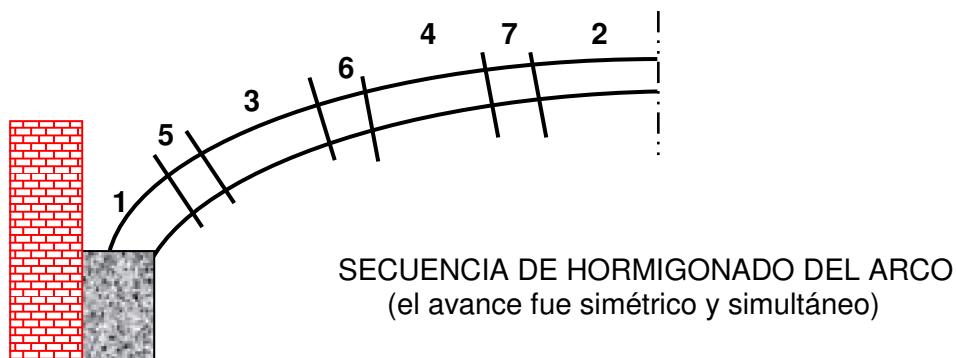


**Figura 5.**

#### 4. PROCESO CONSTRUCTIVO

Terminado el proyecto, cuyos planos de obra son de una precisión y un nivel de detalles notables, debía comenzarse la construcción, pero la Empresa Contratista, de origen europeo, adujo dificultades financieras debido a la guerra en ese continente y no aceptó la encomienda. Ante tal emergencia, la Dirección de Hidráulica, Puentes y Caminos de la Provincia obtuvo autorización del Poder Ejecutivo para construirla por administración, con un costo tope de \$50.000 m/n. En estas condiciones, la construcción del puente se inició en octubre de 1915, siendo su Inspector el Ingeniero Donato Gerardi, y finalizó en mayo de 1916; es decir que la construcción duró siete (7) meses incluidos los días de lluvia. El costo total de obra fue de \$48.681,85 y se colocaron 179 m<sup>3</sup> de hormigón armado.

Una vez terminada la construcción del puente de servicio y de la cimbra que daba sostén al encofrado, y de este mismo, el día 8 de febrero de 1916, por la tarde, se comenzó el hormigonado del arco. La tarea se inició simultáneamente desde los dos extremos y se hormigonó por sectores (Figura 6), cuya extensión y secuencia fueron expresamente determinadas para cumplir con los objetivos siguientes: 1) reducir al máximo la deformación de la cimbra; 2) sólo completar el arco a último momento, de forma de evitar deformaciones no queridas en el mismo.



**Figura 6.**

Entre los sucesivos sectores hormigonados, indicados en Figura 6, se dejaron juntas de aproximadamente 0,025 m. las que fueron selladas a último momento, el día 14 de febrero por la tarde, con lo que recién entonces el arco comenzó a trabajar como tal (Figura 1). De esta forma se pudieron evitar al máximo los efectos que sobre el arco tienen los descensos de apoyos y las deformaciones de la cimbra. A partir de este momento se cubrió el hormigón



Respecto a las articulaciones de hierro fundido, la Memoria de cálculo indica que se actuó de la siguiente manera: *“finalmente se procedió al relleno de las articulaciones con mezcla de cemento en la proporción 1:1,5 a fin de protegerlas contra la oxidación, dejándole una junta elástica de corcho, de un espesor de 1 cm. envuelta entre dos láminas de zinc número 8. Para impedir que penetrara el agua por estas juntas en la clave y los arranques, se le cubrió la parte superior con otras dos láminas de zinc”*

Como verificación de la coincidencia entre el cálculo de la estructura y los resultados obtenidos en la realidad, se midieron una serie de deformaciones de las cuales sólo daremos una a título de ejemplo representativo: el descenso real de la clave del arco, a los cuatro (4) meses de terminado el puente y con una variación de temperatura de 25°C, fue de 0,00276 m. y el calculado de 0,0223 m. Si se tiene en cuenta que en esa época no se conocía con certeza el comportamiento reológico del hormigón (fluencia y retracción), ni se tenían nociones claras sobre Mecánica de Suelos, el resultado obtenido es más que aceptable.

## 5. ESTADO ACTUAL

Sólo se observa una generalizada corrosión de las armaduras en el intradós del arco (Figura 8), en donde al reducido espesor del recubrimiento (en la realidad del orden de 0,01 m.) se suma la exposición al humo de locomotoras, tanto de vapor como diesel, al que estuvo sometida esta parte de la estructura durante más de medio siglo. De todas formas, no se detectaron barras con reducción de la sección resistente superior al 10%.



