

Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 42 (1950)
Heft: 6-7

Artikel: Kraftwerkbauten in Norditalien
Autor: Töndury, G.A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-922024>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Kraftwerkbauten in Norditalien

Von Dipl.-Ing. G. A. Töndury, Baden

1. Einleitung

Vor einigen Jahren sah sich unser im Weltkrieg verarmtes und durch die Kriegsgeschehnisse zum Teil verwüstetes Nachbarland Italien vor ein riesiges Wiederaufbauprogramm gestellt, das sofort nach Kriegsende mit Tatkraft in Angriff genommen wurde und heute schon zum großen Teil durchgeführt worden ist. Neben dem kriegsbedingten Wiederaufbau galt es auch, den Kraftwerkbau in Italien großzügig in Angriff zu nehmen. Die große Steigerung im Energiebedarf des Landes zeigt ähnliche Verhältnisse wie in der Schweiz; die Energieknappheit ist in Italien jedoch noch ausgeprägter und das wie die Schweiz an Rohstoffen arme Land ist darauf angewiesen, aus seinen eigenen Wasserkraften möglichst viel elektrische Energie zu gewinnen, um die Einfuhr ausländischer Energieträger auf ein Mindestmaß zu beschränken.

Die Energieproduktion Italiens ist von 15,5 Mia kWh im Jahre 1938 auf 22,7 Milliarden kWh im Jahre 1948 angestiegen, was einer Erhöhung um rund 46 % entspricht; für die Schweiz lauten die entsprechenden Werte: 1937/38: 7,05 Mia kWh, 1947/48: 10,5 Mia kWh, Steigerung 48 %. Nach der im Jahre 1948 erfolgten Erhöhung der Energiepreise in Italien wurde ein nationales Ausbauprogramm aufgestellt, das bis zum Jahre 1952/53 eine Erhöhung der Energieproduktion Italiens um rund 11 Mia kWh vorsieht, was ziemlich genau der heutigen totalen Energieproduktionskapazität aller schweizerischen Kraftwerke entspricht; diese 11 Mia kWh sollen sich verteilen auf:

7930 Mio kWh hydroelektrischer Energie
1850 Mio kWh geothermischer Energie und
1210 Mio kWh Energie aus mit Kohle und Öl
betriebenen thermischen Zentralen.

Damit soll die Energieproduktion Italiens im kurzen Zeitraum von vier Jahren um 44 % auf rund 32,7 Mia kWh erhöht werden. Am internationalen OECE-Kongreß in Paris (Organisation Européenne de Coopération Economique) wurde geschätzt, daß Italien im Jahre 1952/53 auch nach Realisierung des nationalen Ausbauprogramms noch ein Defizit von rund 6 Mia kWh haben dürfte, und es wurde dort die Aufstellung von zwei weiteren Ausbauprogrammen, dem sogenannten internationalen und dem komplementären Programm, erörtert. Das internationale Programm umfaßt für Italien drei große Kraftwerkgruppen, und zwar die Moncenisio-Kraftwerke (Frankreich/Italien), die Valle di Lei-Hinterrhein-Kraftwerke (Schweiz/Italien) und die Spölkraftwerke (Schweiz/Italien); das komplementäre Programm umfaßt 55 Kraft-

werkanlagen mit einer zusätzlichen Energieproduktion von 7,7 Mia kWh und unterteilt sich in drei Etappen verschiedener Dringlichkeit.

In neuester Zeit verspricht man sich in Italien viel von der intensiven Ausbeutung und Verwertung der speziell in der Poebene festgestellten reichlichen Methanvorkommen; inwieweit diese großen Energievorräte das oben angegebene langfristige Kraftwerkprogramm zu beeinflussen vermögen ist heute noch nicht abzusehen.

In dem im Ausbau begriffenen *nationalen Ausbauprogramm* verteilt sich die Energieproduktion aus Wasserkraftanlagen zu rund 71 % auf private, zu rund 9 % auf städtische Energieversorgungs-Unternehmungen (Städte Turin, Mailand und Rom) und zu rund 20 % auf private Industriekraftwerke.

