

# Kraftwerkbauten in Norditalien

Autor(en): **Töndury, G.A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **68 (1950)**

Heft 11

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-57979>

## **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.

## Kraftwerkbauten in Norditalien

Von Dipl. Ing. G. A. TÖNDURY, Baden

Fortsetzung von S. 126

DK 621.311.21 (45)

### b) Kraftwerkgruppe am Bitto

Ein klassisches Beispiel, wie die Gewässer eines Tal-systems mit allen Verästelungen vom obersten Einzugsgebiet bis zur Mündung in den Hauptfluss restlos ausgenützt werden können, zeigt die in den Kriegsjahren 1939/43 erstellte, der Società Orobia (Gruppo Edison) gehörende Kraftwerkgruppe am Bitto, einem südlichen Zufluss der Adda im untern Veltlin (Bild 1). Einige Hauptdaten dieser aus vier Gefällstufen bestehenden Gruppe sind aus Tabelle 3 ersichtlich. Bei den Staueisen Lago Trona (5,3 Mio m<sup>3</sup>) und Lago dell'Inferno (4,5 Mio m<sup>3</sup>) handelt es sich um natürliche Seen, die durch Staumauern zur Wasserkraftnutzung herangezogen wurden (Bilder 7 und 8).

Bei der 182 m langen, 58 m hohen Staumauer Trona (87 500 m<sup>3</sup> Beton) und bei der 150 m langen, 41 m hohen Staumauer Inferno (36 400 m<sup>3</sup> Beton) wurden im Gruppo Edison erstmals Pfeilerstaumauern nach dem in der Schweiz als Noetzlityp bekannten System gebaut; in Italien wurde ein Staumauertyp in aufgelöster Bauweise (diga a gravità alleggerita) bereits vor 1900 von Ing. Figari, Genova, vorgeschlagen. Dott. Ing. C. Marcello entwickelte später einen speziellen Typ, bei dem jeweils zwei Pfeilerelemente mit luftseitigem Abschluss statisch als Einheit wirken, womit das ganze System eine grössere Querstabilität erhält; die Hohlräume zwischen diesen einzelnen Zwillingselementen bleiben offen (siehe Bilder 15 bis 18, S. 138, 139).

Der bei den Staumauern Trona und Inferno angewandte Staumauertyp wurde auf Grund der gemachten Erfahrungen noch etwas weiter verbessert. Er kommt heute bei den im Bau befindlichen 62 bzw. 63 m hohen Staumauern Sabbione (Impianti della Valle d'Ossola) und Pantano d'Avio (Impianti della Val Camonica) der Società Edison zur Anwendung. Nach dem gleichen Staumauertyp wurde nach dem Projekt von Ing. Marcello auch die soeben fertiggestellte 62 m hohe Staumauer Bau Muggieris in Sardinien (Impianto Alto Flumendosa) gebaut<sup>3)</sup>. Eine Zusammenstellung typischer Daten verschiedener Staueisen und Staumauern zeigt Tabelle 4.

Die oberste Zentrale Trona der Bitto-Kraftwerke ist vollautomatisch und wird ferngesteuert. Die Zentrale Gerola Alta wurde im Freien erstellt und wegen der Lawinengefahr ganz mit Erde eingedeckt.

Bei der Zentrale Pedesina befindet sich ein Ausgleichweiher von 120 000 m<sup>3</sup>, der durch den Bau einer 38 m hohen, dünnwandigen Bogenstaumauer geschaffen wurde. Diese Staumauer ist oben 1,20 m, an der Sohle nur 5,40 m stark; die Betonkubatur beträgt nur 5100 m<sup>3</sup>; für die Armierung der Staumauer wurden 37 t Eisen verwendet. In der Zentrale Pedesina wurde eine horizontalachsige Francisturbine von 11 300 kW mit 1200 U/min für ein grösstes Gefälle von 394 m installiert; diese Turbine arbeitet mit einem geringsten Gegendruck von 8 m. Es ist dies wohl eines der grössten Gefälle, bei denen Francisturbinen zur Anwendung kamen; die Turbine wurde von Escher-Wyss A.-G., Schio, geliefert<sup>4)</sup>.

Das Maschinenhaus Regoledo der untersten Kraftwerkstufe ist in einer Kaverne unterge-

<sup>3)</sup> Für ausführlichere Angaben über obgenannte Pfeilerstaumauern sei hier auf den Vortrag von Dott. Ing. C. Marcello: «Barrages modernes en Italie», gehalten am 17. Dez. 1949 an der ETH, hingewiesen, der in deutscher Uebersetzung demnächst in der SBZ erscheinen wird.

<sup>4)</sup> Das grösste in der Schweiz bisher mit Francisturbinen ausgenützte Gefälle beträgt 330 m (Kraftwerk Piottino der Atel, Inbetriebsetzung 1931/32).

bracht. Die maschinellen und elektrischen Anlagen der ganzen Kraftwerkgruppe sind so disponiert, dass alle Kraftwerke von der untersten Zentrale ferngesteuert werden können; im Sommer 1947 fehlten jedoch noch gewisse Apparate, so dass damals nur das oberste Kraftwerk automatisch betrieben werden konnte.

### c) Kraftwerkgruppe Val Camonica (Bilder 9 u. 10)

Die Kraftwerkgruppe des Val Camonica nützt die Wasserkräfte des Hauptflusses Oglio, nördlich des Lago d'Iseo und diejenigen verschiedener Seitenbäche im Gebirgsmassiv der Adamellogruppe aus. In diesem ziemlich stark vergletscherten Gebirgsmassiv wurden schon sehr früh in Höhenlagen über 1800 m kleine Bergseen meist durch Staumauern in Mörtel-mauerwerk aufgestaut und in die Wasserkraftnutzung ein-

Tabelle 3. Kraftwerkgruppe am Bitto (Società Orobia)

Kraftwerkstufe	Nutz-wasser-menge m <sup>3</sup> /s	Max. Brutto-gefälle m	Install. Turbinen-Leistung kW	Energie- produktion in Mio kWh		Jahr
				Winter*)	Sommer	
Lago dell'Inferno-Trona	0,45	293	986	2,0	—	2,0
Lago Trona-Gerola alta	2,50	719	13 500	12,6	—	12,6
Gerola alta-Pedesina	6,80	400	11 300	10,5	26,6	37,1
Pedesina-Regoledo	8,65	486	31 180	14,5	37,8	52,3
Ganze Werkgruppe . . . . .		1898	56 966	39,6	64,4	104,0

\*) Als Winterperiode bezeichnet die Società Edison stets die fünf Monate von Mitte November bis Mitte April.

