

# **DIGA DI PIAN SAPEIO**

## **Descrizione del progetto e degli interventi realizzati**

***Paola Moretti***



**TIRRENO  
POWER**

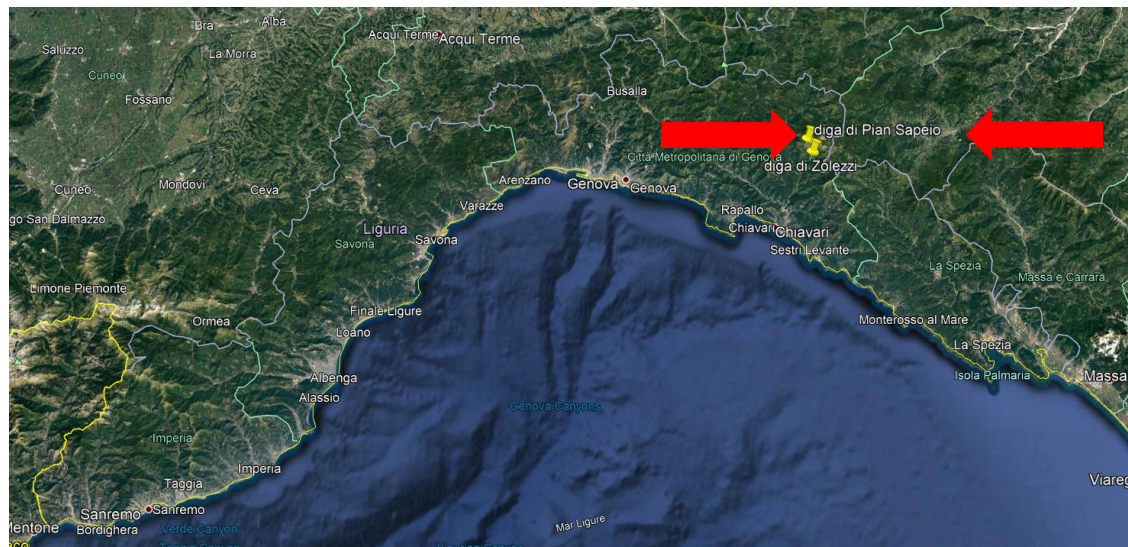


## DATI GENERALI:

- localizzazione: Comune di Borzonasca (Città Metropolitana di Genova, Liguria)
- corso d'acqua: rio Calandrino, affluente del torrente Penna (bacino tirrenico, Fiume Entella)
- funzione dell'invaso: compensazione giornaliera per l'impianto idroelettrico di Caroso
- costruzione: 1921-1926 (età circa 95 anni)

## DATI GEOMETRICI ORIGINARI DELLA DIGA:

- quota massimo invaso 964,50 m slm
- quota di massima regolazione 964,00 m slm
- altezza della diga 16,80 m
- volume di invaso 220.000 m<sup>3</sup>



1989

2001

- 1989 (tragedia di STAVA)=> Commissione per la verifica delle condizioni di sicurezza degli sbarramenti in esercizio – (D. n. 1281 del 28-07-1989) => studi sulla diga => richiesta di intervento (consolidamento degli speroni e delle volte e potenziamento dello scarico di superficie)
- 1998 primo progetto di intervento (ENEL), che prevedeva la realizzazione di controvolte di rinforzo
- 2000 rielaborazione del progetto ENEL da parte di Interpower SpA => progetto sottoposto dall'allora SND al parere della 4a Sezione del CSLP, approvato nel 2001

2001

2010

- gennaio 2003 la Società Interpower S.p.A. diventa Tirreno Power SpA ed a marzo 2005 Tirreno Power S.p.A. chiede di presentare un progetto alternativo, con un diverso approccio progettuale
- 2008 ridefinizione della portata (aumentata da 53 m<sup>3</sup>/s originari, fino a 150 m<sup>3</sup>/s) come disposto dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale
- 2009 approvazione con prescrizioni del progetto definitivo (settembre 2008 «*Ristrutturazione della diga di Pian Sapeio*»); ridefinizione sismicità del territorio e emanazione nuove Norme Tecniche (NTC2008)
- 14 luglio 2009 la Provincia di Genova, a seguito della Conferenza dei Servizi, autorizza l'esecuzione dei lavori ( «Autorizzazione Unica» ai sensi del D. Lgs. 387/03 e della L.R. 22/07 e s.m.i.);
- 2010 approvazione del progetto della Direzione Generale Dighe – Divisione 4 [S.I.C. “Parco dell'Aveto” n°. IT 1331104 => L'Ente Parco dell'Aveto => Valutazione di Incidenza]

2010

2012

- 11 maggio 2010 inizio dei lavori; PAC S.p.A. di Capo di Ponte (BS), contratto 18 marzo 2010 (4,8 M€)
- 21-23 giugno 2010 svolgimento delle operazioni di svaso
- 29 dicembre 2012 ultimazione dei lavori



Le opere in oggetto sono state eseguite in appalto dall'Impresa "PAC S.p.A." (sede legale Via A. Volta n. 3 - Bolzano, sede amministrativa Via Nazionale n. 64 - Capo di Ponte, Brescia), Contratto in data 18/03/2010, notificata il 26 maggio 2010.

