



**B** Tirreno Reggino  
Bonifica  
Consorzio



# Diga Metramo



## DIGA METRAMO

Il tema della creazione di un serbatoio sul Fiume Metramo, affluente in sinistra del Fiume Mesima, ha formato oggetto, da parte del Consorzio di Bonifica della Piana di Rosarno, di studi risalenti a molti anni addietro (negli anni '50 – '60) : con essi si tendeva alla formazione di adeguate riserve di acqua da assegnare al servizio delle vaste superfici di collina e pianura del Comprensorio, che il Consorzio aveva in programma di destinare all'irrigazione.

Primi studi ebbero a concretizzarsi con la presentazione di un progetto di massima, a firma del Dott. Ing. G. De Rogatis, in data 22 Ottobre 1962.

nel 1973 a seguito dell'incarico della progettazione esecutiva della diga sul fiume Metramo affidata dalla Cassa per il Mezzogiorno al Prof. Ing. Giuseppe Baldovin, uno dei progettisti più valenti d'Europa, con Convenzione in data 18.09.1973.

Contestualmente vennero incaricati della Consulenza Geologica il Prof. Ing. Pasquale Nicotera dell'Università di Napoli e della Consulenza Idraulica il Prof. Ing. Vincenzo Marone dell'Università di Cosenza.

La diga di Castagnara sul Fiume Metramo è apparsa fin dai primi studi come una delle opere tecnicamente più impegnative fra quelle previste, negli anni '70, nel nostro Paese, per le seguenti considerazioni:

- *l'eccezionale altezza della diga (massima raggiunta in Italia per una struttura in materiali sciolti - circa 102 m), necessaria per conseguire significative capacità di invaso;*
- *le condizioni geomorfologiche molto difficili;*
- *l'elevata sismicità della zona delle opere, classificata di 1<sup>a</sup> categoria;*
- *la scarsità di materiali idonei per la costruzione dello sbarramento.*

Fu considerata, come obbligata, la scelta del tipo di diga in materiali sciolti con struttura zonata, in terra rock-fill, con struttura di tenuta a "nucleo", in linea con gli indirizzi della Commissione Internazionale Grandi Dighe.

Per la struttura di tenuta profonda fu messo a punto un dispositivo articolato, da realizzarsi con l'iniezione di miscele sia tradizionali che speciali, studiate e sperimentate in fase di indagine. Fu prevista l'esecuzione di un sistema di opere profonde accessibili (rete di cunicoli e pozzi i fondazione) che consentisse la ripresa delle iniezioni anche a diga finita ed in esercizio

## TIPOLOGIA DIGA E VOCI DI STATO

DIGA IN MATERIALI SCIOLTI, CON NUCLEO DI TERRA PER LA TENUTA (B.b) D.M. 24.03.1982.

Utilizzazione: regolazione annuale delle portate del fiume Metramo per uso irriguo, potabile ed industriale

- Grado di sismicità del sito	S=12 (zona sismica di prima categoria)
- Data di consegna dei lavori	
- Data ultimazione dei lavori	
- Data certificato di collaudo (R.D. 31.12.1925 n. 2540)	
- Altezza della diga (ai sensi art. 1 comma 4 L. 584/1994)	95,50 m
- Altezza della diga (ai sensi del D.M. 24.03.1982)	100,50 m
- Altezza di massima ritenuta	78,50 m
- Quota coronamento	895,50 m s.l.m.
- Franco (ai sensi del D.M. n. 44 del 24.03.1982)	7,00 m
- Franco netto (ai sensi del D.M. n. 44 del 24.03.1982)	5,00 m
- Sviluppo del coronamento	595,00 m
- Larghezza del coronamento	10,00 m
- Volume della diga	4,2 milioni m <sup>3</sup>
- Grado di sismicità assunto nel progetto	S = 12
- Quota di massimo invaso	888,50 m s.l.m.
- Quota massima di regolazione	886,50 m s.l.m.
- Quota minima di regolazione	833,00 m s.l.m.
- Superficie dello specchio liquido:	
• alla quota di massimo invaso	1,13 km <sup>2</sup>
• alla quota massima di regolazione	1,07 km <sup>2</sup>
• alla quota minima di regolazione	0,21 km <sup>2</sup>
- volume totale di invaso (ai sensi del D.M. 24.3.1982)	29,65x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
- volume di invaso (ai sensi della L. 584/1994 )	27,24x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
- volume utile di regolazione	27,10x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
- volume di laminazione	2,41x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
- superficie del bacino imbrifero direttamente sotteso	16,50 km <sup>2</sup>
- superficie del bacino imbrifero allacciato	10,00 km <sup>2</sup>
- portata di massima piena di progetto (1)	380,00 m <sup>3</sup> /s
- tempo di ritorno	1000 anni