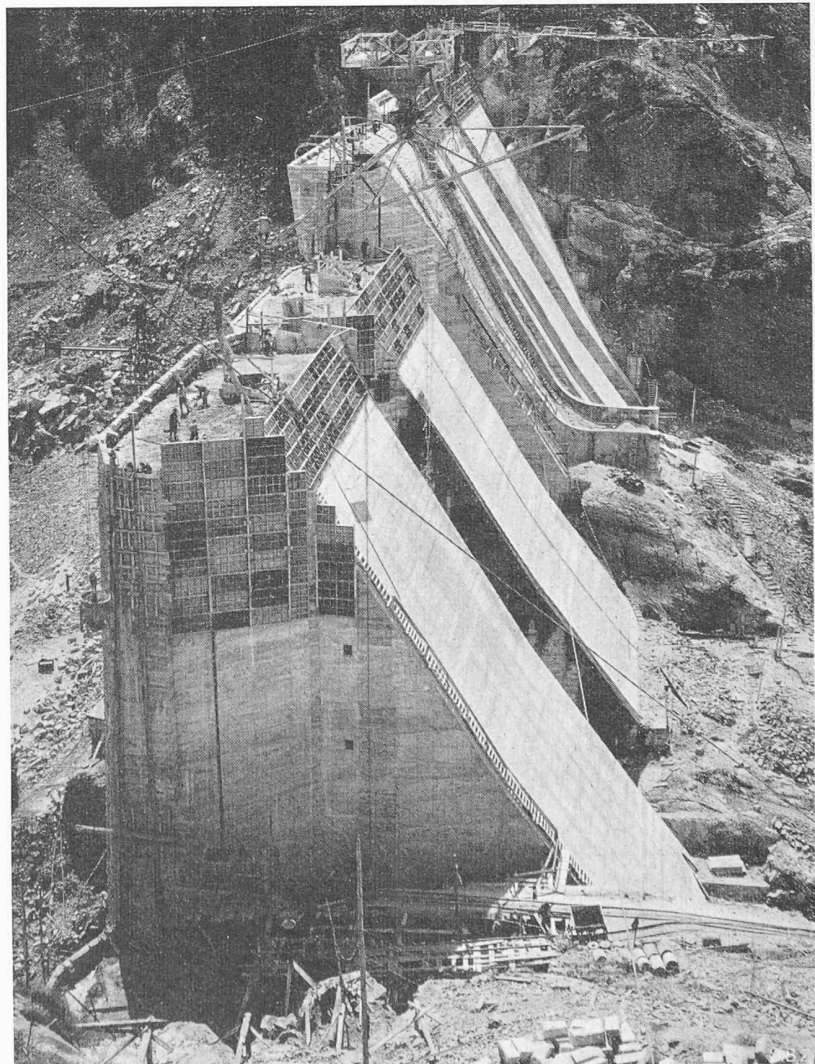


Bild 7. Bau der Pfeilerstaumauer am Lago Trona der Bitto-Kraftwerke (Bauzustand: 26. August 1941)

Tabelle 4. Charakteristische Daten verschiedener Staueeen und Staumauern (nach der Höhe der Staumauern geordnet)

Kraftwerk-Gesellschaft	Flussgebiet	Name des Staueees	Bauzeit	Stauziel m ü. M.	Stauinhalt 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	grösste Höhe m	Kronenlänge m	Mauerkrönung	Staumauer		Verhältnis $\frac{V}{A}$	max. Bruttogefälle aller Werke	Brutto-Speicherenergie Mio kWh	Brutto-Speicherenergie pro m <sup>3</sup> Stauwasser kWh	Bruttogefälle gerechnet bis und einschliesslich Zentrale
									Staumauer-Typ	Ausführungsart					
Adriatica, Venezia	Vajont/Piave	Grand-Vajont	Projektvarianten	727,0	170,0	255,0	226	390	Bogen-Kuppel	vibr. Beton	435	714	264,0	677	Livenza
Adriatica, Venezia	Vajont/Piave	Vajont	im Bau	677,0	58,2	207,0	142	190	Bogen-Kuppel	vibr. Beton	306	664	84,2	443	Grumo
Edison, Milano	Noce	S. Giustina	1941/47	530,0	172,0	152,5	135	120	Bogen-Kuppel	vibr. Beton P 250	1433	329	123,5	1028	Bonzizzo
Adriatica, Venezia	Lumiei/Tagliamento	Lumiei	1947/49	980,0	70,0	136,1	138	100	Bogengewicht	vibr. Bet. P 250/200	171	670	93,5	247	Livenza
Adriatica, Venezia	Piave/Boite	Pieve di Cadore	im Bau	683,5	64,3	110,0	410	377	Bogen-Kuppel	vibr. Beton P 270	74	662	8,5	106	Livenza
Adriatica, Venezia	Val Gallina/Piave	Val Gallina	im Bau	675,0	5,9	86,0	225	80	Pfeiler	vibr. Beton P 150	97	1412	178,5	298	Stazzona
SEM, Milano	Adda	S. Giacomo di Fraele	1947/49	1946,0	58,0	84,0	515	600	Gewicht	dazu 200 kg Steinmehl	169	1633	117,0	602	Mera III
Edison, Milano	Liro	Spluga	im Bau	1901,5	32,8	70,0	370	194	Doppel-Pfeiler	Gussbeton P 250	64	2024	66,2	280	Civitate
Edison, Milano	Avio	Pantano d'Avio	im Bau	2384,0	15,0	63,0	420	236	Doppel-Pfeiler	vibr. Beton	430	725	91,7	678	Flumendosa III
S. I. Alto Flumendosa, Roma	Flumendosa (Sardegna)	Bau Muggerris	1947/49	800,0	58,0	62,0	240	135	Doppel-Pfeiler	vibr. Beton P 220	249	2220	162,5	1203	Villadossola II
Edison, Milano	Liro	Sabbione	im Bau	2460,0	33,6	61,6	279	135	Gewicht	vibr. Beton	84	2423	84,5	445	Grumo
Edison, Milano	Careser/Noce	Careser	1930/34	2599,8	16,0	60,0	444	190	Doppel-Pfeiler	Gussbet. P 200/300	61	1580	18,2	209	Regoledo
Orobia (Gruppo Edison)	Bitto	Trona	1941/44	1805,0	5,3	58,0	182	87	Gewicht	Mörtelmauerwerk	138	1284	54,0	385	Villadossola II
Edison, Milano	Agaro/Toce	Agaro	1936/40	1597,4	19,3	57,0	225	140	Gewicht	Trockenmauerwerk	110	1626	56,8	391	Grumo
Edison, Milano	Noce	Pian Palù	im Bau	1800,0	16,0	50,0	175	145	Gewicht		126	1237	530,0	331	Sils i. D.
Konsortium Kraftwerke Hinterrhein	Reno di Lei/Averserrhein	Valle di Lei	Projekt	1931,0	197,0	136,0	563	1570	Gewicht	vibr. Beton	231	1290	318,0	650	Innertkirchen
Kraftwerke Oberhasli A.-G.	Aare	Grimse/ Gelmer	1925/32	1912,0	100,0	114,0	259+352	408	Bogengew. + Gew.	Gussbeton P 190	623	459	147,0	623	Siebenen
AG. Kraftwerk Wäggitäl	Wäggitäl	Wäggitäl	1922/24	1852,0	13,0	35,0	370	81	Gewicht	vibr. Beton	94	1210	105,5	248	Verbano
Maggia-Kraftwerke A.-G.	Maggia	Sambuco	Projekt	900,0	147,0	110,5	168	236	Gewicht		119	1791	195,0	426	Lavey
EOS, Lausanne	Dixence/Printze	Dixence	1929/34	1438,0	40,0	100,0	250	425	Doppel-Pfeiler	vibr. Beton P 250	720	164	64,3	257	Hagneck
EEF, Fribourg	La Sarine	Gruyère (Rossens)	1945/48	677,0	180,0	83,0	320	250	Bogen	vibr. Beton P 250	145	1611	119,0	518	Biaschina
Atel, Olten	Reuss/Ticino	Lucendro Sella	1942/47	2134,5	25,0	68,5	270	155	Pfeiler	vibr. Beton P 250	145	1611	119,0	518	Biaschina
				2256,0	9,0	32,0	330	75	Gewicht	vibr. Beton P 210					

