Dammbruch beim Kraftwerk Molare (Oberitalien)

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie**

Band (Jahr): **27 (1935)**

Heft 7-8

PDF erstellt am: **05.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-922312

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

siècle dernier par des digues latérales coupant ses méandres. Les nouvelles digues construites pour Klingnau se raccordent aux premières.

La construction des digues varia selon qu'elles furent construites sur les anciennes ou non. On conserva une partie de celles-ci, comme noyau, sur lequel on construisit les digues nouvelles. Le perré fut bétonné, avec de solides fondations.

Les digues entièrement nouvelles furent revêtues d'argile aussi bas que possible, et de pierraille, puis bétonnées.

Ces travaux commencèrent en automne 1931. Les excavations pour les fondations furent de 280 000 m³. On utilisa 770 000 m³ de gravier et 1800 m³ d'argile. On éleva lentement la cote de la retenue, de 10 cm par jour entre 314,0 et 317,25 m, puis de 5 cm par jour. On arriva à la retenue normale de 318,4 m le 5 juillet 1935.

On n'observa aucune fuite ou porosité importante. Par suite de l'élévation de la nappe souterraine, trop forte sur la rive gauche, on dut construire un canal d'évacuation, en partie à ciel ouvert, en partie en tuyaux. M.

Dammbruch beim Kraftwerk Molare (Oberitalien)

Wir sind in der Lage, unsern Lesern über den am 13. Aug. erfolgten Dammbruch einige Mitteilungen zu machen, die wir von befreundeter und mit den Verhältnissen vertrauter Seite erhalten haben.

Zunächst geben wir einige technische Daten über das Kraftwerk, das in der «Energia Elettrica» vom Jahre 1925, zweiter Band, Seite 1178, und vom Jahre 1926, erster Band, Seite 8 u. ff., beschrieben worden ist. Dieses Kraftwerk liegt zirka 31 km nordwestlich von Genua an der Orba, die in das Po-Gebiet entwässert. Es wurde in den Jahren 1922 bis 1924 von den «Officine Elettriche Genovesi», die zum Edison-Konzern gehören, gebaut. Es nützt ein Bruttogefälle von zirka 113 m und eine durchschnittliche Wassermenge von zirka 5 m³/s aus, hat eine installierte Maschinenkapazität von zirka 18 000 kW und kann jährlich zirka 20 Millionen kWh Spitzenenergie erzeugen. Das Einzugsgebiet, in einer Meereshöhe zwischen 300 m und zirka 1100 m hauptsächlich in Serpentinstein gelegen, ist zum grossen Teil bewaldet und hat eine Ausdehnung von 141 km². Zum Kraftwerk gehört ein Staubecken von zirka 5 km Länge, 400 m maximaler Breite, einer eingestauten Oberfläche von zirka 1,2 km² und einem Bruttostauinhalt von 18 Millionen m³, wovon jedoch nur etwa 17 Millionen m³ ausgenützt werden.

Das Staubecken wurde durch zwei Schwergewichtsmauern, die eine im Flussbett (Bric Zerbino), die andere in einer seitlichen Einsattelung auf der linksseitigen Wasserscheide (Sella di Zerbino), abgesperrt. Beide Talsperren sind in Beton mit Blockeinlagen erstellt mit wasserseitigem Verputz und einem Teeranstrich. Die Haupttalsperre hat im Grundriss 200 m Radius, keine Dilatationsfugen, aber Drainagestollen und -schächte; sie hat eine Kronenlänge von ca. 160 m, eine wasserseitige Neigung von 5 % und eine mittlere luftseitige Neigung von 75 %. Der normale Höchststau erreicht die Kote 322 m ü. M., die Mauerkrone liegt 2,75 m höher, die mittlere Fundationskote im höchsten Profil liegt auf 275 m ü. M.; die maximale Höhe der Mauer ist somit 49,75 m, die Kronenbreite beträgt 6 m. Die sekundäre Staumauer in «Sella di Zerbino» hat eine gradlinige Führung, 3 Dilatationsfugen in 20 m Abstand, ihre Kronenlänge beträgt 80 m, der wasserseitige Anzug 5 %, der luftseitige im Mittel 68 %; die mittlere Gründungskote des höchsten Profils liegt 308,00 m ü. M., die maximale Höhe beträgt somit 16,75 m, die Kronenbreite 3,30 m. Auch hier sind in der mittleren Partie auf eine Länge von 40 m Drainage-Schächte und -stollen ausgeführt. Beide Talsperren sind auf Serpentingestein fundiert. Bei der sekundären Talsperre, die in einer Einsattelung auf einem Bergrücken liegt, hat man vorsichtshalber oberwasserseits zur Abdichtung des Untergrundes reichliche und tiefgreifende Zementinjektionen gemacht und zudem den luftseitigen Fuss der Talsperre gegenüber dem Normalprofil verstärkt.