## DATI PRINCIPALI DELLE OPERE DI SCARICO

PORTATA ESITATA CON LIVELLO NEL SERBATOIO ALLA QUOTA 888,50 m s.l.m.

- dallo scarico di superficie (calice) 350,00 m<sup>3</sup>/s
- dallo scarico di mezzofondo 110,00 m<sup>3</sup>/s
- dallo scarico di fondo 100,00 m<sup>3</sup>/s
- dalla derivazione 6,00 m<sup>3</sup>/s

### SCARICO DI SUPERFICIE

- quota soglia di sfioro calice 886,50 m s.l.m.

### SCARICO DI MEZZOFONDO

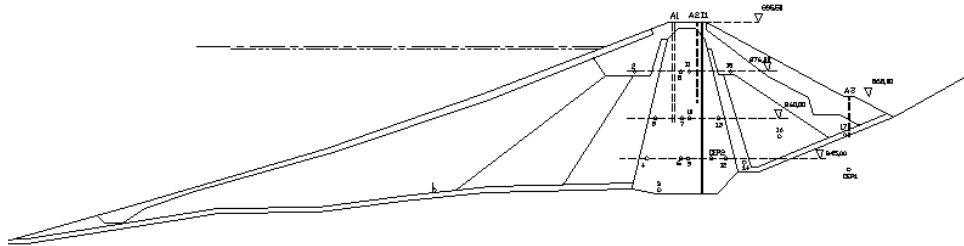
- quota soglia imbocco galleria 857,91 m s.l.m.
- quota soglia sbocco galleria 800,20 m.s.l.m.
- diametro galleria 1° tratto 3,00 m
- dimensioni paratoie piane a strisciamento n. 2 1,80 x 2,60 m
- diametro galleria secondo tratto 4,00 m

### SCARICO DI FONDO

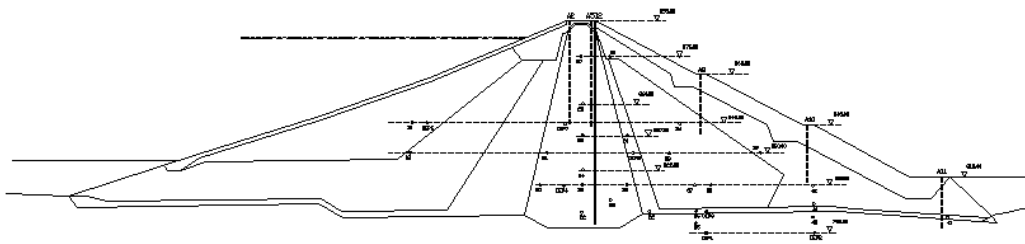
- quota soglia imbocco galleria 833,00 m s.l.m.
- diametro galleria 1° tratto 4,00 m
- dimensioni paratoie piane a strisciamento n. 2 1,80 x 2,60 m
- diametro galleria 2° tratto 5,50 m
- quota soglia sbocco galleria 800,20 m



