

SOCIETÀ ELETTRICA
COOPERATIVA ALTO BUT
PALUZZA

IMPIANTO IDROELETTRICO DI MUSEIS



COOPER. Elett. ALTO BUT

SOCIETÀ ELETTRICA
COOPERATIVA ALTO BUT
PALUZZA

IMPIANTO
IDROELETTRICO
DI MUSEIS

(COMUNE DI CERCIVENTO)

PALUZZA 14 GIUGNO 1986

SOMMARIO:

Presentazione	pag.	3
Caratteristiche generali dell'impianto	pag.	5
Le opere di captazione	pag.	7
La galleria	pag.	8
La vasca di carico e la condotta di adduzione	pag.	9
Il pozzo piezometrico e la condotta forzata	pag.	10
La centrale di produzione	pag.	11
L'opera di restituzione nel Torrente But	pag.	13
Le apparecchiature elettromeccaniche	pag.	14

Alla realizzazione della presente monografia,
hanno contribuito:

Impresa di Costruzioni Caldart S.p.A., Santa Giustina (BL)
Carmes S.p.A., Tolmezzo (UD)
De Pretto E.W. S.p.A., Schio (VI)
Electrobell, Pieve d'Alpago (BL)
Hydroenergy S.r.l. Belluno
Secab, Paluzza (UD)
Impresa di Costruzioni Tomat G. s.n.c., Tolmezzo (UD)
Zollet Ingegneria, Santa Giustina (BL).

In copertina:
Rame sbalzato di G. Cargnelutti

Il Consiglio di Amministrazione ed il Collegio Sindacale della Società Elettrica Cooperativa Alto But di Paluzza esprimono il più vivo compiacimento per la realizzazione del nuovo impianto idroelettrico di Museis, in Comune di Cercivento (Udine).

È un altro passo avanti nell'attuazione del programma che mira ad assicurare alla S.E.C.A.B. un'autonomia di produzione di energia elettrica anche nei periodi di magra, per assicurare ai soci e agli utenti il miglior servizio, con le ben note agevolazioni tariffarie, in ogni tempo dell'anno.

La messa in servizio del nuovo impianto avviene a 75 anni dalla fondazione della Società ed è il segno più tangibile della vita fervida di attività che caratterizza la S.E.C.A.B. dopo 15 lustri dalla sua nascita.

Ci riempie, poi, di soddisfazione il fatto che la realizzazione del nuovo impianto sia stata effettuata nei tempi stabiliti rispettando rigorosamente il quadro di spesa previsto.

Nei tempi difficili in cui viviamo riteniamo che ciò non sia cosa di poco conto e che il traguardo così tempestivamente raggiunto si debba a molteplici fattori da mettere bene in evidenza.

L'oculata ed aggiornata redazione del progetto esecutivo, la realizzazione precisa e perfettamente organizzata delle opere civili, la sollecita fornitura delle macchine idrauliche ed elettriche, effettuata secondo una centenaria tradizione di capacità e serietà, la fornitura ed il montaggio dei quadri elettrici rispondenti alla tecnica elettronica più avanzata nonché la competente direzione dei lavori hanno assecondato la costruzione dell'impianto, secondo un programma seguito con particolare impegno e tempestività dalla Direzione e dal Consiglio di Amministrazione della Società;

La regolare esecuzione dell'impianto è stata assicurata da un'intensa attività burocratica, che ha permesso di superare con tempismo le varie difficoltà incontrate sia per il finanziamento, sia per le pratiche di concessione della derivazione, di acquisizione dei terreni e delle servitù e dell'appalto dei lavori.

In tutti questi adempimenti abbiamo avuto la collaborazione esemplare a certi livelli, dei funzionari di alcuni Assessorati Regionali, del Genio Civi-

le, dei Comuni di Cercivento, Paluzza e Sutrio, nonché di alcune Banche della Regione.

È doveroso segnalare anche l'apporto decisivo dato per il finanziamento dell'opera:

dalla Regione Friuli-Venezia Giulia - Assessorato all'Industria - con i contributi concessi in conto capitale ed in conto interesse sui mutui contratti; dalle Presidenze del F.R.I.E. e dell'I.M.I. con la concessione dei mutui agevolati;

dalla Cassa di Risparmio di Udine e Pordenone nonché dalla Banca Carnica con le garanzie offerte a sostegno dei mutui summenzionati.

Da quanto è stato sommariamente esposto emerge chiaramente che la costruzione dell'impianto di Museis è il risultato di un lavoro ben programmato dal punto di vista progettuale ed operativo, in cui tutti coloro che sono stati impegnati nell'esecuzione hanno offerto la loro collaborazione con competenza e puntualità.

Esprimiamo, pertanto, ai preposti ai vari Enti, Uffici e Ditte, alle maestranze tutte, nonché al Direttore Maier ed al nostro personale, il più vivo ringraziamento per l'impegno e la serietà dimostrata nell'esecuzione di un'opera che supera, nella spesa, i 4 miliardi.

Siamo lieti di aver arricchito la Carnia di un'altra struttura preziosa per lo sfruttamento razionale ed ecologico dell'acqua, una delle nostre poche risor-

se, per la produzione di energia elettrica pulita. È un apporto di valore per la nostra modesta economia e, nello stesso tempo, una dimostrazione della nostra volontà di vincere il pessimismo che pervade in campo economico la montagna friulana. Settantacinque anni fa i nostri illustri predecessori hanno fondato la S.E.C.A.B. per favorire il frenare dell'emigrazione e creare le premesse per lo sviluppo economico dell'Alto But e della Valcalda.

In tutti questi anni, anche in mezzo alle difficoltà di certi periodi, la bandiera della Cooperazione non è mai stata ammainata.

Il nuovo impianto di Museis è il simbolo della nostra rinnovata fiducia nell'avvenire della Carnia e l'apporto concreto a far sì che la nostra gente trovi qui, nella Terra natia, le ragioni e le possibilità di una vita civile e serena.

Paluzza, 14 giugno 1986.