Bei den privaten Energieversorgungsunternehmen stehen an der Spitze dieses Programms die

Società Edison, Milano, mit	rund 1000 Mio kWh
Società Adriatica di Eletticità,	
Venezia (SADE) mit	rund 880 Mio kWh
Società Idroelettrica Sarca-Molveno	
(Edison und SIP) mit	rund 750 Mio kWh
Società Idroelettrica Piemonte,	
Torino (SIP) mit	rund 640 Mio kWh

Die drei großen hier erwähnten Elektrizitätsgesellschaften (Edison, SADE und SIP) sind die wichtigsten Energieversorgungsunternehmen Norditaliens.

Die *Società Edison* und die im Gruppo Edison zusammengeschlossenen Elektrizitätsgesellschaften beliefern die Lombardei, das östliche Piemont, Ligurien und die westliche Emilia mit elektrischer Energie (Energieproduktion 1948: 5740 Mio kWh), die *Società Adriatica* (SADE) beliefert Venetien, das julische Venetien und die östliche Emilia (Energieproduktion 1948: 1700 Mio kWh) und die *Società Idroelettrica Piemonte* (SIP) das Piemont und die westliche Lombardei (Energieproduktion 1948: 1701 Mio kWh).

Die in den Jahren 1946, 1947 und 1949 mit Berufskollegen durchgeführten Reisen in Norditalien erlaubten einen Einblick in verschiedene Kraftwerkbauten der Azienda Elettrica Municipale di Milano (AEM), des Gruppo Edison, der Società Montecatini, der Società Sarca Molveno und der Società Adriatica di Eletticità, Venezia (SADE), und es dürfte für die schweizerischen Fachleute interessant sein, einen Überblick über diese Bauvorhaben jenseits unserer Grenzen zu erhalten* (siehe Übersichtsplan Abb. 1).

* In den Nummern 10, 11, 13 und 14 des Jahres 1950 der Schweizerischen Bauzeitung erschien vom Verfasser eine ausführlichere Beschreibung dieser Kraftwerkanlagen. Die hier gezeigten Abbildungen stammen aus jenem Aufsatz.