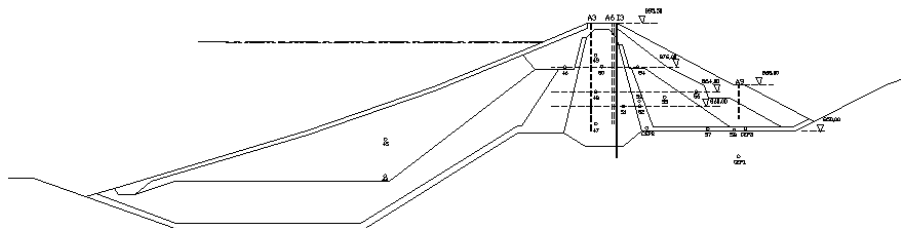
SEZIONE 9



SEZIONE 12



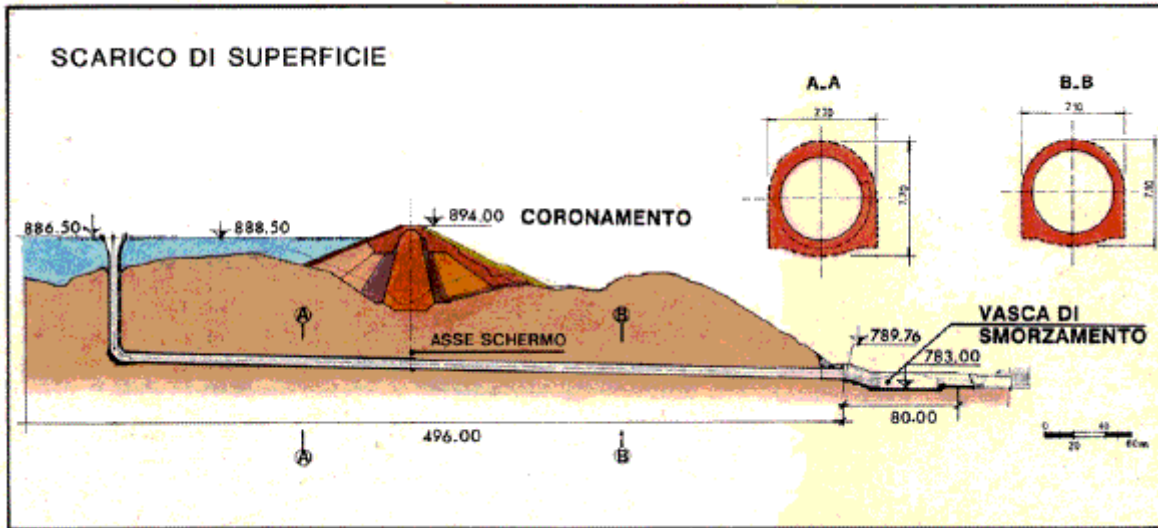
SEZIONE 15



## ORGANI DI SCARICO

### 1. Scarico di superficie

È del tipo a calice con quota di sfioro 886.50 m slm e quota imbocco galleria 801.96 m slm; la galleria ha uno sviluppo di 487.83 m, diametro  $\varnothing 5.70$  m, pendenza 2.5%.

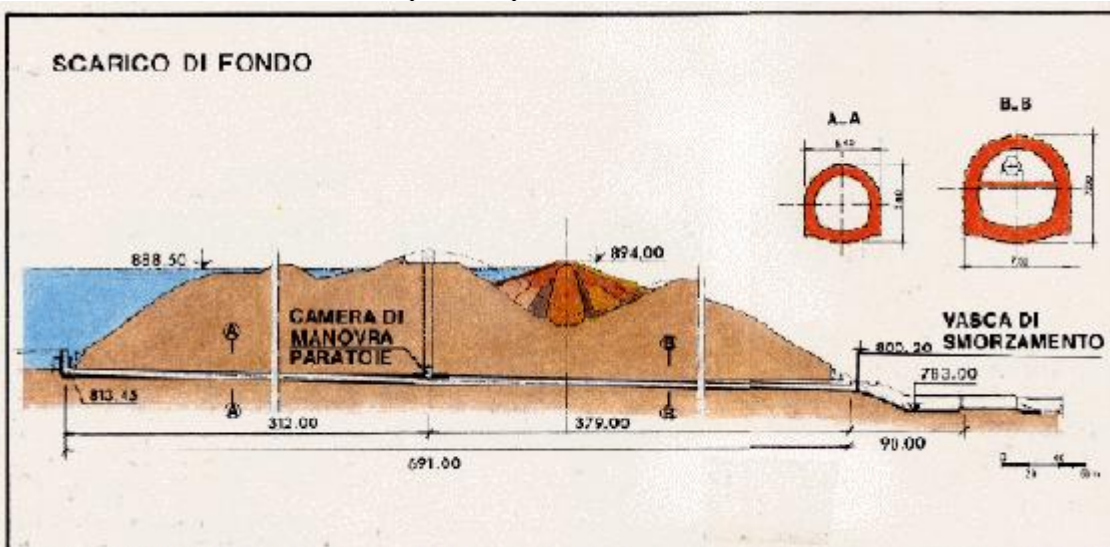


### 2. Scarico di mezzofondo

È costituito da una galleria circolare di diametro 3 m., avente imbocco a quota 857.91 m slm; il primo tratto fino alla camera paratoie è di 468.56 m., pendenza 1.5%; l'intercettazione è costituita da due paratoie piane a strisciamento di dimensioni 1.80×2.60 m. La manovra sia elettrica che manuale è possibile solo dalla sommità del pozzo delle paratoie. Dalla casa di guardia è possibile la sola manovra automatica.

