

TEMAS CONSTRUCTIVOS

Obras en la alta montaña

La trinidad de circunstancias que concurren en los trabajos ejecutados en las regiones montañosas de altura: dureza de clima, dificultades de transporte e inconvenientes para encontrar personal y alojarlo convenientemente, hacen de aquéllos algo aparte de todo dentro del campo general de la construcción.

Buena parte de los trabajos hidráulicos que tienen por objeto creación de embalses o construcción de estaciones productoras de fuerza motriz, pertenecen de lleno a esta modalidad constructiva, que requiere sus especialistas. Son necesarios, para su realización, toda clase de medios de transporte, teniendo empleo adecuado cuantos utilizan los caminos usuales o requieren medios especiales como las vías de saca para explotaciones mineras o forestales, con su cortejo de planos inclinados, conducciones aéreas funiculares y toda clase de recursos de empleo más restringido. Nos limitaremos, por tanto, en esta nota a escribir algo sobre las obras hidráulicas en regiones de altura, en la seguridad de penetrar en campos de aplicación mucho más extensos.

En regiones de una extremada dureza es preciso suspender temporalmente las obras durante lo más crudo del invierno. En éstas, y aun en aquéllas donde el rigor máximo sólo obliga a una reducción de actividad, es preciso tener en cuenta, antes de hacer planes de organización de trabajo, un hecho experimental que, observado personalmente durante mi corta experiencia profesional, he visto comprobado en países diferentes como Francia y Suiza, donde afirman los constructores existe en la alta montaña un decaje de estaciones que hace diciembre más benigno que marzo, sin que abril valga noviembre. A fines de otoño y principios de invierno hace generalmente menos frío en la montaña que en el llano, invirtiéndose los términos al terminar el invierno y comenzar la primavera. Llegándose a dar el caso, en aprovechamientos con canal largo, de no existir sino una ligera concordancia entre las características climatológicas predominantes en ambos extremos de aquél: toma de aguas (enclavada en plena montaña) y central (orientada hacia el valle).

La escasez de mano de obra, unida a la necesidad de poner rápidamente en servicio las instalaciones con el doble objeto de satisfacer el cumplimiento de las obligaciones comerciales y de no prolongar la inmovilización de capitales, evitando su consiguiente aumento, obliga, en este caso, a la adopción de recursos mecánicos que permitan una ejecución rápida (1).

(1) Al hacer esta afirmación no siento plaza entre los teorizantes que, admirando muy justamente la creciente mecanización de los procedimientos constructivos en países industriales como Alemania, Suiza, Estados Unidos, etc., lamentan el atraso de nuestra técnica y olvidan la diferencia de premisas, que exige soluciones también diferentes al plantearse idénticos problemas en países distintos.

Dicha mecanización, al sustituir el hombre por la máquina, hace posible la realización de las empresas constructivas que se promueven en aquellos países, en progresión constantemente creciente, sin venir en algunos de ellos (Estados Unidos, por ejemplo, cerrados hoy día a la inmigración)

Se manifiesta tal necesidad de una manera particularmente apremiante al proyectar una organización como la exigida para construir en breve plazo el enorme volumen de fábrica que representa generalmente una presa de embalse, donde todos los problemas son pequeños frente al máximo de manutención y reparación de materiales. En otros casos, como la construcción de fábricas a lo largo de un canal de conducción, por ejemplo, en que la movilidad del tajo es su condición peculiar, será muchas veces preferible la fidelidad al primitivo sistema de transporte con machos o mulos, siempre dóciles al palo y económicos siempre.

Para dar una idea de la importancia que alcanzan los medios auxiliares en obras de la índole de las mencionadas anteriormente, repetiremos algunos ejemplos tomados entre lo más saliente de la actualidad europea.

Central hidroeléctrica de Barberine (Suiza)

A consecuencia del acuerdo federal de 1923, sancionando el programa de electrificación acelerada, quedaron sentados los principios que permitirán su realización para el año 1928.