Sono intervenute, oltre all'Impresa Affidataria (PAC SpA), le seguenti Imprese:

MARX S.p.A. (demolizione manufatto sfioratore)

ADAMELLO TAGLI (esecuzione tagli e demolizioni parti in c.a. corpo diga)

CI.EFFE (realizzazione carpenterie in c.a.)

F.lli BARUZZI (fornitura ed installazione dello scarico di fondo)

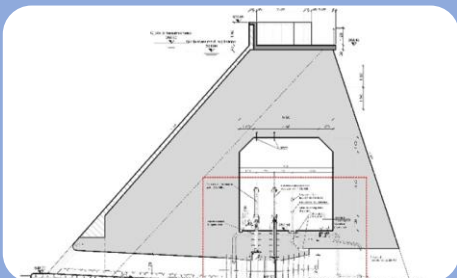
S.IN.GE.A. (realizzazione delle perforazioni relative al sistema di monitoraggio)

GDTest (fornitura con posa in opera di strumentazione sistema monitoraggio)

A.T.I. tra le Imprese B.T.M. srl e Ecosistemi srl (realizzazione di impermeabilizzazione paramento di monte della diga)

Metal Camuna s.r.l. (installazione e montaggio dei parapetti metallici)

Elettra Point s.n.c. (realizzazione impianto elettrico diga e sfioratore)

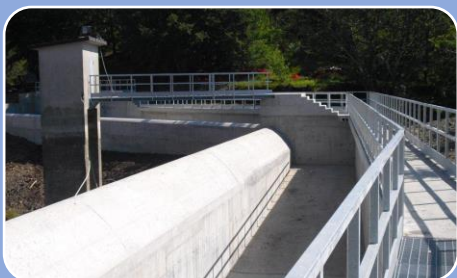


riempimento dei vani tra gli speroni e delle volte con calcestruzzo a monte, utilizzo delle volte del paramento di monte come cassero ai nuovi getti a valle  
casseratura inclinata con lo stesso angolo degli speroni originali realizzazione di un vano nella sezione mediana longitudinale dello sbarramento



potenziamento dello scarico di fondo e potenziamento dello scarico di mezzofondo

consolidamento del contatto tra corpo diga e roccia di fondazione con iniezioni di cemento, consolidamento del piano di fondazione è stato ottenuto con oltre 100 iniezioni di boiacca, eseguito in due tempi differenti



incremento della capacità di smaltimento dello scarico di superficie mediante demolizione e completo rifacimento, con ribassamento della quota di soglia ed adozione di un profilo di sfioro idraulicamente più favorevole



# Adempimenti disposti dal DPR 1363\1959

Ministero delle infrastrutture  
e della mobilità sostenibili



AG

COMMISSIONE  
COLLAUDO

azioni e comunicazioni DGD  
e Commissione di Collaudo

18 dicembre 2009 approvazione  
tecnica del progetto (L. 584/94)

23 marzo 2010 - prot. n. 141  
**Direzione dei lavori** ing.  
Giuseppe Campi (in  
ottemperanza dell'art. 29 del  
D.P.R. N. 380/2001)  
HYDRODATA S.p.A., nella

- 21 maggio 2010 -  
sottoscrizione FCC
- 24 maggio 2010 nota Prot.  
n.100534/UTDTo, nomina  
dell'ing. Andrea Santoro  
**Assistente Governativo** ai  
sensi dell'art. 11 del DPR  
1363/59

comunicazioni ed adempimenti  
Gestore

- 19 febbraio 2010 - programma di  
sintesi delle operazioni di svaso  
dall'art. 5 del D n. 269/04
- 7 aprile 2010 - inoltro progetto  
esecutivo

11 maggio 2010: richiesta di  
autorizzazione inizio lavori

11 luglio 2010 - denuncia opere in  
conglomerato cementizio  
(L. n. 1086/71)

avanzamento lavori

- 7 giugno 2010 – inizio  
lavori di cantierizzazione  
nella parte emersa
- 21-23 giugno 2010 -  
svuotamento del lago
- luglio 2010: ultimazione  
della cantierizzazione

TIRRENO  
POWER



DL, CSE,  
CSP

ING. RESP.

COLLAUDATORE

# Adempimenti disposti dal DPR 1363\1959

Ministero delle infrastrutture  
e della mobilità sostenibili



| azioni e comunicazioni DGD e Commissione di Collaudo  | comunicazioni ed adempimenti Gestore   | avanzamento lavori  |
|---|--|---|
| <p>10 agosto 2010 DGD nomina la <b>Commissione di Collaudo</b> (Presidente ing. Alferdo Rossi e membro componente l'ing. Roberto Iodice); Commissione di Collaudo nominata con Decreto prot. n°. DG/169/2010</p>  | <p>23 agosto 2010: accertamento idoneità scavi ed impianti di cantiere (art. 7 D.P.R.)</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>agosto 2010, inizio scavi dello sfioratore(n.2 poi n.1): scavi di fondazione, gradonatura del fondo scavo canali collettori e fugatori</li> <li>24 agosto 2010 inizio demolizione diga (tralicci di controventamento tra gli speroni della diga)</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>9 settembre 2010: sopralluogo ed accertamento dell'idoneità dei piani di posa dello sfioratore, ai sensi dell'art. 7 del DPR. 1363/59.</li> <li>14 settembre 2010: richiesta prove di trazione su ancoraggi canali collettori</li> </ul> | <p>9 settembre 2010: integrazione denuncia opere in c.a. normale e precompresso e struttura metallica; invio consistente del rapporto di qualifica e piano di controllo cls.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>9 luglio 2010 fine demolizione sfioratore</li> <li><b>15 settembre 2010, inizio getti della sottofondazione del nuovo sfioratore</b></li> <li>22 settembre 2010: come da richiesta della Commissione di Collaudo, esecuzione di n. 2 prove pull-out delle barre nei canali collettori; esito ok</li> </ul> |