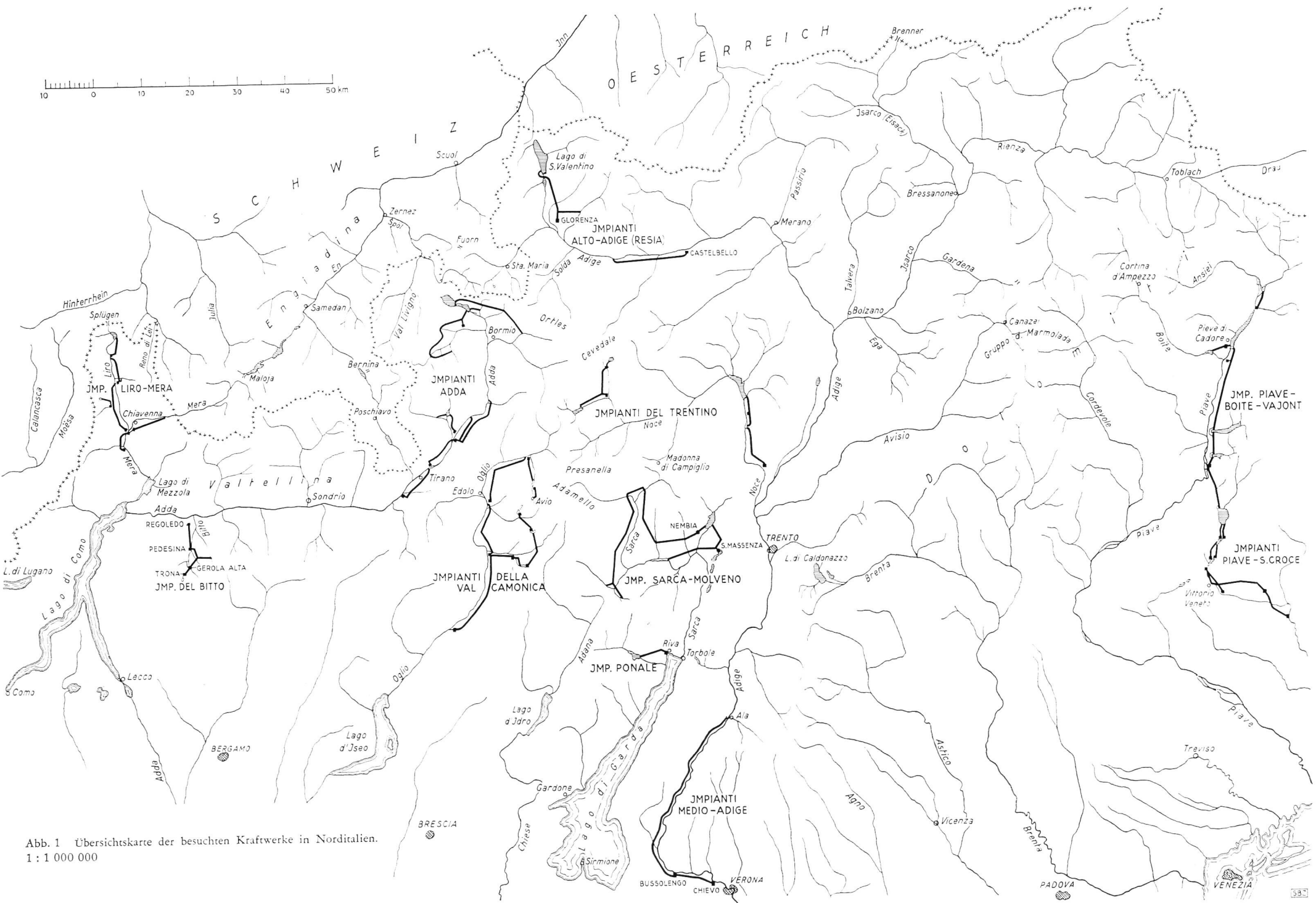


Abb. 1 Übersichtskarte der besuchten Kraftwerke in Norditalien.
1 : 1 000 000

2. Die Kraftwerke der Stadt Mailand an der Adda

Zurzeit nützt die Azienda Elettrica Municipale di Milano (AEM) die Adda und ihre Zuflüsse von den Quellen bei San Giacomo di Fraële bis rund 5 km unterhalb Tirano im Veltlin in 4 Hauptstufen mit einem totalen Gefälle von 1018 m und in einer Nebenstufe mit einem Gefälle von 500 m aus. Die total installierte Leistung beträgt 180 000 kW, die mittlere Energieproduktion rund 590 Mio kWh. Als interessantestes Bauwerk sei hier nur die Staumauer zur Schaffung des 58 Mio m³ fassenden Stausee S. Giacomo di Fraële herausgegriffen. Die 84 m hohe Staumauer wird auf gesundem Kalkdolomit als Pfeilermauer, Typ Noetzli, ausgeführt, womit eine Materialersparnis von rund 25 % erreicht wurde; die Betonkubatur beträgt etwa 600 000 m³. Die Beton-Zuschlagstoffe werden in unmittelbarer Nähe der Staumauer gewonnen und bestehen durchwegs aus gebrochenem Kalksteinmaterial. Der Bau dieser Staumauer wurde 1939 in Angriff genommen und nach einem längeren Arbeitsunterbruch während des Krieges in den Jahren 1945/49 fortgeführt und praktisch beendet. Beachtenswert sind die großzügigen Bauinstallationen, die einen vollständig mechanisierten Betrieb gestatten (Leistungsfähigkeit der Betonieranlage 2500 m³/Tag) und die Transportinstallationen: Zufahrtsstraße mit Trolleybusbetrieb von Tirano bis zur Sperrstelle, dazu noch Seilbahntransporte von der Stelviostraße bis zur Baustelle. Besondere Sorgfalt wurde dabei dem Zementtransport zur fast 2000 m hoch gelegenen Baustelle gewidmet. Hier sei speziell auf den Artikel von Ing. M. Passet in der Wasser- und Energiewirtschaft 1946 Nr. 12 hingewiesen. Das gleiche System für den Zementtransport in eisernen Behältern mit wohlausgedachten Einrichtungen für den Umlad wurde auch beim Bau der Staumauer Lumiei der Società Adriatica angewendet und ist nun auch in der Schweiz für die gegenwärtig im Bau befindlichen Staumauern Rätherichsboden (K. W. Oberhasli) und Cleuson (EOS) eingeführt worden.

