

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

# IMPIANTO DI SAN GIACOMO III

## Installazione di un nuovo gruppo di pompaggio Comune di Fano Adriano (TE)

### Progetto Definitivo per Autorizzazione

# RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

File: GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.002 Relazione Tecnica Illustrativa.docx

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
01	12/11/2022	<i>Emissione finale</i>	C. Piccinin	F. Maugliani	A. Balestra
00	31/08/2022	<i>Emissione per revisione Cliente</i>	C. Piccinin R. Arrigoni	F. Maugliani	A. Balestra

#### GRE VALIDATION

		Support Team:	Project Engineer: <i>P. Viganoni</i>
COLLABORATORS		VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT  SAN GIACOMO III	GRE CODE																	
	GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION						
	GRE	EEC	D	9	9	I	T	H	1	7	1	7	0	0	0	0	2	0

CLASSIFICATION	PUBLIC	UTILIZATION SCOPE	PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE
----------------	--------	-------------------	--

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.

R.01	12.11.2022	PCap	MFr/Bal
R.00	28.09.2022	PCap/ArR	MFr/Bal
<b>Versione</b>	<b>Data</b>	<b>Redatto</b>	<b>Verificato</b>

**Lombardi SA** Ingegneri Consulenti  
Via del Tiglio 2, C.P. 934, CH-6512 Bellinzona-Giubiasco  
Telefono +41(0)91 735 31 00  
www.lombardi.group, info@lombardi.group

## INDICE

1.	INTRODUZIONE	1
1.1	Contesto generale e scopo del lavoro	1
1.2	Struttura del rapporto	1
1.3	Documentazione ricevuta da ENEL	2
2.	INQUADRAMENTO AMMINISTRATIVO E NORMATIVO DELL'INTERVENTO	3
2.1	Concessioni	3
2.2	Esercizio delle Dighe	3
2.3	Vincoli particolari all'utilizzo della risorsa idrica	3
2.3.1	Limitazioni all'esercizio delle Dighe	3
2.4	Inquadramento normativo dell'intervento di progetto	4
3.	INQUADRAMENTO TECNICO DELL'INTERVENTO	5
3.1	Generalità e cenni storici	5
3.2	Descrizione sintetica dello schema San Giacomo	6
3.3	Inquadramento territoriale	7
3.4	Inquadramento catastale	8
3.5	Inquadramento secondo la pianificazione locale e sistema dei vincoli e delle tutele	11
4.	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO ESISTENTE	13
4.1	Lo schema idraulico degli impianti di San Giacomo I e II	13
4.2	Serbatoio di Provvidenza	14
4.2.1	Dati FCEM	14
4.3	Diga di Provvidenza e derivazione di San Giacomo II	18
4.4	Serbatoio di Piaganini	22
4.4.1	Dati FCEM	22
4.5	Diga di Piaganini e gallerie di scarico di San Giacomo II	25
4.6	Centrale di San Giacomo II	28
4.7	Gruppi di produzione	30
4.7.1	Gruppo Pelton, ad asse verticale (Gr. 6):	30

4.7.2	Gruppo reversibile Francis, ad asse verticale (Gr. 7)	30
4.8	Emissioni acustiche	31
5.	L'IMPIANTO DI SAN GIACOMO III	32
5.1	Aspetti generali	32
5.2	Motivazione delle principali scelte progettuali	32
5.2.1	Civile: Scelta tra revamping della caverna di centrale esistente di San Giacomo II e centrale in nuova caverna	32
5.2.2	Geologia: Scelta della posizione della caverna	33
5.2.3	Idraulica: Scelta tra revamping e nuova galleria di restituzione	33
5.2.4	Idraulica: Scelta delle portate del nuovo gruppo pompa	33
5.2.5	Idraulica: Scelta delle modifiche all'esistente pozzo piezometrico di monte	33
5.2.6	Idraulica: Scelta delle tipologie di connessione con l'impianto esistente	34
5.2.7	Elettromeccanica: Scelta della tipologia di motore/generatore	34
5.3	Descrizione generale degli interventi	34
5.3.1	Nuova caverna di centrale e galleria di accesso	35
5.3.2	Nuova connessione al pozzo forzato esistente di San Giacomo II	40
5.3.3	Nuova camera di espansione al pozzo piezometrico esistente sulla derivazione Provvidenza	43
5.3.4	Nuovo pozzo piezometrico sulla derivazione Piaganini	45
5.3.5	Nuova galleria forzata di scarico/aspirazione sulla derivazione Piaganini	47
5.3.6	Nuovo pozzo verticale di collegamento alla caverna trasformatori esistente	50
5.4	Cantierizzazione	52
5.5	Aspetti tecnici particolari	53
5.5.1	Aspetti Geologico/Geotecnici	53
5.5.2	Aspetti idrologici	54
5.5.3	Aspetti idraulici	55
5.5.4	Aspetti elettromeccanici	57
5.6	Connessione alla sottostazione e punto di consegna	59
6.	STIMA DEI COSTI	60

7. CRONOPROGRAMMA DI MASSIMA DEI LAVORI

61

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Uno schema d'insieme dell'asta del Vomano .....	5
<b>Figura 2:</b> Impianti di San Giacomo I e II – Schema idraulico. ....	7
<b>Figura 4:</b> Impianto di San Giacomo III - inquadramento territoriale. ....	8
<b>Figura 5:</b> Piano catastale delle opere 1/2. ....	10
<b>Figura 6:</b> Piano catastale delle opere 2/2. ....	11
<b>Figura 7:</b> Impianto di San Giacomo – schema idraulico.....	13
<b>Figura 8:</b> Serbatoio di Provvidenza. ....	14
<b>Figura 9:</b> Diga di Provvidenza- diagramma delle aree (da FCEM di Provvidenza). ....	15
<b>Figura 10:</b> Diga di Provvidenza- diagramma dei volumi (da FCEM di Provvidenza).....	16
<b>Figura 11:</b> Diga di Provvidenza - curva di portata dello scarico di superficie.....	17
<b>Figura 12:</b> Diga di Provvidenza - curva di portata dello scarico di fondo. ....	17
<b>Figura 13:</b> Diga di Provvidenza - vista da valle. ....	18
<b>Figura 14:</b> Diga di Provvidenza - planimetria generale. ....	18
<b>Figura 15:</b> Derivazione San Giacomo II – profilo idraulico.....	19
<b>Figura 16:</b> Derivazione San Giacomo II – pozzo piezometrico.....	20
<b>Figura 17:</b> Derivazione San Giacomo II – camera valvole.....	21
<b>Figura 18:</b> Derivazione San Giacomo II – biforcazione gruppi 6 e 7. ....	21
<b>Figura 19:</b> Serbatoio di Piaganini – vista aerea. ....	22
<b>Figura 20:</b> Diga di Piaganini – diagramma delle aree e dei volumi (da FCEM di Piaganini). ....	23
<b>Figura 21:</b> Diga di Piaganini – curva di portata dello scarico di superficie.....	24
<b>Figura 22:</b> Diga di Piaganini – curva di portata dello scarico di fondo. ....	25
<b>Figura 23:</b> Diga di Piaganini - vista da valle. ....	26
<b>Figura 24:</b> Diga di Piaganini - planimetria generale. ....	26
<b>Figura 25:</b> Impianto di S.Giacomo II – scarico a pelo libero Gr.6. ....	27
<b>Figura 26:</b> Impianto di S. Giacomo II – galleria forzata di scarico Gr. 7 – profilo.....	28
<b>Figura 27:</b> Centrale di San Giacomo II - planimetria generale.....	29

