

19 al 22 por 100 del tonelaje total arrastrado (cifras americanas); el hecho tan importante de que la locomotora eléctrica no sólo puede desarrollar un esfuerzo tractor más elevado que la de vapor, sino conservar la plena potencia a *velocidad doble*; la disminución del peso por eje motor, que produce mayor tonelaje de los trenes, etc., etc., determina un notable aumento de la capacidad de tráfico de la línea, y proporcionalmente una disminución del número de trenes, o mayor rendimiento del personal de los mismos. Las estadísticas acusan las siguientes economías: Datos de la I. C. C. = 29 por 100. Promedio de los ferrocarriles ingleses = 75 por 100. Idem americanos (Estados Unidos) = 42 por 100. Ferrocarril de Chicago-M. St. Paul = 38 por 100. Idem Butte Anaconda = 21 por 100. La diferencia entre el primer valor y los siguientes es debida a que Mr. O'Brien tuvo además en cuenta los gastos del personal de talleres, estaciones, etc. Mas al pretender fijar un valor de esta economía aplicable a los ferrocarriles españoles, es preciso no olvidar que la limitada potencia de los ganchos actuales, los perfiles siempre accidentados de nuestras líneas, etc., llevan consigo una verdadera limitación en la composición de los trenes y en el posible aumento del peso remolcado, a tal punto que no es prudente pasar de 400 toneladas por tren. En estas condiciones—que seguramente persistirán mucho tiempo—forzoso es confesar que la economía que por la electrificación se obtendría en el personal de trenes sería muy pequeña. Causa por la que no la hemos incluido en los cálculos base de la obtención de las economías introducidas por la electrificación.

2.^a Hasta ahora sólo hemos hablado del tráfico en toneladas brutas. Pero si en una explotación por vapor *T* representa el tráfico bruto, en toneladas, el tráfico neto, o útil, podremos representarlo por *T'*. Al efectuar la electrificación, para el mismo tráfico anual bruto, las toneladas útiles habrán aumentado considerablemente, pues el peso muerto de carbón y agua que las máquinas llevan consigo desaparecen. Según los resultados de explotación de los ferrocarriles americanos, dicho peso muerto representa, por término medio, el 20 por 100 del tonelaje total bruto anual, lo que supone, evidentemente, otra economía más a tener presente en el cambio de sistema de tracción. Pero su valor no es fácilmente calculable más que en electrificaciones generales, siendo prácticamente inaplicable en electrificaciones parciales, de cortos recorridos, porque la explotación

sigue con el sistema mixto de vapor y electricidad. Así, pues, aunque reconociendo su gran importancia, no aparece en los cálculos de las economías por electrificación, lo que es indudable nos colocó una vez más en condiciones pesimistas sobre la tracción eléctrica, siendo por ello más digno de crédito cuantas consecuencias deduzcamos más adelante.

3.^a Si encontramos el valor medio de *a'*, *b'*, *c'*, *d'*, *e'*, tenemos para el promedio de las economías que la electrificación introduce en los gastos de tracción distintos del combustible un 56 por 100 de los gastos por vapor, valor que no se aparta mucho del encontrado por otros técnicos, y de los resultados de la experiencia. Así, en la electrificación de Pajares, la Compañía del Norte ha obtenido 47 por 100 en el recorrido de tractores; 73,5 por 100, en la conservación y reparación de locomotoras; 63 por 100, en el personal de conducción, lo que da un promedio de 61 por 100, en contra del 56 por 100 hallado por nosotros, diferencia explorable por el sentido restrictivo de nuestras hipótesis ¹.

Francisco JIMÉNEZ ONTIVEROS
Ingeniero de Caminos

¹ Estas cifras coinciden con las dadas por M. Parodi en sus últimas conferencias de Barcelona.

NOTA.—Coincidiendo con la aparición de mi anterior artículo, tercero de la serie de cuatro que sobre métodos expeditos para encontrar la conveniencia económica de una electrificación he publicado en la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, el Sr. Lucia, sin esperar, con extraña impaciencia, la terminación de mi trabajo, se creyó en el caso de dirigirme ciertos cargos, que el lector habrá apreciado la escasa relación que guardan con las breves y concretas observaciones técnicas expuestas en mis artículos, y su desproporción y contraste con el modo sereno, ponderado y objetivo con que he procedido.