### 3. Scarico di fondo

È costituito da una galleria policentrica di diametro  $\varnothing 4$  m, con quota imbocco 833.00 m slm; l'intercettazione è costituita da due paratoie piane a strisciamento di dimensioni 1.80×2.60 m.



## STRUMENTI DI MISURA

### CONTROLLO INFILTRAZIONI

L'imposta della diga è suddivisa in 14 campi drenanti, separati da setti, contenenti tubi forati. Le acque raccolte nei campi XI, XII, XIII e XIV lato destro e nei campi I, II, III e IV lato sinistro, vengono convogliate all'esterno sui due versanti e scaricate nella cunetta perimetrale. Le acque raccolte nei campi V, VI, VII, VIII, IX e X vengono convogliate in apposita cabina dove vengono misurate singolarmente e complessivamente, sia in modo manuale che con sistema automatizzato, con lo scopo di facilitare l'individuazione della provenienza di eventuali perdite dal nucleo.

Nel complesso esistono tre sezioni strumentate all'interno del rilevato della diga e nei terreni di fondazione: n° 9, n° 12 e n° 15.

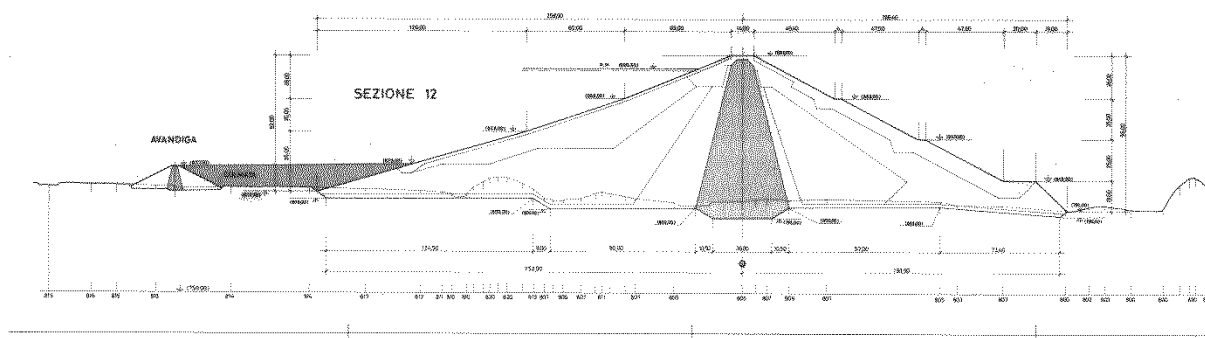
Le celle piezometriche a corda vibrante e gli accelerometri sono collegati a delle cassette di centralizzazione locale, disposte sulle banchine o sul coronamento che, a loro volta, sono collegate al sistema di acquisizione centralizzato presso la casa di guardia.

### Spostamenti orizzontali e verticali

Per la misura degli spostamenti orizzontali del corpo diga sono installati nel rilevato, a partire dal coronamento, tre tubi inclinometrici, rispettivamente in corrispondenza delle sezioni 9, 12 e 15.

### Spostamenti planimetrici

Per il controllo degli spostamenti planimetrici della diga e delle opere accessorie è stato istituito un sistema di controllo topografico per mezzo di misure di livellazione sul coronamento. Sono stati individuati sul muretto frangionde, la cui fondazione è collegata con il nucleo, 9 punti in sezioni significative, controllati mediante letture delle relative coordinate riferite a due capisaldi ubicati sulle sponde della diga.