Il Collegio Sindacale

Rinaldo Toch	Presidente
Giovanni Lazzara	
Fabio Matiz	
Armando Bulliani	Supplente
Adriano Di Centa	Supplente

Il Consiglio di Amministrazione

Emilio di Lena	Presidente
Alfredo Matiz	Vice Presidente
Sergio Craighero	
Dario Della Pietra	
Luigi Delli Zotti	
Aldo Di Centa	
Mattia Giorgessi	
Angelo Ortobelli	
Renato Ortis	

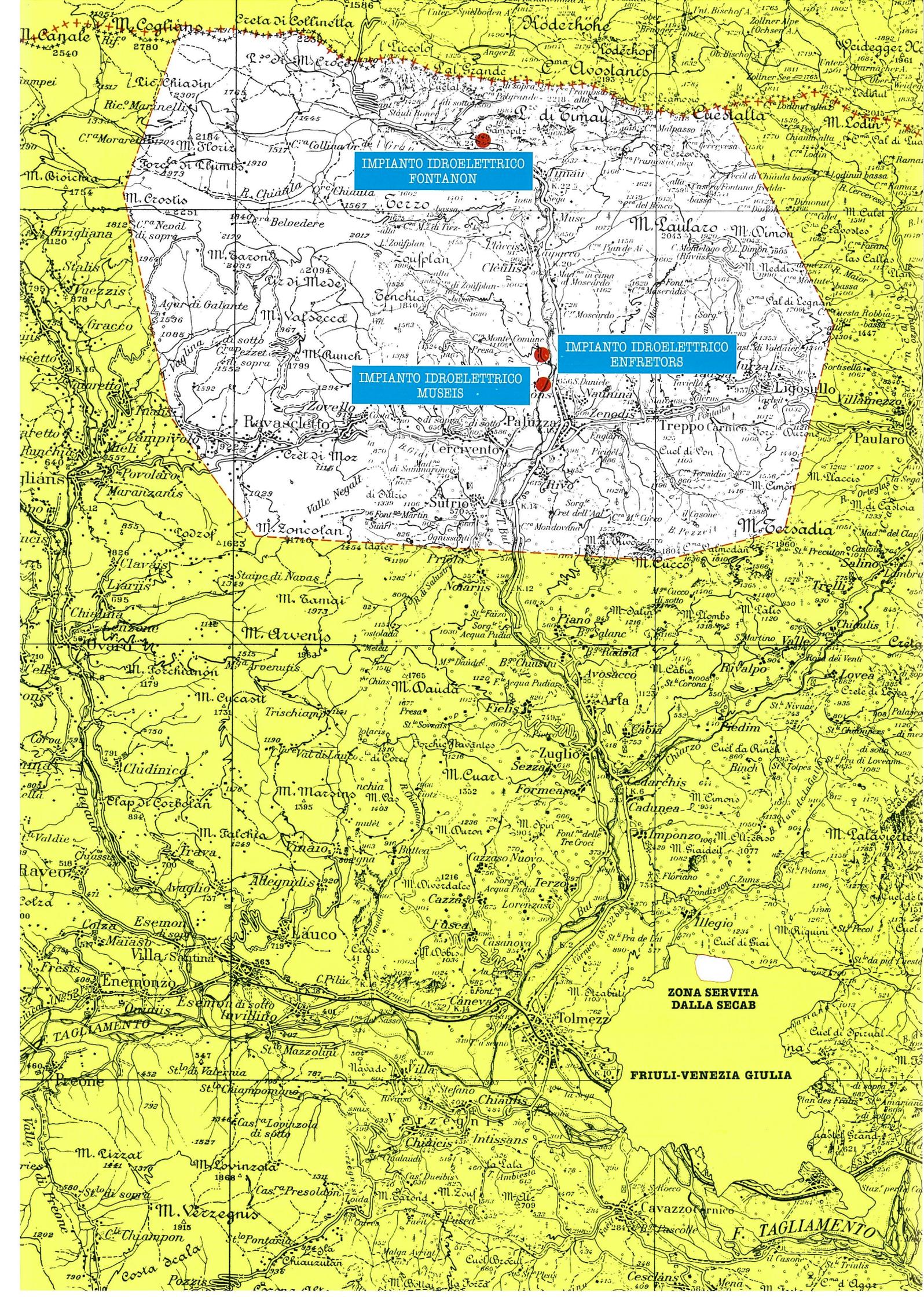
**IMPIANTO IDROELETTRICO
FONTANON**

**IMPIANTO IDROELETTRICO
ENFRETTORS**

**IMPIANTO IDROELETTRICO
MUSEIS**

**ZONA SERVITA
DALLA SECAB**

FRIULI-VENEZIA GIULIA



CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO

L'impianto idroelettrico di Museis sfrutta il salto geodetico esistente tra lo scarico della centrale idroelettrica di Enfretors, di proprietà della SECAB, e la località di Museis. L'impianto è ubicato lungo la valle del Torrente But, nei Comuni di Paluzza, Cercivento e Sutrio, in Provincia di Udine. È destinato a derivare le acque del Torrente But ed utilizzare le portate provenienti dallo scarico della centrale idroelettrica di Enfretors.

L'impianto in progetto deriva, inoltre, le portate sfiorate dalla vasca di carico dell'impianto di Enfretors nel caso di fuori servizio di quest'ultimo: le acque vengono captate in corrispondenza della confluenza tra Rio Aracli e il Torrente But.

Lo schema idraulico prevede l'unione delle portate in una vasca di raccolta situata a monte del dissabbiatore. A mezzo di una galleria, della lunghezza di 582 m, le acque sono convogliate alla vasca di carico dalla quale si diparte la condotta forzata.

La condotta è costituita da un primo tratto, lungo 750 m, con tubazioni in cemento armato del diametro di 1400 mm; il tratto

finale è costituito da tubazioni in acciaio del diametro di 1000 mm per uno sviluppo complessivo di 151.50 m.

All'innesto delle due condotte è stato inserito il pozzo piezometrico.

Le acque vengono turbinate e restituite nel Torrente But tramite una condotta del diametro di 1600 mm e lunga 210 m.

Nella centrale di produzione sono installati 3 gruppi turbina generatore sincrono per una potenza di 1857 KW.