El suministro de energía a la red occidental de los Ferrocarriles Federales está a cargo de las dos centrales escalonadas de Barberine y Vernayaz, que utilizan en dos veces las aguas del Eau Noire y algunos pequeños afluentes. La cuenca alimentadora de esta región alpina tiene un régimen muy variable, habiéndose creado un lago artificial para asegurar la compensación anual. Se ha cerrado, para ello, el valle de Barberine con un muro de 77 m de altura y 264 m de longitud en coronación, con un volumen total de 230 000 m³ de hormigón. El lago, cuyo nivel se encuentra aproximadamente a 1 800 m de altura, tiene 37 500 000 m³ de capacidad útil en los 55,5 m de desnivel aprovechable. El embalse y la conducción forzada están enlazados por un túnel, también en carga, de 2 350 m de longitud, aprovechándose en la central de Barberine un desnivel de 763 m. La tubería de carga ha sido calculada para un caudal má-

acompañados por otra igual en el número de hombres disponibles para ejecutarlas.

Equivale, además, a una mejora en las condiciones de vida del trabajador manual por cuanto desplaza su vida hacia los centros industriales donde disfruta mayores comodidades, permitiéndole, por intermedio de la máquina en cuya fabricación colabora, atender a múltiples trabajos sin necesidad de ir tras ellos con la casa auestas, como el caracol.

Adoptar en España la mecanización a ultranza, como pretenden algunos, equivale a mejorar la situación del ciudadano de la libre América (o de otro país que nos venda su material), mientras es una realidad pavorosa el problema español de los sin trabajo, que nuestra falta de estadística impide conocer en toda su desconsolada extensión.

Hoy por hoy, el motor humano es insustituible en España, económicamente, en muchas modalidades del trabajo, como consecuencia de la mano de obra barata y de la energía mecánica cara.

En la central de Vernayaz se utilizan aguas procedentes de:

b) Una derivación del Trient, captado ligeramente aguas arriba de la central de Barberine.

c) Otra derivación en las mismas condiciones de la anterior para las aguas del Eau Noire; esta última ha sido prevista, pero aun no emprendida.

Todos estos caudales reunidos se conducen libremente por un túnel de 7 km de longitud y pendiente

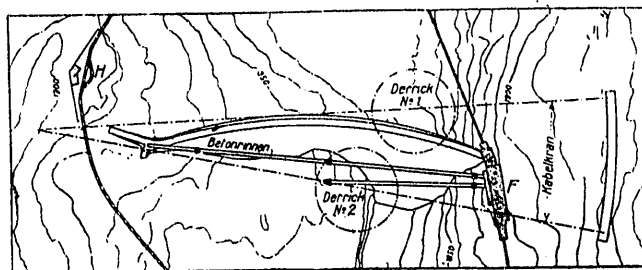


Fig. 2.^a Plano de las instalaciones de hormigonado empleadas en la presa de Barberine.
Betonrinnen, canales para hormigonar.—*Kabelkran*, grúa de cable ("Blondin").

túnel a presión de 2 km de longitud, que se continúa hasta la central de Vernayaz por la doble tubería de carga, que alcanza la presión máxima de 66 atmósferas. La capacidad de las instalaciones a partir del embalse compensador permite la utilización de 14 m³:seg, con los cuales se espera hacer frente a

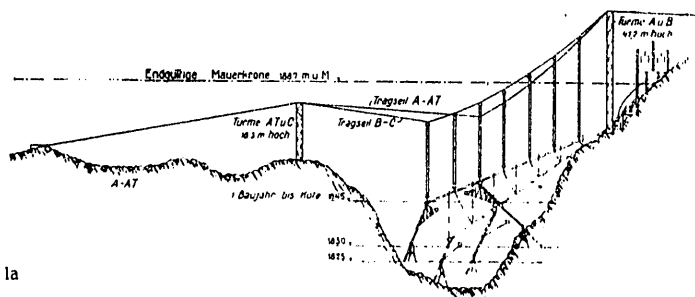


Fig. 3.^a Croquis de las instalaciones empleadas para el hormigonado de la presa de Barberine durante la primera campaña.

Endgültige Mauerkrone, coronación definitiva.—*müM*, metros sobre el nivel del mar.—*Türme*, torres.—*hoch*, altura.—*Tragseil*, cable porteador.—*Baujahr bis Kote*, obra ejecutada en el año hasta la cota.

las necesidades de la tracción, sumamente variables de un instante al inmediato.