ESQUEMA DE CORROSIÓN DE ARMADURAS  
EN EL INTRADÓS DEL ARCO

**Figura 8.**

La resistencia del hormigón en la actualidad, según los resultados del ensayo de testigos extraídos del arco (posiblemente en la zona en que se empleó el hormigón con 300 Kg. de cemento), es de 285 Kg/cm<sup>2</sup> (28,5 MPa).

Si se recalcula el puente con las sobrecargas actuales (2aplanadoras de 30 t. cada una) se llega a las siguientes solicitaciones en algunos de sus puntos clave:

**Tabla 1.**

ELEMENTO	SOLICITACIÓN EN EL HORMIGÓN Kg/cm <sup>2</sup>	SEGURIDAS	SOLICITACIÓN EN LA ARMADURA Kg/cm <sup>2</sup>	SEGURIDAD
Tablero	61,6	4,63	1.548	2,61
Clave del Arco	37,0	7,70	-----	

Como puede observarse, pese a que se superan los valores adoptados como admisibles en el cálculo original, si se aplican los criterios modernos<sup>11</sup> se encuentra que la seguridad es más que suficiente.

## **6. CONCLUSIONES**

El proyecto y construcción de esta obra singular marca algunos hechos significativos, tanto en lo referente al papel del Ingeniero en el desarrollo social, es decir, a cuál debería ser la misión específica del proyectista de obras, del constructor de las mismas y de los funcionarios del Estado vinculados a ellas, cuanto a los procedimientos específicos de toda tarea de proyecto bien realizada. Al cumplimiento efectivo de todas estas funciones específicas de los Ingenieros habrá que volver, si se aspira efectivamente a tener un futuro mejor y, además, definido por nosotros mismos sin presiones indebidas ni imposiciones inaceptables.

### **6.1. Respecto a la función social del Ingeniero**

- 1) Se proyectó un camino de doble mano que permitiera, para esa época y para muchos años por delante, tener un tránsito y un tráfico automotores fluidos, rápidos y eficientes. La idea sólo se concretó más de ochenta años después, con la construcción de la Autopista La Plata – Buenos Aires, la cual, casi desde su inauguración resulta evidentemente insuficiente. Imaginar el futuro con acierto, para que cuando llegue se tengan preparadas las herramientas que permitirán resolver los problemas que ese mismo futuro acarreará, es una tarea insoslayable del Ingeniero.
- 2) Se evitaron las intersecciones a nivel entre el camino y las vías férreas, dando por sentado que, en un futuro no lejano, ambos sistemas deberían trabajar en conjunto y sin interferirse, posibilitando así un armónico y desahogado desarrollo nacional; incluso se previó la posible electrificación del ferrocarril. Hoy, con el sistema ferroviario destruido por años de desaciertos<sup>12</sup>, y con caminos inseguros y completamente saturados en su capacidad de absorción de mayores volúmenes de transporte, nos encontramos con un país que afortunadamente crece mucho y seguramente seguirá creciendo, pero que no está debidamente preparado para hacerlo armónicamente. Más aun, por ejemplo, se estima que en los próximos 10 años se duplicará la producción

<sup>11</sup> Cosa que resulta lógica, dado que se están utilizando las cargas “modernas”.

<sup>12</sup> En el mejor de los supuestos.

agropecuaria<sup>13</sup>; corresponde a los gobiernos actuales resolver estos problemas de transporte de hoy y, fundamentalmente, de mañana; sin embargo por ahí se escuchan voces que, en lugar de hablar de la efectiva recuperación de los extensos tendidos de vías aun hoy existentes, ¡hablan de construir un “tren bala” entre Buenos Aires y Rosario!