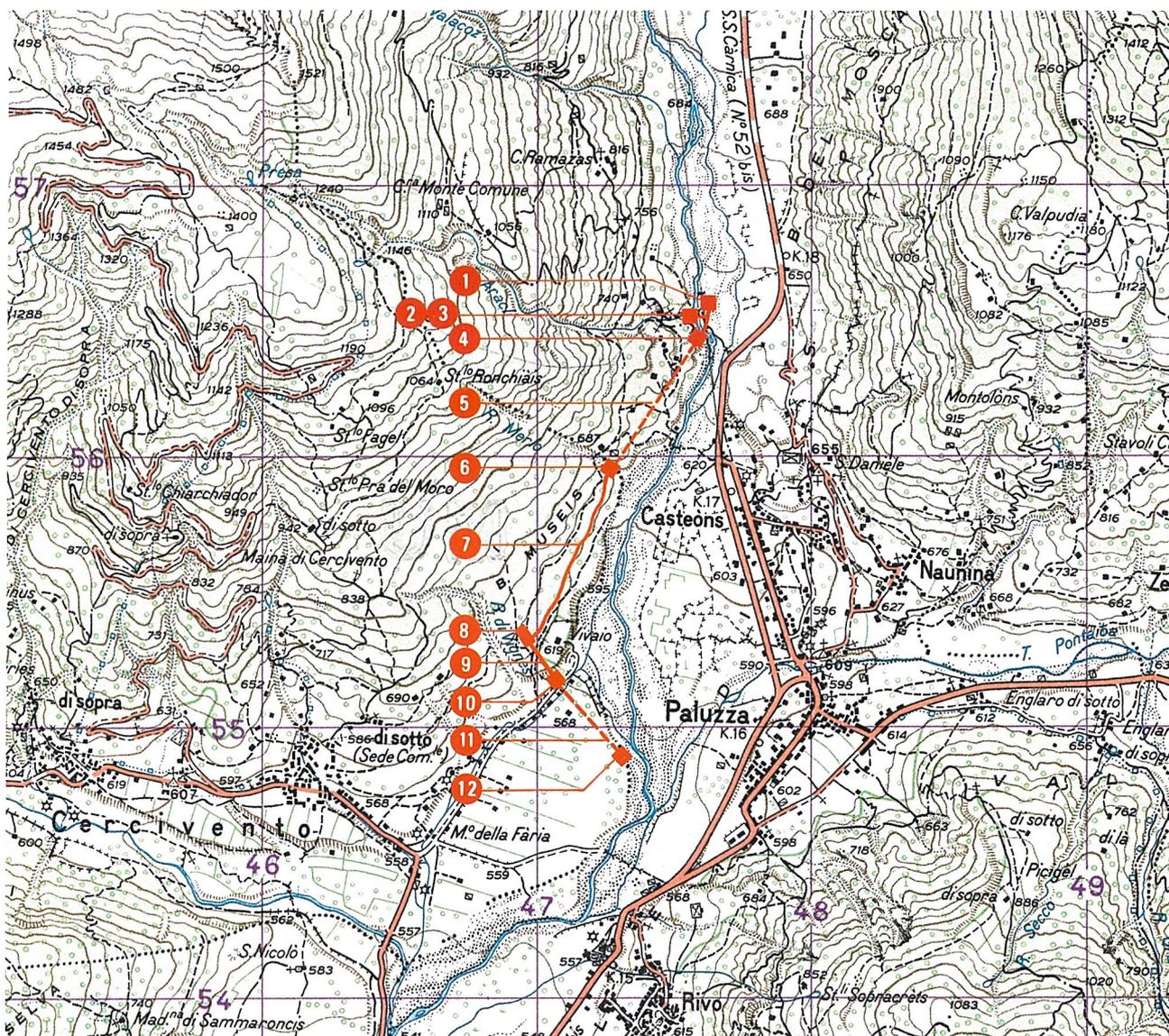
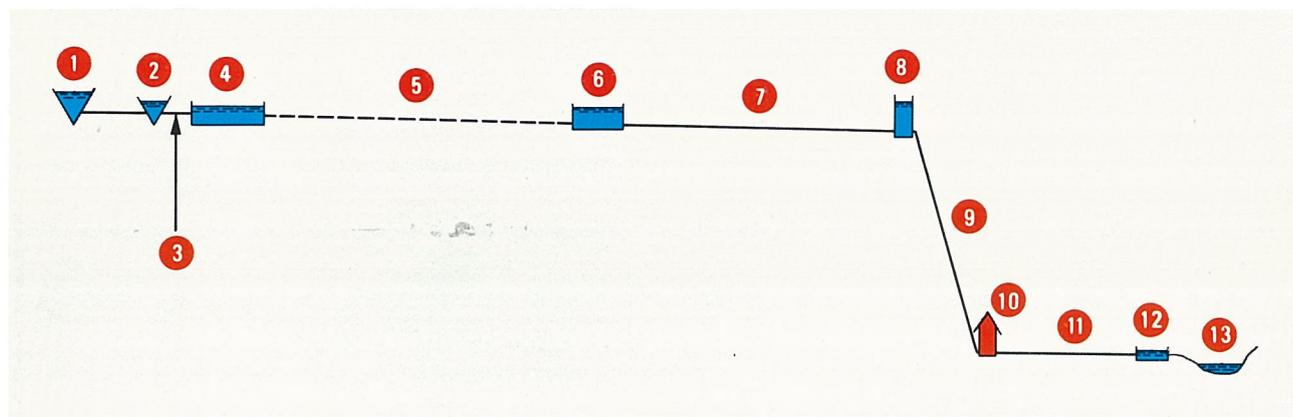
La nuova centrale idroelettrica di Museis è prevista con funzionamento completamente automatico. I gruppi di generazione verranno avviati e regimati secondo un criterio di precedenza programmabile sulla base delle portate derivabili ed in conformità alle segnalazioni fornite dal misuratore di livello in vasca di carico. L'impianto è inoltre predisposto per l'utilizzo della galleria come bacino di accumulo giornaliero allo scopo di trasferire la potenza dalle ore di minor richiesta a quelle di punta.

La producibilità media annua detraibile dall'impianto idroelettrico di Museis risulta pari a 9.200.000 KWh.

CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO

Bacino del Torrente But sotteso dall'impianto	55 km ²
Quota sfioratore alla vasca di carico	641.90 m s.m.
Quota sfioratore a valle delle turbine	581.10 m s.m.
Portata massima derivabile	3500 l/s
Portata minima	540 l/s
Portata media di concessione	2438 l/s
Salto lordo	60.80 m
Potenza nominale	1453.239 kW
Potenza effettiva massima	1500 kW
Potenza minima garantita	260 kW
Producibilità media annua	9.200.000 kWh

SCHEMA IDRAULICO DELL'IMPIANTO



- 1. Opera di presa dal Torrente But
- 2. Opera di presa dal Rio Aracli
- 3. Centrale di Enfretors
- 4. Dissabbiatore
- 5. Galleria

- 6. Vasca di carico e camera valvole
- 7. Condotta forzata in cemento armato
- 8. Pozzo piezometrico
- 9. Condotta forzata in acciaio
- 10. Centrale di Museis

- 11. Condotta di scarico
- 12. Manufatto di restituzione
- 13. Torrente But

LE OPERE DI CAPTAZIONE

La larghezza dell'alveo del torrente But, la veemenza delle sue piene, l'intensità del trasporto solido di fondo associate alla notevole potenza del materasso alluvionale hanno indirizzato la progettazione verso un'opera di derivazione laterale, senza la traversa di sbarramento.