### La sezione tipo

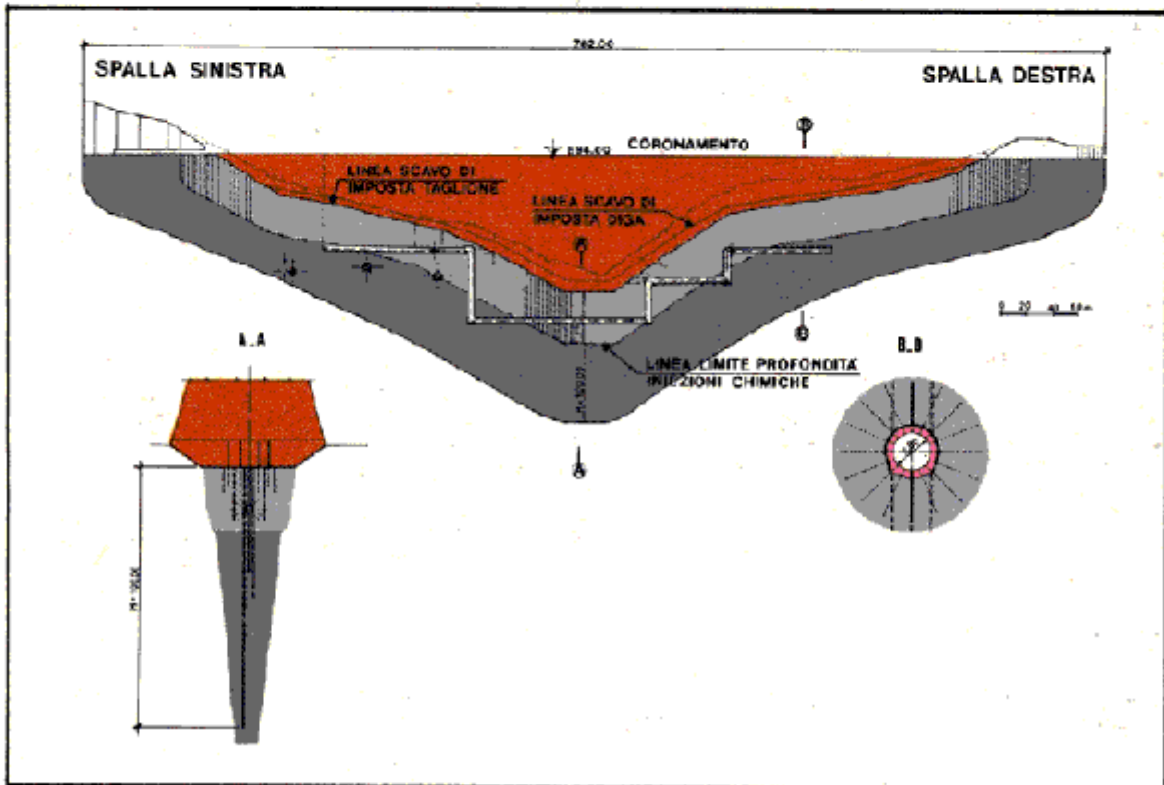
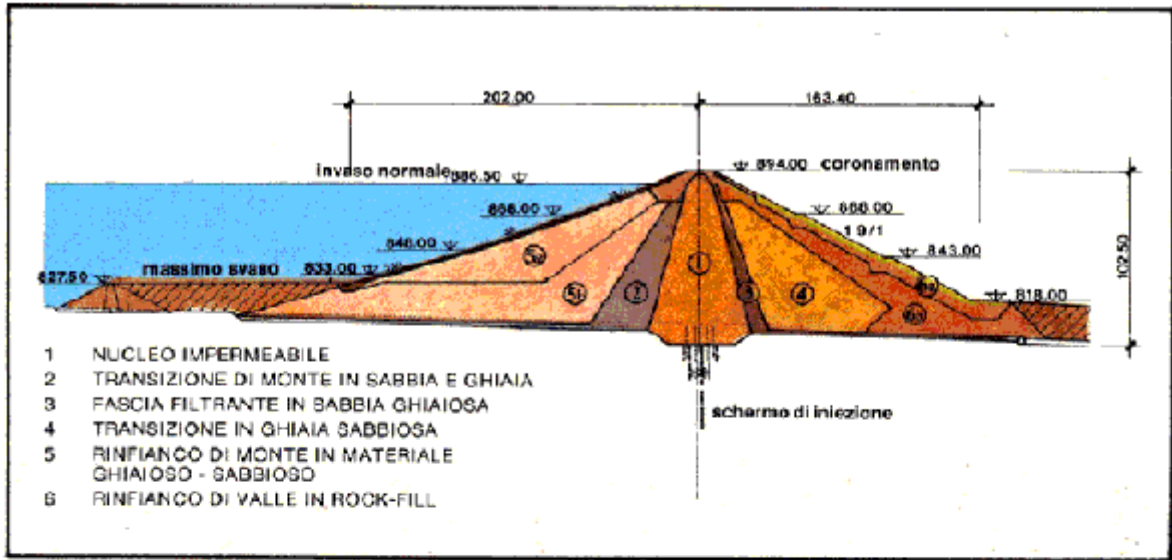
Le caratteristiche geotecniche variabili dei terreni di fondazione, l'alta sismicità della zona e l'irregolare morfologia delle sponde hanno fatto escludere la costruzione d'una struttura di tipo rigido. È stata perciò studiata una diga di tipo misto, terra-rockfill, particolarmente concepita in rapporto alla elevata sismicità della zona delle opere.