- 3) La obra del camino se construyó dentro de los plazos previstos. En efecto, si a los 33 meses de obra indicados en el contrato, que no incluían los puentes de más de diez metros, se le agregan los días en que no se pudo trabajar por lluvia, y se tiene en cuenta que el último puente se encargó en julio de 1914, es decir, 35 meses después de iniciados los trabajos, que este era metálico, y que sus estribos de mampostería ya estaban contruidos para esa época, resulta evidente que el plazo de obra prácticamente se cumplió. Esto debe adjudicarse por un lado, por supuesto, a la responsabilidad de la Empresa Contratista, pero, por otro y fundamentalmente, a la eficiencia y eficacia de una administración de obras de ingeniería que tenía muy en claro su cometido: que los trabajos se hicieran bien y rápido.
- 4) Respecto al puente que nos ocupa hay tres lecciones que quiero recalcar:
  - a) Cuando un proveedor extranjero no pudo suministrar en tiempo y forma un bien necesario para el desarrollo nacional, no importa si deliberadamente o no, el Estado buscó de inmediato caminos alternativos que permitieran decidir por nosotros mismos nuestro futuro, sin atarlo a las decisiones o inconvenientes de nadie;
  - b) Cuando, decidido el cambio del puente original de acero por uno de hormigón armado, material absolutamente novedoso para la época, la Contratista no se avino a realizarlo, el Departamento de Ingenieros emprendió la construcción por sí mismo y concretó la obra en un plazo que aun hoy sería destacable, demostrando así que el desarrollo futuro de la sociedad no podía ser frenado por las conveniencias, intereses o caprichos del capital privado;
  - c) Finalmente, la obra se construyó en término y, cosa que hoy parece de ciencia ficción, dentro del presupuesto autorizado.

Todos estos logros no implican ningún misterio o secreto, simplemente se debe contar con hombres probos, bien formados y conscientes de sus responsabilidades sociales y de las limitaciones de los conocimientos de cada época.

## **6.2. Respecto a la tarea específica de los Ingenieros Projectistas y Constructores**

- 1) Buscar una tipología estructural que se adapte de la mejor forma posible al material a utilizar y que responda adecuadamente al problema que debe resolverse;
- 2) Tener bien en claro a partir de qué hipótesis se desarrollan los cálculos, y verificar que la obra que se proyecta caiga dentro de los límites de validez de los mismos; caso contrario, efectuar las verificaciones que corresponda, teniendo en cuenta todas las posibles variantes que puedan existir en el cumplimiento de dichas hipótesis por parte de la estructura;
- 3) Preparar planos de obra completos y con todos los detalles e indicaciones necesarias y suficientes como para la que la obra que se ejecute responda en su funcionamiento a la imaginada por el proyectista;
- 4) Efectuar un prolijo y completo control de los materiales que habrán de utilizarse;

---

<sup>13</sup> Ver diario “Clarín”, de Buenos Aires, del día 30 de agosto de 2006.

- 5) Efectuar un completo y preciso control de las tareas atinentes a la construcción de la obra y cerciorarse de que la preparación de los operarios necesarios sea por lo menos la adecuada;
- 6) Finalmente, una lección de solvencia profesional: se estaba trabajando con un material nuevo cuyos límites de aplicación eran aun desconocidos en su gran mayoría, para compensar esto y no correr riesgos indebidos, se complementó a las hipótesis utilizadas, referentes al trabajo resistente del material, con una serie amplia de ensayos de los materiales a emplear y de análisis de qué pasaría si dichas hipótesis no fuesen cumplidas por el hormigón armado en la obra proyectada. La inusual permanencia de la obra en condiciones de servicio, constituye una muestra clara no sólo de la seriedad profesional y de la capacidad creativa puestas en juego para materializarla utilizando procedimientos de cálculo bastante limitados y rudimentarios frente a su complejidad, sino, además, de que si se actúa con seriedad teórica y creatividad razonada es posible avanzar hacia nuevas concepciones sin correr riesgos innecesarios en la enorme mayoría de los casos.

Muchas de estas últimas seis conclusiones parecen verdades de “Pero Grullo”. Tal vez lo sean. Pero si en la práctica profesional se cumplieran aunque sea sólo en una proporción razonable, no nos encontraríamos hoy con muchos de los problemas con los que nos encontramos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

[1] Gerardi, Donato: “Camino Afirmado de La Plata a Avellaneda”, editado por el Ministerio de Obras Públicas de la Provincia de Buenos Aires, La Plata, 1916.

[2] Di Maio, A.A, Lima, L.J, Longoni, R, y Traversa, L.P: “Present Strength and Serviceability Characteristics of a Reinforced Concrete Arch Bridge in Use Since 1916”, Troisième Conférence Internationale sur les Ponts en Arc, París, septiembre de 2001.

[3] Ley autorizando la construcción del ferrocarril y camino afirmado de La Plata a Avellaneda – Pliego de Bases y Condiciones para la Construcción del Camino de Granito con base de hormigón de cemento pórtland, Ministerio de Obras Públicas de la Provincia de Buenos Aires, La Plata, 1913.