TIRRENO  
POWER

# Adempimenti disposti dal DPR 1363\1959

Ministero delle infrastrutture  
e della mobilità sostenibili



azioni e comunicazioni  
DGD e Commissione di  
Collaudo

5 agosto 2011

- autorizzazione 1° ciclo di invasi sperimentali
- richiesta di integrazione della verifica del torrino scarico di mezzofondo

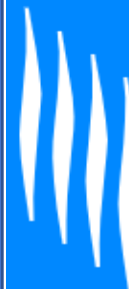
comunicazioni ed  
adempimenti Gestore

- 3 agosto 2011 - istanza TP n°. 408 del 03/08/2011)- invasi sperimentali
- 11 agosto 2011 - trasmissione relazione di verifica strutturale del torrino del mezzofondo
- 26 agosto 2011 - comunicazione inizio I° ciclo di invasi sperimentali

avanzamento lavori

- gennaio-febbraio 2011: getti della parete di monte dei conci dello sfioratore
- 18 gennaio 2011 - inizio getti di riempimento di calcestruzzo diga (prima dalla volta n.8, sede delle paratoie)
- marzo-aprile 2011 inizio dei lavori principali sul corpo della diga, mentre sul manufatto sfioratore vennero ultimate le elevazioni del concio 4 e le pareti verticali del canale fuggatore 1.
- 21 luglio 2011 - conclusi i getti del nuovo sfioratore
- 25 luglio 2011 – ultimazione dei getti di riempimento della diga
- 29 agosto 2011 inizio I° ciclo di invasi, fino al raggiungimento del livello di max regolazione (954,00 m s.l.m.)

TIRRENO  
POWER





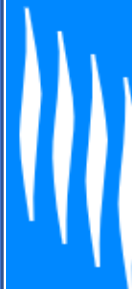
# Adempimenti disposti dal DPR 1363\1959

Ministero delle infrastrutture  
e della mobilità sostenibili



| azioni e comunicazioni<br>DGD e Commissione di<br>Collaudo   | comunicazioni ed<br>adempimenti Gestore   | avanzamento lavori  |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>4 ottobre 2011: quinta visita della Commissione di Collaudo</li> <li>5 ottobre 2011 - richiesta di integrazione della verifica del torrino scarico di mezzofondo</li> <li>26 ottobre 2011- autorizzazione all'avvio del II° ciclo di Invasi sperimentali</li> </ul> | <p>14 ottobre 2011 - inoltro dell'istanza di nulla osta per esecuzione del II° ciclo di invasi sperimentali</p>                             | <p>2 settembre 2011: al primo raggiungimento della quota di 957,05 m slm, l'altezza d'acqua presente all'interno della canna del piezometro PS07 raggiunse (e superò) la quota di testa del tubo stesso; il medesimo fenomeno avvenne al misuratore PS10 (in data 03/09, alla quota di 959.90 m slm) ed al misuratore PS11 (in data 04/09, alla quota di quota 959.90 m slm). (PS07, PS08, PS10, PS11 e PS12)</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>8 novembre 2011 - prescrizioni da rispettare per attuare il II° ciclo di invasi sperimentali</li> <li>14 novembre 2011 “nulla osta” all'avvio del II° ciclo di invasi sperimentali</li> </ul>   | <p>9 novembre 2011 – trasmissione: verifica di stabilità del torrino, sigillatura fessure sfioratore e installazione manometri nei n. 5</p> | <p>14 novembre 2011: inizio del II° ciclo di invasi, fino al raggiungimento della quota di massima regolazione pari a 964,00 m s.l.m.</p>   |

TIRRENO  
POWER



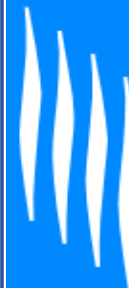
# Adempimenti disposti dal DPR 1363\1959

Ministero delle infrastrutture  
e della mobilità sostenibili



| comunicazioni ed<br>adempimenti Gestore<br>e DL | azioni e comunicazioni DGD e<br>Commissione di Collaudo  | avanzamento lavori   |
|---|--|--|
|   | 23 dicembre 2011 - trasmissione rapporto di monitoraggio II° ciclo di invasi   | 10 settembre 2010 iniziarono i lavori di preparazione dei piani di scavo della diga  |
|   | 19 gennaio 2012 - inoltro del rapporto di monitoraggio al termine del secondo ciclo di invasi sperimentali   |  |
|   | 8 febbraio 2012 - realizzazione dei rinforzi (report: «Verifica adesione interventi di rinforzo»)  |  |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>1 marzo 2012 - deposito «Relazione a struttura ultimata» ai sensi della L. 1086/71 e L. 584/94 art. 1 C. 7 bis</li> <li>26 marzo 2012 - trasmissione del "Certificato di Collaudo Statico" per lo scarico di superficie e mezzofondo (in adempimento dell'art. 67 del DPR n°. 380/01 e art. 7 della L. 1086/71 e L. 64/74)</li> </ul> | <p>29 dicembre 2012 - ultimazione dei lavori</p> <p>La comunicazione di ultimazione dei lavori è stata trasmessa dalla DL (attestato di conformità) in data 12 aprile 2013</p> |

TIRRENO  
POWER



Nel corso dei lavori il Concessionario ha presentato istanze riguardanti due varianti non sostanziali come di seguito descritto.

