

Revista de las principales publicaciones técnicas.

El nuevo puente sobre el Busento para la carretera nacional.

Extractamos en la presente nota la que publica el Ingeniero Orazio Lepore en el *Giornale del Genio Civile*.

Comienza dicha nota diciendo que el antiguo puente de madera existente sobre el río Busento en el interior de la ciudad de Cosenza, para el paso de la carretera nacional, fué destruído por la avenida del 13 de Octubre de 1871. En el año siguiente de 1872, fué sustituido por un puente metálico de tres tramos, pero la avenida del 18 de Diciembre de 1878 destruyó el pilar de la derecha y arrastró el tramo que en él se apoyaba. Posteriormente también el tramo central quedó resentido.

Tales daños se repararon provisionalmente, reconstruyendo el pilar y sustituyendo con una armadura de madera al tramo metálico destruído.

Promoviése entonces un vivo y largo debate acerca de los medios más oportunos para obviar los inconvenientes que con gran frecuencia tenían lugar, con daños para el puente y perjuicios para la parte baja de la ciudad, y durante cinco lustros alternaron, con varia fortuna, fieras polémicas y proyectos más

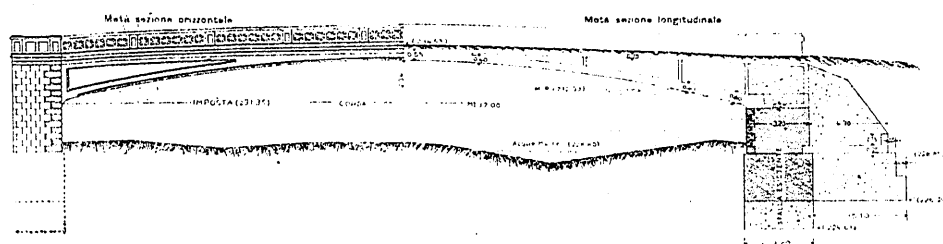
mento posterior de los cimientos para el anclaje de los hierros.

El plano de la carretera se proyectó con una pendiente media del 3 por 100 á la subida y á la bajada, y así en la mayor altura disponible se podía comprender casi todo el espesor necesario para el grosor del arco y para el pavimento, obteniendo una parte libre sobre la superficie de máxima avenida de 1 metro y 40 centímetros.

La anchura del puente se fijó en 9 metros, de los que 6 correspondían á la calzada y 3 á las dos aceras.

La luz, medida desde el borde de los estribos construídos era de 37 metros; la flecha resultó de 2,43 metros, y la relación correspondiente de $\frac{1}{15}$; lo que constituye, según el autor, la obra más atrevida que se ha intentado en cemento armado, hasta la fecha.

El Ministerio de Obras públicas de Italia, atendida la especialidad de la construcción, autorizó para que ésta se hiciera por un contrato particular; se hizo así porque, á causa de la limitada altura del arco, era necesario que el sistema de construcción que había de adoptarse fuese tal que hiciera intervenir en la resistencia á las varias sollicitaciones toda la estructura, lo que se obtiene exclusivamente con el sistema celular patentado Henne-



ó menos geniales, de modo que el problema aparecía poco menos que insoluble ó la única solución debía dejar descontentos á todos.

Los proyectos estudiados fueron 14, de los cuales 10 correspondían á la Dirección de la Ingeniería civil y cuatro á la Administración técnica municipal. Pero ninguno de ellos satisfacía las condiciones requeridas, porque mientras las entidades locales y de la municipalidad se fijaban como punto capital en la parte estética y de comodidad del tránsito, por ser el puente sobre el Busento el más importante y frecuentado de la ciudad, se olvidaba lo necesario, que era tener en cuenta el régimen hidráulico del río, debiéndose dejar la máxima altura libre para el paso de las imprevistas y violentas avenidas, y esta altura disponible era limitadísima.

La cuestión parecía á punto de resolverse con la construcción de un puente metálico de arco parabólico, de 37 metros de luz y 6 de anchura, y se empezó la construcción de los estribos. Pero se renovó la polémica más viva y encarnizada, de manera que, después de construídos los estribos, se suspendió la construcción del arco y se volvió al estudio de los proyectos.

En estas circunstancias, Diciembre de 1912, asumió la dirección de las oficinas de Cosenza el Ingeniero autor de esta nota, á quien pareció que la única solución de tan debatido problema se encontraba en la construcción de un puente de cemento armado, utilizando, en cuanto fuera posible, la construcción ya hecha de los estribos.