\*) berechnet mit max. Bruttogefälle, also nur als Vergleichswerte

Zum Vergleich:



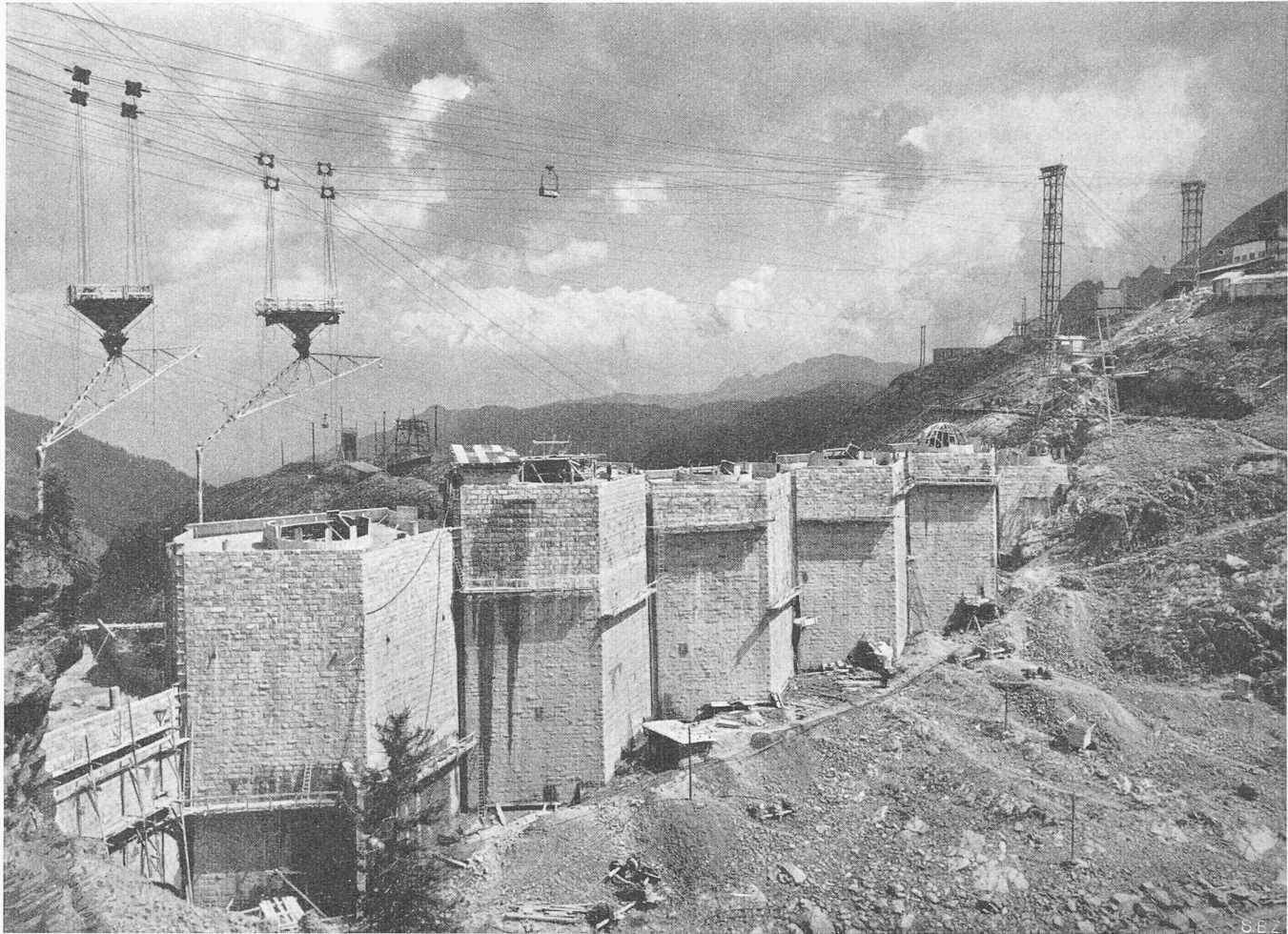


Bild 8. Bau der Pfeilerstaumauer am Lago Inferno der Bitto-Kraftwerke; die im Bild sichtbare wasserseitige Staumauerflucht erhält eine Naturstein-Verkleidung (Bauzustand: 6. August 1943)