<b>Figura 28:</b> Centrale di San Giacomo II – sezione longitudinale sala macchine su gruppo Pelton e reversibile. ....	29
<b>Figura 29:</b> Centrale di San Giacomo II – sala macchine.....	30
<b>Figura 30:</b> Nuova caverna di centrale di San Giacomo III (in arancione). ....	35
<b>Figura 31:</b> Nuova centrale di San Giacomo III - sezione longitudinale. ....	36
<b>Figura 32:</b> Nuova centrale di San Giacomo III - piano sala macchine. ....	37
<b>Figura 33:</b> Nuova centrale di San Giacomo III – sezioni verticali.....	37
<b>Figura 34:</b> Galleria di accesso alla nuova centrale in caverna – pianta e sezione tipo. ....	38
<b>Figura 35:</b> Galleria di accesso alla nuova centrale in caverna – profilo.....	38
<b>Figura 36:</b> Galleria di costruzione della nuova centrale in caverna – pianta e sezione tipo. ....	39
<b>Figura 37:</b> Galleria di costruzione della nuova centrale in caverna – profilo. ....	39
<b>Figura 38:</b> Nuova connessione al pozzo forzato esistente di San Giacomo II – pianta.....	40
<b>Figura 39:</b> Nuova connessione al pozzo forzato esistente di San Giacomo II – profilo e sezioni tipo. ....	40
<b>Figura 40:</b> Caverna per la realizzazione del nuovo innesto sul pozzo verticale – pianta. ....	41
<b>Figura 41:</b> Caverna per la realizzazione del nuovo innesto sul pozzo verticale – profilo. ....	41
<b>Figura 42:</b> Caverna per la realizzazione del nuovo innesto sul pozzo verticale – sezione.....	42
<b>Figura 43:</b> Nuova camera di espansione al pozzo piezometrico sulla derivazione Provvidenza – pianta.....	43
<b>Figura 44:</b> Nuova camera di espansione al pozzo piezometrico sulla derivazione Provvidenza – profilo.....	43
<b>Figura 45:</b> Nuova camera di espansione al pozzo piezometrico sulla derivazione Provvidenza – sezione collegamento idraulico alla nuova camera e pozzo di areazione in copertura. ....	44
<b>Figura 46:</b> Nuova camera di espansione al pozzo piezometrico sulla derivazione Provvidenza – vista 3D e planimetria d'intervento. ....	44
<b>Figura 47:</b> Nuovo pozzo piezometrico sulla derivazione Piaganini – pianta.....	45
<b>Figura 48:</b> Nuovo pozzo piezometrico sulla derivazione Piaganini – profilo.....	45
<b>Figura 49:</b> Nuovo pozzo piezometrico sulla derivazione Piaganini – sezioni. ....	46
<b>Figura 50:</b> Nuova galleria forzata di scarico/aspirazione sulla derivazione Piaganini – pianta. ....	47
<b>Figura 51:</b> Nuova galleria forzata di scarico/aspirazione sulla derivazione Piaganini – profilo. ....	47

<b>Figura 52:</b> Nuova galleria forzata di scarico/aspirazione sulla derivazione Piaganini – vista 3D e sezione tipo. ....	47
<b>Figura 53:</b> Nuova galleria forzata di scarico/aspirazione sulla derivazione Piaganini – zona della nuova presa – pianta.....	48
<b>Figura 54:</b> Nuova galleria forzata di scarico/aspirazione sulla derivazione Piaganini – zona della nuova presa – pianta.....	49
<b>Figura 55:</b> Nuova galleria forzata di scarico/aspirazione sulla derivazione Piaganini – zona della nuova presa – profilo.....	49
<b>Figura 56:</b> Nuova galleria forzata di scarico/aspirazione sulla derivazione Piaganini – zona della nuova presa – sezioni tipo.....	49
<b>Figura 57:</b> Pozzo per commutazione MT – profilo. ....	50
<b>Figura 58:</b> Pozzo per commutazione MT – vista 3D. ....	51
<b>Figura 59:</b> Ubicazione delle principali aree di cantiere. ....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
<b>Figura 60:</b> Serbatoio di Provvidenza - afflussi medi mensili 2013-2020. ....	54
<b>Figura 62:</b> Cronoprogramma sintetico dei Lavori e della Indisponibilità d'Impianto. ....	61

## INDICE DELLE TABELLE

<b>Tabella 1:</b> Elenco delle particelle interessate – Comune di Fano Adriano.....	9
<b>Tabella 2:</b> Elenco delle particelle interessate – Comune di Pietracamela. ....	10
<b>Tabella 5:</b> Nuova pompa – Perdite di carico della derivazione Provvidenza. ....	55
<b>Tabella 6:</b> Nuova pompa – Perdite di carico della derivazione Piaganini. ....	55
<b>Tabella 7:</b> Tempi di manovra concordati con Enel GP per le verifiche dei transistori nei pozzi piezometrici. ....	56
<b>Tabella 8:</b> Massime pressioni di esercizio nella condotta forzata Provvidenza. ....	56
<b>Tabella 9:</b> Condotta Forzata Provvidenza - verifica di resistenza – fase di turbinaggio. ....	56
<b>Tabella 10:</b> Condotta Forzata Provvidenza - verifica di resistenza – fase di pompaggio. ....	57
<b>Tabella 11:</b> Massime pressioni di esercizio nella condotta forzata Piaganini. ....	57
<b>Tabella 12:</b> Galleria Forzata Piaganini - verifica di resistenza. ....	57
<b>Tabella 13:</b> Nuovo Gruppo di pompaggio – potenze disponibili. ....	57
<b>Tabella 14:</b> Generatore/Motore – caratteristiche. ....	58
<b>Tabella 17:</b> Tabella di sintesi della stima dei costi di costruzione dell'impianto. ....	60

# 1. INTRODUZIONE

## 1.1 Contesto generale e scopo del lavoro

Enel SpA – HGT Design & Execution, ha affidato a Lombardi SA l'incarico professionale di ingegneria per la Progettazione Definitiva per Autorizzazione relativa ad un intervento di potenziamento in pompaggio dell'impianto idroelettrico di San Giacomo di proprietà di Enel Produzione SpA, in Comune di Fano Adriano (TE), mediante l'inserimento di un nuovo gruppo pompa.

L'impianto di San Giacomo, realizzato negli anni '50 e non oggetto di interventi, è stato ampliato negli anni '90 con una nuova centrale in caverna dotata di derivazione indipendente e denominata centrale di San Giacomo II. Questa, che deriva sempre dal serbatoio di Provvidenza restituendo nel serbatoio di Piaganini, è dotata di due gruppi di produzione: 1 turbina Pelton (Gr. 6) da 282.48 MW ed un gruppo Francis di tipo reversibile (Gr.7) da 56.30 MW: la capacità di pompaggio attuale è circa del 15% rispetto alla capacità in generazione.

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di una nuova caverna di Centrale contenente un nuovo gruppo pompa, collegato a monte al pozzo forzato di San Giacomo II ed a valle con una nuova galleria forzata direttamente al serbatoio di Piaganini.

Il nuovo ampliamento d'impianto denominato San Giacomo III consente l'incremento della potenza in pompaggio tra i due serbatoi. L'idea del potenziamento nasce per iniziativa delle strutture Tecniche di Enel Green Power con lo scopo di sfruttare al meglio la risorsa idrica disponibile, adeguandone l'utilizzo alle nuove esigenze di regolazione e servizi ancillari di rete.

La presente relazione descrive l'inquadramento dell'intervento e le principali attività costruttive, previste da Enel per la realizzazione della nuova pompa.

## 1.2 Struttura del rapporto

Il presente rapporto ha la seguente struttura:

- Capitolo 1: introduzione;
- Capitolo 2: inquadramento normativo dell'intervento;
- Capitolo 3: inquadramento tecnico dell'intervento;
- Capitolo 4: descrive le opere del progetto esistente;
- Capitolo 5: descrive le motivazioni ed il progetto di installazione del nuovo gruppo;
- Capitolo 6: riporta una valutazione di massima dei costi;
- Capitolo 7: presenta il cronoprogramma generale per l'implementazione del progetto.

### **1.3 Documentazione ricevuta da ENEL**

Per la redazione della presente relazione è stato fatto riferimento ai documenti facenti parte della documentazione d'incarico ricevuta da Enel GP e compresa nella Dataroom di progetto.