## Istanze di variante non sostanziale (art. 9 del D.P.R. 1363/59)

### Prima istanza (marzo 2011)

- ☐ sfioratore: modifica delle modalità realizzative e di raccordo tra la nuova condotta di scarico di mezzo fondo ed il manufatto di alloggiamento della paratoia
- ☐ inserimento del secondo accesso al cunicolo di ispezione diga (in sponda sinistra), per motivi di sicurezza e facilità di accesso;
- ☐ modifica delle modalità realizzative dello scarico di fondo e sistema di rilascio del DMV.

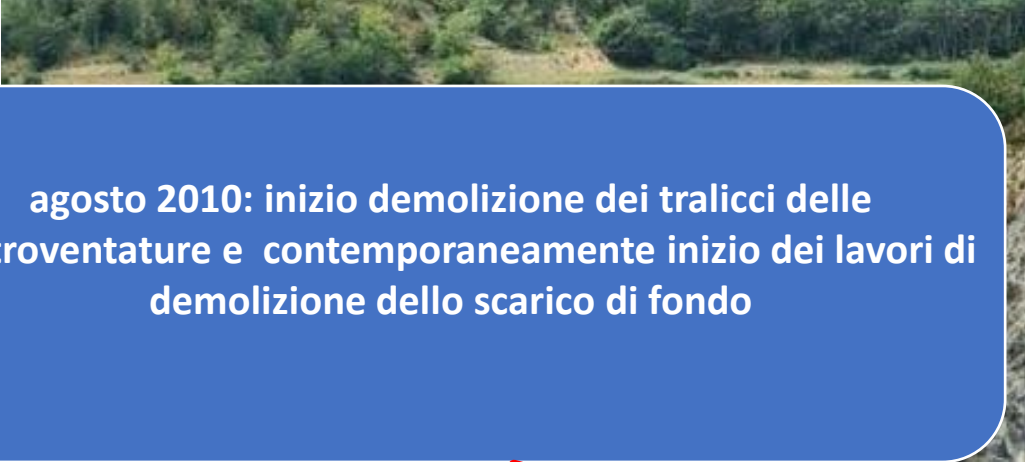
### Seconda istanza (luglio 2011)

- ☐ rialzo del piano di camminamento della diga;
- ☐ minimo spostamento della prima porta di accesso al cunicolo (in sponda destra).