bezogen. Heute bestehen bereits sieben Stauseen in Höhenlagen zwischen 1820 und 2280 m ü. M. mit zusammen rund 90 Mio m<sup>3</sup> Stauinhalt; dazu kommt noch der gegenwärtig im Bau befindliche Stausee Pantano d'Avio von 15 Mio m<sup>3</sup> (Stauziel Kote 2384 m) mit der Kraftwerkstufe Pantano d'Avio-Lago Benedetto (452 m, 13000 kW, 15,2 Mio kWh in der obersten Kraftwerkstufe und zusätzlich 47,5 Mio kWh Winterenergie in den unteren Kraftwerkstufen). Die Staumauer Pantano d'Avio wird, wie bereits erwähnt, nach dem gleichen Typ wie die vorerwähnte Staumauer Sabbione in aufgelöster Bauweise, d. h. als Pfeilerstaumauer mit Doppelpfeilern, ausgeführt (s. Bilder 15 bis 18, Seiten 138 und 139).

Eine sehr interessante Art der zusätzlichen Stauraumgewinnung wurde bei verschiedenen dieser Staubecken mit Erfolg angewendet und soll auch in Zukunft bei neuen Anlagen zur Ausführung gelangen, z. B. im Staubecken Pian Palù am Noce. Es handelt sich hierbei um den Abtrag der durch Alluvion aufgefüllten alpinen Talböden und zwar soll hierbei das Wasser die Abtragarbeit leisten. Hierfür muss jeweils der Druckstollen von vornherein tief genug angeordnet werden. Es werden zwei Fassungen gebaut, eine für den natürlichen oder künstlichen Stausee und eine tiefer liegende, die in Betrieb kommt, wenn die Alluvion abgetragen ist. Für den Abtrag des Materials muss ein spezieller, ziemlich steiler Entlastungsstollen mit möglichst kurzer Ausführung ins Freie erstellt werden.

Solche Arbeiten wurden in den Jahren 1933 bis 1936 bei den Stauseen Benedetto, Avio, Salarno und Dosazzo, alle in den Adamello-Bergen, ausgeführt. Einige interessante Angaben zeigt Tabelle 5.

Die Arbeiten wurden während der Frühlings-Hochwasserperiode durchgeführt und erforderten lediglich 6 bis 10 Mann als Aufsichtspersonal; die eigentliche Arbeit verrichtete das Wasser, weshalb diese Art der Stauraumgewinnung bei günstigen Materialverhältnissen der Alluvion als wirtschaftlich bezeichnet wird. Für den Lago Benedetto wurden die Geste-

Tabelle 5. Stauraumgewinnung durch Abtrag der Alluvialböden

Stausee	Lago Benedetto	Lago Avio	Lago Salarno	Lago Dosazzo	
Entlastungsstollen {	Länge m	100	270	300	935
	Gefälle	3 ‰	3,5 ‰	2,5 ‰	2,5 ‰
Absenktiefe . . . . . m	32	23	35	33	
Gewonnener Stauraum <sup>1)</sup> Mio m <sup>3</sup>	1,6	0,60	1,50	1,30	
Noch zu gewinnender					
Stauraum <sup>1)</sup> . . . . . Mio m <sup>3</sup>	3,00	0,90	2,00	3,00	
Jahr der Ausführung . . . . .	1933	1936	1935	1936	
Zeitaufwand für den Materialabtrag des bereits gewonnenen Stauraums in Tagen . . . . .					
	60	15	50	30	

<sup>1)</sup> Durch Materialabtrag.

lungskosten des auf diese Weise zusätzlich gewonnenen Stauraumes mit 1 Lire/m<sup>3</sup> (Vorkriegswährung) angegeben.

Die Wasserkraftnutzung im Haupttal des Oglio erfolgt in den drei Kraftwerkstufen, deren Daten Tabelle 6 (S. 136) zeigt. Die Mittelstufe befindet sich seit 1947 im Bau und soll 1951 den Betrieb aufnehmen.

Bei der in den Kriegsjahren erbauten unteren Stufe Cedegolo-Cividate weist die Zentrale einige interessante Besonderheiten auf (Bilder 11 bis 14). Die drei vertikalachsigen Francisturbinen und Generatoren sind unterirdisch angeordnet; im Freien sind nur drei über den Generatoren angeordnete bombensichere Schutzkappen sichtbar; der mit Dach versehene Portalkran für 110 t Tragkraft befindet sich im Freien und die Maschinen können für Reparaturen in eine spezielle Montagehalle transportiert werden, in der auch die Schaltanlagen, Werkstätte, Bureaux usw. untergebracht sind (Bild 14). Bei allen in Italien besichtigten Kraftwerken war dies die einzige derartige Konstruktion.

(Fortsetzung folgt)

### Konferenz über Dokumentation im Bauwesen DK 061.3 : 002 : 69 (494.42)

Die erste Internat. Konferenz über die Dokumentation im Bauwesen wurde unter dem Namen Journées d'étude de la documentation dans l'industrie du bâtiment vom 31. Juli bis 2. August 1947 in Paris abgehalten und von Vertretern von 14 Ländern besucht. Ein eingehender Bericht darüber wurde vom Institut National du Logement et de l'Habitation veröffentlicht.