La derivazione delle acque avviene mediante una soglia fissa ubicata sulla sponda destra del torrente, in posizione tale da risultare protetta durante i fenomeni di piena.

Particolare attenzione è stata posta per lo sghiaimento della bocca di presa che avverrà a mezzo di due paratoie a strisciamento delle dimensioni di 2.10×1.60 .

La protezione dei manufatti di derivazione è costituita da una serie di travi infisse nella platea di fondo.

L'adduzione delle acque alla vasca di sedimentazione avviene a mezzo di una condotta in calcestruzzo avente sezione utile di 1.80 m^2 e lunghezza pari a 77 m .

Al condotto sono convogliate le acque provenienti dagli scarichi della centrale di Enfretors.

La derivazione delle acque da Rio Aracli avviene a mezzo di griglia sub-orizzontale della lunghezza di 8 m immersata nel corpo di una traversa in calcestruzzo.

La traversa è sagomata con profilo idraulico e rialzo finale per dissipare l'energia della corrente.

Il ciglio sfiorante è protetto con bolognini di porfido.

Le acque provenienti dalla derivazione del torrente But, dal Rio Aracli e dallo scarico della centrale di Enfretors sono convogliate in una vasca di smorzamento, avente anche funzione di sghiaiatore, posta a monte del dissabbiatore.

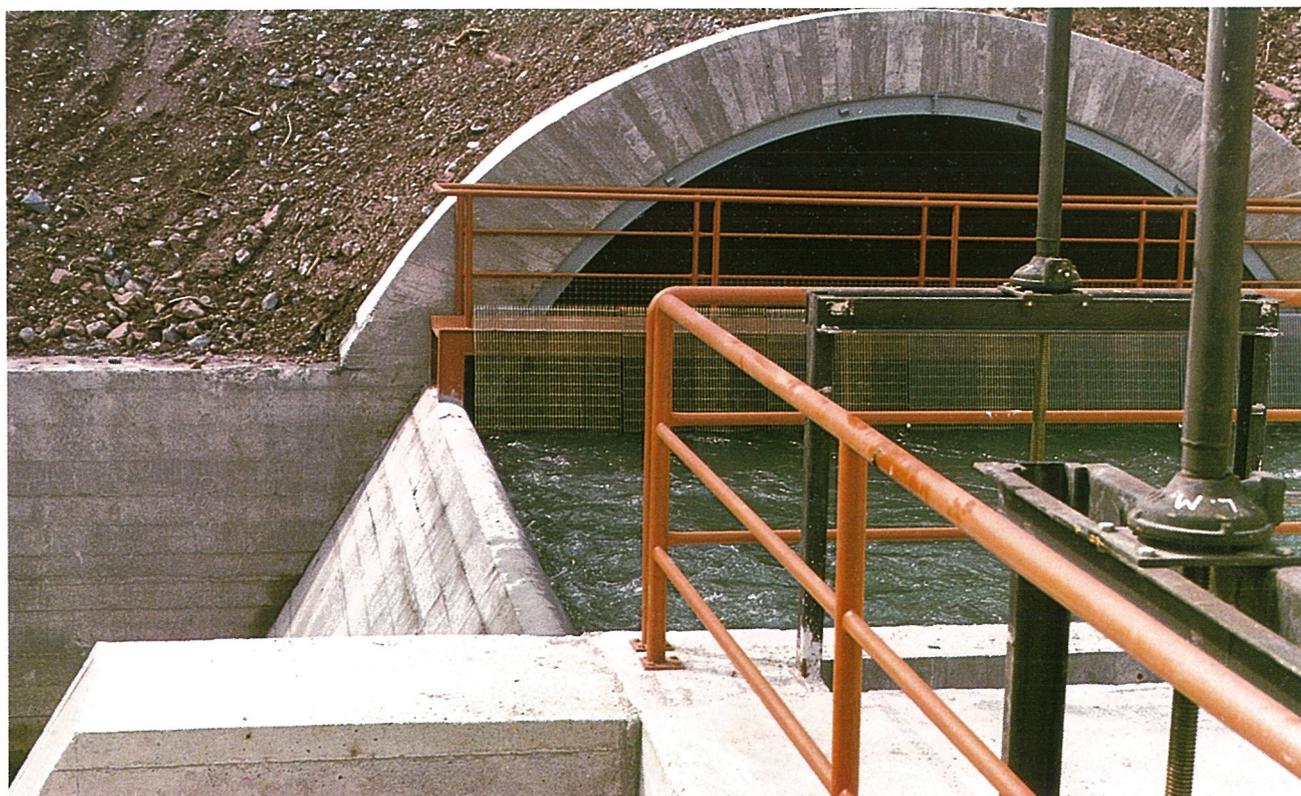
Le due vasche sono collegate da una soglia sfiorante provvista di bocca tarata in modo tale da limitare le portate derivabili alla massima di concessione.

Il dissabbiatore è stato dimensionato per far depositare il materiale fino ad un diametro minimo di 0.5 mm .

L'intero manufatto è ancorato in roccia e risulta per i primi 11.30 m a cielo aperto; il tratto rimanente è previsto in galleria.

Una griglia è inserita nell'imbocco del tratto in artificiale per impedire l'accesso di corpi estranei alla galleria.

L'esecuzione della globalità delle opere di captazione ha richiesto la messa in opera di 1.400 m^3 di calcestruzzo e 40.000 kg di acciaio.



LA GALLERIA

La galleria di adduzione collega il dissabbiatore con la vasca di carico, situata in corrispondenza di Rio Merlo. Ha una lunghezza complessiva di 582 m con pendenza del fondo pari al 5‰.

Il funzionamento idraulico è previsto a pelo libero, sotto ogni condizione di carico e di manovra delle macchine in centrale.

La sezione di progetto è fissata verso i valori minimi di scavo compatibili con il metodo di avanzamento tradizionale che è risultato quello più economicamente vantaggioso. Il cavo ha la volta ad arco ribassato con raggio di 2 m, piedritti di 2.28 m e larghezza di base pari a 2.90 m. Le rocce attraversate sono costituite essenzialmente da formazioni

calcaree e metamorfiche con giacitura a reggipoggio rispetto al pendio.