## 2. INQUADRAMENTO AMMINISTRATIVO E NORMATIVO DELL'INTERVENTO

### 2.1 Concessioni

Gli atti di Concessione ed i Disciplinari contenenti obblighi e condizioni relativi all'utilizzo della risorsa idrica per l'impianto esistente di San Giacomo fanno capo ai seguenti Atti amministrativi, relativi alla derivazione dal bacino di Provvidenza:

- Decreto di Concessione: D.P.R. n° 3491/5448 del 30-06-1951 e relativo disciplinare;
- Certificato di Collaudo del 29 novembre 1963 e rettifica del 29 luglio 1970;
- Disciplinare aggiuntivo di concessione n° 874 del 23-04-1985;
- D.M. di variante di Concessione n° 1383 del 20-09-1985.

L'attuale Concessione prevede:

- Portata media di concessione: 7.99 m<sup>3</sup>/s (79.9 moduli);
- Salto: 652.60 m;
- Potenza nominale media di concessione: 51'120 kW.

### 2.2 Esercizio delle Dighe

L'esercizio delle dighe è regolato dai seguenti Fogli di Condizioni per l'esercizio e la manutenzione (FCEM):

- Diga di Provvidenza: FCEM approvato SND il 08.01.1999;
- Diga di Piaganini: FCEM approvato SND il 20.03.1998;

### 2.3 Vincoli particolari all'utilizzo della risorsa idrica

#### 2.3.1 Vincoli nei confronti delle sorgenti ed acquedotti esistenti

Il disciplinare aggiuntivo concessione prevede che *“qualora insorga la necessità di eseguire lavori che possano interessare le sorgenti e gli acquedotti [omissis] l'ENEL è obbligato a presentare (prima dell'esecuzione dei lavori stessi) concrete e particolareggiate previsioni inerenti le provvidenze e le cautele intese a salvaguardare, sia dal lavoro tecnico che nei riguardi igienici, gli acquedotti esistenti”*.

#### 2.3.2 Deflusso Minimo Vitale

Con riferimento al rilascio del Deflusso Minimo Vitale i valori di portata minima da rilasciare a valle degli sbarramenti sono i seguenti:

Riferiti all'attuazione della fase di sperimentazione <sup>1</sup>:

- Dal serbatoio di Provvidenza: 0.179 m<sup>3</sup>/s;
- Dalla Presa Mavone sul canale di gronda 400 Dx: 0.175 mc/s
- Dalla Presa Ruzzo sul canale di gronda 400 Dx: 0.096 mc/s

Riferiti ai Disciplinari di Concessione <sup>2</sup>:

- Dalla Presa Tordino sul canale di gronda 400 Sx: 0.280 mc/s
- A valle dell'abitato di Montorio al Vomano, alimentata dal serbatoio Piaganini e/o dai due canali di gronda 400: 1.350 mc/s

### 2.3.3 Limitazioni all'esercizio delle Dighe

Attualmente non risultano limitazioni all'esercizio delle dighe. Si riportano qui di seguito i massimi livelli attualmente autorizzati nel FCEM:

- Diga di Provvidenza:
  - massima regolazione: 1'060.00 m slm;
  - massimo invaso: 1'062.20 m slm;
- Diga di Piaganini:
  - massima regolazione: 397.00 m slm;
  - massimo invaso: 397.50 m slm;

## 2.4 Inquadramento normativo dell'intervento di progetto

L'impianto di San Giacomo III consiste nell'installazione di un nuovo gruppo pompa che incrementa la potenza in pompaggio tra i due serbatoi. Secondo le definizioni vigenti, **il nuovo progetto di San Giacomo III è del tipo "pompaggio puro"** in quanto il nuovo gruppo, in centrale separata, è privo di capacità di turbinaggio, con impiego quindi nullo in turbinaggio degli afflussi naturali al bacino sotteso a monte, che rimangono quindi utilizzati sui gruppi esistenti.

Ai sensi di quanto previsto dall'Art. 13 della Legge 27 aprile 2022 n. 34 (legge di conversione del D.L. 01 marzo 2022 n. 17), che aggiunge all'Art. 12 c. 3 del d.lgs. n. 387 del 2003 il seguente periodo:

*"Per gli impianti di accumulo idroelettrico attraverso pompaggio puro l'autorizzazione è rilasciata dal Ministero della transizione ecologica, sentito il Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili e d'intesa con la regione interessata, con le modalità di cui al comma 4".*

**La competenza per il rilascio dell'Autorizzazione Unica per questo impianto è in capo al MiTE.**

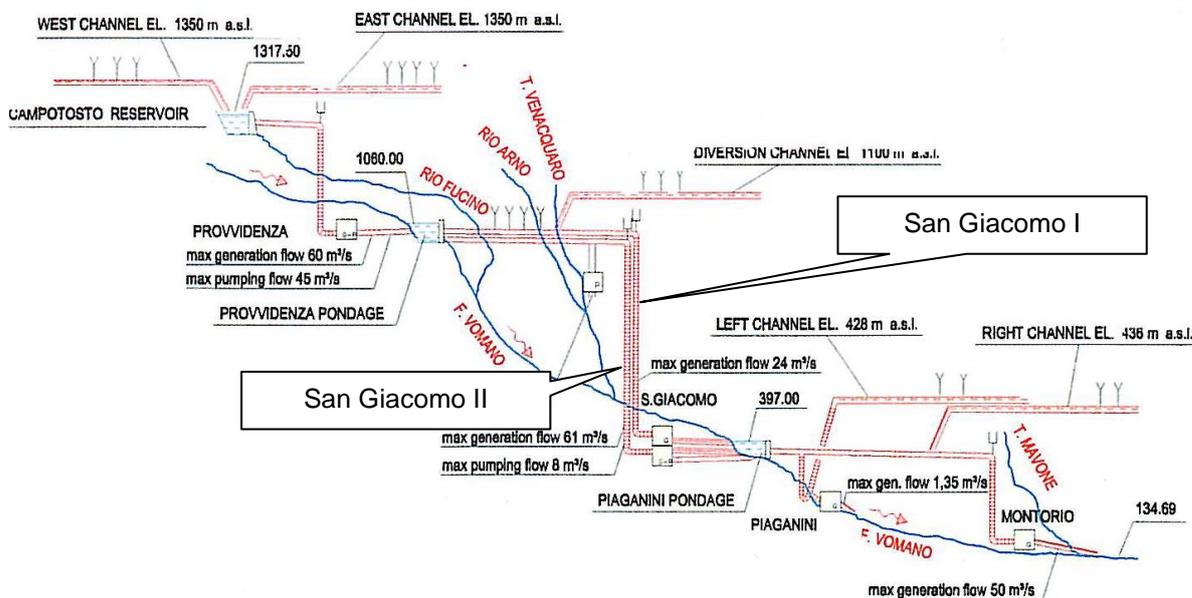
<sup>1</sup> Convenzione con Regione Abruzzo in data 5/8/2014 (Convenzione per l'esecuzione della sperimentazione sui rilasci dalle opere di presa delle derivazioni d'acqua ad uso idroelettrico site nel bacino idrografico del fiume Vomano)

<sup>2</sup> Note del Genio Civile di Teramo prot. 841 del 5/6/1954 e del Ministero dei LL.PP: Servizio Idrografico del 5/4/1957



### 3.2 Descrizione sintetica dello schema San Giacomo

Lo schema idraulico di sfruttamento del Fiume Vomano, dove sono collocati gli impianti di San Giacomo I (costruito per primo) e San Giacomo II, che entrambi derivano le acque dal serbatoio di Provvidenza e le restituiscono nel serbatoio di Piaganini, è riportato nella figura seguente:



**Figura 2:** Schema idraulico del F.Vomano con gli impianti di San Giacomo I e San Giacomo II

Come si può notare dalla figura, le dighe di Provvidenza e Piaganini sono collegate da due distinte derivazioni:

- La prima a servizio dell'impianto di San Giacomo I, non oggetto di interventi, la cui galleria forzata raccoglie anche le acque di numerosi bacini allacciati in modo diretto o tramite la gronda "Ruzzo-Mavone", convogliando dunque le acque verso il serbatoio di Provvidenza;
- La seconda, che non ha immissioni lungo la propria galleria forzata e che alimenta l'impianto di San Giacomo II, oggetto di interventi e meglio descritto nel seguito.