Yo, por el contrario, estoy lejos de sentir tal impaciencia, y en el próximo número de esta REVISTA, si así lo decide su Comité de Redacción, recogeré en un breve comentario algo de lo dicho por el Sr. Lucia—todo no es posible, por no ser su campo propio el de estas columnas—, y en el que, casi era innecesario advertir, tendré muy presente la consideración y mesura que me merece todo compañero.

Instalaciones auxiliares llevadas a cabo para la construcción de la presa del Jándula

La presa del Jándula, de 88 m de altura sobre la base de cimientos y 230 de longitud en la coronación, almacenará un volumen de agua de 350 000 000 de metros cúbicos. La longitud del embalse llegará a ser de 28 km.

El macizo de esta presa equivale a un volumen de unos 315 000 m³.

Para ejecutar esta obra en tan corto plazo de tiempo como conviene ha habido necesidad de ejecutar trabajos previos e instalaciones auxiliares de consideración, de los cuales vamos a hacer una breve reseña:

Edificaciones para personal y servicios varios.— Por el plazo previsto para las obras, que se calculó en unos cuatro años, y por el emplazamiento de las mismas, alejadas de todo centro de población (distancia mínima, 33 km), era importante asegurar al personal unas condiciones de vida no solamente humanitarias, sino gratas. Se ha construido al efecto un grupo de edificios o pabellones, todos ellos de mampostería y cubierta de uralita, en número de siete, uno de los cuales se destina a oficinas técnicas

y administrativas, y los seis restantes, divididos a su vez en un cierto número de viviendas, al personal técnico y administrativo que tiene su residencia a pie de obra.

En el centro de este grupo se ha erigido un pequeño templo.

Asimismo se han edificado pabellones para capataces y Guardia civil, y viviendas de mampostería y uralita para alojamiento de obreros con sus familias y sin ellas, hospital, economato, restaurante, teatro y frontón de pelota.

Ha habido necesidad de construir 17 km de carretera, que enlaza las obras con la de Andújar a Puertollano.

Constituyen todas estas edificaciones un verdadero poblado, donde habitan unas dos mil personas, perfectamente dotado de aguas potables, alcantarillado, luz eléctrica y comunicación telefónica, enlazada a la red general de la Compañía Nacional de Teléfonos.

Hecho este ligero apuntamiento de las obras llevadas a cabo para alojamiento del personal y ofici

nas, enumeramos a continuación las instalaciones auxiliares que se aplican a la construcción propiamente dicha de la obra (fig. 1.ª):

Instalaciones eléctricas. — La energía es propor-

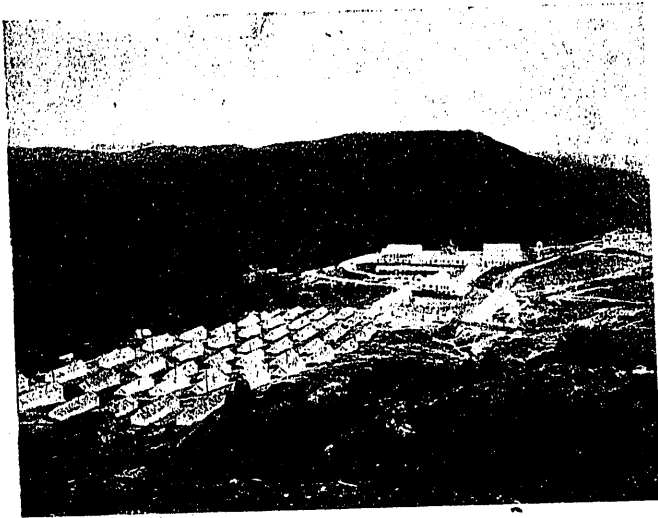


Fig. 1.ª

cionada en forma de corriente trifásica, a 22 500 voltios, por la Compañía Mengemor, para la que ha sido preciso tender una línea de enlace de unos 25 km de longitud.

Las instalaciones eléctricas de la obra se reducen a las siguientes:

Una subestación de transformación de 22 500 a 500 voltios, para los motores, que comprende dos transformadores de 500 kv-a cada uno, con su cuadro, aparatos de protección y de medida, etc.