Los trabajos anejos a la central inferior están muy

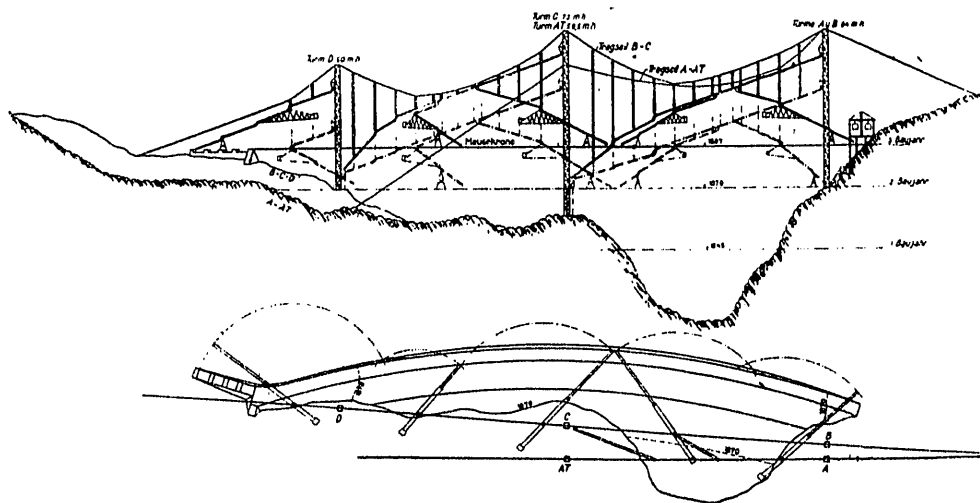


Fig. 4.^a Aspecto de las instalaciones de hormigonado de la presa de Barberine durante la segunda y tercera campañas.
Turn. torre.—*Tragseil*, cable porteador.—*Mauerkrone*, coronación del muro.—*Baujahr*, año de obra.

de 0,22 por 100, capaz para 7,7 m³:seg, hasta un pequeño embalse compensador de 40 000 m³ conseguido con ayuda de una presa pequeña de hormigón armado, donde se suman a estas aguas las:

d) Procedentes de la derivación de un pequeño afluente.

De este pequeño embalse mencionado arranca un

adelantados, habiéndose puesto en servicio la superior.

Es precisamente la descripción somera de los medios auxiliares puestos en juego para ejecutar la presa del embalse superior el objeto de esta descripción, por ser en dicha parte de los trabajos donde mayormente se exaltan las características



Fig. 5.ª Un aspecto de las líneas de transporte funicular empleadas para el acarreo de materiales durante la construcción de la presa de Barberine.

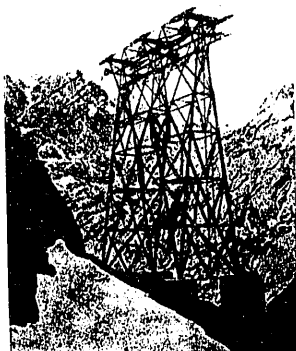


Fig. 6.ª Castillete de una línea de transporte de las instalaciones de Barberine.

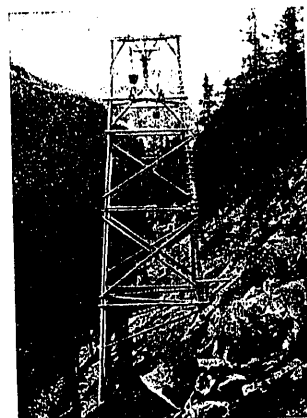


Fig. 7.ª Otro detalle de los recursos empleados para el transporte de materiales en las obras del embalse de Barberine.

constructivas que comentamos en estas cuartillas. En la figura 1.ª se detalla la totalidad de las vías

La figura 2.ª muestra el plano de conjunto de las instalaciones empleadas para conseguir el rápido hormigonado del macizo, detallándose en las figuras 3.ª y 4.ª las instalaciones elevadoras y repartidoras del

