

aprovechamiento hidroeléctrico de la cuenca del Durance

GEORGES VIÉ, ingeniero

539-15

El río Durance, con cabecera en los Alpes Franceses, y uno de los afluentes más importantes del Ródano, tiene un caudal medio de 190 m^3/s , y una pendiente de consideración, por lo que constituye un potencial energético importante que Electricité de France (E. D. F.) ha decidido explotar.

El régimen torrencial de este río da un caudal variable de 45 a 6.000 m³/s. Esto ha motivado la construcción de presas de regularización de caudales, aprovechables para la irrigación de unas 100.000 hectáreas. Las nuevas presas proyectadas no sólo complementarán la regularización, sino aprovecharán la energía y ampliarán la irrigación actual en unas 60.000 hectáreas adicionales.

El tramo superior del río se aprovecha con las instalaciones de Serre-Ponçon, situadas a 660 m de altitud, que cuentan con un caudal medio de $85 \text{ m}^3/\text{s}$. En el tramo medio, que se extiende de Serre-Ponçon al afluente Verdon, el caudal es de $188 \text{ m}^3/\text{s}$. El tramo inferior se halla comprendido entre la confluencia con el río Verdon y su unión al Ródano. Este último tramo no recibe más aguas importantes que las del río Coulon; su pendiente es suave y se aprovechan sus aguas para la irrigación.



sinopsis

El río Durance—afluente del Ródano—tiene un régimen torrencial y pendiente pronunciada, condiciones óptimas para los aprovechamientos hidroeléctricos. En el curso inferior se aprovechan sus aguas para el riego. Los caudales de este río varían de 45 a 6.000 m³/s, por lo que ha sido necesario la construcción de pantanos de regulación.

En el tramo superior el aprovechamiento más importante es el de Serre-Ponçon, con un caudal de 85 m³/s. A partir de este salto siguen otros, escalonados, entre los que se encuentran el de Curbans y Oraison. El primero tiene un caudal de 158 m³/s, y un desnivel de 77 m. Como la galería principal tiene una gran sección, la perforación se realizó precedida de una galería guia, seguida de una destroza. Para ello se utilizó material auxiliar moderno de gran rendimiento. El avance medio logrado ha sido de 9 m, con dos turnos diarios.

La empresa Electricité de France (E. D. F.), propietaria del salto, exigió al contratista revistiese los hastiales y el techo de la galería en un plazo no superior a dos meses después de la perforación.

La central de Oraison, que toma las aguas del embalse de Escale, con $3.5\times16^{\circ}$ m³, presenta la particularidad de tener 21 km de galerías para llevar el agua a las tuberías forzadas que la conducen a la central subterránea.

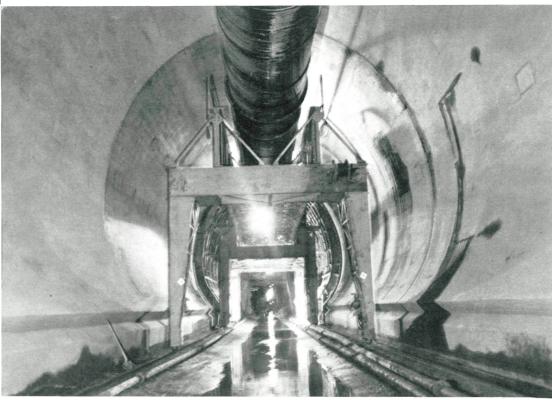
El salto de Serre-Ponçon, actualmente en explotación, tiene un embalse de retención con una capacidad de 1.200×10^6 m³, de los que 900×10^6 m³ son utilizables.

A partir del salto de Serre-Ponçon los aprovechamientos se escalonan en sucesión: Los de Curbans, Sisteron, Aubignosc, Oraison, Manosque, Sainte Tulle II y Beaumont. Estos saltos aprovechan las aguas restituidas por los que le preceden.