Die zweite Internat. Konferenz wurde von der Commission Economique pour l'Europe (CEE) für den Monat Oktober 1949 nach Genf einberufen. Die europäische Wirtschaftskonferenz ist ein Glied der UNO und behandelt in etwa 30 Kommissionen alle für Europa wichtigen und aktuellen Fragen. Eine dieser Kommissionen, die Wohnbaukommission, veranstaltete im Jahre 1948 und Anfang 1949 mehrere internationale Besprechungen, auf denen das Programm für die Genfer Konferenz festgelegt wurde. Die Regierungen, die internationalen Organisationen, die europäischen Dokumentationszentren und alle Wirtschaftsgruppen, welche die Baudokumentation benötigen, wurden eingeladen, sich durch Delegierte vertreten zu lassen. Der Einladung folgten 18 Länder, nämlich Australien, Belgien, Dänemark, Finnland, Frankreich, Grossbritannien, Irland, Schweden, Schweiz, Tschechoslovakei, USA und Jugoslavien. Die offiziellen Delegierten der Schweiz waren Dr. P. Bourgeois, Direktor der Schweizerischen Landesbibliothek in Bern, und Dipl. Ing. E. Meyer, Direktor des Eidg. Wohnbauamtes in Bern, die noch eine grössere Anzahl Experten für die verschiedenen Fragen zugezogen hatten. Ausserdem waren Vertreter folgender internationaler Organisationen erschienen, die entweder an der Dokumentation im allgemeinen oder am Bauwesen im besonderen interessiert sind: UNO, UNESCO, Internat. Arbeitsamt, Internat. Normenorganisation, Internat. Gesundheitsorganisation, Internat. Architekten-Union, Internat. Verband für Dokumentation, Internat. Verband für Wohnungswesen und Städtebau, Internat. Kongresse für moderne Architektur (CIAM) und Conférence Technique Mondiale (CTM).

Die Aufgabe der Konferenz bestand in der Ausarbeitung von Vorschlägen für die Erfassung, Klassierung, Registrierung, Aufbewahrung und Verteilung aller Dokumente über die Industrie des Bauwesens in allen ihren Aspekten. Ferner sollte die Frage geprüft werden, ob eine internationale Dokumentationszentrale für das Bauwesen oder eine ständige internationale Beratungsstelle dafür ins Leben gerufen werden sollte. Die Konferenz, die im Völkerbundsgebäude abgehalten wurde, begann am 6. Oktober mit einer Vollsitzung, in der die üblichen Eröffnungsreden gehalten und das Bureau der Konferenz gewählt wurde. Vom 7. bis 12. Oktober wurden die Sitzungen der sieben Arbeitsgruppen abgehalten, die sich mit bestimmten Einzelfragen zu beschäftigen hatten, und am 13., 14. und 15. Oktober wurden die Ergebnisse der Beratungen der einzelnen Kommissionen der Vollversammlung vorgelegt und von ihr besprochen und schliesslich genehmigt. Die Arbeitsgebiete der einzelnen Gruppen waren die folgenden:

Gruppe 1: Umfang und Art der Referate.

Gruppe 2: Organisation einer internationalen Zusammenarbeit bei der Bearbeitung und Auswertung der einschlägigen Literatur.

Gruppe 3: Annahme der internationalen Dezimalklassifikation als Einheitsklassifikation und deren Anpassung an die modernen Bedürfnisse.