Otra subestación transformadora de 22 500 a 125 voltios, de unos 30 kv de capacidad, para el alumbrado.

Redes de distribución para alumbrado y fuerza motriz.

Instalaciones de alumbrado público y particular, en oficinas y viviendas.

Instalaciones telefónicas. — Línea telefónica de enlace en Andújar (30 km) con la red general interurbana.

Central, líneas y teléfonos privados en distintas dependencias y sitios especiales de la obra, cuya comunicación rápida entre sí es de suma conveniencia.

Instalaciones de aire comprimido. — Hay dos, una en cada margen.

La de la margen izquierda comprende tres compresores, dos de ellos de 25 CV cada uno y otro de 40 CV, y la de la margen derecha un compresor de 85 CV.

Una extensa red de tuberías se extiende por toda la obra y canteras, para el servicio de perforación mecánica, aguzadora de barrenas, etc., etc.

Fábrica de grava y arena. — En la margen izquierda, y en el lugar señalado en el plano, funciona una importante instalación de quebrantación, que recibe de las canteras piedra de granito al tamaño máximo de 0,65 y produce la cantidad de grava y arena necesaria para una producción de 350 m³ de hormigón en jornada de nueve horas.

Se compone esta instalación de los siguientes elementos:

Una trituradora giratoria «McCully», con cono de acero al manganeso y cóncavos combinados, accionada independientemente por un motor de 50 CV.

Un tromel, de 1 m de diámetro y 2,50 de largo, que separa la grava de la arena y de los materiales intermedios que deben pasar a los cilindros, para producir arena nuevamente.

Dos juegos de cilindros trituradores, a una presión total de 80 toneladas.

Dos elevadores verticales y dos tromeles o cribas cilíndricas para trabajar después de los elevadores que recogen el producto de los cilindros y devuelven a éstos el rechazo que exceda de 10 mm.

Un motor eléctrico de 100 CV y transmisiones necesarios para el accionamiento de los anteriores mecanismos, alimentadores, etc.

Tres grandes tolvas para almacenamiento de grava y arena en cantidad aproximada de 300 m³, en previsión de cualquier parada eventual de la instalación anterior.

Estas tolvas están provistas de sus correspondientes reguladores para la carga y medida inmediata del material.

En la margen derecha se está procediendo al montaje de otra instalación análoga, pero con un solo cilindro, a fin de casi doblar la producción prevista.

Fábrica de «sandcement». — Comprende tres silos o tolvas para almacenamiento del klinker y de la arena de granito, componentes elementales del «sandcement», a los que se añade únicamente un 1,8 por 100 de sulfato de cal.

Un triple alimentador automático para obtener proporciones constantes (45 por 100 de klinker,

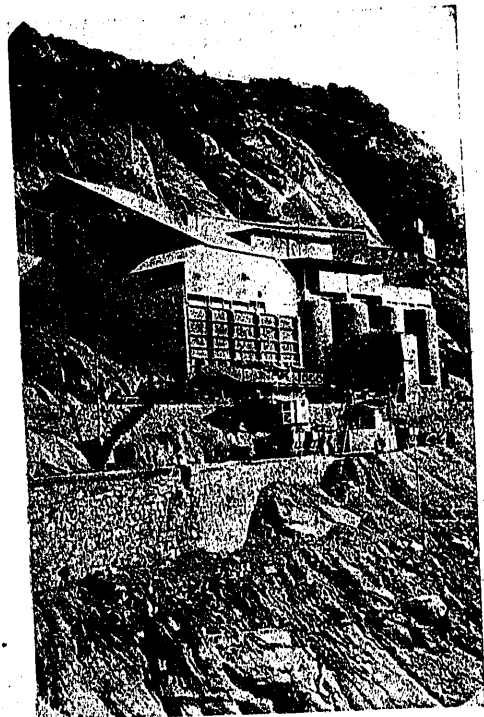


Fig. 2.ª

55 por 100 de arena de granito y 1,8 por 100 de yeso).