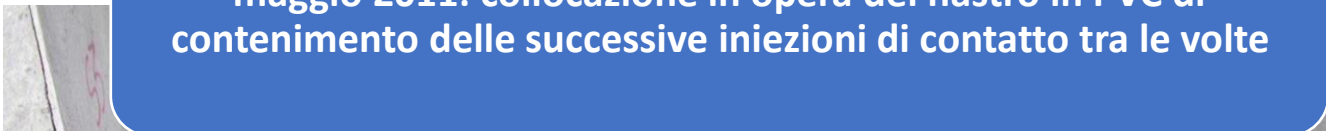


18 gennaio 2011: primo getto di riempimento delle voltine

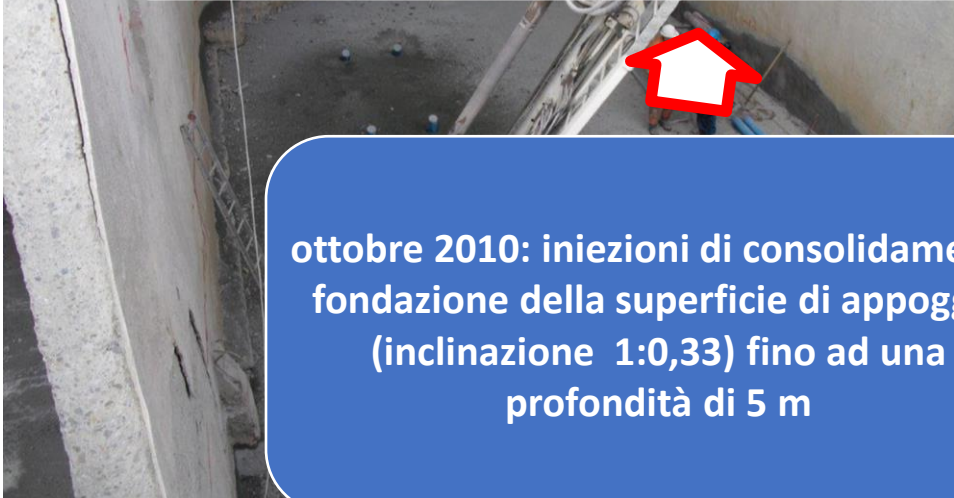
25 luglio 2011: ultimazione getti



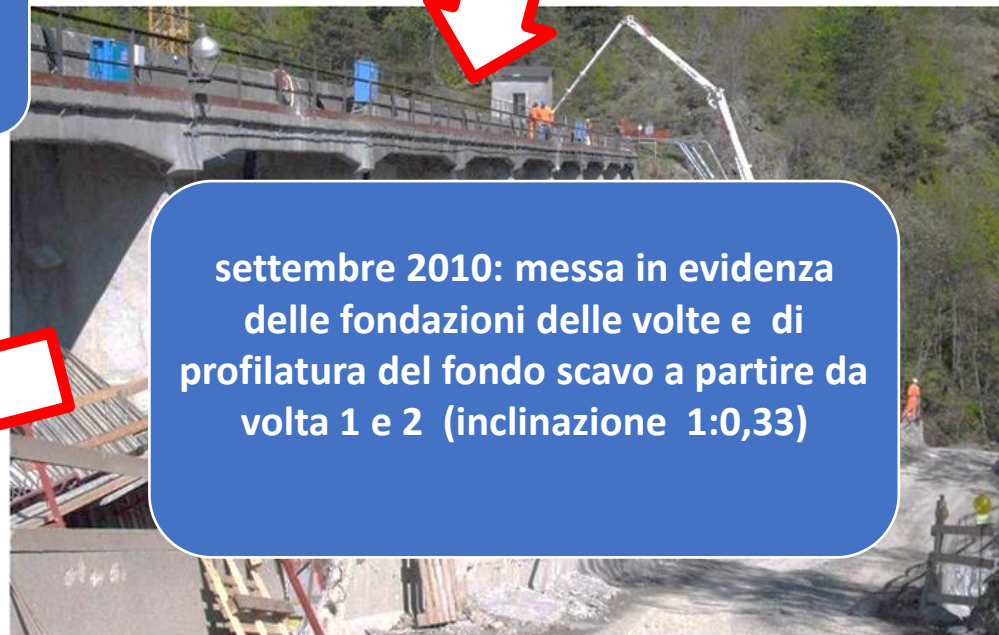
agosto 2010: inizio demolizione dei tralicci delle controventature e contemporaneamente inizio dei lavori di demolizione dello scarico di fondo



maggio 2011: collocazione in opera del nastro in PVC di contenimento delle successive iniezioni di contatto tra le volte



ottobre 2010: iniezioni di consolidamento fondazione della superficie di appoggio (inclinazione 1:0,33) fino ad una profondità di 5 m



settembre 2010: messa in evidenza delle fondazioni delle volte e di profilatura del fondo scavo a partire da volta 1 e 2 (inclinazione 1:0,33)





# Diga post operam: dati del nuovo FCEM

## ART. 2 – DATI PRINCIPALI DELLA DIGA

### Art. 2.1 – Caratteristiche della diga

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| - altezza della diga (ai sensi del D.M. 24.03.82)<br>rispetto al coronamento calpestabile (camminamento)                   | 19,35 m                           |
| - altezza della diga (ai sensi della L. 584/94)<br>rispetto al coronamento calpestabile (camminamento)                     | 17,35 m                           |
| - altezza di massima ritenuta (ai sensi del D.M. 26.06.2014)   | 17,10 m                           |
| - quota struttura di ritenuta sul coronamento  | 966,05 m s.l.m.                   |
| - quota coronamento calpestabile (camminamento)  | 964,85 m s.l.m.                   |
| - franco (ai sensi del D.M. 24.03.82)<br>rispetto alla sommità della struttura di ritenuta sul coronamento                 | 1,45 m                            |
| - franco netto (ai sensi del D.M. n° 44 del 24.03.82)<br>rispetto alla sommità della struttura di ritenuta sul coronamento | 1,02 m                            |
| - lunghezza del coronamento calpestabile (camminamento)  | 110,50 m                          |
| - larghezza del coronamento calpestabile (camminamento)  | 5,30 m                            |
| - volume totale della diga   | 16.300 m <sup>3</sup>             |
| - volume dei vani  | 1.800 m <sup>3</sup>              |
| - pericolosità sismica di progetto   | Zona sismica 3 secondo classifica |

### Art. 4.1 - Dati principali

Portata esitata con livello nel serbatoio alla quota di massimo invaso pari a **964,60 m s.l.m.**

|                               |                          |
|-------------------------------|--------------------------|
| - dallo scarico di superficie | 104,55 m <sup>3</sup> /s |
| - dallo scarico di mezzofondo | 22,93 m <sup>3</sup> /s  |
| - dallo scarico di fondo      | 24,05 m <sup>3</sup> /s  |

La portata totale scaricabile risulta pertanto pari a **151,53 m<sup>3</sup>/s.**

## ART. 3 – DATI PRINCIPALI DELL'INVASO

### Art. 3.1 - Caratteristiche dell'invaso

|                                |                 |
|--------------------------------|-----------------|
| - quota di massimo invaso      | 964,60 m s.l.m. |
| - quota massima di regolazione | 964,00 m s.l.m. |
| - quota minima di regolazione  | 957,50 m s.l.m. |



**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI**  
DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, I SISTEMI INFORMATIVI E STATISTICI  
DIREZIONE GENERALE PER LE DIGHE  
E LE INFRASTRUTTURE IDRICHE ED ELETTRICHE