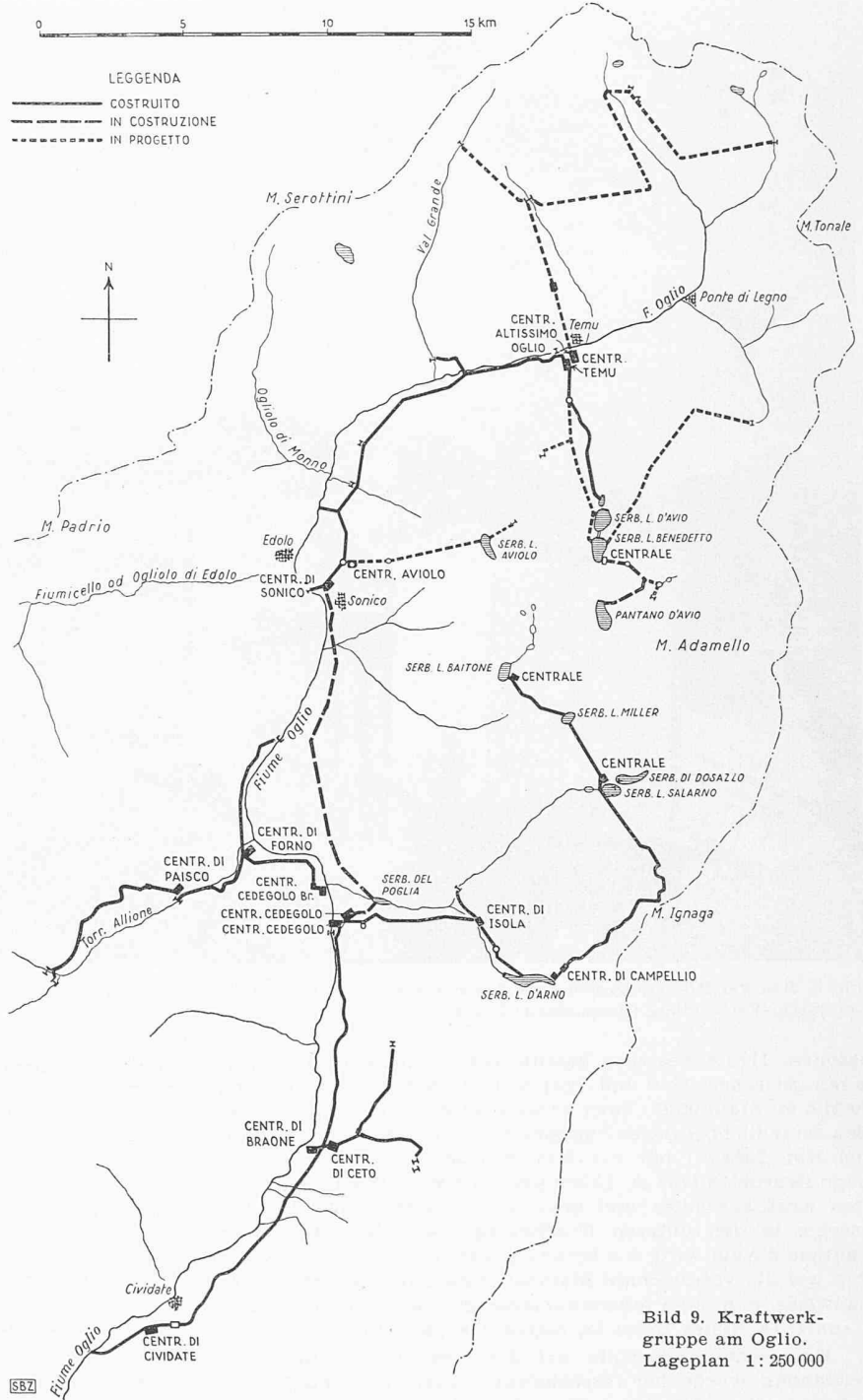


Bild 9. Kraftwerkgruppe am Oglio. Lageplan 1: 250 000

Tabelle 6. Kraftwerkstufen im Ogliotal

	Netto-Wasser-Menge m <sup>3</sup> /s	Max. Brutto-Gefälle m	Installierte Turbinen-Leistung kW	Mittl. jährl. Energieproduktion Mio kWh
Temù-Sonico seit 1938 im Betrieb	18,0	435,3	60 670	170,0
Sonico-Cedegolo im Bau	24,0	234,0	73 200	157,8
Cedegolo-Cividate seit 1945 im Betrieb	35,0	130,5	33 500	123,0

Gruppe 4: Studium anderer Klassifikationssysteme.

Gruppen 5 und 6: Empfehlungen für die Vereinheitlichung aller Veröffentlichungen auf dem Gebiete des Bauwesens, Besprechung der Publikationen offizieller Stellen auf diesem Gebiet.





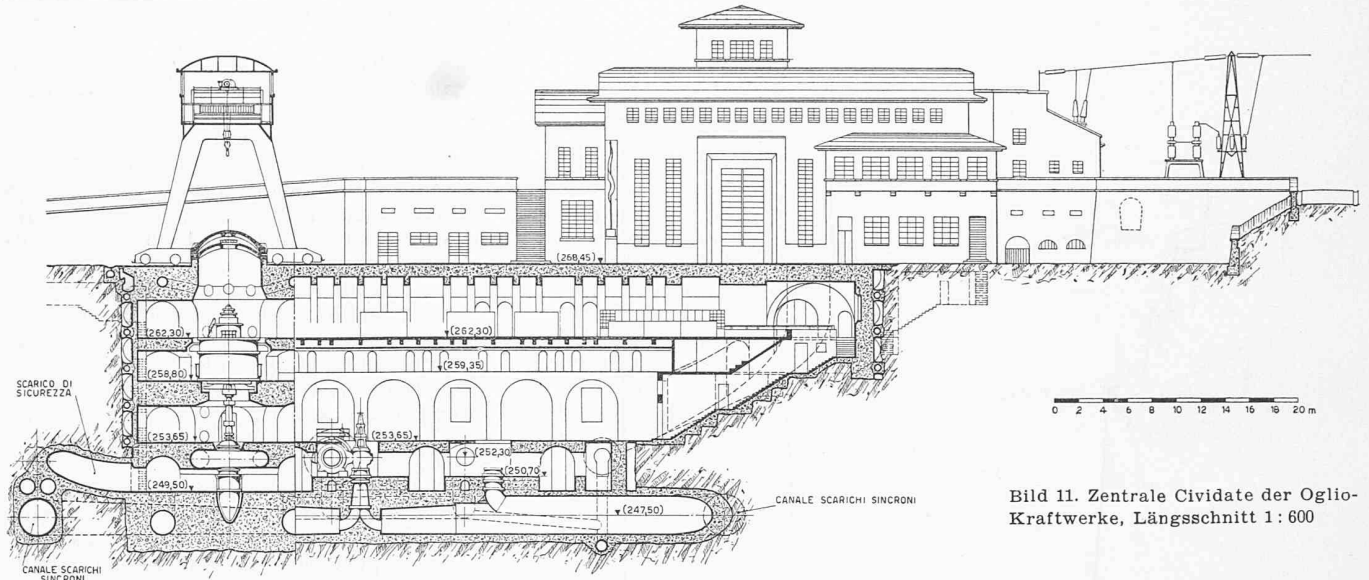


Bild 11. Zentrale Cividate der Oglio-Kraftwerke, Längsschnitt 1: 600

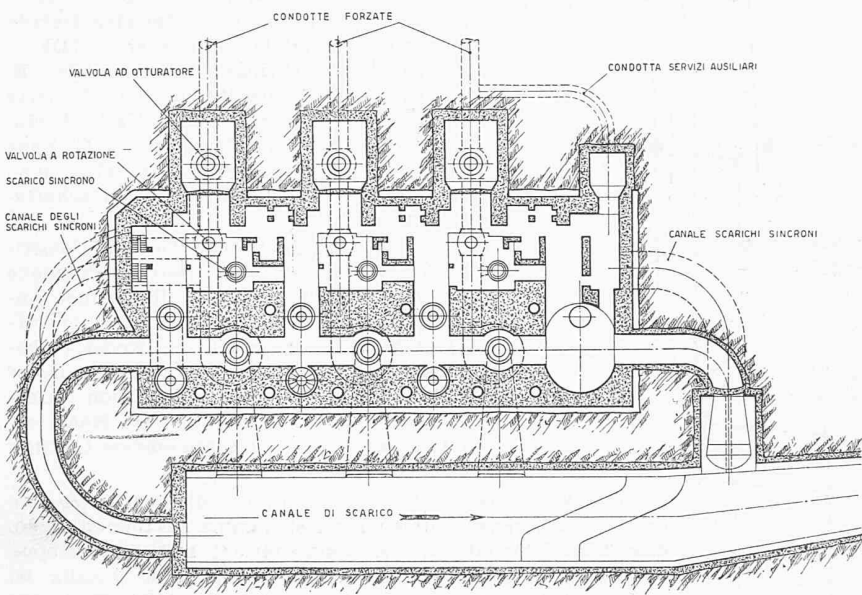
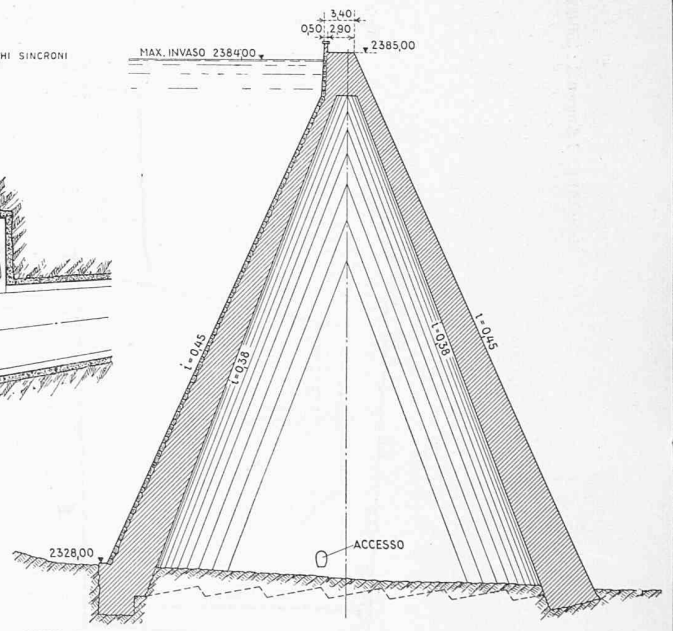