Un molino combinado, tipo «Compeb Mille», de 1,50 m de diámetro y 7 m de longitud, de dos compartimientos, uno de trituración, con bolas de acero

forjado, y otro de refino, con bolitas de acero al manganeso, accionado por un motor eléctrico de 200 CV.

La finura del molido es tal que no deja residuo de más de un 5 por 100 en tamiz de 4 900 mallas por centímetro cuadrado

Se está procediendo al montaje de un nuevo molino como el anterior, para doblar la producción, que alcanza actualmente la cifra de unas 75 a 80 toneladas diarias.

Cuatro silos de cemento armado, con cabida de unas 600 toneladas (fig. 2.^a).

Hormigoneras. — En planta inferior a las instalaciones anteriormente descritas están las hormigoneras.

Son tres, de 0,50, 0,75 y 1 m³, respectivamente.

Instalaciones de carga y transporte. — Para todos los movimientos de materiales, hormigón y bloques de piedra se han instalado dos grandes cables transportadores, con sendos cables tractores y elevadores y torres metálicas sustentadoras, de 25 m de altura, que pueden deslizar sobre carriles, en dos plataformas horizontales, una en cada margen, por encima de la coronación de la presa, y que cubren con todos sus movimientos toda la planta de la obra.

Estos cables transportadores pueden llevar hasta 5 toneladas. Su funcionamiento es perfecto, efectuándose todos los movimientos con mando eléctrico desde una cabina situada en la parte superior de las torres de una de las márgenes; son éstos, el de traslación de las torres, el del carro portador y el de ascenso o descenso de la carga transportada. En realidad desempeñan un papel análogo, en gran escala, al de los puentes-grúas que se usan en los talleres.

En una de las fotografías puede verse el aspecto de las torres de la margen izquierda.

La luz de los cables sustentadores es de 300 m. Velocidad de traslación del carro = 180 m/min; ídem de elevación de la carga = 40 m/min; ídem de tras-

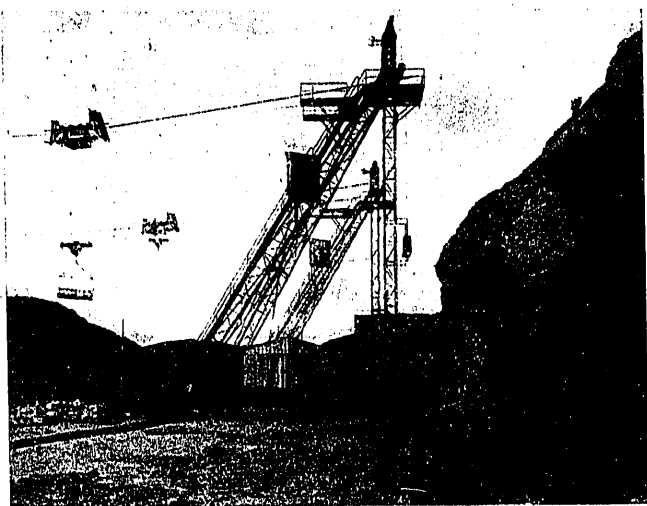


Fig. 3.ª

lación de las torres = 10 m/min. Rendimiento garantizado = 75 ton/h y grúa.

Además del transporte de materiales a la obra, se efectúan con ellas gran número de operaciones que exigirían gastos de consideración.

Así, por ejemplo, durante los trabajos de excavación en el lecho del río, tanto las bombas de agotamiento como las locomotoras, vagonetas, grúas y demás medios auxiliares se cambian de emplaza-