La sezione corrente è rivestita con gunite sulla volta e sui piedritti e getto di calcestruzzo sul fondo.

Nei tratti di roccia spingente sono state inserite centine in acciaio ed intasamento in calcestruzzo.

Al termine della galleria, in corrispondenza di Rio Merlo, è stato inserito uno sfioratore, con ciglio a quota di 611, 90 m.s.m. e lunghezza utile di 8 m.

La realizzazione dell'opera ha richiesto lo scavo di 4700 m³ di roccia, l'impiego di 20500 kg di esplosivo e la messa in opera di 750 m³ di gunite e calcestruzzo



LA VASCA DI CARICO E LA CONDOTTA DI ADDUZIONE

La vasca di carico è situata immediatamente al termine della galleria ed ha la funzione di mantenere il carico idraulico richiesto sulla tubazione per garantire l'ottimale funzionamento idraulico. All'interno della vasca è inserito il misuratore di livello per la regolazione delle turbine in funzione delle portate in arrivo. La vasca ha un volume utile di 160 m³. Adiacente alla vasca di carico è stata ricavata la camera valvole all'interno della quale sono contenute tutte le apparecchiature elettriche necessarie per il funzionamento della valvola di sicurezza per sovravelocità. La valvola, del diametro di

1.200 mm, è provvista di cilindro oleodinamico per l'apertura.

La condotta di adduzione, lunga 750 m, è costituita da tubazioni in cemento armato che garantiscono, viste le ridotte pressioni in gioco e lo sviluppo complessivo, un minor costo di impianto a confronto degli altri materiali considerati. Il tracciato planimetrico è previsto a mezza costa a partire da Rio Merlo fino al pozzo piezometrico, situato poco a monte dell'ex vivaio di Museis.

La condotta è interrata per tutto il suo percorso con coperture tali da garantire il mantenimento di una strada di servizio.



IL POZZO PIEZOMETRICO E LA CONDOTTA FORZATA

Il pozzo piezometrico impedisce, di fatto, il propagarsi lungo la condotta di adduzione delle sovrappressioni da colpo d'ariete derivanti dalle manovre delle macchine in centrale; alimenta inoltre tempestivamente la condotta forzata nel caso di brusca apertura delle turbine.

Particolare cura è stata dedicata all'inserimento ambientale della struttura: infatti il pozzo ha dimensioni e forma tali da adattarsi perfettamente alla inclinazione del pendio ed è completamente interrato. La canna ha le dimensioni di 5×2.50 con uno sviluppo 18.90 m. Alle due estremità del pozzo sono inserite due vasche: su quella di valle sono innestate le condotte in arrivo e partenza mentre su quella di monte sono ricavati l'accesso e lo sfiato.

La stabilità globale della struttura è assicurata da micropali e tiranti fissati al piede del pozzo.

La condotta forzata è costituita da una tubazione in acciaio del diametro di 1.000 mm. La lunghezza della condotta è pari a 151.50 m con una pendenza media, per un primo tratto di 125.6 m, del 28.7%.

Il tratto terminale, lungo 25.9 m, ha una pendenza del 60%.

La tubazione è stata interrata per la totalità del suo percorso; la scelta è dettata essenzialmente da un migliore inserimento ambientale ed alla riduzione dei costi.

La tubazione è stata completamente rivestita esternamente con uno spessore di 5 mm di nastro in fibra di lana di roccia e catrame. Internamente è stata sabbiata a metallo bianco e verniciata con zincante inorganico e vernice epossibituminosa.

Ogni saldatura è stata oggetto di accurati controlli radiografici per individuare eventuali inclusioni o microfessurazioni.

Immediatamente a monte della centrale la condotta si dirama nei tre tratti terminali di collegamento con le turbine.

Il collettore di alimentazione è lungo 11.20 m, con la condotta centrale in linea con la tubazione principale e quelle laterali deviate di 50° .

La disposizione angolare è tale da ridurre al minimo le perdite di carico per tutte le possibili combinazioni di funzionamento delle macchine.



LA CENTRALE DI PRODUZIONE

L'edificio centrale ha dimensioni planimetriche di 22x13 ed una volumetria complessiva di 1760 m³.

La struttura portante è in pilastri, parte gettati in opera e parte prefabbricati, provvisti di mensole per il carroponete. La copertura è ottenuta con travi principali con sezione a TT ed elementi nervati. I tamponamenti esterni sono in pannelli prefabbricati tipo "sandwich".

Sotto l'edificio è ricavata la vasca di scarico dalle turbine con superficie planimetrica di 76.8 m² ed una altezza utile di 3.30 m: la vasca è sagomata planimetricamente in modo tale da migliorare il deflusso delle acque verso la condotta di scarico e ridurre quindi al minimo le perdite di carico.

L'edificio si sviluppa su due piani.

Il piano terra è composto da:

sala di generazione, all'interno della quale sono contenute le tre turbine Francis, provviste di valvola a farfalla di intercettazione, gli alternatori, le centraline

oleodinamiche ed il carroponete;

sala per alloggiamento dei quadri comando;

locale trasformatori con ingresso separato sul lato sud-est del fabbricato.

Al piano superiore trovano alloggio:

sala per i quadri di media tensione e trasformatore ausiliario;

ufficio;

locale batterie;

servizio;

Particolare attenzione è stata posta nella determinazione ottimale della posizione dell'edificio rispetto alla viabilità esistente ed alla sua integrazione nel contesto ambientale. Si è cercato inoltre di soddisfare, oltre alle necessità funzionali, anche le esigenze di carattere estetico, sia all'interno che all'esterno dell'edificio.