La sezione tipo è costituita da un ampio nucleo verticale impermeabile, cui si addossano a monte un rinfianco in materiale alluvionale o conglomeratico, a valle un rinfianco misto in materiale conglomeratico e, più verso l'esterno, in rockfill. larghe fasce di transizione sono interposte fra nucleo e rinfianchi; in particolare, verso valle, il nucleo è a contatto con il filtro-dreno subverticale che prosegue, alla base, ricoprendo a tappeto tutta la fondazione.



**Lo schermo di iniezioni ed il sistema drenante**

La tenuta della diga in fondazione é realizzata mediante un articolato sistema di iniezioni lanciate in profondità, a partire dalla base dei nucleo. Una parte dell'intervento assicura l'impermeabilizzazione dei terreno nelle zone più prossime all'imposta dei nucleo; fori disposti a quinconce su tutta l'area di contatto, con passo 500 cm, sono approfonditi fino a 10/15 metri sotto l'imposta, sì da conseguire anche l'effetto di cucitura della fondazione con la struttura di tenuta in elevazione.



## COSTI DELLA DIGA

Progetto esecutivo Con Delibera n. 2088/PI del 18.06.1980 il Consiglio d'Amministrazione della Cassa ha approvato il quadro economico di spesa per l'importo di L 98.615.000.000

A partire dal Luglio del 1984 si venne evidenziando la necessità di apportare alcuni adeguamenti al progetto di appalto che concernevano in particolare:

- Incremento degli scavi di imbasamento del corpo diga al fine di garantire un sufficiente grado di stabilità delle scarpate;
- La ridefinizione di una zona del corpo diga a seguito di alcune limitazioni imposte nella coltivazione della cava Serricella;
- L'addizionamento di bentonite al materiale da nucleo per conferire maggiore plasticità in alcune zone particolarmente sollecitate durante eventuali eventi sismici, a seguito dei risultati ottenuti dalle prove dinamiche effettuate su modello fisico presso l'Istituto ISMES di Bergamo;
- Interventi di stabilizzazione sulla spalla sinistra della diga il cui temuto dissesto avrebbe potuto mettere in forse la costruzione della diga stessa;
- L'infittimento dello schermo di tenuta in fondazione;
- Interventi nei lavori in sotterraneo per fronteggiare imprevisti di carattere geologico e geotecnico;
- Adeguamento delle vasche di smorzamento a seguito dei risultati delle prove su modello eseguite presso l'Università di Padova;
- Interventi di sistemazione lungo la strada di accesso Galatro – Diga;
- La previsione della strada di collegamento tra le case di guardia e le vasche di smorzamento, non prevista in progetto.

Tutte queste necessità venivano fatte presenti in una riunione presso la Cassa per il Mezzogiorno il 13.12.1984, ed in quella sede i responsabili del Servizio hanno invitato il Consorzio a presentare una Perizia Generale di Completamento nella quale dovevano essere previste tutte le necessità per completare l'opera, per mettere in condizione l'Amministrazione di conoscere, con la maggiore precisione possibile, la spesa a cui bisognava far fronte.

Detta perizia veniva presentata alla Cassa nei primi giorni di Febbraio del 1985

nel Marzo del 1990 veniva definitivamente approvata la Perizia generale di Completamento per un importo di lavori di circa 43 miliardi di lire.

In conclusione l'importo corrisposto per costruire la diga del Metramo al Raggruppamento di imprese è il seguente: 77 miliardi a prezzi contrattuali + 43 miliardi a prezzi aggiornati al 1990.