Die Hochwasserentlastungseinrichtungen, die nur bei der Haupttalsperre «Bric Zerbino» vorhanden sind, bestehen aus einem Grundablass von 1,8 m Durchmesser auf Kote 280 mit einer Durchlassfähigkeit von 55 m³/s, einem weiteren, ebenfalls durch die Mauer gehenden Grundablass von 5 m Durchmesser mit einem besonderen glockenartigen Abschlussorgan auf Kote 295.50 mit einer Durchlassfähigkeit von 150 m³/s, einer Batterie von 12 Saughebern, welche erst bei Ueberschreitung des höchsten Staues auf Kote 322.0 einspringen mit einer Durchlassfähigkeit von 500 m³/s, und einem rechtsseitigen Ueberlauf von 68 m Länge für 150 m³/s. Rechnet man den untern Grundablass nicht ein, der nur ausnahmsweise zur vollständigen Entleerung des Seebeckens benützt wird, so beträgt die gesamte Durchlassfähigkeit der Entlastungseinrichtungen 800 m³/s, also zirka 5,7 m³/s und km² Einzugsgebiet, was im Hinblick auf dessen grosse Ausdehnung als recht hoch angesehen werden darf. Die Wasserfassung, der Stollen und das Wasserschloss sind am linken Abhang angeordnet. Die Wasserfassung wird mittelst einer Drosselklappe von 2 m Durchmesser abgeschlossen. Der unter einem Druck

von zirka 30 m Wassersäule stehende Stollen hat einen Durchmesser von 3 m, eine Länge von 2700 m und ein Sohlengefälle von 1 ‰; er ist durchwegs ausbetoniert und entsprechend dem maximalen Wasserdruck armiert. Das Wasserschloss besteht aus einem Piezometerschacht von 10 m Durchmesser. Die schmiedeiserne Druckrohrleitung von konstant 2,5 m innerem Durchmesser hat eine Länge von 423 m. Im Maschinenhaus sind zwei Francisturbinen für 10 bis 12,5 m³/s Schluckfähigkeit installiert, die bei dem variablen Gefälle von 90 bis 110 m bei 500 Touren pro Minute je 9000 kW leisten. Die Drehstromgeneratoren sind für eine Spannung von 5 bis 6 kV, 50 Perioden und eine Dauerleistung von 14 000 kVA gebaut. Die Zentrale ist ferner mit einer Transformatoren- und Schaltanlage versehen. Das von den Turbinen verarbeitete Wasser gelangt durch einen Unterwasserkanal in ein Ausgleichbecken.