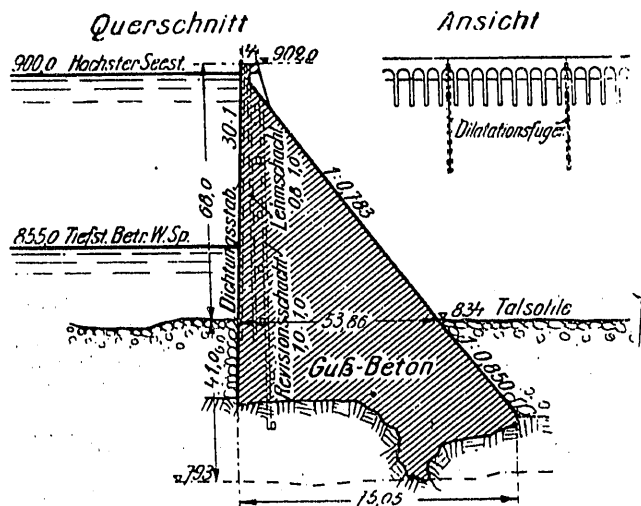


Fig. 8.ª Sección de la presa de Innerthal de las instalaciones del Waggithal.

Querschnitt, sección transversal.—Ansicht, alzado.—Dilatationsfugen, juntas de dilatación.—Hochster Seest, más alto nivel embalsado.—Tiefst(er) Betr(ieb) W(asser) Sp(iegel), nivel inferior utilizable.—Guss-Beton, hormigón colado.—Leimschacht, pozo de drenaje.—Dichtungsstab, enlucido armado.—Revisionschacht, pozo de inspección.—Talsohle, lecho del valle.

de comunicación utilizadas: caminos carreteros, planos inclinados, vías férreas y cables transportadores.

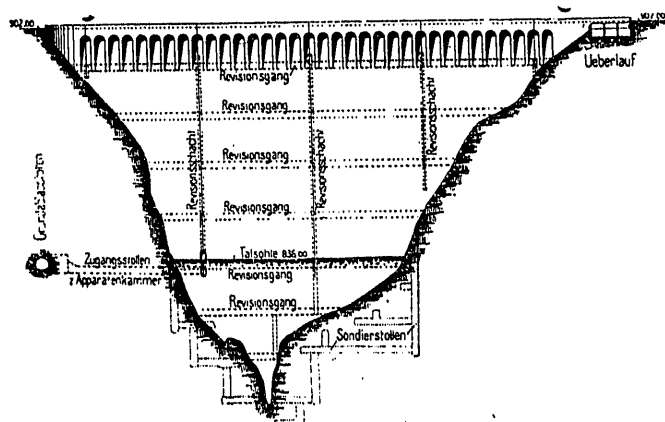


Fig. 9.ª Sección transversal de la garganta del Waggithal en el sitio de la presa.

Grundablassstollen, Desagüe de fondo.—Zugangsstollen zu Apparatenkammer, galería de acceso a la cámara de aparatos.—Sondiersstollen, galería de sondeo.—Revisionschacht, pozo de inspección.—Revisionsgang, galería de inspección.—Talsohle, lecho del río.—Ueberlauf, aliviadero de superficie.