3. Kraftwerke des Gruppo Edison

In den im Gruppo Edison zusammengefaßten Gesellschaften standen Ende 1948 191 Wasserkraftanlagen in Betrieb mit einer installierten Turbinenleistung von 1 861 880 kW und einer Produktionsmöglichkeit von rund 5,7 Mia kWh. (Für die gesamte Schweiz lauten vergleichsweise die entsprechenden Zahlen: 281 Wasserkraftanlagen, total installierte Turbinenleistung rund 2 480 000 kW mit einer Produktionsmöglichkeit von fast 11 Mia kWh). Zu diesen Wasserkraftanlagen kommen noch thermische Anlagen, und zwar verfügt der Gruppo Edison über sieben Zentralen mit einer Turbinenleistung von 146 000 kW.

Die wichtigsten Kraftwerkgruppen der Società Edison sind am Toce und seinen Zuflüssen (Impianti della Valle d'Ossola), in der Valle S. Giacomo und im unteren Bergell (Impianti del Liro e Mera), am Oglio und im Gebirgsmassiv des Adamello (Impianti della Val Camonica) und am Noce (Impianti del Trentino); die Lage ist aus der Übersichtskarte Abb. 1 ersichtlich.

Über diese vier Kraftwerkgruppen (Stand 1949) gibt Tabelle 1 Auskunft.

Tabelle 1

Kraftwerke	Speicherbecken		Anzahl Zentralen	inst. Turbinenleistung kW	Jährliche Energieproduktion Mio kWh
	Anzahl	nutzb. Inhalt Mio m ³			
im Betrieb	20	299,6	47	1 075 740	3 043,4
im Bau	6	237,2	10	391 460	938,4
projektiert	5	72,8	19	331 170	1 085,0
Total	31	609,6	76	1 798 370	5 066,8