Le central de Curbans, actualmente en construcción, dispone de un caudal de 158 m³/s, un salto hidrostático de 76,80 m y una potencia instalada de 165.000 kV. La toma de agua se halla en el embalse de Espinasses, que sirve de compensación de la retención lograda en el embalse de Serre-Ponçon. El de Espinasses tiene una capacidad de $3,09\times10^6$ m³.

Las aguas tomadas en el embalse de compensación se llevan a la central por medio de un canal y una galería en carga. La central de este salto es subterránea.

Como la galería de abducción tiene gran sección, Electricité de France exigió que se realizase la perforación con una galería guía, situada en la parte superior, de 12 m² de sección. En la destroza se utilizaron dos «jumbos» montados sobre orugas y provistos de tres brazos. Todos los tiros de una «pega» son horizontales, de 4 m y su explosión simultánea.

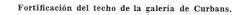


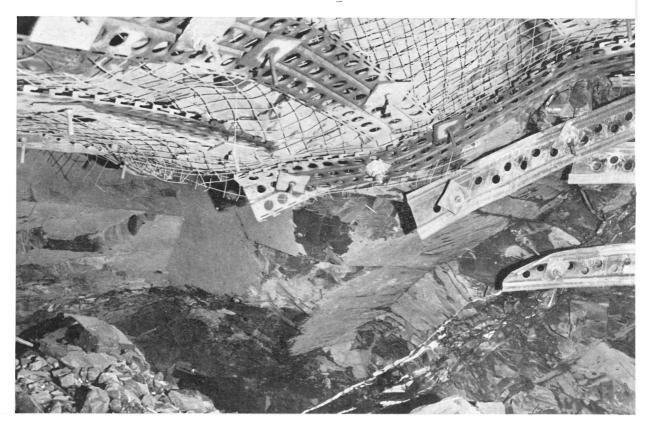
Galería de desagüe, revestida, en el salto de Curbans.

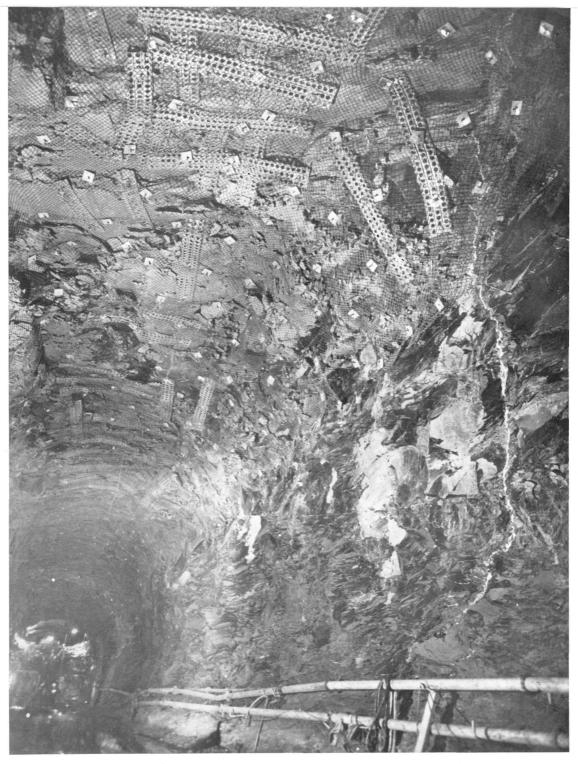
Galería de Curbans.



Destroza en la galería de Curbans.







Fortificación del techo de la galería de Curbans.

Las secciones de la perforación han variado de 85 a 99 m². Algunos trozos han exigido una fortificación con cercos metálicos, mientras que en otros se han empleado pernos de expansión y mallas metálicas para retener bloques sueltos o amenazando desprendimiento. Algunas veces ha sido necesario el empleo de placas taladradas fijadas con pernos.