Il serbatoio di Provvidenza è stato realizzato sbarrando il Fiume Vomano in prossimità di L'Aquila (AQ), con una diga ad arco classificata "diga muraria ad arco (Ab1)" alta 52.20 m con un volume d'invaso 2.760.000 mc ed un bacino imbrifero 54 km<sup>2</sup>, costruita nel 1947, avente una quota di massima regolazione di 1'060.00 m s.l.m.

L'acqua del serbatoio di Provvidenza, tramite una galleria in pressione, lunga ca. 14 km, termina con un pozzo piezometrico (oggetto di intervento), per poi partire poco più avanti con un pozzo forzato, scavato nella roccia e rivestito in c.a., dopo una lunghezza di circa 573 m (rif. asse galleria forzata), arriva all'asse del gruppo 6 a quota 403.25 m s.l.m.

Questo è costituito da una turbina Pelton ad asse verticale della potenza di 282.45 MW, alla quale è accoppiato un generatore sincrono trifase della potenza di 310.000 kVA. Il salto lordo massimo è di 656.75 m. Vi è anche un gruppo reversibile Francis ad asse orizzontale (gruppo 7) a quota 359.70 m

s.l.m. dalla potenza di 56.29 MW in generazione e di 60.64 MW in pompaggio, al quale è accoppiato un generatore sincrono trifase dalla potenza di 65.000 kVA. Il salto lordo massimo è di 675.60 m.

Le acque vengono restituite, in generazione, al serbatoio di Piaganini, realizzato sbarrando il Fiume Vomano in comune di Fano Adriano (TE) con una “diga muraria ad arco gravità (Ab2)”.

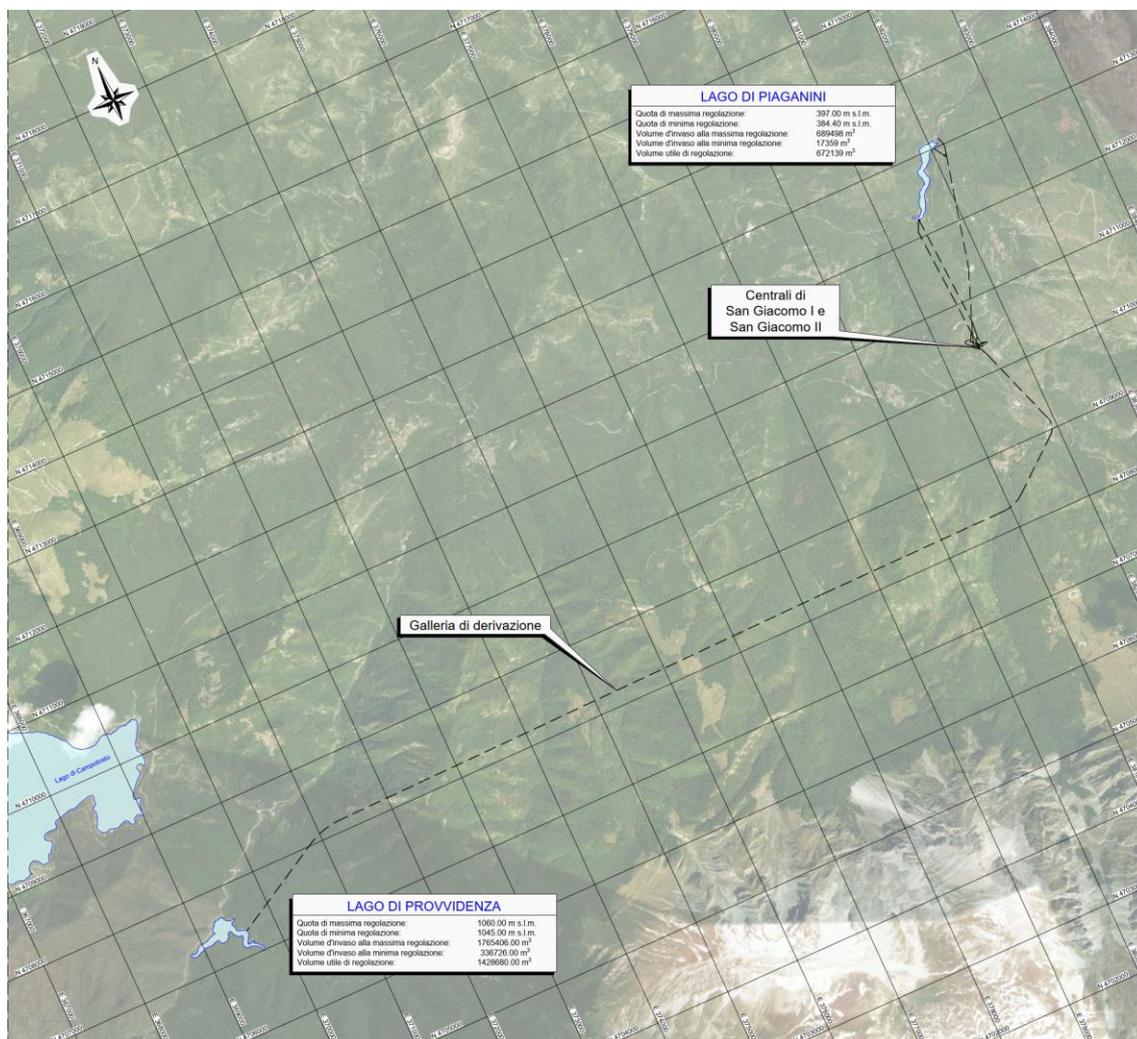
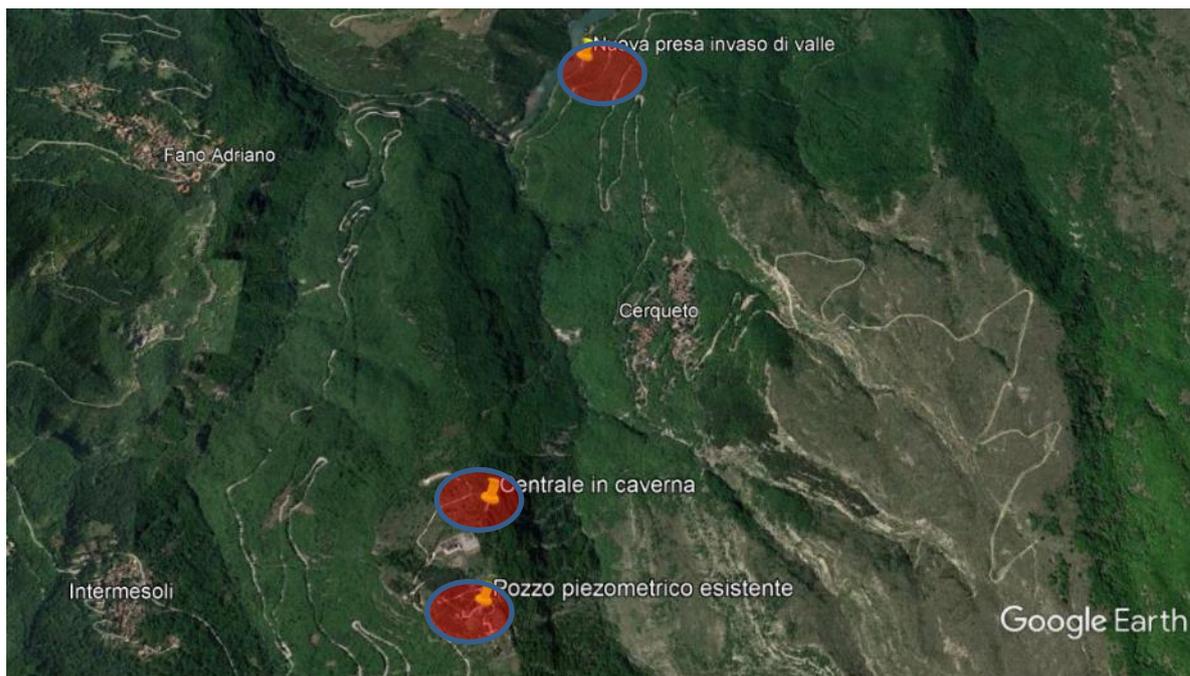


Figura 3: Impianti di San Giacomo I e II – Schema idraulico.