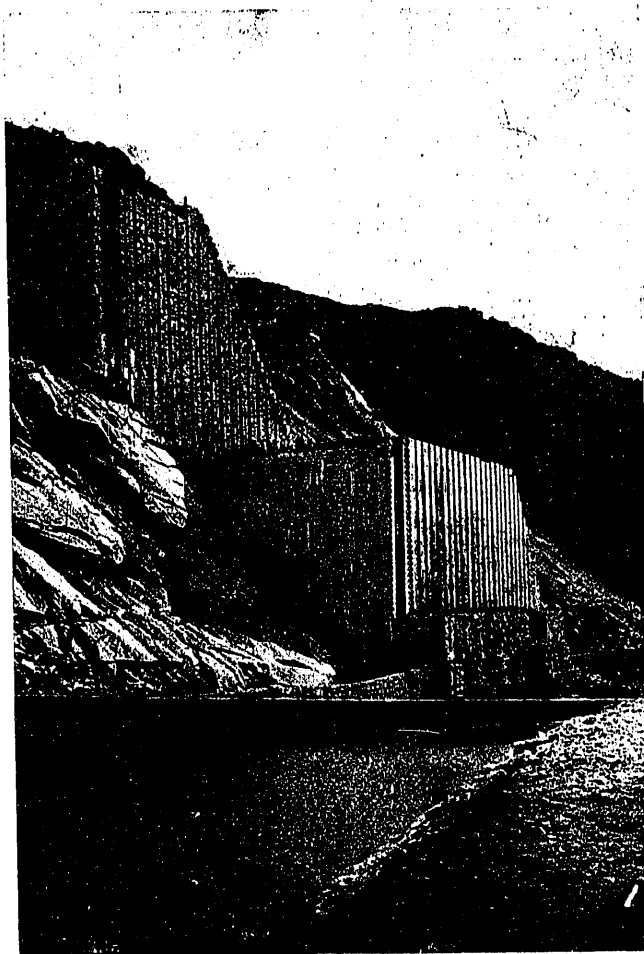


Fig. 4.ª

miento con una extraordinaria facilidad y, sin desmontarlas en todo ni en parte, se ponen a salvo de cualquier crecida (fig. 3.^a).

Se cuenta también con grúas eléctricas de radio de acción y potencias diversas.

Una grúa «Derrick», con accionamiento eléctrico de 20 m de longitud de pluma, con torno y motor de 34 CV, para ejecutar mecánicamente todos los movimientos de giro, elevación o descenso de la pluma y el de la carga, la cual puede alcanzar hasta 3 500 kg.

Dos grúas móviles de 5 000 kg, 9 m de alcance, con tres motores: de 30 CV para elevación, 8,5 CV para el giro y 12 CV para la traslación.

Otras dos grúas para 3 000 kg de carga, de 3 m de alcance, con elevación y giro eléctrico y traslación a mano.

Locomotoras. — Para el transporte de canteras y excavaciones se utilizan cuatro locomotoras, movidas por motor «Diesel» de 20 CV, con velocidades de 5 y 10 km/h, capaces de remolcar en horizontal y recta 67 y 27 toneladas, respectivamente.

Abastecimiento de aguas. — Para las necesidades de la construcción de la obra, así como para el abastecimiento de la zona, se ha llevado a efecto una elevación de agua, primero a un depósito de 160 m³, situado a una altura de 110 m sobre el lecho del río, y

todas las obras y las instalaciones auxiliares anteriormente descritas, con su red de distribución correspondiente, y otra elevación desde este depósito a otro con 100 m más de elevación, que domina el poblado, red de distribución, para fuentes públicas y servicios domésticos, etc.

Ambas elevaciones se hacen mediante grupos electrobombas de 15 CV, capaces de elevar 6 litros/s.

Talleres, fraguas y carpintería. — Como es natural, la conservación y entretenimiento de tan poderosos medios mecánicos como ha exigido la construcción de esta obra, ha habido necesidad de disponer talleres mecánicos y de carpintería apropiados a tales necesidades, a cuyo efecto se han dispuesto éstos con los aparatos precisos para atenderlas debidamente (fig. 4.^a).

Laboratorio de ensayos. — Tiene principalmente por objeto la constante comprobación de las características impuestas al «sandcement» fabricado.

Las pruebas que se efectúan se reducen a las siguientes:

- Finura de la molienda.
- Condiciones del fraguado.
- Variaciones de volumen de la pasta.

Resistencias a la compresión de pasta pura y morteros normales de 1 : 3 a los tres, siete, veintiocho días, a los tres meses y al año, elaborados con arena normal y arena dosificada de granito como la empleada en obra.

Pruebas de impermeabilidad de morteros y hormigones a presiones variables desde 10 a 50 atmósferas.

Se admite como grado de finura un residuo de 5 a 6 por 100 en tamiz de 4 900 mallas.

Como resistencia mínima a la compresión para morteros de 1 : 3 con arena de granito del Jándula, 220 kg/cm² a los veintiocho días.