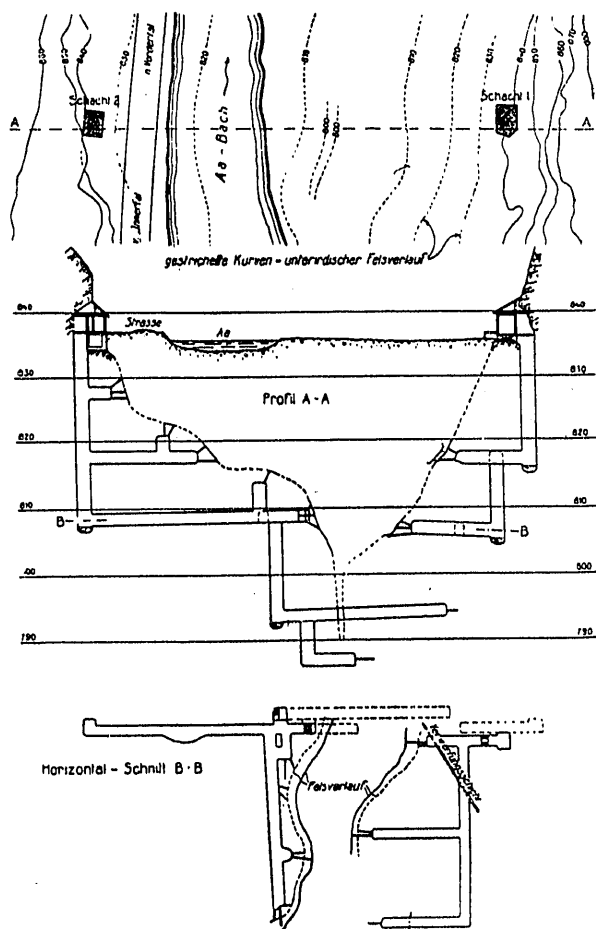


Fig. 10 Croquis de los estudios realizados para el reconocimiento de las condiciones geológicas y topográficas en el lugar escogido para la construcción de la presa del Waggithal.

Aa-Bach, arroyo Aa.—Schacht, pozo.—gestrichelte Kurven-unterirdischer Felsverlauf, curvas de trazos del perfil rocoso subterráneo.—Schnitt, sección.

hormigón en las tres etapas anuales de dicha construcción.

Con la excepción del paramento de agua arriba, ejecutado con hormigón de 300 kg de cemento por m³, el resto de la obra posee mezclas con 250 kg de material aglomerante, de los que 20 kg son cal grasa,

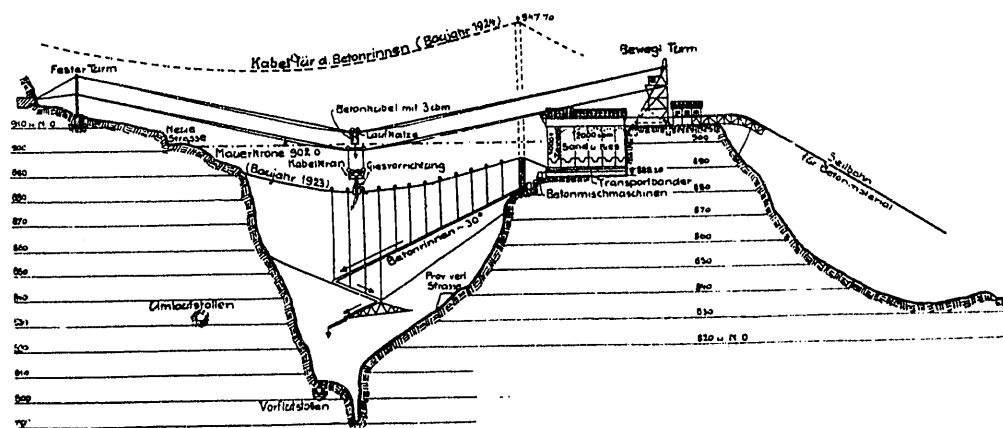


Fig. 11 Esquema de los medios auxiliares utilizados para hormigonar la presa del Waggithal.

Kabel für d. Betonrinnen, cable para las canales del hormigón.—Bewegl. (iche) Turm, Torre móvil.—Seilbahn für Betonmaterial, cable transportador para los materiales componentes del hormigón.—Sand u. Kies, arena y grava.—Zement, cemento.—Transportbänder, cinta transportadora.—Betonmischmaschinen, hormigoneras.—Proz. verl. Strasse, camino para el acarreo de provisiones.—Fester Turm, torre fija.—Neue strasse, camino nuevo.—Kübel, cubeta.—Laufkatze, carro corredizo.—Kabelkran, grúa de cable ("Blondin").

añadida al cemento para obtener un grado superior de deslizamiento por las canales repartidoras. Esta condición era tanto más importante cuanto que, existiendo un solo taller para elaborar hormigón, buena parte de éste debió sufrir dos y hasta tres elevaciones y descensos sucesivos antes de su puesta en obra. En las figuras 5.^a, 6.^a y 7.^a pueden apreciarse las características de los medios de transporte empleados

de un puente de servicio, como indican las figuras 15 y 16.

Podríamos multiplicar los ejemplos de instalacio-

Embalses de Innerthal y Rempen de la instalación del Waggithal

La presa superior (fig. 8.^a), de mas de 100 m de altura y unos 170 m de longitud en coronación, ha



Fig. 12 Aspecto general de la garganta del Waggithal durante la primera campaña de hormigonado de la presa de Innerthal.

sido objeto de muy detallados estudios previos de reconocimiento en el lugar escogido para su construcción (fig. 9.^a), algunos de los cuales se comprenden fácilmente con el solo examen de los croquis que detalla la figura 10.