### 3.3 Inquadramento territoriale

Gli esistenti serbatoi di Provvidenza e di Piaganini e le esistenti Centrali di San Giacomo I e II sono siti in Provincia di Teramo. In particolare, le esistenti Centrali di San Giacomo I e II sono site nel Comune di Fano Adriano. Le opere a progetto ricadono all'interno dei limiti amministrativi dei Comuni di Fano Adriano e Pietracamela.

Il progetto prevede tre aree d'intervento, la prima sita nei pressi del pozzo piezometrico di monte esistente, la seconda in sotterraneo per lo scavo della caverna e della galleria di accesso alla caverna stessa, e la terza in prossimità della diga di Piaganini e della presa di valle (cfr. Figura 4).



**Figura 4:** Impianto di San Giacomo III - inquadramento territoriale.

### 3.4 Inquadramento catastale

Le aree catastali interessate dalle nuove opere ricadono sotto le seguenti particelle (rispetto all'elenco riportato sul piano catastale, le particelle sono organizzate sui due lati della tabella in blocchi di 10):

COMUNE FANO ADRIANO D489 – PROVINCIA (TE) – CATASTO TERRENI			
FOGLIO	PARTICELLA/E	FOGLIO	PARTICELLA/E
07	1063	07	228
07	1064	07	230
07	987	07	232
07	189	07	233
07	191	07	251
07	198	07	252
07	202	07	253
07	214	07	256
07	215	07	260
07	216	07	261
07	262	07	524
07	269	07	536
07	1010	07	539
07	492	07	540
07	1011	07	549
07	498	07	550
07	499	07	552

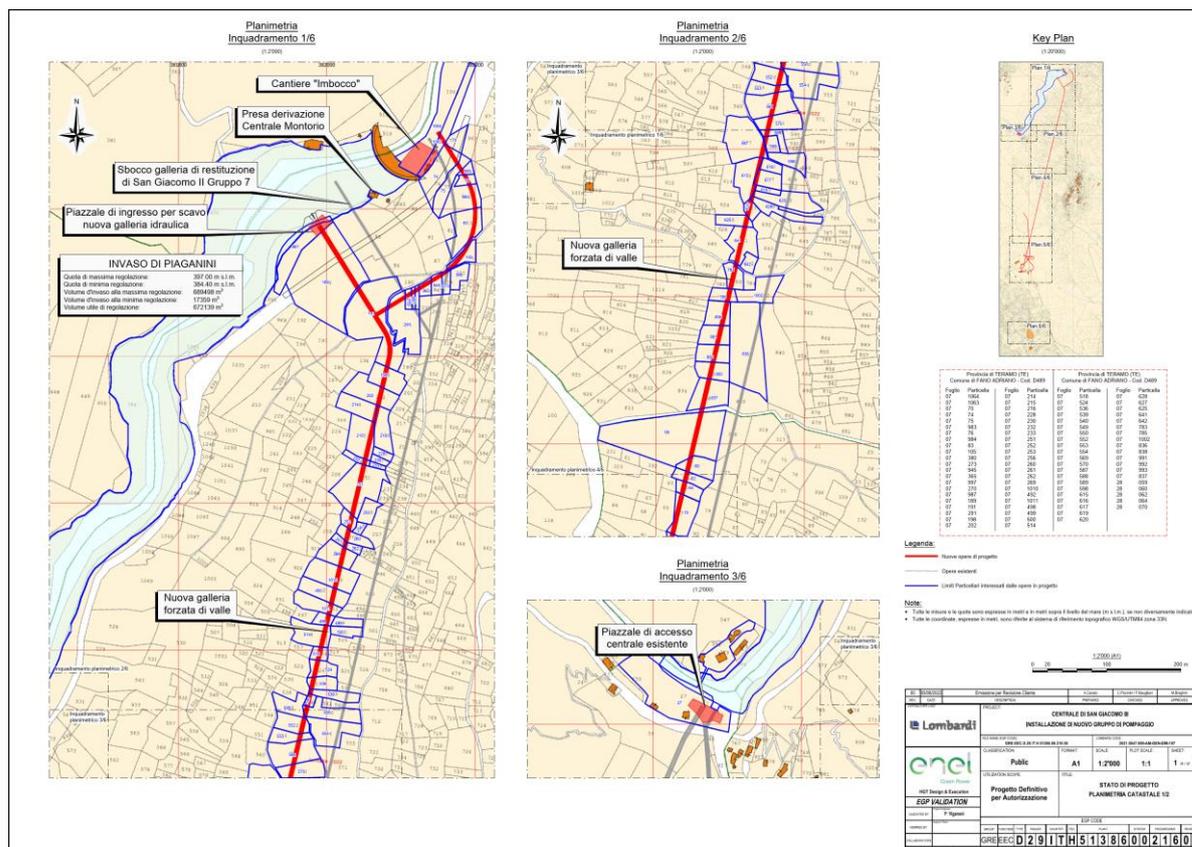
<b>COMUNE FANO ADRIANO D489 – PROVINCIA (TE) – CATASTO TERRENI</b>			
FOGLIO	PARTICELLA/E	FOGLIO	PARTICELLA/E
07	500	07	553
07	514	07	554
07	518	07	569
07	570	07	625
07	587	07	627
07	588	07	628
07	589	07	641
07	598	07	642
07	615	07	783
07	616	07	785
07	617	07	1002
07	619	07	836
07	620	07	837
07	838	28	119
07	991	28	329
07	992	28	22
07	993	28	330
28	059	28	310
28	060	28	128
28	062	28	130
28	064	28	131
28	070	28	168
28	105	28	171
28	174	12	100
06	132	12	245
06	140	12	246
06	143		
06	144		
06	146		
06	147		
06	160		
06	141		
06	137		

**Tabella 1:** Elenco delle particelle interessate – Comune di Fano Adriano.

<b>COMUNE PIETRACAMELA G608 – PROVINCIA (TE) – CATASTO TERRENI</b>			
FOGLIO	PARTICELLA/E	FOGLIO	PARTICELLA/E
05	621	05	889
05	622	08	019

COMUNE PIETRACAMELA G608 – PROVINCIA (TE) – CATASTO TERRENI			
FOGLIO	PARTICELLA/E	FOGLIO	PARTICELLA/E
05	627	08	020
05	628	08	021
05	812	08	057
05	832	08	058
05	833	08	059
05	876	08	060
05	883	08	061
05	884	08	062
08	063	01	214
08	761		
01	310		
01	313		
01	288		
01	308		