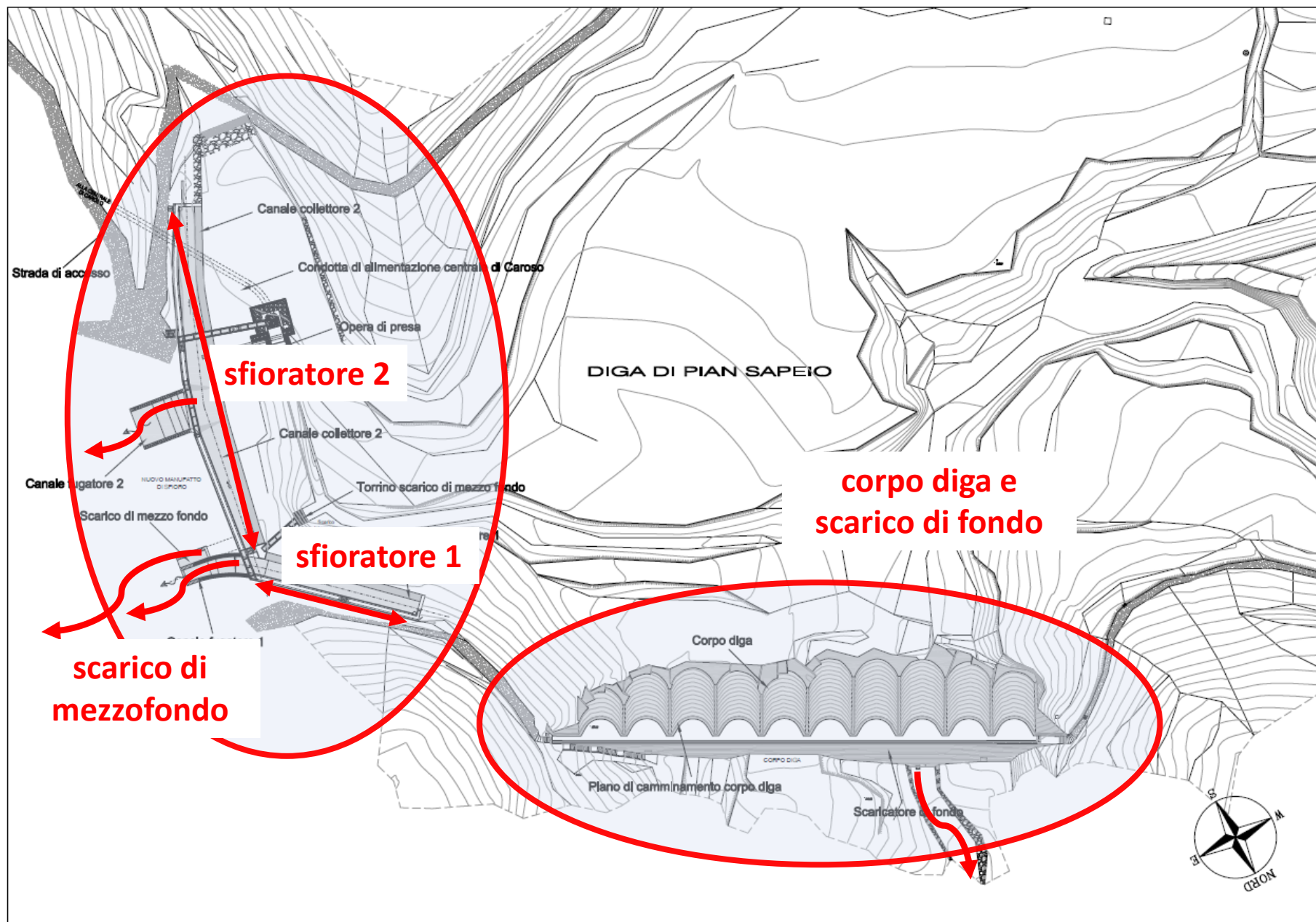
UFFICIO TECNICO PER LE DIGHE DI TORINO

FOGLIO DI CONDIZIONI PER L'ESERCIZIO E LA MANUTENZIONE

**DIGA DI PIAN SAPEIO IN COMUNE DI BORZONASCA (GE)**  
(n. arch. 37/A)

Concessionario e Gestore: Tirreno Power S.p.A.







## ADEGUAMENTO ALLA PORTATA MILLENARIA:

- adeguamento scarico di fondo e scarico di mezzofondo
- rifacimento dello sfioratore laterale adeguandolo alla  $Q(T=1000)$

## ANTE-OPERAM (2010):

scarico di superficie:  $Q = 26 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  
 scarico di mezzofondo:  $Q = 16,42 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  
 scarico di fondo:  $Q = 10,75 \text{ m}^3/\text{s}$ .

— portata massima smaltibile  $53 \text{ m}^3/\text{s}$

## POST-OPERAM: (2012)

scarico di superficie:  $Q = 104,55 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  
 scarico di mezzofondo:  $Q = 21,45 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  
 scarico di fondo:  $Q = 24 \text{ m}^3/\text{s}$ .