Los dos «jumbos» utilizados tienen dos brazos laterales y uno central con plataforma, utilizada para la colocación de pernos de retención de lisos en el techo. Estos carros perforadores permiten perforar tiros horizontales a 6,20 m sobre el suelo. La energía para su movimiento y perforación es eléctrica, que cambia a neumática durante el período simultáneo de carga.

En la guía superior, la carga de escombros se hace con una pala EIMCO 21 y vagonetas de 2 m^3 de capacidad. Los trenes de vagonetas se arrastraron con tractores, realizándose la aproximación de escombros a la pala con topadoras.



En la destroza se cargaba con pala eléctrica EIMCO 105, que vaciaba en volquetes montados sobre ruedas neumáticas. Estos volquetes, remolcados por tractores, y provistos de cajas de 10 m³ de capacidad, podían girar en la galería sin maniobrar.

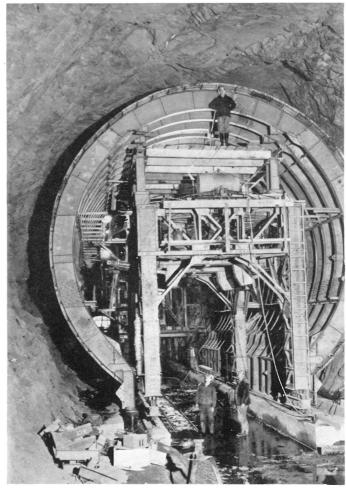
El avance medio diario con dos turnos ha sido de 9 m. Electricité de France impuso la obligación de revestir hastiales y techo en un plazo no superior a los dos meses de haber perforado. El hormigonado se efectuó con una cadencia de un anillo de 8 m de longitud y 140 $\rm m^3$ de hormigón por día.

Con buen terreno, el espesor mínimo sobre puntas era de 0,30 m. El espesor pagado en el perfil teórico fue de 0,55 m. Los encofrados utilizados son metálicos y del tipo Coffral.

Los áridos se extrajeron del río y el hormigón se preparaba en una central automática equipada con dos hormigoneras de 1.200 l de capacidad. El transporte del hormigón se realizó con mezcladoras de 3 m³, remolcadas por tractores.

El vaciado del hormigón en galería se verificaba en dos tolvas de 3 m³ de capacidad cada una. La colocación del hormigón en obra se hacía con ayuda de un dispositivo mecánico de gran capacidad.

Preparación de un encofrado. Encofrado metálico en la galería de Serre-Ponçon.





Entramado para la fortificación de techo y hastiales.

Fotos: STUDIO FAN, H. BARANGER y A. R. DE CERTEAU

El hormigonado empezó por la solera, con lo que se facilitó el transporte y fijación de los encofrados metálicos, telescópicos, compuestos por tres elementos de $8\,$ m de longitud cada uno.

Para la ventilación se utilizaron tres grupos de dos ventiladores, con una potencia total de 300 CV. La canalización para la ventilación tiene 2 m de diámetro.

La central de Oraison toma las aguas del embalse de Escale y las aportaciones del río Bléone, cuyas aguas se toman a unos kilómetros aguas abajo del embalse de Escale. La retención de esta última presa es de 3.5×10^6 m³. La característica de este aprovechamiento es la de contar con unos 21 km de longitud de canalizaciones para conducir las aguas a las tres tuberías forzadas de la central subterránea, de la que las aguas aprovechadas se restituyen por medio de una galería que las conduce a su cauce natural.

Aménagement hydro-électrique de la Durance

Georges Vié, ingénieur.

La Durance—affluent du Rhône—est une rivière de régime torrentiel et de forte pente, conditions optima pour les aménagements hydro-électriques. Les eaux de son cours inférieur sont utilisées pour l'irrigation. Les débits de cette rivière variant entre 45 et 6.000 m³/s, il a été nécessaire de construire des barrages de régulation.