**Tabella 2:** Elenco delle particelle interessate – Comune di Pietracamela.



**Figura 5:** Piano catastale delle opere 1/2.

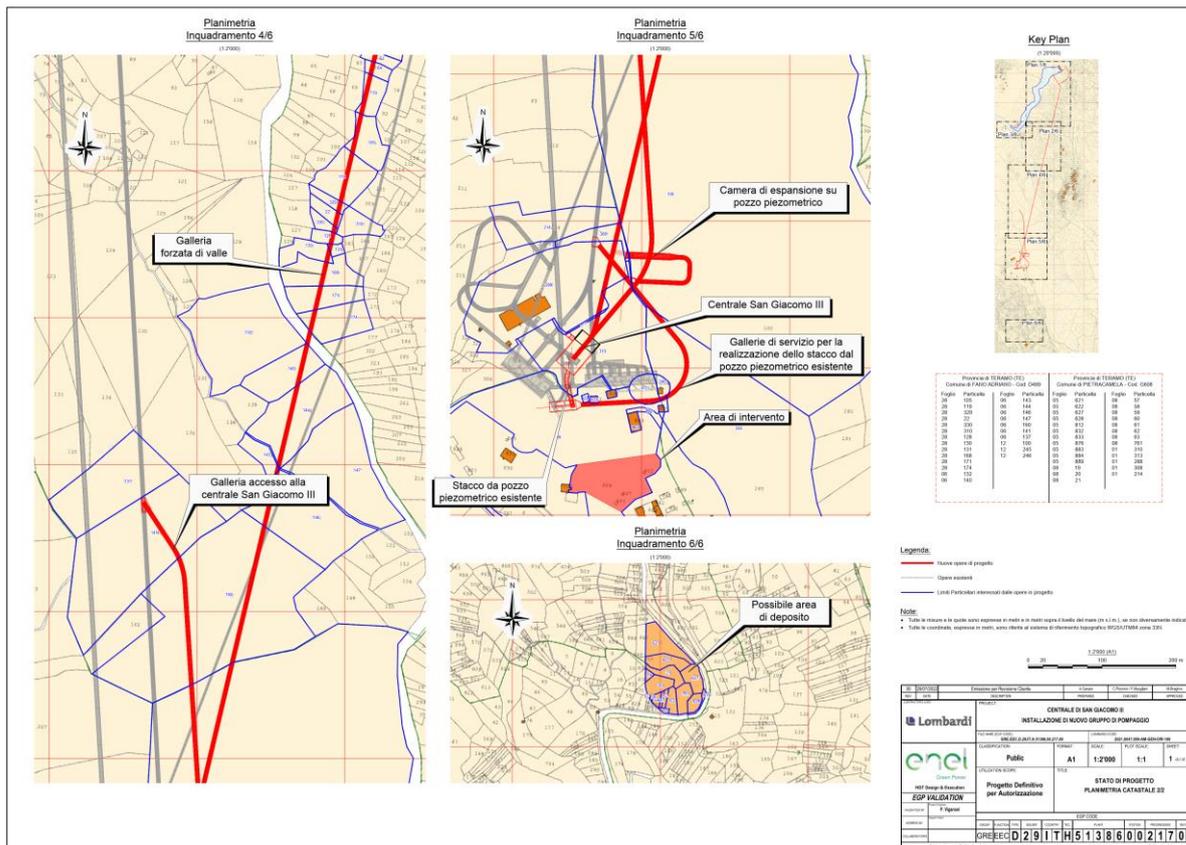


Figura 6: Piano catastale delle opere 2/2.

Con riferimento sia al catasto terreni che al catasto fabbricati, le persone e ditte intestatarie delle singole particelle, nei Comuni di Fano Adriano (TE, D489) e Pietracamela (TE, G608), agli atti catastali sono illustrate nel Piano Particellare di Esproprio (doc. codice GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.116) al quale si rimanda.

### 3.5 Inquadramento secondo la pianificazione locale e sistema dei vincoli e delle tutele

Si riportano le risultanze del documento **GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.070.00 Analisi Vincolistica** allegato al presente Progetto. Dal punto di vista dell'analisi vincolistica per le opere in progetto si riassume qui di seguito quanto emerso:

- L'intera area di progetto ricade all'interno di una porzione di territorio riconosciuta come di **"notevole interesse pubblico"** (D. Lgs 42/2004 art. 136): vincoli "decretati" n. 130156 e 130159. Parte del progetto inoltre è toccato da alcuni dei vincoli definiti dall'art 142, quelli riguardanti: le fasce di rispetto dei corsi d'acqua (150 m) e dei bacini lacustri (300 m) e i territori coperti da foreste e boschi;
- Le aree interessate dagli interventi di progetto, ad esclusione dell'immediato intorno del Lago di Piaganini, ricadono all'interno del sito **EUAP 0007 "Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga"**;

- L'area di progetto non ricade in nessuna Zona Umida di Interesse Internazionale (Ramsar);
- L'area di intervento ricade in parte all'interno della **ZPS IT7110128 "Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga"**;
- L'area di intervento ricade in parte nell' **IBA 204**, ovvero con la ZPS IT7110128 "Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga";
- Il progetto ricade per quasi la sua intera estensione all'interno delle aree sottoposte a **Vincolo Idrogeologico (R.D.L. 3267/1923)**;
- L'area in cui verrà realizzato l'intervento oggetto di tale documento (che occupa parte del territorio comunale di Pietracamela e parte di Fano Adriano) ricade all'interno della "**zona 2 – livello di pericolosità medio**" della **Classificazione Sismica** redatta dalla Protezione Civile.

## 4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO ESISTENTE

Il presente capitolo descrive in maniera sintetica tutte le parti principali degli esistenti impianti di San Giacomo I e II.

### 4.1 Lo schema idraulico degli impianti di San Giacomo I e II

Le centrali idroelettriche di San Giacomo I (in nero) e San Giacomo II (in rosso) collegano idraulicamente, con derivazioni e restituzioni distinte, i serbatoi di:

- Provvidenza, realizzato sbarrando il Fiume Vomano in prossimità di L'Aquila (AQ) con una "diga muraria ad arco (Ab1)";
- Piaganini, realizzato sbarrando il Fiume Vomano in comune di Fano Adriano (TE) con una "diga muraria ad arco gravità (Ab2)".

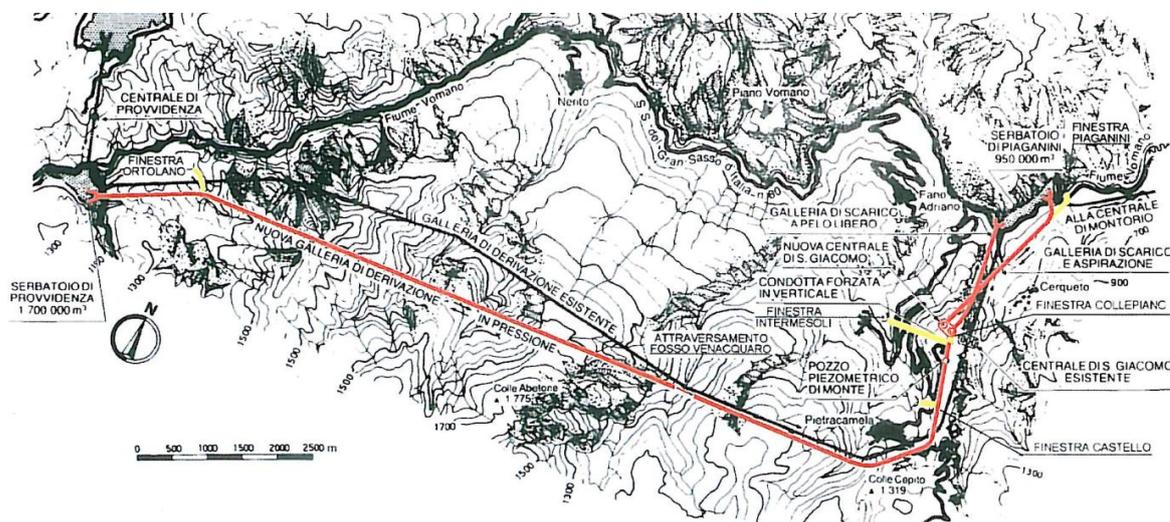


Figura 7: Impianto di San Giacomo – schema idraulico.