FOTO EDDY-BELLUNO





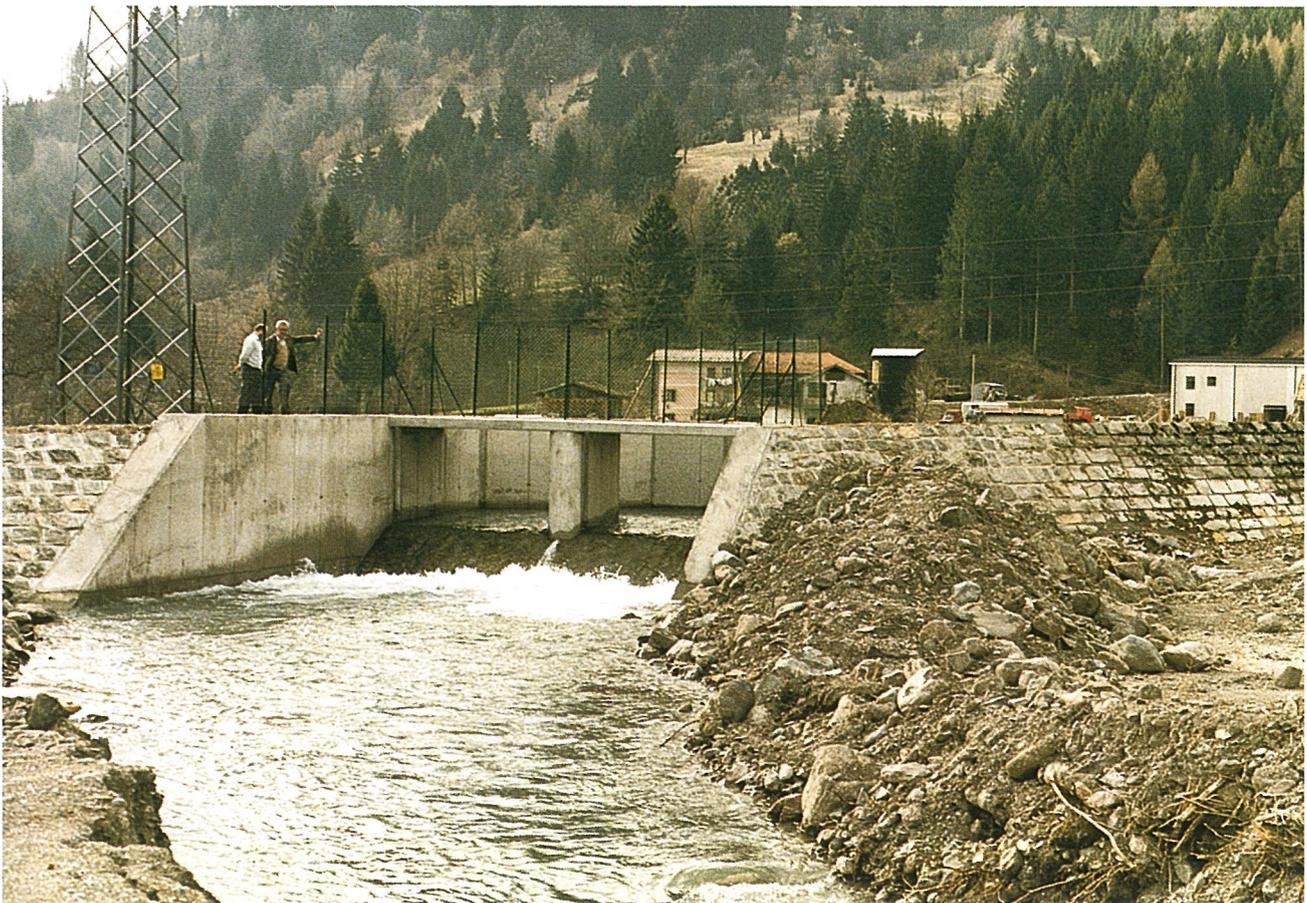
LA CONDOTTA DI SCARICO E L'OPERA DI RESTITUZIONE AL TORRENTE BUT

Lo scarico delle acque turbinate dalla centrale di Museis, avviene tramite una condotta in cemento armato ed un manufatto di testata avente funzione di dissipatore.

La condotta ha uno sviluppo complessivo di 210 m. ed è completamente interrata.

Il manufatto di restituzione è costituito da una soglia sfiorante della lunghezza utile di 6 m. La struttura è saldamente immorsata all'interno del corpo arginale di difesa dal torrente But.

Sono stati previsti due taglioni in calcestruzzo per impedire possibili filtrazioni attraverso le superfici piane delle sponde del manufatto. Sulla soglia sfiorante sono stati inseriti i gargami per la messa in opera dei panconi nel caso di piene di carattere eccezionale del torrente But.



LE APPARECCHIATURE ELETTROMECCANICHE

I parametri generali di dimensionamento dell'impianto, salto e portata, hanno orientato la scelta verso turbine di tipo Francis. È stata adottata la soluzione ad asse orizzontale che ha consentito di ridurre sensibilmente le dimensioni del fabbricato di produzione, e di facilitare le operazioni di manutenzione. La scelta della soluzione con tre gruppi turbina-generatore, da 1170 l/s ciascuno, è scaturita da una attenta valutazione economica delle possibili alternative. La scelta delle tre turbine uguali permette, al contempo, di ridurre i costi di base e garantisce la costanza dei rendimenti attorno ai valori massimi per tutto il campo delle portate considerate.

Si riassumono brevemente le caratteristiche delle tre turbine:

tipo:	Francis ad asse orizzontale
portata:	1170 l/s
salto:	59.75 m
potenza:	619 kW
velocità:	1000 giri/min
velocità di fuga dinamica:	1800 giri/min
girante:	in acciaio inox

Il distributore delle macchine è azionato in apertura con sezionatore oleodinamico ed in chiusura con contrappeso in grado di

chiudere il flusso della turbina anche in condizioni di emergenza.

Alle turbine sono accoppiati tre generatori sincroni che garantiscono il funzionamento dell'impianto in servizio separato anche quando la tensione in rete Enel viene a mancare per tempi lunghi.

I generatori hanno le seguenti caratteristiche:

tipo:	generatore sincrono trifase ad asse orizzontale
potenza nominale:	750 kVa
tensione:	300 V
frequenza:	50 Hz
velocità nominale:	1000 giri/min
velocità di fuga:	1800 giri/min
cosfi:	0.8
raffreddamento:	ad aria

I tre trasformatori di macchina hanno le seguenti caratteristiche:

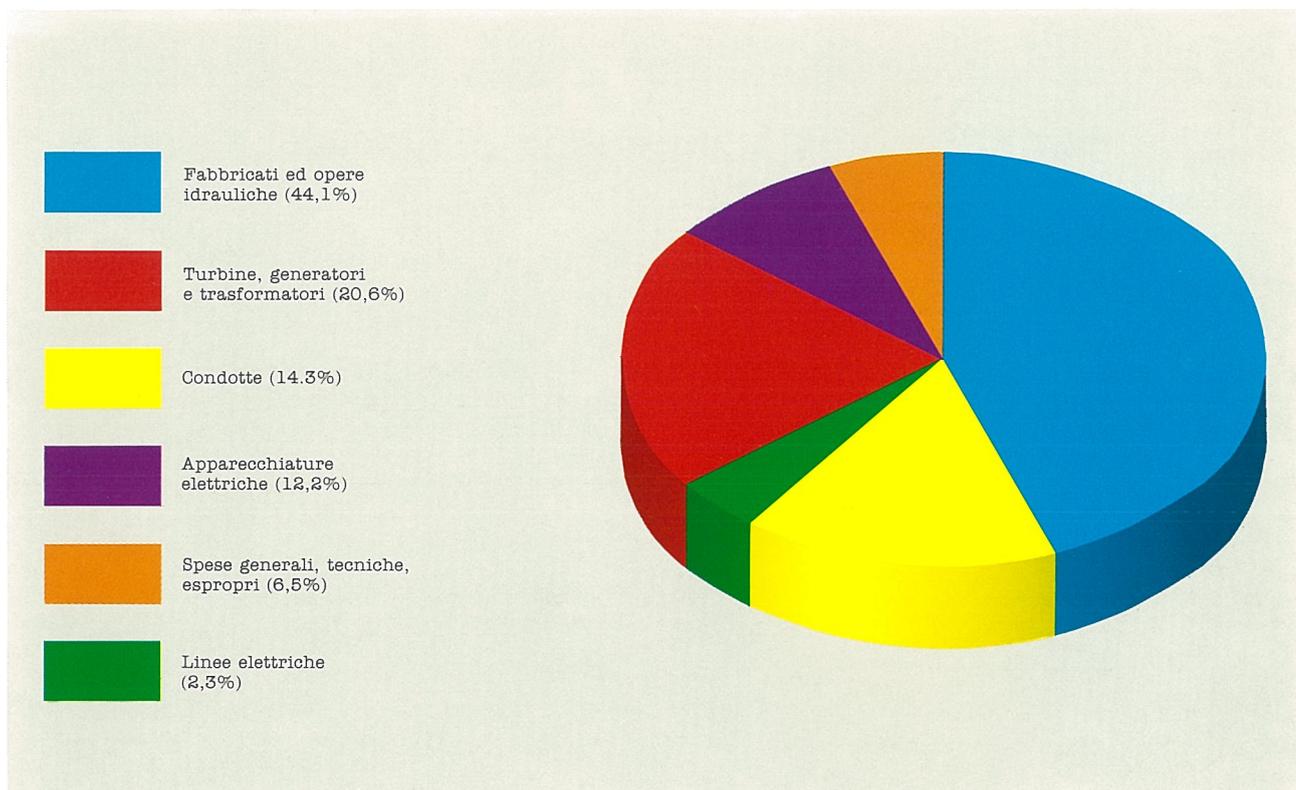
tipo:	trasformatore trifase
potenza nominale:	800 Kva
tensioni nominali:	3000 ÷ 20000 V
frequenza:	50 Hz

L'energia prodotta nella centrale idroelettrica di Museis è consegnata nella sottostazione di Paluzza a mezzo di un elettrodotto a 20 Kv.