Bild 12. Zentrale Cividate, Grundriss 1: 600



SEZIONE A-A

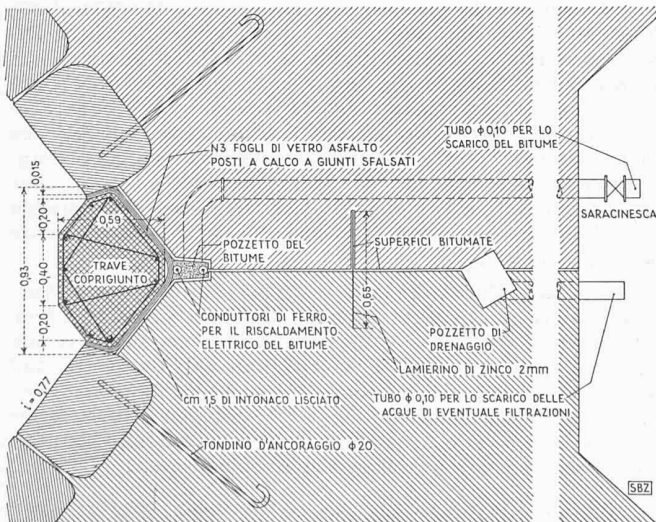
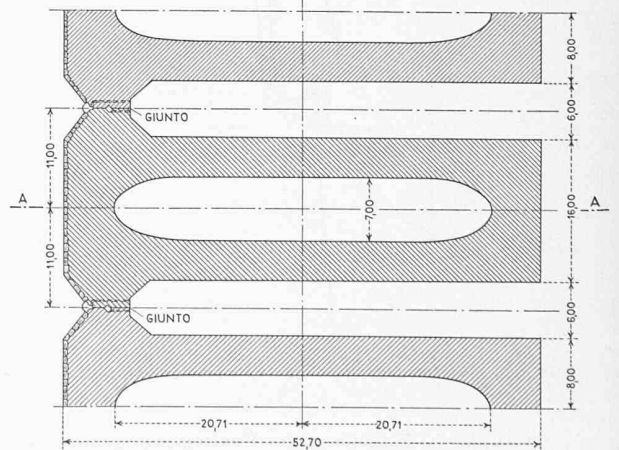


Bild 15. Staumauer Pantano d' Avio. Fugenabdichtung 1: 40



SEZIONE ORIZZONTALE ALLA QUOTA 2328

Bild 16. Pfeilerstaumauern für den Stausee Pantano d' Avio (Adamello). Querschnitt und Schnitt A-A, Masstab 1: 800

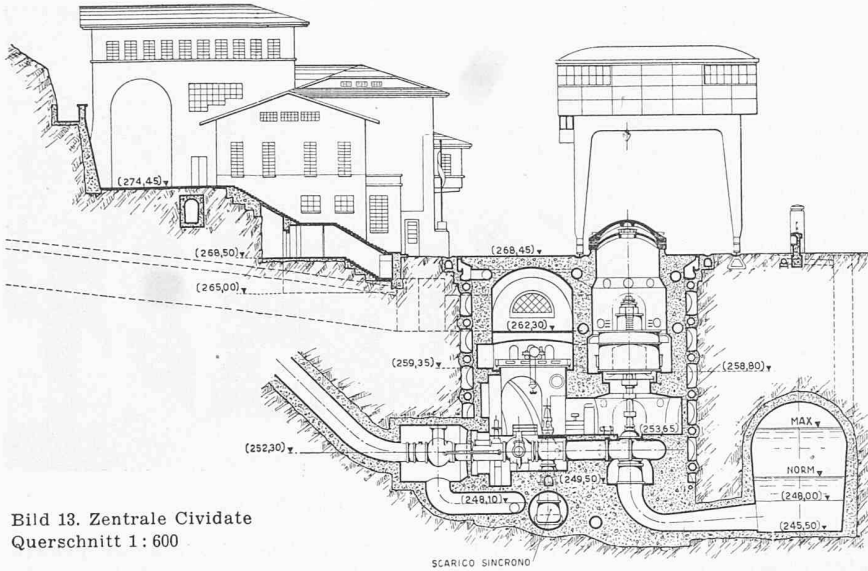


Bild 13. Zentrale Cividate  
Querschnitt 1: 600

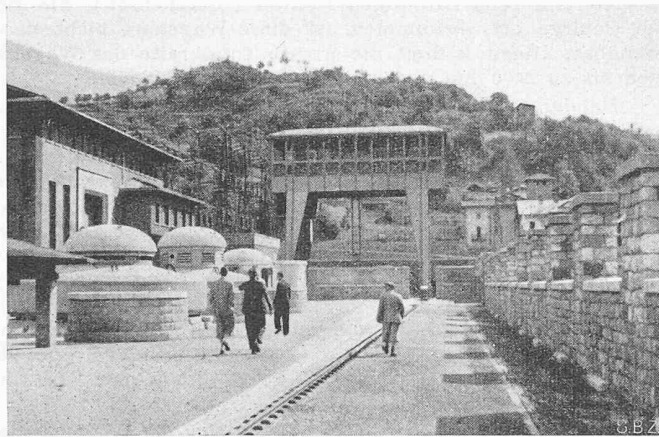


Bild 14 (links).  
Zentrale Cividate.  
Schutzhalle  
über den Generatoren und Portal-  
kran für 110 t im  
Freien.  
Links Montage-  
halle und Schalt-  
anlage

$$b\beta_d = \alpha \cdot r_{ks} \cdot c\beta_d \left(\frac{C}{W}\right)^{3/2}, \text{ worin}$$