## 4.2 Serbatoio di Provvidenza



**Figura 8:** Serbatoio di Provvidenza.

### 4.2.1 Dati FCEM

#### Dati principali della diga desunti dal Progetto approvato:

Altezza della diga (ai sensi del D.M. 24.03.'82)	52.20 m
Altezza della diga (ai sensi della L. 584/'94)	46.20 m
Altezza di massima ritenuta	45.20 m
Quota coronamento	1'063.20 m slm
Franco (ai sensi del D.M. n° 44 del 24.03.'82)	1.00 m
Franco netto (ai sensi del D.M. n°44 del 24.03.'82)	0.70 m
Sviluppo del coronamento	237.70 m
Volume della diga	70'800 m <sup>3</sup>
Grado di sismicità assunto nel Progetto	S=9
Classifica ai sensi del D.M: 24.03.'82	diga muraria ad arco (Abl)

#### Dati principali del serbatoio desunti dal Progetto approvato

Quota di massimo invaso	1'062.20 m slm
Quota massima di regolazione	1'060.00 m slm

Quota minima di regolazione	1'045.00 m slm
Superficie dello specchio liquido	
• Alla quota di massimo invaso	0.171 km <sup>2</sup>
• Alla quota massima di regolazione	0.157 km <sup>2</sup>
• Alla quota minima di regolazione	0.072 km <sup>2</sup>
Volume totale di invaso (ai sensi del D.M. 24.03.'82)	2.76x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Volume di invaso (ai sensi della L.584/1994)	2.40x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Volume utile di regolazione	1.68x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Volume di laminazione	0.36x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Superficie del bacino imbrifero direttamente sotteso	54.00 km <sup>2</sup>
Superficie del bacino allacciato	234.00 km <sup>2</sup>
Portata di massima piena di progetto	350.00 m <sup>3</sup> /s
Tempo di ritorno (ultimo anno di riferimento)	non disponibile

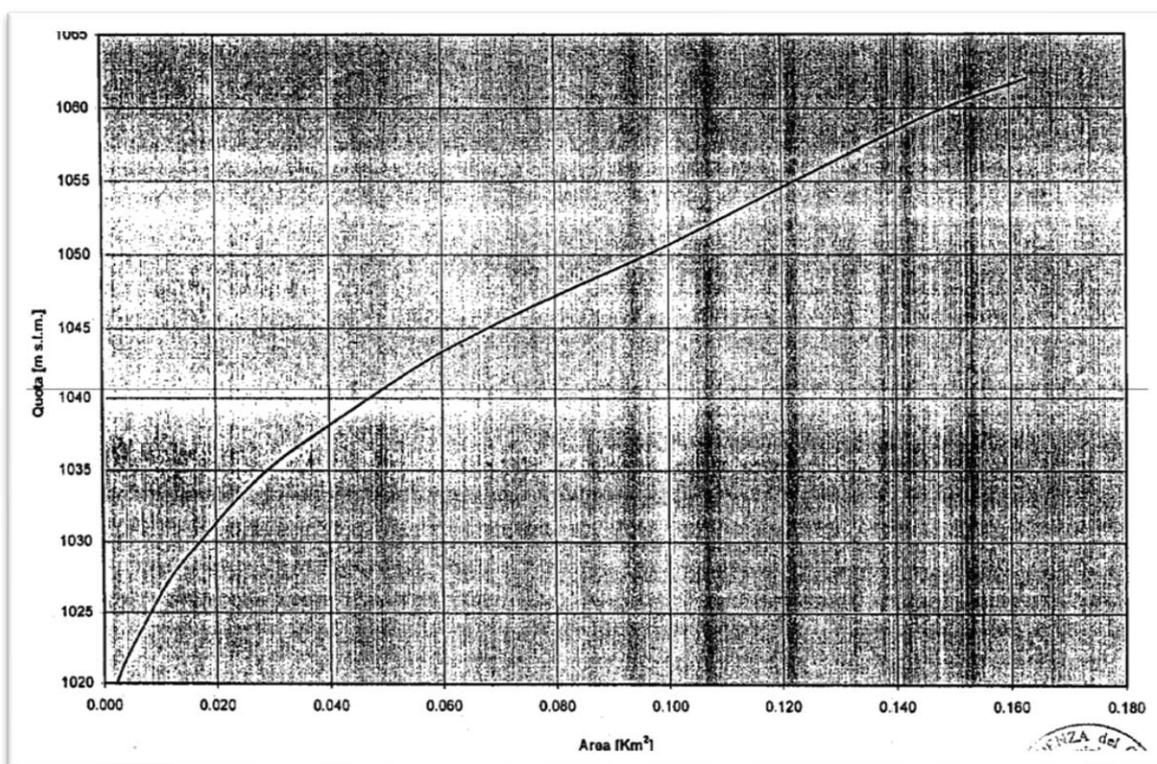
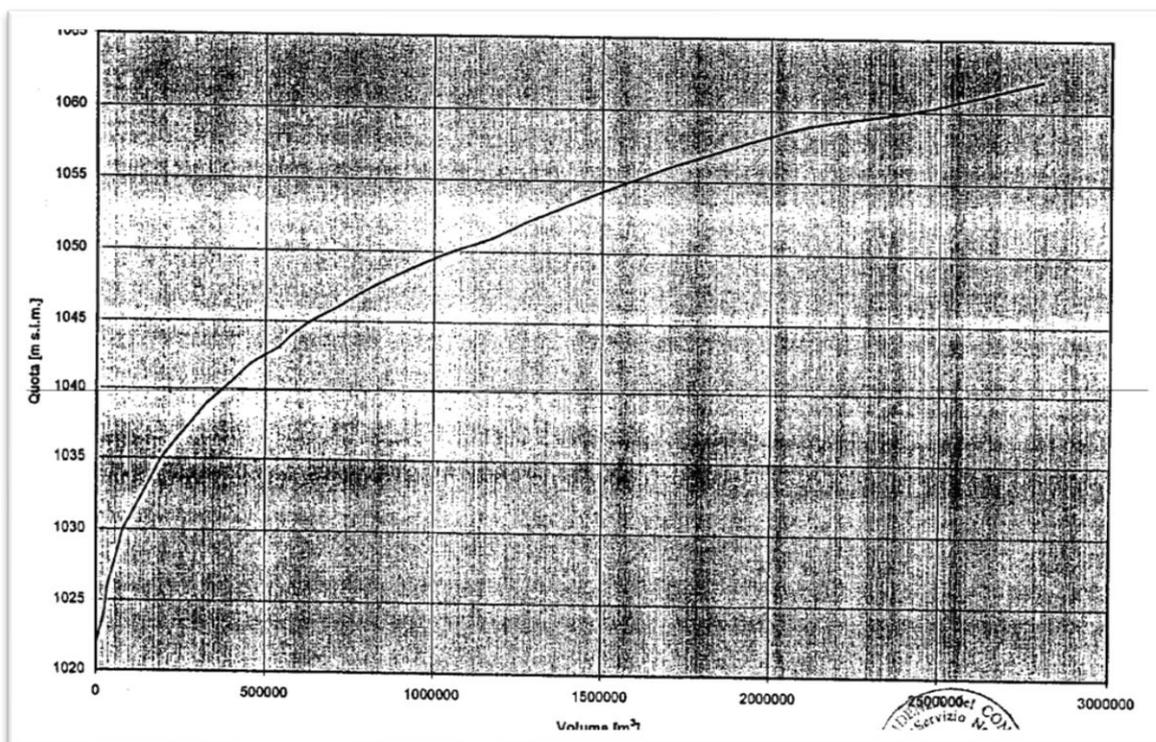


Figura 9: Diga di Provvidenza- diagramma delle aree (da FCEM di Provvidenza).