Complessivamente l'importo dei lavori risulta pari a 120 miliardi.

Su detto importo si è dovuto corrispondere la Revisione Prezzi prevista dalla Legge che ha comportato i seguenti costi:

- per i lavori originari pari a Lire 77 miliardi ( gara esperita nel 1980) Revisione Prezzi = 78 miliardi;
- per i lavori affidati nel Marzo 1990 con prezzi aggiornati al Marzo '90, 74 miliardi.

Complessivamente per Revisione Prezzi si è speso 152 miliardi ( 78 + 74 ).

Nel Novembre del 1994 è stata certificata la ultimazione dell'appalto.

**SPESA COMPLESSIVA**

Sommando alla cifra per lavori (120 miliardi), quella per revisione prezzi complessiva (152 miliardi) il costo complessivo della diga risulta di 272 miliardi. A tale spesa c'è da aggiungere i seguenti costi:

I.V.A.	57.000.000.000
Prove di Laboratorio	1.100.000.000
Allacciamenti elettrici e telefonici	600.000.000
Recupero ambientale	900.000.000
Espropri	4.700.000.000
Spese Generali	21.300.000.000
Revisione Prezzi (non spesa)	6.200.000.000
Strumentazione di controllo	900.000.000
Imprevisti (non impegnati)	12.700.000.000
Studio di impatto ambientale (non impegnato)	350.000.000
Somme a disposizione dell' Agenzia	10.000.000.000
Somma pagata per lavori Lire	120.000.000.000
Somma per revisione prezzi Lire	<u>152.000.000.000</u>
<b>TOTALE Lire</b>	<b>388.750.000.000</b>

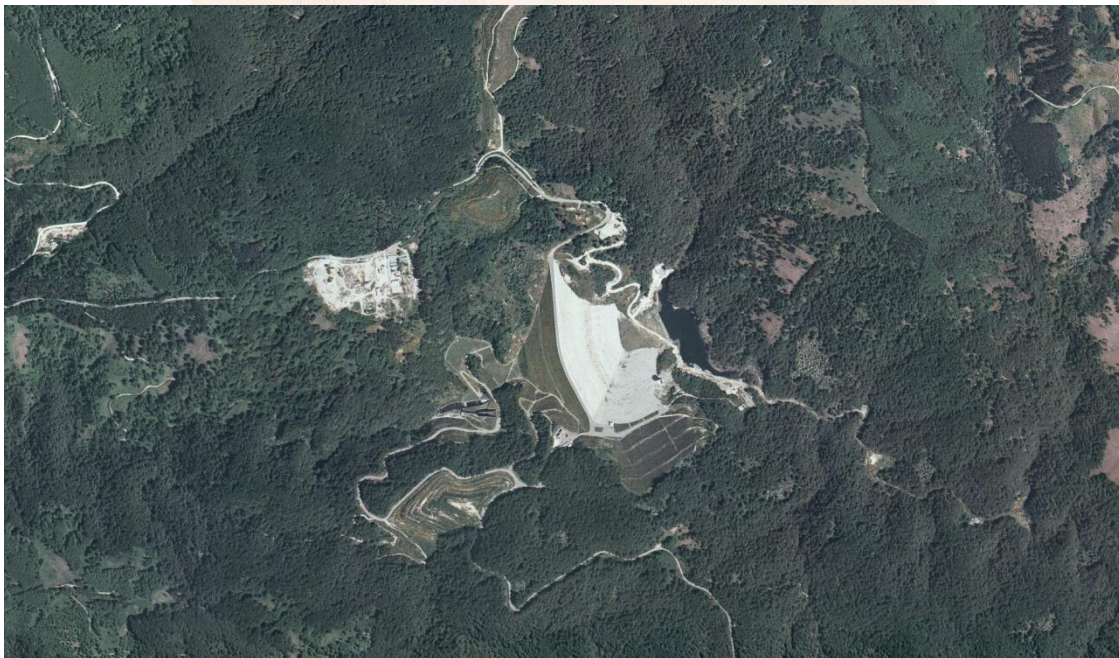


*La spalla sinistra*



Vasca di smorzamento ▲

Vasca di smorzamento



















# **B** Tirreno Reggino Bonifica Consorzio