— portata massima smaltibile  $150 \text{ m}^3/\text{s}$



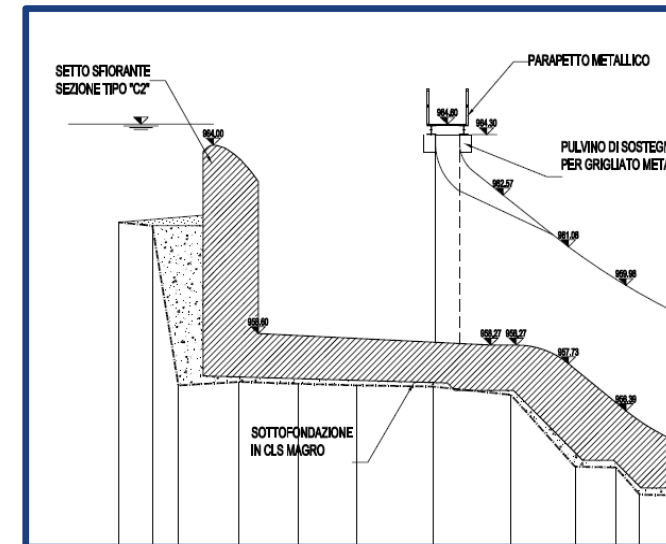
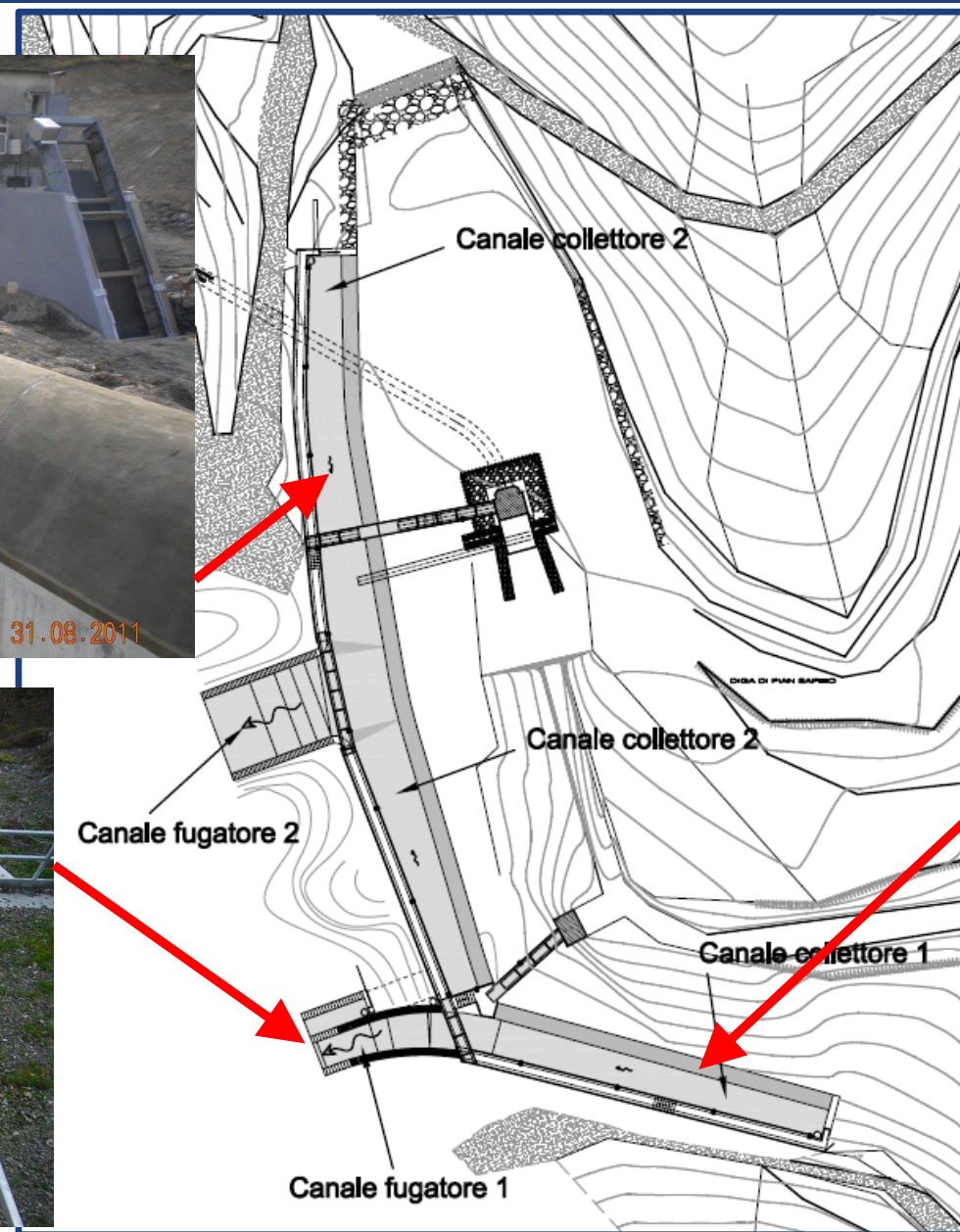




- demolizione sfioratore (luglio 1010)
- idoneità dei piani di posa dello sfioratore e dell'impianto di betonaggio (art. 7 del DPR. 1363/59)
- autorizzazione ai getti per lo sfioratore (settembre 2010)
- costruzione del nuovo sfioratore: 14 settembre 2010 iniziarono i getti della sottofondazione e circa 12 mesi dopo (in data 21 luglio 2011) terminarono i getti.