Las resistencias observadas en los morteros elaborados con arena del Jándula son muy superiores, por cierto, a las de morteros elaborados con la arena tipo de Leucate.

Son verdaderamente interesantes también los resultados que se observan en las pruebas de impermeabilidad.

Pero todo esto podrá ser objeto de otro artículo, no teniendo éste otro que el que le ha servido de encabezamiento.

Carlos MENDOZA
Ingeniero de Caminos

PUENTE DE DUEÑAS

Antecedentes y descripción de la obra

A un kilómetro próximamente de la villa de Dueñas existía, sobre el río Pisuerga, en la carretera que

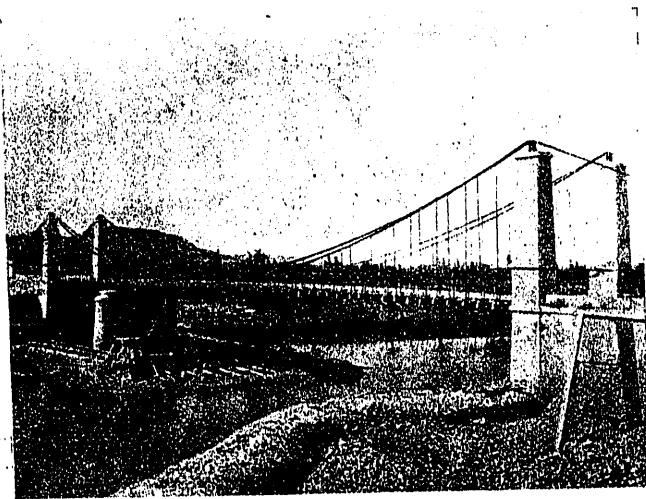


Fig. 1.ª Puente colgante y ataguía para la cimentación de la primera pila del nuevo puente.

va a Peñafiel, un puente colgado, construido en 1845, bajo la dirección del ingeniero de Caminos D. Andrés de Mendizábal.

La fotografía (fig. 1.^a) da idea completa de este puente antes de ser sustituido por el nuevo, del que se ve la primera pila y la ataguía que sirvió para su cimentación. Su luz era de 72 m entre paramentos de estribos, y su ancho se dividía en tres zonas: la central, de 4,12 m, para paso de carruajes y caballerías, y dos andenes, de 0,80 m.

La mala conservación de este puente, confiada a Ayuntamiento de Dueñas hasta 1874, y su mucho coste cuando se encargó el Estado, obligaron a sustituirlo por otro que respondiese a las modernas necesidades del tráfico.

El ingeniero que suscribe este artículo estudió varias soluciones: una de puente colgante rígido, otra con tramos metálicos y, finalmente, la de hormigón armado que se ha construido, por resultar la más económica.

Consta el nuevo puente de cuatro tramos de 18,54 m de luz, que descansan en tres pilas de hormigón en masa y en los estribos del puente antiguo, convenientemente reforzados y modificados. El estribo izquierdo se aligeraba con un pontón de 6 m.

Cada tramo se compone de dos vigas principales de alma llena y forma parabólica, con 1,47 m de altura en los extremos y 2,13 m en el centro, unidas en la parte inferior por diez y seis viguetas transversales, que sostienen un forjado corrido en toda la longitud del tramo. El espacio entre las viguetas

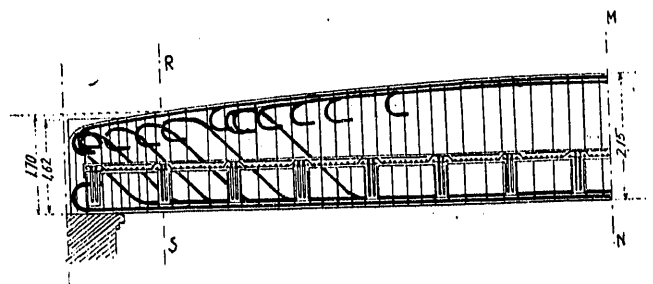


Fig. 2.ª Corte longitudinal por AB y CD de la fig. 2.ª bis

extremas de los tramos adyacentes se ocupa con un murete de hormigón sobre la pila respectiva.