$b\beta_d$  = die 28-tägige Würfelstärke des Betons in kg/cm<sup>2</sup>, gültig für Betonmischungen innerhalb praktischer Grenzen

$\alpha$  = Faktor, abhängig von der Plastizität des Normenmörtels und von der Konsistenz und Verarbeitung des Betons. Bei einer Konsistenz des Normenmörtels von 11% und einer plastischen Konsistenz des Betons ist  $\alpha = 0,20$

$r_{ks}$  = Raumgewicht des lufttrockenen Kiessandes

$c\beta_d$  = Normenfestigkeit des Portlandzementes

$C$  = Zementmenge in kg pro m<sup>3</sup> Beton

$W$  = Wassergehalt pro m<sup>3</sup> Beton (Naturfeuchtigkeit + Anmachwassermenge)

$C/W$  = der Zement/Wasser-Faktor

Diese Betonformel zeigt deutlich Art und Grösse des Einflusses der vier Betonkomponenten auf den Gütewert des Betons. Innerhalb praktischer Grenzen verläuft die Betonfestigkeit direkt proportional dem Raumgewicht des Kiessandes und der Normenfestigkeit des Portlandzementes. Mit zunehmender Zementdosierung steigt die Betonfestigkeit progressiv an und durch erhöhte Wasserzugabe nimmt sie in umgekehrtem Sinne progressiv ab. Hierzu zwei

Beispiele aus der Baupraxis, bei denen Kiessandmaterial mit schwachen Eigenschaften und dafür Zemente von hohen Normenfestigkeiten verwendet wurden:

1. *Bahnhof der Rhätischen Bahn in Davos-Platz.* Werte gemäss Kiessand-Untersuchungsbericht der EMPA Nr. 11857, Zement-Untersuchungsbericht der EMPA Nr. 14352/1 und Betonuntersuchungsbericht der EMPA Nr. 14372/2 vom Jahr 1949:

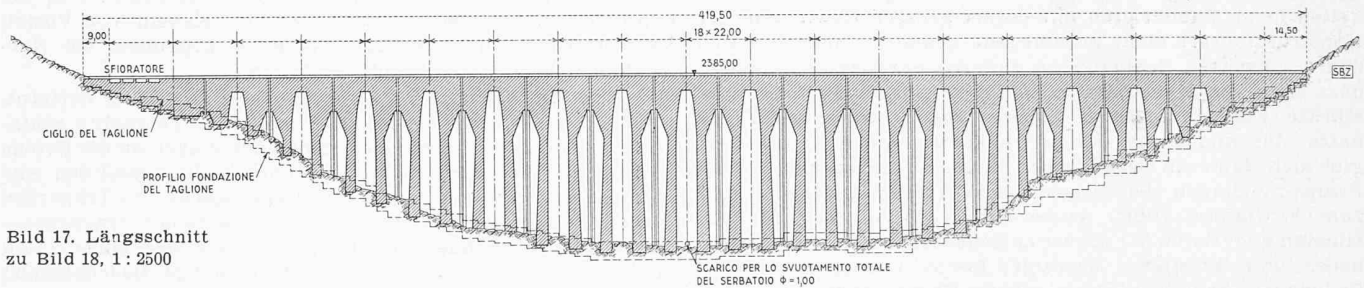


Bild 17. Längsschnitt  
zu Bild 18, 1: 2500

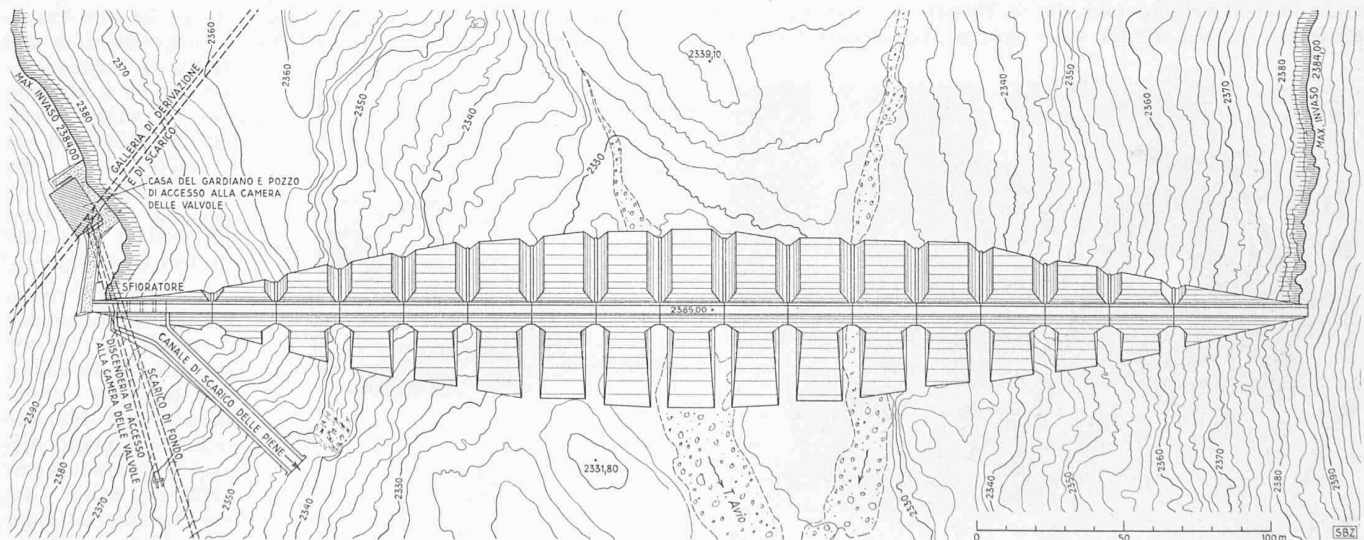


Bild 18. Pfeilerstauwehr für den Stausee Pantano d'Avio. Situation 1: 2500