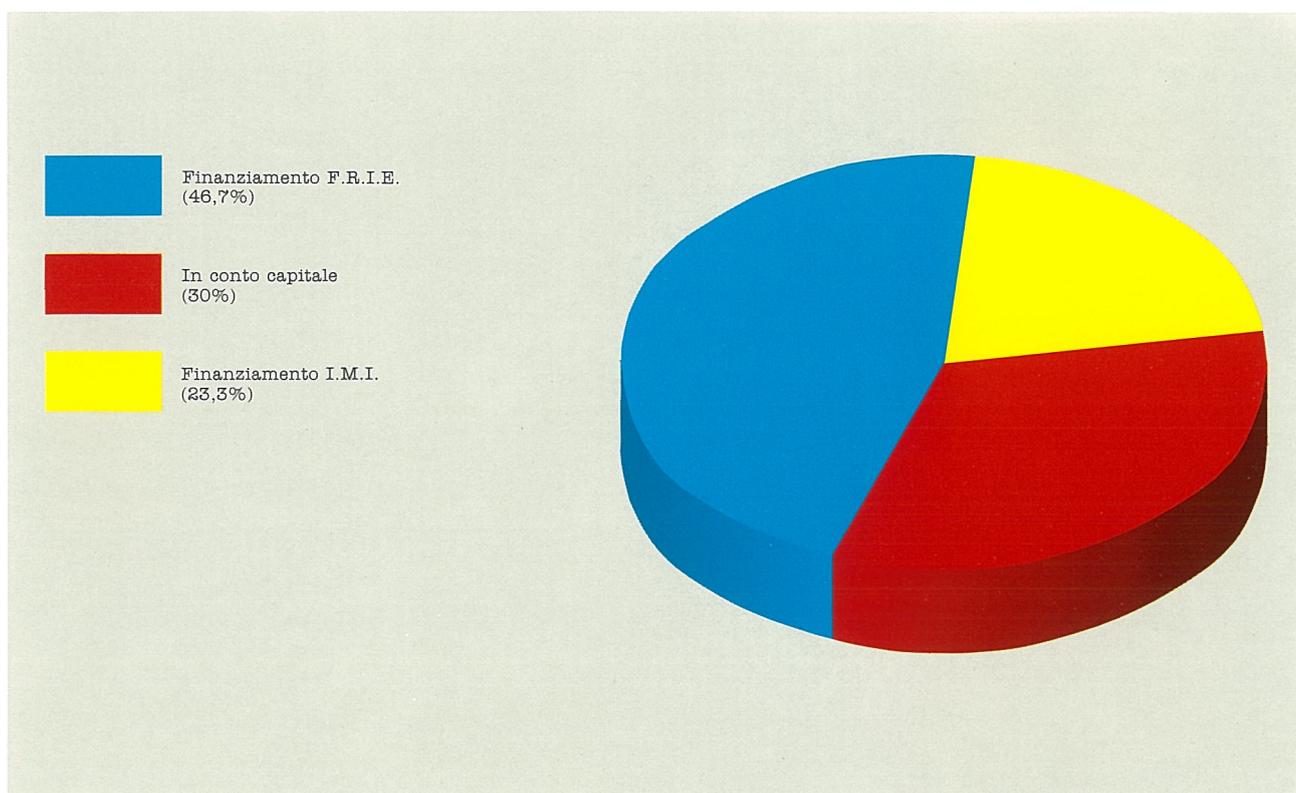
FOTO EDDY-BELLUNO



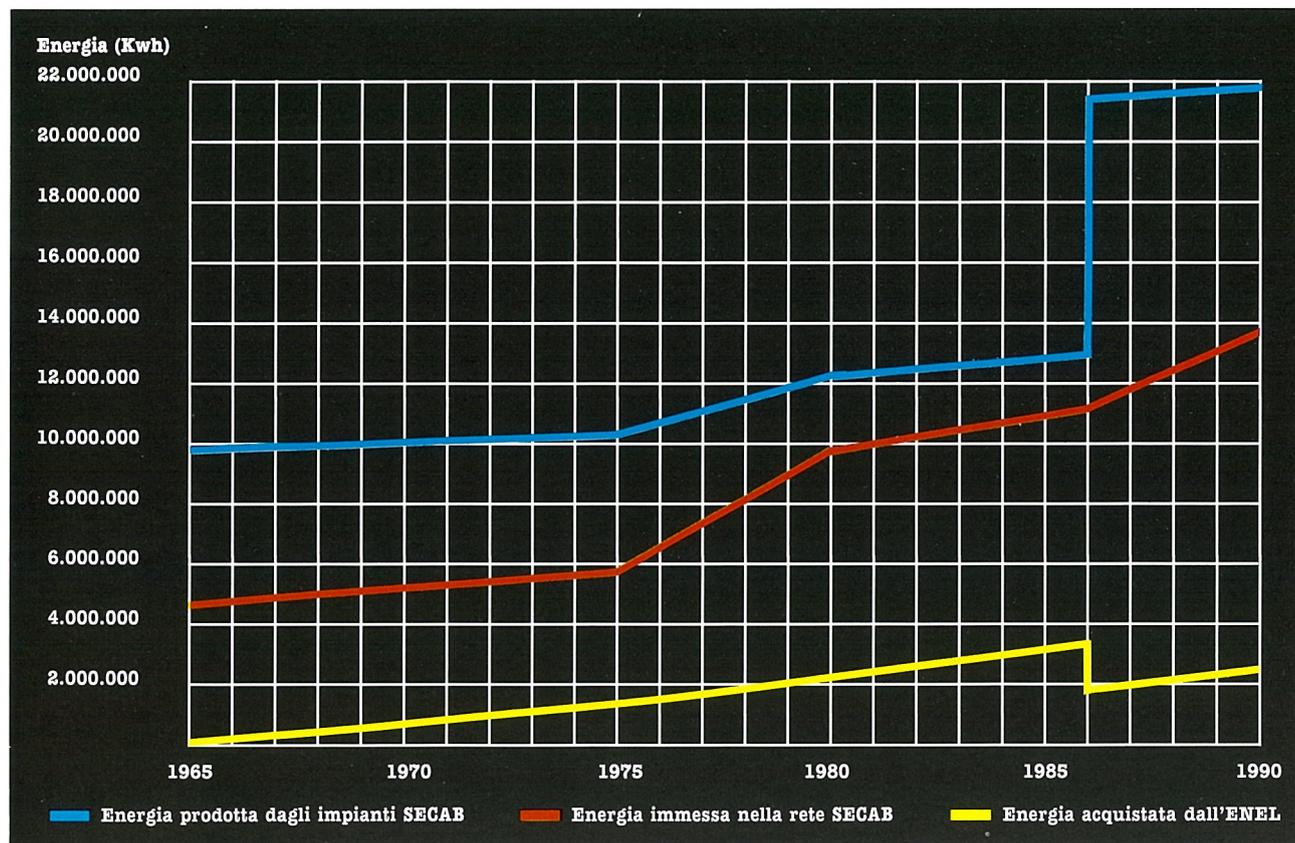
INCIDENZA DELLE VARIE OPERE SUI COSTI GENERALI DI IMPIANTO



MODALITÀ DI FINANZIAMENTO



ENERGIA ELETTRICA IMMESSA NELLA RETE SECAB



HANNO COLLABORATO ALLA REALIZZAZIONE DELL'OPERA

Progetto:

Zollet Ingegneria - Santa Giustina (BL)

Direzione Lavori:

Zollet Ingegneria - Santa Giustina (BL)

Consulenze ed indagini geognostiche:

Dott. Geol. Mario Toppazzini - S. Daniele del Friuli (UD) per la parte geologica;

Idrogeo International s.r.l. - Trieste per le prospezioni geofisiche e geoelettriche;

Sorinco s.r.l. - Belluno per i sondaggi.

Costruzione:

Impresa di Costruzioni Caldart S.p.A. - Santa Giustina (BL) per le opere di presa, galleria, condotta forzata in cemento armato, pozzo piezometrico;

Impresa di Costruzioni Tomat Giovanni s.n.c. - Tolmezzo (UD) per la condotta di scarico ed il manufatto di restituzione al torrente But.

Carnes S.p.A. - Tolmezzo (UD) per la fornitura e posa della condotta forzata in acciaio;

Beton Friuli - Udine per le parti prefabbricate dell'edificio centrale;

SECAB - Paluzza (UD) per la struttura dell'edificio centrale e la linea elettrica MT.

Principali fornitori:

De Pretto E.W. - Schio (VI) per le turbine e la triforcazione;

Ansaldo Motori - Arzignano (VI) per i generatori.

Electrobell - Pieve d'Alpago (BL) per i quadri di controllo e comando e cabina di MT.

Hydroenergy - Belluno per i pezzi speciali in acciaio e la valvola a farfalla.

Ocrev - Brogliano (VI) per i trasformatori.

Costruzioni Industriali Buia - Udine per il carroponete.

Altri fornitori:

Ardito s.r.l. - Udine per corpi illuminanti e pavimenti industriali.

F.lli De Franceschi - Paluzza (UD) per le carpenterie metalliche.

Gridiron - Mareno di Piave (TV) per la recinzione zincata.

Morocutti Enzo - Treppo Carnico (UD) per le tinteggiature.

M & M Mairon - Paluzza (UD) per gli scarichi della condotta forzata, delle turbine ed impianti sanitari.

Piazzotta Ivo - Treppo Carnico (UD) per la copertura della centrale.

Sadi S.p.A. - Vicenza per i pavimenti tecnici.

Serbloch s.n.c. - Tolmezzo (UD) per i serramenti e le pareti in alluminio.

Sermet S.p.A. - Tolmezzo (UD) per le porte basculanti, portone e controsoffittatura.

A CURA DI:

DI LENA EMILIO - PRESIDENTE SECAB
MAIER DIONISIO - DIRETTORE SECAB
PICCI RAFFAELE - ZOLLET INGEGNERIA

STAMPA
TIPOLITOGRAFIA SOCIALE - CITTADELLA