Wie bereits aus den Tagesblättern zu ersehen war, ist nicht die Haupttalsperre, sondern die sekundäre bei «Sella di Zerbino» zusammengebrochen. Die primäre Ursache dieser Katastrophe ist der ganz aussergewöhnliche, wolkenbruchartige Regen, der sich am 13. August 1935 über die Gegend ergoss. Um 7 Uhr morgens dieses Tages stand der Wasserspiegel im Staubecken erst auf Kote 310.80; es war bis zum maximalen normalen Stau auf Kote 322,0 ein Stauraum von zirka 10,6 Millionen m³ vorhanden, der bereits um 10 Uhr 45 gefüllt war. Von dem Moment an traten die Heber (System Heyn) in Funktion; aber schon vorher, um 10 Uhr 10, hatte der Wärter den grossen Grundablass mit Abschluss auf Kote 295.50 und die Abschlußschützen des Ueberlaufes geöffnet, so dass durch die vorhandenen Entlastungseinrichtungen etwa 800 m³/s zum Abfluss gelangten. Der wolkenbruchartige Regen hörte aber nicht auf und der See stieg trotz der Hochwasserentlastungen um zirka 4,50 m über den normalen Stau, also auf Kote 326.50, so dass beide Talsperren um zirka 2 m überflutet worden sind. Während nun die Haupttalsperre allen statischen und dynamischen Einwirkungen des Hochwassers standhielt, hat in der sekundären Talsperre das überfliessende Wasser zunächst an der linksseitigen Anschlußstelle den Felsen angefressen und hierauf die Staumauer stückweise entsprechend den Dilatationsfugen abgebrochen. Die Wassermasse hat sich nach erfolgtem Dammbruch in den Felsen noch einige Meter unter die tiefste Fundation bis auf Kote 300 m ü. M. eingefressen.

Ueber die durch die Katastrophe verursachten Schäden ist in der Tagespresse eingehend berichtet worden. Hier mag nur erwähnt sein, dass das Kraftwerk Molare gänzlich zerstört worden ist; nur die zwei Maschinengruppen sind an ihrer Stelle, obwohl stark beschädigt, auf ihren Fundamenten stehengeblieben. Das Stauwehr des anschliessenden Ausgleichbeckens mit allen Nebenanlagen ist zugrunde gerichtet worden. Zwischen dem Stausee und der Zentrale sind verschiedene Häuser, nachdem sich