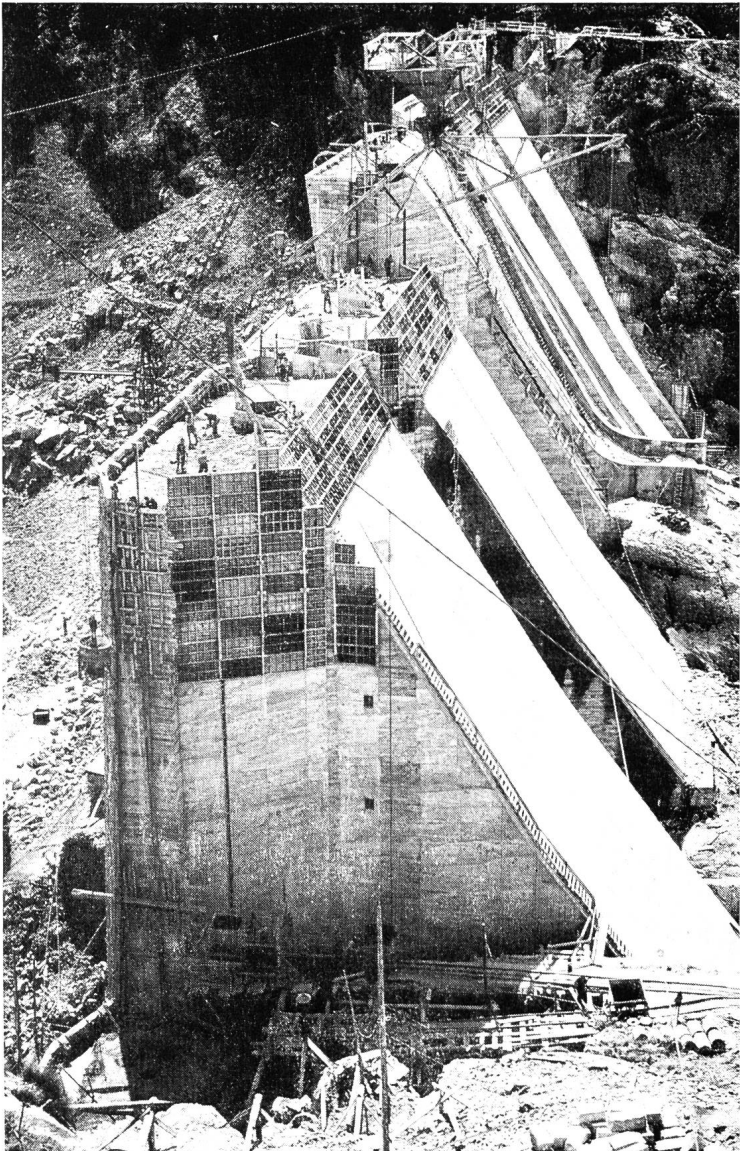


Abb. 2 Bau der Pfeilerstaumauer am Lago Trona der Bitto-Kraftwerke (Bauzustand: 26. August 1941)

Die größte Kraftwerkgruppe ist diejenige in *Valle d'Ossola*. Sie stellt das typische Beispiel eines bereits fast vollständig ausgebauten Flußsystems dar und weist sehr viele ältere, zum Teil auch kleinere Anlagen auf. Im Bau befindet sich dort zurzeit lediglich die Kraftwerkstufe Sabbione-Morasco im obersten Formazzatal mit dem 33,6 Mio m³ fassenden Stausee Sabbione. Zur Schaffung dieses Stausees wird eine etwa 60 m hohe Pfeilerstaumauer gebaut.

In der Kraftwerkgruppe des *Liro* südlich des Splügenpasses und der *Mera* im untersten Bergell sind zurzeit 5 Kraftwerkstufen im Bau; zur vollständigen Wasserkraftnutzung dieser Flußgebiete sind noch 3 Kraftwerkstufen projektiert. In Mese bei Chiavenna befindet sich eine große Schaltstation. Die hier transformierte Energie wird in Hochspannungsleitungen von 120 kV hauptsächlich nach Ligurien und nach der Provinz Emilia (Bologna) etwa 450 km weit transportiert.

Ein klassisches Beispiel, wie die Gewässer eines Tal-systems mit allen Verästelungen vom obersten Einzugsgebiet bis zur Mündung in den Hauptfluß restlos aus-

genützt werden können, zeigt die in den Kriegsjahren 1939/43 erstellte, der Società Orobica (Gruppo Edison) gehörende *Kraftwerkgruppe am Bitto*, einem südlichen Zufluß der Adda im unteren Veltlin. In den 4 Kraftwerkstufen mit einer total installierten Leistung von rund 57 000 kW werden bei einem totalen Bruttogefälle von ca. 1900 m rund 100 Mio kWh produziert.

Bei der 150 m langen, 41 m hohen Staumauer Inferno (36 400 m³ Beton) und bei der 182 m langen, 58 m hohen Staumauer Trona (87 500 m³ Beton) wurden im «Gruppo Edison» erstmals Pfeilerstaumauern nach dem in der Schweiz als Noetzlityp bekannten System gebaut (Abb. 2); in Italien wurde ein Staumauertyp in aufgelöster Bauweise (*diga a gravità alleggerita*) bereits vor 1900 von Ing. Figari, Genova, vorgeschlagen und Dott. Ing. C. Marcello entwickelte einen speziellen Typ, bei dem jeweils zwei Pfeilerelemente mit luftseitigem Abschluß statisch als Einheit wirken, wodurch das ganze System eine größere Querstabilität erhält; die Hohlräume zwischen den einzelnen Zwillingselementen bleiben offen. Der bei den Staumauern Inferno und Trona angewandte