Nació así la idea de un puente de cemento armado de una sola luz, con aceras al aire, utilizando los estribos ya construídos en el estado en que se encontraban, salvo algunas limitadas demoliciones necesarias para el apoyo de la armadura y un au-

bique, del cual es la única concesionaria en Italia la Sociedad Porcheddu ing. G. A., y con cuyo representante se siguieron las oportunas negociaciones, en virtud de las cuales, la Sociedad se encargó de la construcción del puente por el precio fijo é invariable de 95.000 pesetas, asumiendo la completa responsabilidad del proyecto y de la ejecución de las obras, garantizando, del modo más absoluto, la estabilidad de la obra, tanto en lo relativo á la naturaleza de los materiales, como en la resistencia de los estribos.

Las cargas que sirvieron de base para los cálculos del puente fueron: para la carga estática, 400 kilogramos por metro cuadrado, que corresponde á un gentío compacto sobre las aceras y la calzada; para la carga dinámica, el paso de dos apisonadoras de 20 toneladas y gentío sobre las aceras.

Por obligación contractual, la prueba estática debía realizarse sobrecargando la superficie del puente en el espacio comprendido entre los bordes de los parapetos con una carga uniformemente repartida de 600 kilogramos por metro cuadrado; primero en toda la longitud del puente, y sucesivamente en la mitad del mismo; y la dinámica haciendo pasar sobre el puente una apisonadora del peso efectivo de 18 toneladas, mientras que las aceras se cargarían con el peso uniforme de 600 kilogramos por metro cuadrado. Las flechas de inflexión no debían superar á un milésimo de la luz libre, y las flechas permanentes mantenerse en los límites consentidos por las disposiciones ministeriales.

La construcción se inició el 12 de Septiembre de 1913 y quedó terminada por completo el 6 de Abril de 1914.

El cemento fué suministrado por la fábrica de Bari; el cascajo y la arena, de naturaleza granítica, por el lecho del Busen-

to. Las proporciones fueron de 250 kilogramos de cemento por 0,40 metros cúbicos de cascajo y 0,80 de arena. El hierro provino de la herrería de la Ditta y tenía una sección especial patentada.

El intervalo entre los elementos de la armadura se rellenó con argamasa de cemento.

El descimbramiento de la bóveda se efectuó el 28 de Febrero de 1913, y se verificó un descenso, debido al asiento, de 21 milímetros en la clave y un milímetro en las impostas. En seguida, y lentamente, el asiento llegó a 27 milímetros, mientras que en el correspondiente a las impostas no se verificó ningún ulterior descenso.

Sucesivamente fué construido el pavimento de la calzada con dados de madera de encina inyectados de alquitrán (patente Giussani) colocados con argamasa de cemento y arena a partes iguales en volumen.

Después de la construcción del pavimento, cuyo peso puede calcularse entre 140 y 150 kilogramos por metro cuadrado, la clave tuvo un ulterior descenso de un poco más de 3 milímetros.

La prueba estática se realizó en seguida, de conformidad con las prescripciones contractuales, sobrecargando el plano del puente, calzada y aceras, con una capa de tierra mezcla de arena y guijarros en una altura correspondiente al peso de 600 kilogramos por metro cuadrado. No habiendo sido posible tener a la disposición ninguna apisonadora para la prueba dinámica contractual, se permitió, con el consentimiento del Ingeniero que había de recibir el puente, sustituir a la apisonadora de 18 toneladas, seis carros de bueyes del peso de 4 toneladas cada uno, a los que se hizo maniobrar sobre el puente en varias ocasiones y en diversas formaciones.

Bajo la acción de la prueba estática se obtuvo una flecha elástica máxima de 2 milímetros y $\frac{1}{10}$ en la clave y de 0,00 milímetros como correspondencia en las impostas. Bajo la acción de la prueba dinámica se obtuvo una flecha máxima de un cuarto de milímetro en la clave y de 0,00 milímetros en las impostas. En ambos casos, una vez cesada la acción de las cargas, los flexímetros tornaron a cero, es decir, que no quedó deformación alguna permanente.

La regularización del lago de Lugano.

El lago de Lugano ó Ceresio, entre Suiza é Italia, tiene dos brazos principales, á una y á otra parte del monte San Salvatore.