La figura 11 muestra un esquema de las instalaciones empleadas para el hormigonado, que aclaran igualmente las figuras 12 y 13.

El dique de Rempen (fig. 14), de dimensiones mucho más reducidas, ha sido hormigonado con ayuda

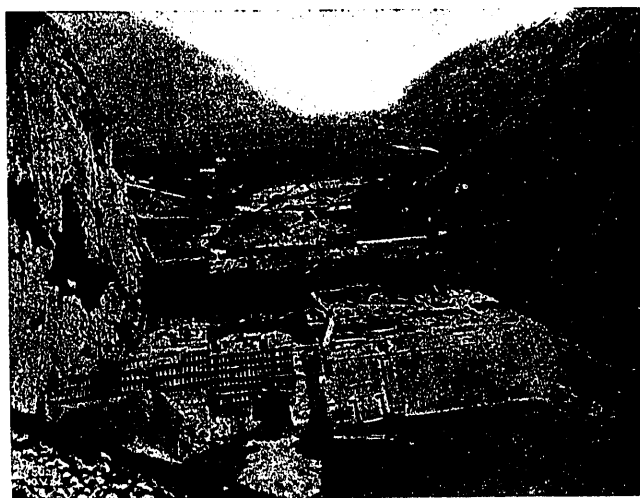


Fig. 13 Estado de las obras del embalse de Innerthal un año después de fecha en que fué obtenida la fotografía de la figura 12.

nes análogas de una manera casi indefinida y ciertamente estéril en razón de su misma semejanza. La

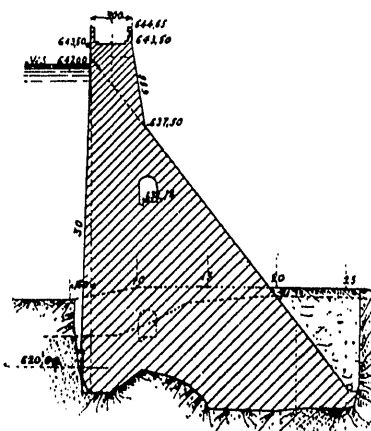


Fig. 14 Sección transversal del dique de Rempen.

característica principal en este tipo de trabajo es la aparente desproporción de los medios auxiliares, cuyo

importe alcanza un tanto por ciento importantísimo del presupuesto total.

La intensa localización del tajo hace económicos

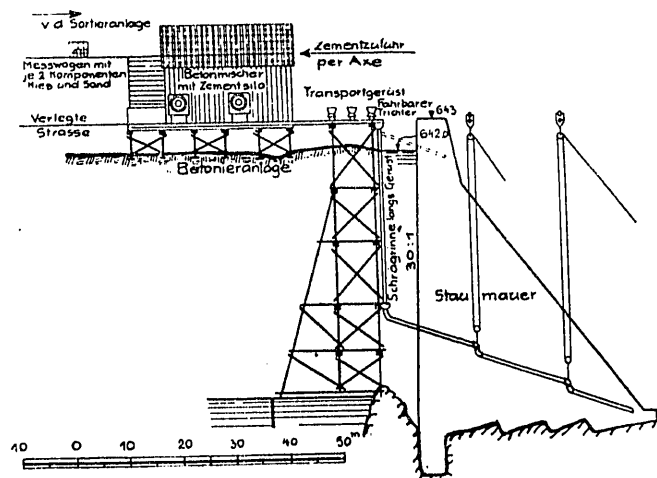


Fig. 15 Hormigonado de la presa de Rempen.

V. d. Sortieranlage, de la instalación de suministros.—Messwagen mit je 2 Komponenten Kies und Sand, vagón medidor para cada uno de los dos componentes, grava y arena.—Zementzufuhr per axe, conducción de cemento por el eje.—Transportgerüst, andamiaje para el transporte.—Fahrbarer Trichter, Tolva.—Betonieranlage, instalación de hormigonado.—Schrägrinne langs Gerüst, reguera oblicua a lo largo del andamiaje.—Stau-mauer, Presa de embalse.

los dispendios que origina la adopción de tales medios, pues rebajando su virtud algunas pesetas el precio de elaboración y colocación del metro cúbico de mezcla, y siendo conocida la enorme cantidad de ésta que completa la obra terminada, se traduce el empleo de aquéllos en un ahorro positivo y en una celeridad de ejecución que representa, a su vez, una economía cierta.