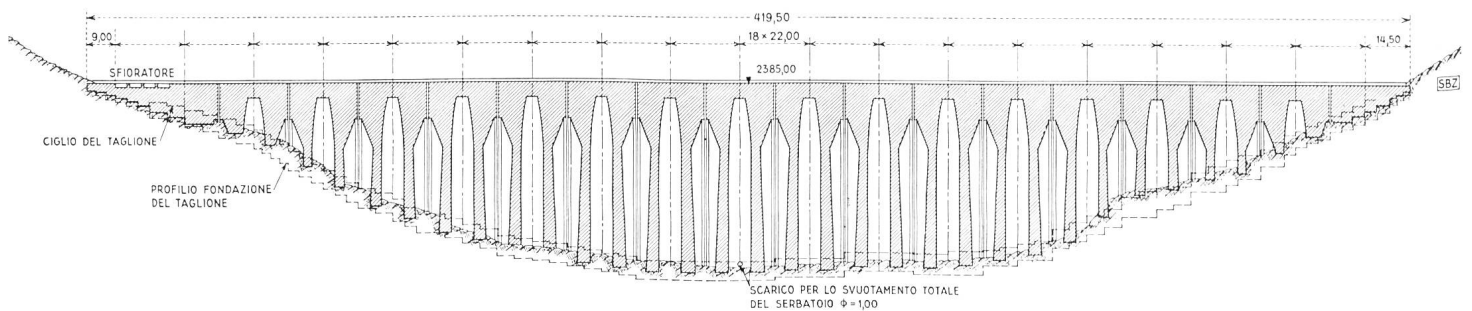


Abb. 3 Pfeilerstaumauer für den Stausee Pantano d'Avio (Adame!lo), Längsschnitt zu Abb. 4, Maßstab 1 : 2500