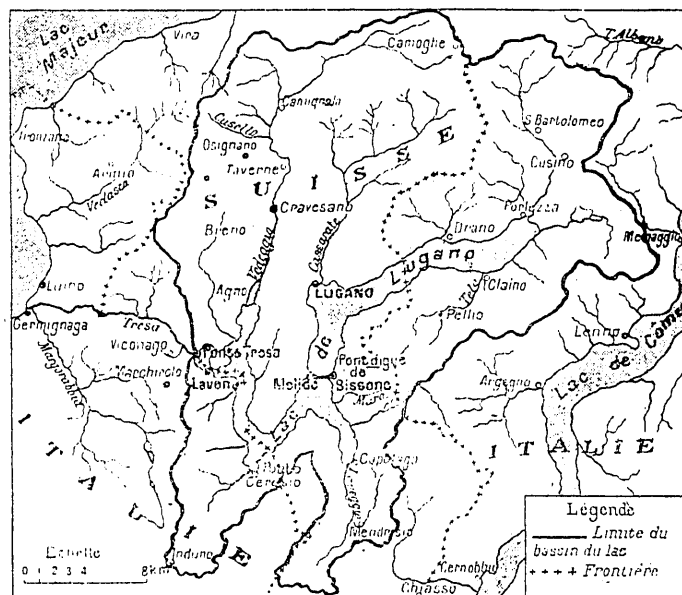
Su superficie total es 48,9 kilómetros cuadrados, de los que un 37 por 100, próximamente, pertenecen á Italia y el resto á Suiza.

La profundidad media es de 130 metros. El lago está dividido en tres regiones distintas por el puente-dique de Molide-Bissone y por el estrecho de Lavena, que cierra casi completamente el pequeño golfo de Ponte-Tresa, de cuyo fondo sale el Tresa.

El lago de Lugano se abastece con unos cursos de agua torrenciales de caudal muy variable; también su nivel mismo varía sensiblemente, así como el caudal de su desagüe, el Tresa. Un importante proyecto para regularizar el lago acaba de redactarse y publicarse por M. Ghezzi, Ingeniero del Servicio hidrográfico suizo. Desde hace cuarenta años, se habían estudiado ya un cierto número de proyectos, ya para regular el nivel del lago de Lugano, ya solamente para utilizar la fuerza hidráulica del río Tresa, por el cual el aliviadero del lago de Lugano se vierte en el lago Mayor, ya, en fin, para combinar estos dos efectos. También se habían otorgado algunas concesiones para la derivación de las aguas del Tresa, pero han sido abandonadas.

La altitud media del lago de Lugano es de 274 metros, mientras que la del lago Mayor es de 179 solamente. El caudal medio

del Tresa es de 24,83 metros cúbicos por segundo (mientras que el caudal teórico, correspondiente á la aportación de los afluentes del lago sería de 36,20 metros cúbicos). La utilización de la descarga del lago de Lugano produciría, pues, una cantidad de energía importante. Pero, independientemente de esta utilización, la regularización del régimen del lago es necesaria para mantener su nivel á pesar de las variaciones importantes de las aportaciones de sus afluentes. En efecto, en tanto que en ciertas épocas el caudal del Tresa desciende á 4 metros cúbicos, llega hasta á 233 metros cúbicos en el momento de las crecidas. Estas, por otra parte, han inundado á menudo las orillas del lago, y, principalmente, la ciudad de Lugano.



En 1910 se creó una Comisión italo-suiza para estudiar la regularización del lago, teniendo en cuenta las necesidades de la navegación y de la utilización ulterior de las fuerzas hidráulicas del Tresa. El proyecto redactado por la misma comprende las obras principales siguientes:

- 1.º La construcción de una presa fija, 18 metros agua arriba de Ponte-Tresa. La longitud de esta obra sería de 71 metros y su coronación estaría al nivel del cero del hidrómetro de Ponte-Tresa.
- 2.º La construcción de una presa móvil, adosada al puente sobre el Tresa, que se modificaría por consecuencia, y destinada á regular el caudal en las bajas aguas.
- 3.º La corrección del lecho del Tresa en su parte agua arriba, durante 3 kilómetros, próximamente, para rectificar el cauce del río y darle una pendiente uniforme de 2,5 por 1.000.
- 4.º El ensanche del estrecho de Lavena y el descenso del fondo hasta la cota de 271 metros.
- 5.º El descenso del fondo del lago bajo los arcos del puente-dique de Molide-Bissone. Este descenso facilitaría á la vez la corriente del agua de una región á la otra del lago y haría más fácil la navegación.

Estas obras proporcionarían las ventajas siguientes: el descenso de las más altas crecidas conocidas hasta ahora, en 1,04 metros en Ponte-Tresa, y en 1,06 en Lugano; la elevación del nivel del lago en las aguas bajas, en 29 centímetros; la posibilidad de navegar en todo tiempo por el estrecho de Lavena y bajo el puente de Molide-Bissone; en fin, el caudal mínimo extraordinario del Tresa pasaría de 4,5 metros cúbicos á 8 metros cúbicos por segundo.

La ejecución de este proyecto—dice *Le Génie Civil*, del que tomamos esta nota—que podría combinarse fácilmente con el aprovechamiento de las fuerzas hidráulicas del Tresa, constituiría una obra muy útil, cuya realización es de desear.