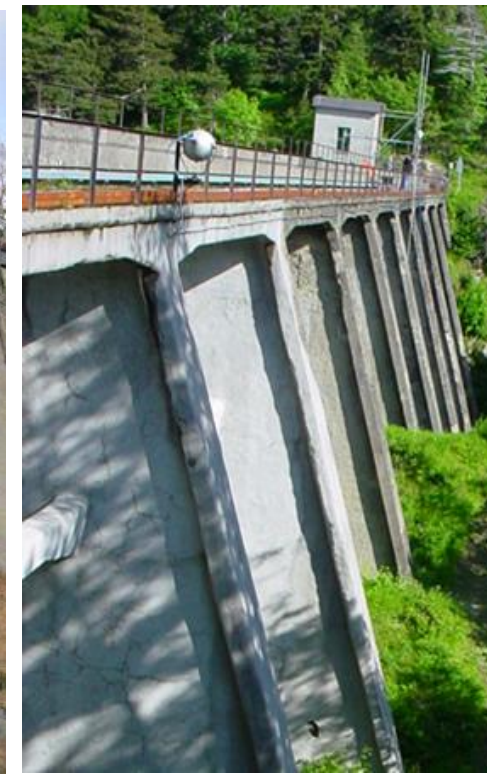
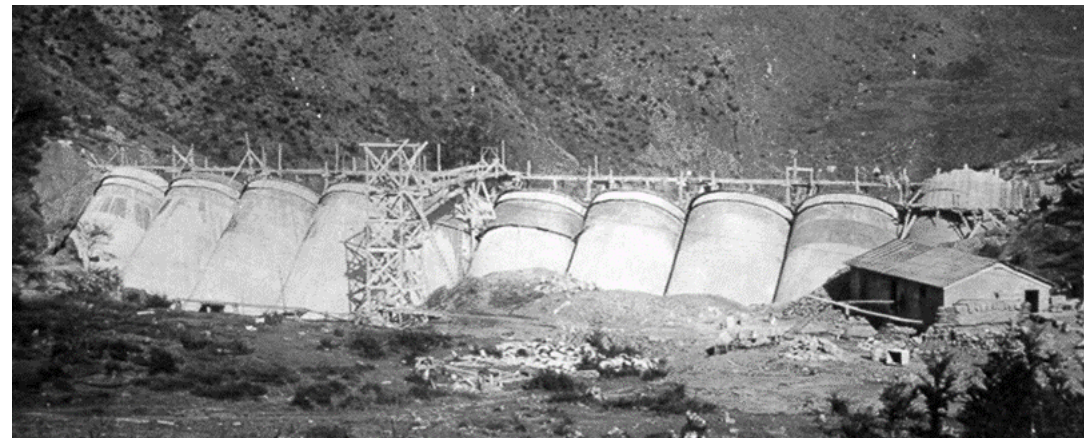




## MODIFICA DELLA TIPOLOGIA STRUTTURALE:

«ad archi multipli» (A.c) ➔ «a gravità alleggerita» (A.a.2)

- tipologia costruttiva praticamente abbandonata a livello internazionale
- criticità per il rispetto della normativa recente (verifica di condizioni non previste in fase di progetto, ad es. per i carichi sismici)
- insorgere di fessurazioni, invecchiamento e degrado associato alle condizioni ambientali ed ai materiali costituenti
- perdite del manto impermeabilizzante di monte
- adeguare l'opera alla portata  $Q(T=1000)$
- aumentare la sicurezza sismica e strutturale prolungarne la vita utile della diga



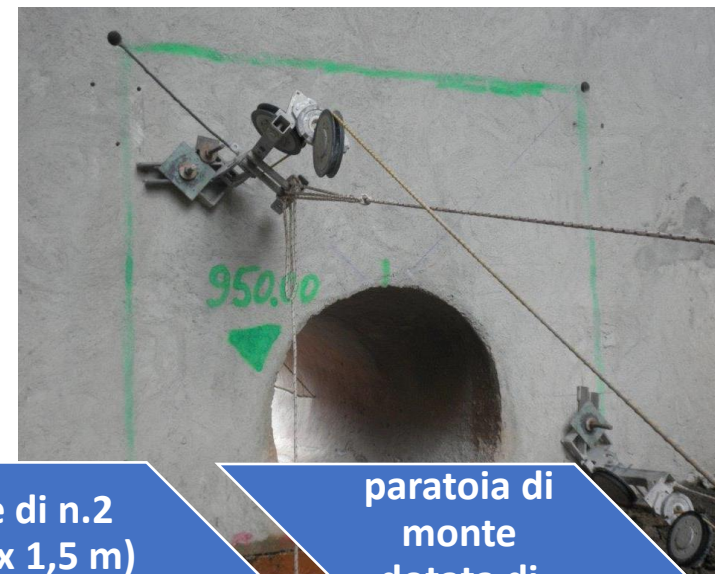




demolizione :  
n°8 fori, taglio  
con filo  
diamantato



gennaio 2011:  
posizionamento  
camera delle paratoie  
nella voltina n. 8



installazione di n.2  
paratoie (1,2 x 1,5 m)  
ubicate in canale di  
scarico di 24 m

paratoia di  
monte  
dotata di  
valvola  
clapet





*Grazie per l'attenzione!*