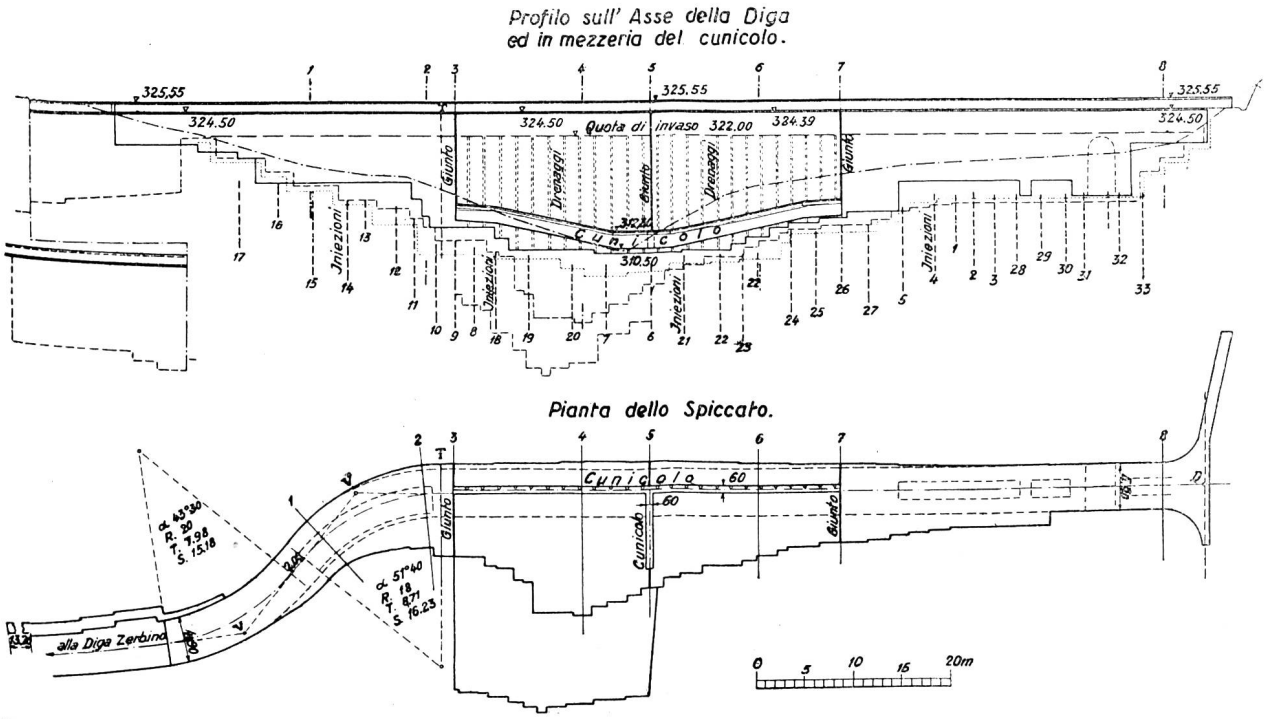

Abb. 51 *Kraftwerk Molare. Seitendamm in «Sella Zerbino». Schnitt in der Dammachse und Grundriss.*

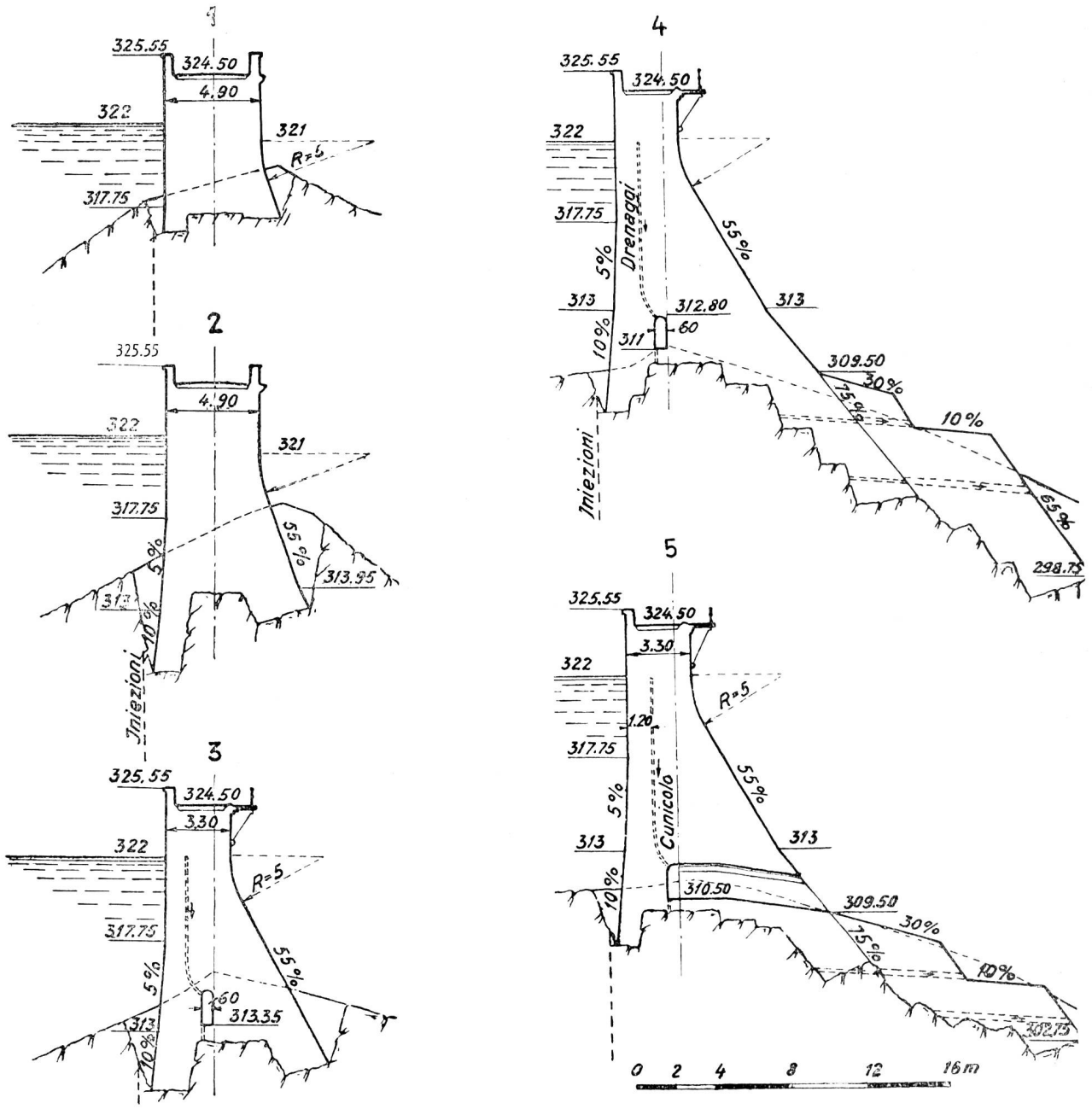

Abb. 52 und 53 Kraftwerk Molare. Querschnitte durch den Seitendamm in «Sella Zerbino».