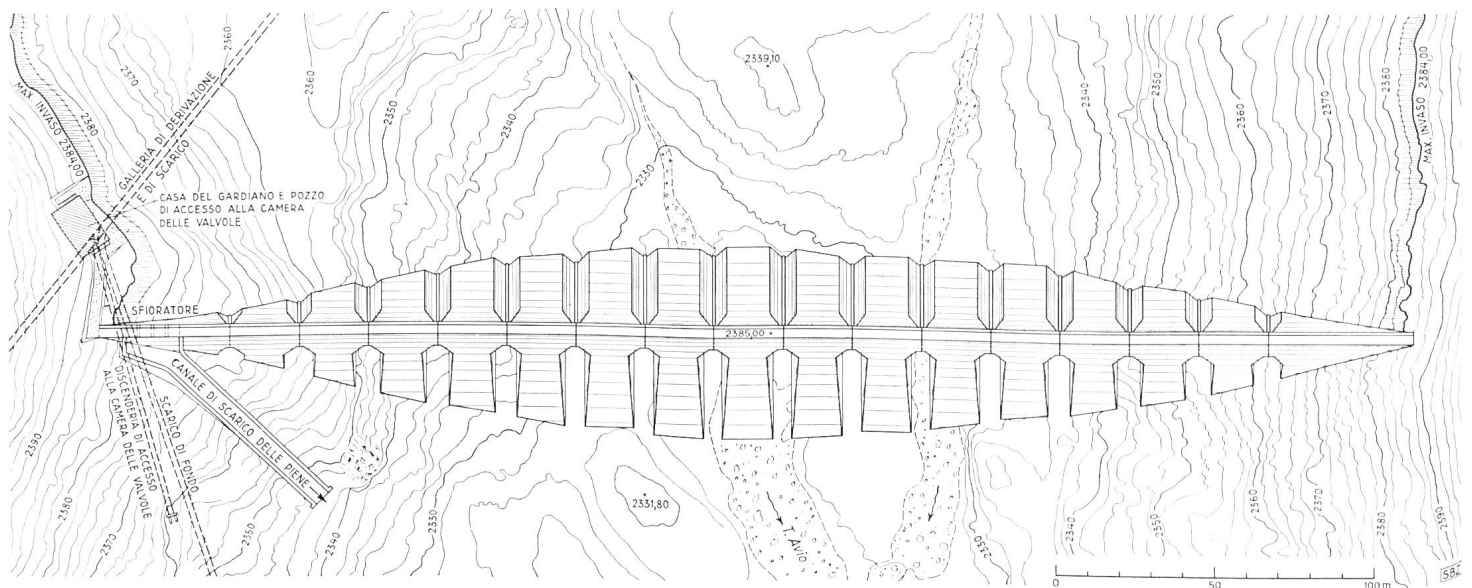


Abb. 4 Pfeilerstaumauer Pantano d'Avio, Situation 1 : 2500

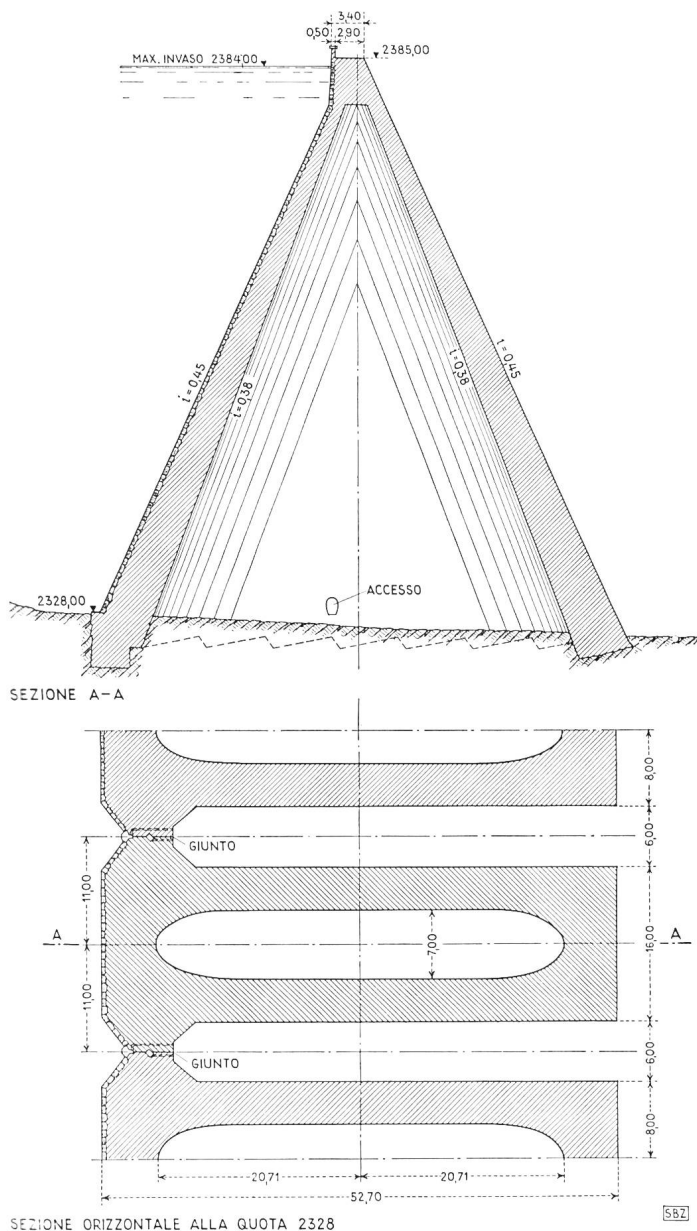


Abb. 5 Pfeilerstaumauer Pantano d'Avio, Querschnitt und Schnitt A—A, Maßstab 1 : 800