Sur la Haute Durance l'aménagement le plus important est celui de Serre-Ponçon, avec un débit de 85 m³/s. A partir de cet aménagement-clé s'échelonnent d'autres centrales, parmi lesquelles celles de Curbans et d'Oraison. La première a un débit de 158 m³/s et une chute de 77 m. Comme la galerie principale est de grande section, la perforation a été réalisée à partir d'une galerie de faîte, suivie d'un abattage. La matériel auxiliaire utilisé était des plus modernes et de grand rendement. L'avancement moyen réalisé a été de 9 m en deux postes par jour.

L'entreprise Electricité de France (E. D. F.), propriétaire de ce barrage, a exigé du constructeur le bétonnage des piédroits et de la voûte dans un délai maximum de deux mois après le dérochage.

La centrale d'Oraison qui prend les eaux du barrage de l'Escale, avec 3.5×10^6 m³, présente la particularité d'avoir 21 km de galeries pour amener l'eau aux conduites forcées qui alimentent la centrale souterraine.

Durance river hydraulic development

Georges Vié, engineer.

The river Durance, which flows into the river Rhone, collects heavy torrential rains and has a large gradient. These are excellent circumstances to make use of its water for irrigation purposes. The water flow varies between 45 and $6{,}000$ m 3 sec., and this has necessitated the building of control dams.

Over the higher reaches the most important section is that of Serre Poncon, which carries an average of $85~\text{m}^3/\text{sec}$. Beyond this dam, there are several others, such as Curbans and Oraison; the first of which provides a flow of $158~\text{m}^3/\text{sec.}$, and drop in level of 77 m. The main water conduit at this dam has a large cross section, and its construction was preceded by a guide tunnel. Very modern high performance construction material was employed for this purpose, and the mean rate of progress was 9 m per day, in two shifts.

The E. D. F. are the owners of this hydraulic enterprise, and they required from the contractors that this gallery should be lined with cement within two months of completing the excavation work.

The Oraison dam takes its water from the Escale reservoir (capacity 3.5 million cubic metres), and there is a tunnel, 21 km long, to take the water to the pressure conduits of the underground power station.

Die Nutzung des Durance zur Gewinnung von Elektrizität

Georges Vié, Ingenieur.

Der Durance, ein Nebenfluss der Rhone, weisst mit seiner reissenden Strömung und dem starken Gefälle die besten Bedingungen zur Gewinnung von Elektrizität auf. Sein Unterlauf wird für Bewässerungszwecke verwendet. Wegen seiner unterschiedlichen Wasserführung, die zwischen 45 und 6.000 m³/s. schwankt, war der Bau von Staudämmen zur Regulierung notwendig.

Die am Oberlauf gelegne Staustufe von Serre-Ponçon ist mit einer Staumenge von $85~\text{m}^3/\text{s}$. die wichtigste. Nach ihr folgen staffelförmig angelegt die von Curbans und Oraison. Erstere staut eine Wassermenge von $158~\text{m}^3/\text{s}$. mit einem Gefälle von 77 m. Da der Haupstollen einen grossen Querschnitt besitzt, wurde zunächst seine Aushebung mit einem Führungsstollen begonnen, den man danach auf die vorgeschriebene Weite und Höhe ausgrub. Das verwendete Arbeitsmaterial war modern und ermöglichte Tagesleistungen bis zu 9 m. Es wurde in zwei Schichten gearbeitet.

Die Firma Electricité de France (E. D. F.), Eigentümerin des Staudammes, verlangte von der Baufirma, die Seitenwände und die Decke des Stollens in spätestens 2 Monaten nach der Aushebung zu verkleiden.

Das Kraftwerk von Oraison, das sein Wasser von dem Escale-Staudamm mit 3.5×10^6 m³ bezieht, besitzt einen 21 km langen Stollen, um das Wasser bis zu den Druckleitungen zu führen, die es dann zu dem unterirdischen Kraftwerk weiterleitet.