die Einwohner haben retten können, zerstört worden. Unterhalb der Zentrale sind die Brücke der Ortschaft Molare, die Strassenbrücke bei Ovada und die Eisenbahnbrücke, diese einige Minuten nach der Durchfahrt eines Zuges, zerstört worden. Die Anzahl der Menschenopfer beträgt 111.

Soweit man die Verhältnisse bis jetzt überblicken kann, scheint es, dass das ohne jedes Beispiel dastehende Katastrophen-Hochwasser allein, unabhängig vom Dammbruch, schon aussergewöhnlichen Schaden angerichtet hätte. Tatsächlich sind oberhalb des Staubeckens in Orbicella Schäden eingetreten, auch sind verschiedene Zusammenbrüche unterhalb der Talsperre vor dem Eintreten des Dammbruches in «Sella di Zerbino» erfolgt. Aus den Beobachtungen über das Ansteigen des Sees kann errechnet werden, dass der Zufluss zum Staubecken zirka 1600 bis 2000 m^3/s, das heisst zwei- bis zweieinhalbmal so viel als das maximal angenommene Hochwasser, für das die Entlastungseinrichtungen vorgesehen waren, betrug.

In Ovada, auf zirka 190 m ü. M., betrug die Regenmenge zirka 300 mm in 6 Stunden. Wenn man entsprechend der durchschnittlichen Höhenlage des Einzugsgebietes des Staubeckens plausible Annahmen über den mutmasslichen Niederschlag und den

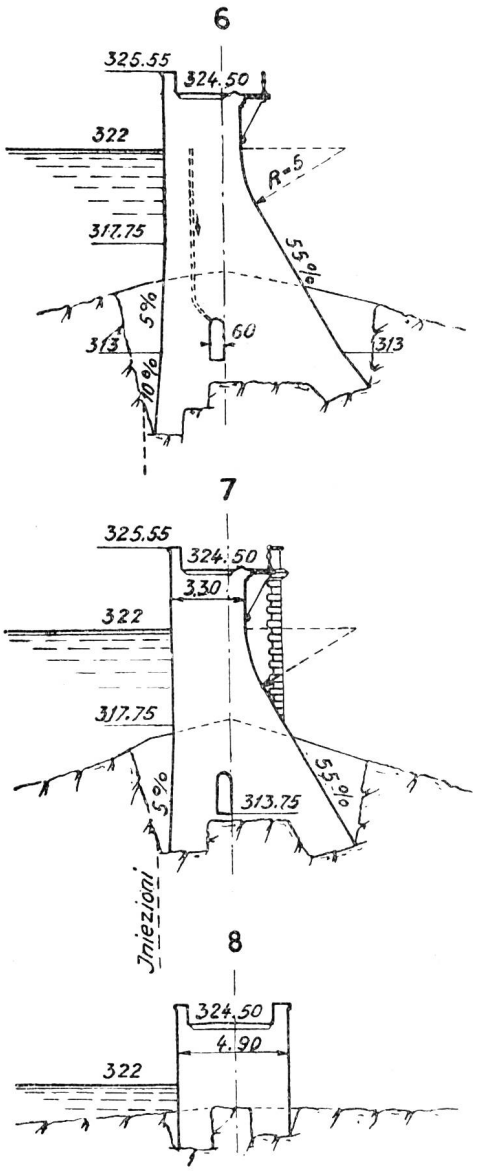

Abb. 54 Kraftwerk Molare.
Querschnitte durch den Seitendamm von «Sella Zerbino».