El problema de la colocación en obra de tan importantes volúmenes de fábrica se resuelve, como es

sabido, de mil maneras diferentes. Tres son, sin embargo, los procedimientos que tienden a generalizarse: el de torres elevadoras y distribuidoras, el de funiculares aéreos o *blondín* y el de puentes de servicio, empleados en diques de poca altura, tratados de un modo parecido a los terraplenes ordinarios.

De una manera general podemos deducir que el problema de toda construcción a realizar en plena montaña es esencialmente un problema de transporte, tanto en el acarreo de primeras materias como en la repartición de las mezclas elaboradas. Solamente una organización cuidada y minuciosa permite

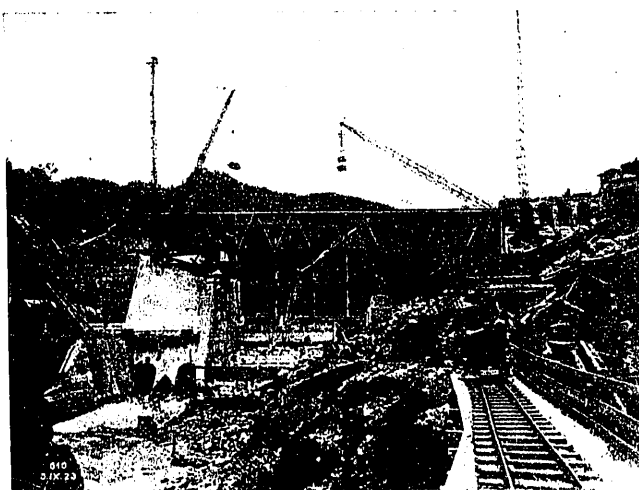


Fig. 16 Instalaciones auxiliares utilizadas durante el hormigonado de la presa del embalse compensador de Rempen.

aprisionar el éxito en empresas de esta índole, y únicamente éste justifica la adopción de medidas extraordinarias.

C. BOTÍN
Ingeniero de Caminos

Concurso de proyectos de puentes sobre el Tajo, en Toledo

En el número de 15 de septiembre indicábamos los nombres de los autores de los proyectos presentados en este interesante concurso y los presupuestos de cada solución.

Hoy ofrecemos a nuestros lectores fotografías de los puentes proyectados, acompañadas de breves notas descriptivas con sus principales características, omitiendo de intento todo juicio crítico, ya que el concurso está pendiente de resolución en la Dirección general de Obras públicas.

Proyecto Monfort—El puente está constituido por cuatro cerchas, cuyos ejes se hallan separados 2,33 m, estando los de las exteriores o de paramento en el mismo plano que los bordillos de andenes.

La luz de esos arcos es 50 m entre paramentos de estribos y 48 a la altura de las máximas avenidas.

La rasante es horizontal en los 93,08 m correspondientes entre paramentos exteriores de las torres, te-

niendo dos rampas a uno y otro lado, próximamente iguales, con 6 por 100 de inclinación.

Los arcos tienen directriz parabólica de segundo grado, con un ancho de 1 m y gruesos que varían de 1,40 a 1,72, con armadura simétrica. Sobre el arco se apoyan 15 montantes de sección rectangular de 0,50 × 0,60 m en las cerchas exteriores y 0,30 × 0,60 en las interiores.

Corren sobre los montantes largueros de hormigón armado que sustentan los forjados del piso.

Los estribos de cada margen van encerrados en una torre con planta semioctogonal, que proporciona al puente un ensanchamiento de 7,50 m por cada lado. A la altura de los andenes llevan las torres un voladizo, sin perjuicio de que los andenes continúen adosados al interior del torreón.

El pretil almenado de los voladizos de las torres continúa por los andenes volados del puente, apoyándose sobre bóvedillas de sillería sostenidas por ménsulas.