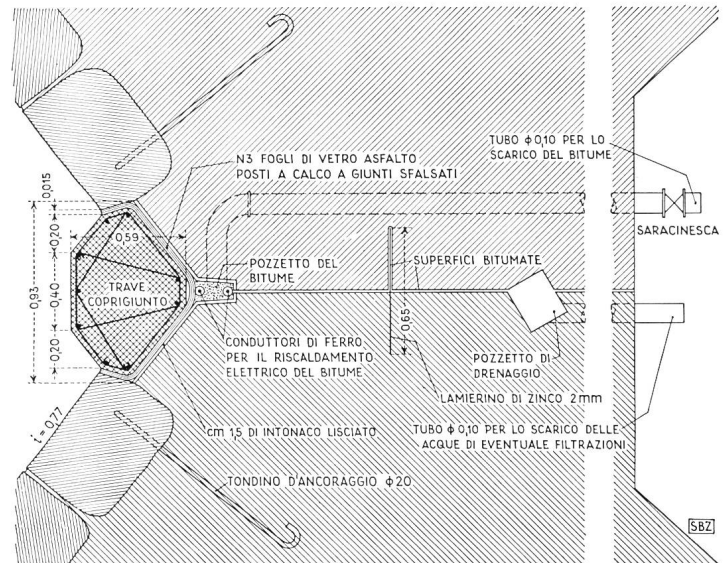


Abb. 6 Pfeilerstaumauer Pantano d'Avio, Detail der Fugenabdichtung, Maßstab 1 : 40

Staumauertyp wurde auf Grund der gemachten Erfahrungen noch etwas weiter entwickelt. Er kommt heute bei den im Bau befindlichen 62 resp. 63 m hohen Staumauern Sabbione (Impianti della Valle d'Ossola) und Pantano d'Avio (Impianti della Val Camonica) der Società Edison zur Anwendung (Abb. 3 bis 6). Nach dem gleichen Staumauertyp wurde nach den Projekten von Ing. Marcello auch die soeben fertiggestellte 62 m hohe Staumauer Bau Muggeris in Sardinien (Impianti Alto Flumendosa) gebaut. Die maschinellen und elektrischen Anlagen der ganzen Kraftwerkgruppe am Bitto sind so disponiert, daß alle Kraftwerke von der untersten Zentrale ferngesteuert werden können.

(Fortsetzung folgt)

Die Speicherpumpenanlage des Etzelwerkes (Zweiter Teil)

Referat von Direktor Robert Thomann, Winterthur

Nach den betriebswirtschaftlichen Betrachtungen des Herrn Dir. Engler behandeln wir den maschinentechnischen Teil. Die beiden Speicherpumpen für das Etzelwerk wurden durch eine Arbeitsgemeinschaft Sulzer-Escher Wyß geliefert, und zwar je für folgende Betriebsdaten:

$$\begin{aligned}\text{Fördermenge } Q &= 2\,690 \text{ l/s} \\ \text{Förderhöhe } H &= 491 \text{ m} \\ \text{Drehzahl } n &= 500 \text{ U/min} \\ \text{Leistungsbedarf } N &= 20\,500 \text{ PS}\end{aligned}$$

Eine Pumpe arbeitet für das Drehstromnetz der NOK, die andere für das Einphasennetz der SBB.

Abb. 1 stellt eine der beiden Pumpen im Längsschnitt dar. Bei ihrem Entwurf war zu berücksichtigen, daß die Fundamente schon beim Bau des Etzelwerkes, d. h. mehr als zehn Jahre vor Vergebung der Pumpen, erstellt wurden, und zwar nach einer damaligen Studie, die sich auf eine vierstufige Pumpe bezog. Die Entwicklung im Bau von Turbomaschinen und die Forderung nach möglichst hohem Wirkungsgrad haben die Arbeitsgemeinschaft dann dazu geführt, fünfstufige Pumpen vorzuschlagen. Da die Bauhöhe gegeben war, erforderte dies ganz besondere konstruktive Maßnahmen, und es ist auf die elegante Lösung für die Kupplung zurückzuführen, daß