Abflusskoeffizienten macht, so kommt man auf einen mittleren Zufluss während dieser 6 Stunden von vielleicht 1500 m³/s.

Ueber den Wolkenbruch in der Zentralschweiz vom 9. September 1934 ist in dieser Zeitschrift vom 25. Oktober und 25. November vorigen Jahres berichtet worden; dort ist mitgeteilt, welche Zerstörungen ein wohl sehr intensiver, aber nur ¾ Stunden dauernder Wolkenbruch verursachen konnte. Man kann sich vorstellen, welche Folgen er gehabt hätte, wenn er die Dauer des Wolkenbruches von Molare erreicht hätte.

Zum Vergleich mit den an der kleinen Orba zum Abfluss gekommenen Wassermassen sei angeführt, dass die Aare bei Olten während der Zeit von 1910 bis 1932 kein grösseres Hochwasser als 1100 m³/s geführt hat. Der Rhein hat in Basel während der Periode 1904 bis 1932 eine Abflussmenge von 1600 m³/s nur an zirka 50 Tagen, eine solche von 2000 nur an zirka 12 Tagen im Durchschnitt pro Jahr erreicht.

Es handelt sich also bei Molare um ein sintflutartiges Hochwasser, das nach menschlichem Ermessen bei der Projektierung nicht vorausgesehen werden konnte. Es liegt hier daher ein ausgesprochener Fall von höherer Gewalt vor.

Rupture du barrage de l'installation de Molare (Haute-Italie)

L'installation qui fut l'objet de la catastrophe du 13 août appartient aux «Officine Elettriche Genovesi» du groupe Edison. La chute disponible était de 113 m et le débit de 5 m³/s. La puissance installée était de 18 000 kW livrant 20 millions de kWh de pointe. Le lac artificiel avait un volume de 18 millions de m³, dont 17 étaient utilisés.

La retenue était créée par 2 barrages à gravité, en béton. Le principal a 160 m de couronne, en arc de 200 m de rayon, sans joint de dilatation, avec galeries de drainage; hauteur maximum 49,75 m. Il possède 2 vidanges de fond, un déversoir etc. permettant d'évacuer 800 m³/s lors des crues, soit 5,7 m³/s par km² de bassin versant. Les turbines étaient alimentées par une galerie sous pression de 2700 m de long et 3 m de diamètre, et une conduite forcée de 2,5 m de diamètre et 423 m de long.

C'est le barrage secondaire qui s'est rompu; il avait 80 m de long et 16,75 m de haut. La cause primaire de l'accident est due aux pluies extraordinaires qui tombèrent à l'époque. De 7 h. à 10 h. 45 du matin 10,6 million de m³ s'accumulèrent, les évacuateurs débitèrent 800 m³/s. Le niveau s'éleva à 4,50 m au dessus de la retenue normale, dépassant de 2 m la couronne des barrages. La rupture commença sur la rive gauche par affouillement de la roche.

Pendant l'orage qui causa la catastrophe, les précipitations ont atteint à Ovada, petite ville située à une altitude de 190 m, c'est-à dire bien plus bas que le bassin versant du lac, un total de 300 mm en 6 heures. M.

---

4 années de travaux de la régularisation du Rhin entre Kehl et Istein.

Communiqué par M. Spiess, Ministerialrat, Karlsruhe.

Les travaux de régularisation du Rhin débutèrent en 1931 par un ouvrage à Kehl et furent poursuivis par secteurs sur tout le parcours de 117,5 km. Les travaux sont également en cours entre Sasbach et Ottenheim. Au 1er janvier 1935, un tronçon de 85 km était déjà ébauché. Sur 31 km, les ouvrages divers sontconstruits et terminés.

Jusqu'à la fin de 1934 on a construit 1 480 000 m³ de tunage et 12 000 mètres courants de perrés.

Les effets des travaux exécutés ont confirmé les prévisions, non seulement dans les tronçons terminés, mais également dans ceux encore en cours d'exécution.

Le niveau très bas actuellement du Rhin permet d'accélérer la construction des perrés.

Le développement maximum des travaux, s'étendant sur une période de 11 ans, a déjà été dépassé. M.