**Figura 10:** Diga di Provvidenza- diagramma dei volumi (da FCEM di Provvidenza)

Dati principali delle opere di scarico

Portata esitata con livello nel serbatoio alla quota 1062.20 m slm. (sopralzo del pelo liquido m 2.20)

Dallo scarico di superficie 335.00 m<sup>3</sup>/s

Dallo scarico di fondo 20.00 m<sup>3</sup>/s

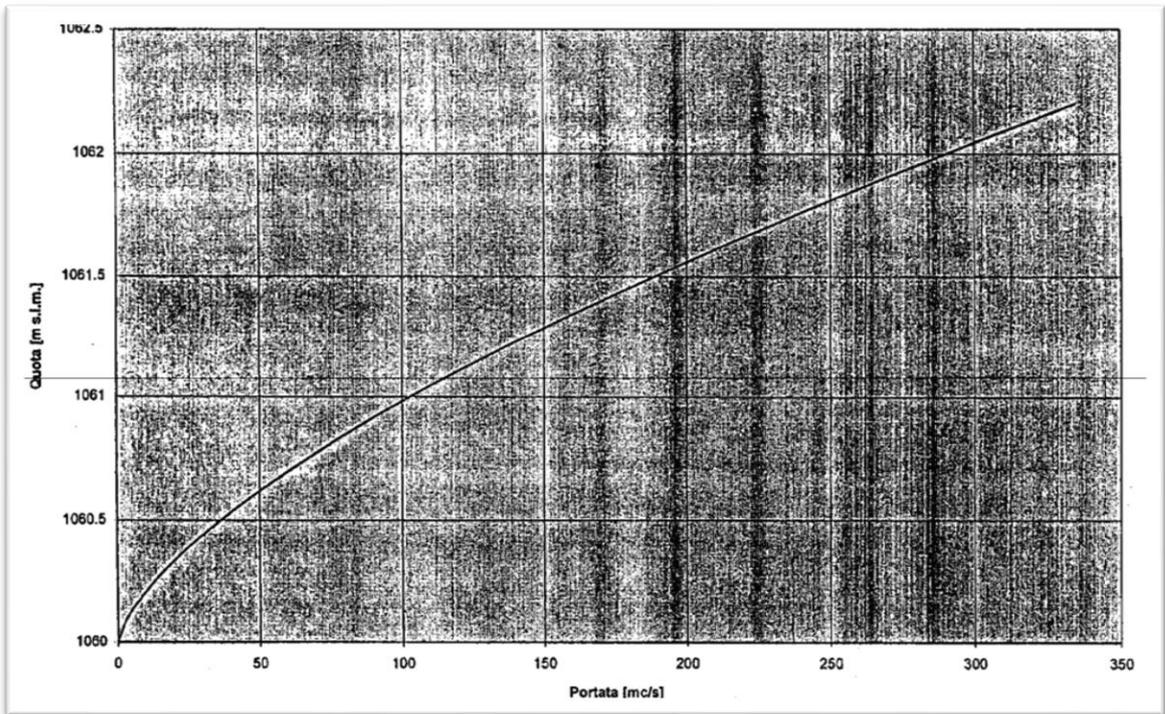


Figura 11: Diga di Provvidenza - curva di portata dello scarico di superficie.

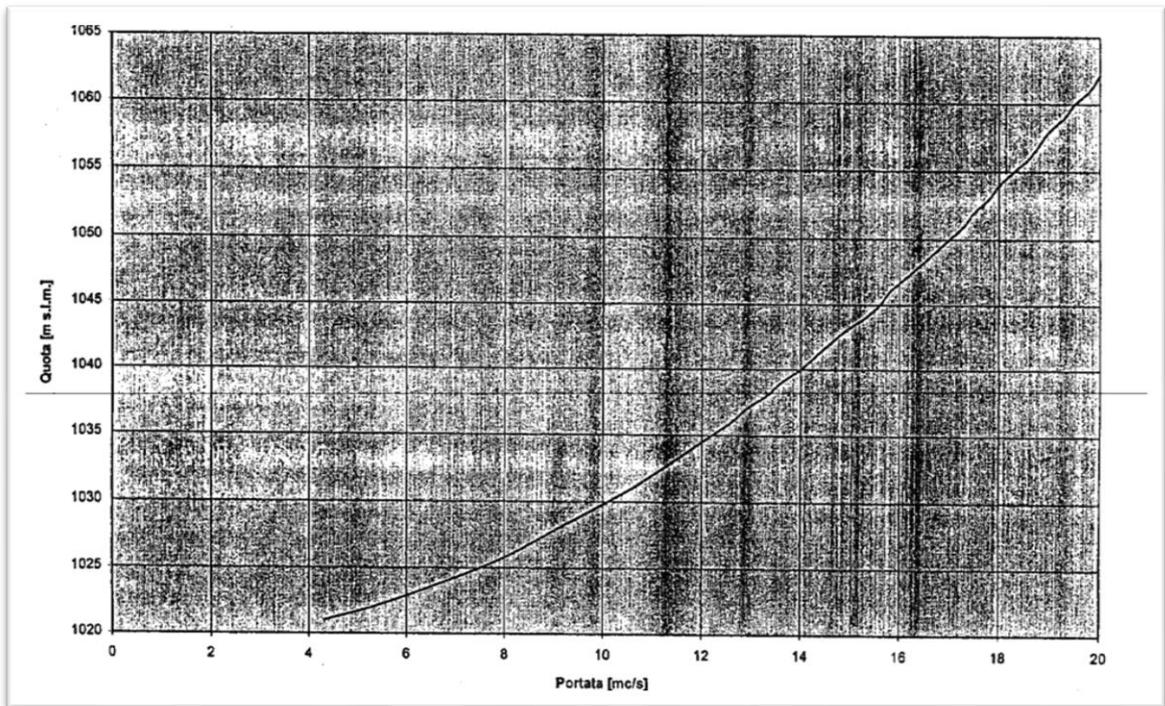


Figura 12: Diga di Provvidenza - curva di portata dello scarico di fondo.

### 4.3 Diga di Provvidenza e derivazione di San Giacomo II

La diga di Provvidenza, costruita nel periodo 1939-1947, è una diga muraria ad arco. Il piano di Coronamento si trova a quota 1063.20 m slm e si sviluppa per 237.7 m. Il corpo diga ha un volume pari a 70'800 m<sup>3</sup>.



Figura 13: Diga di Provvidenza - vista da valle.

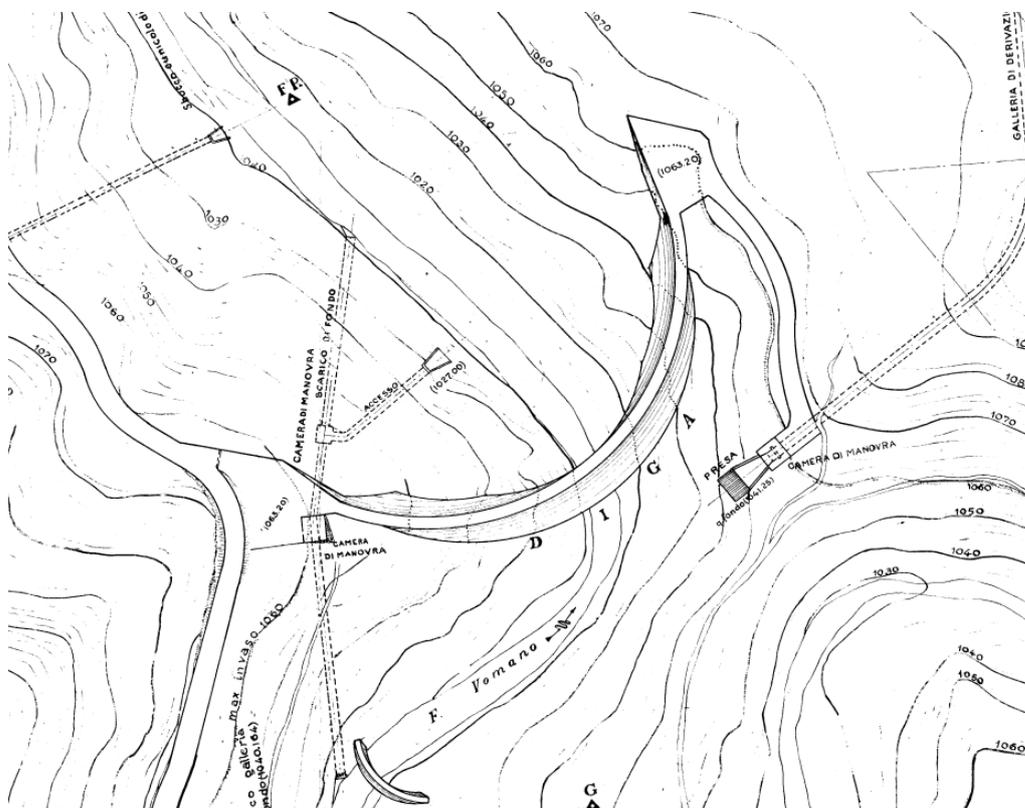
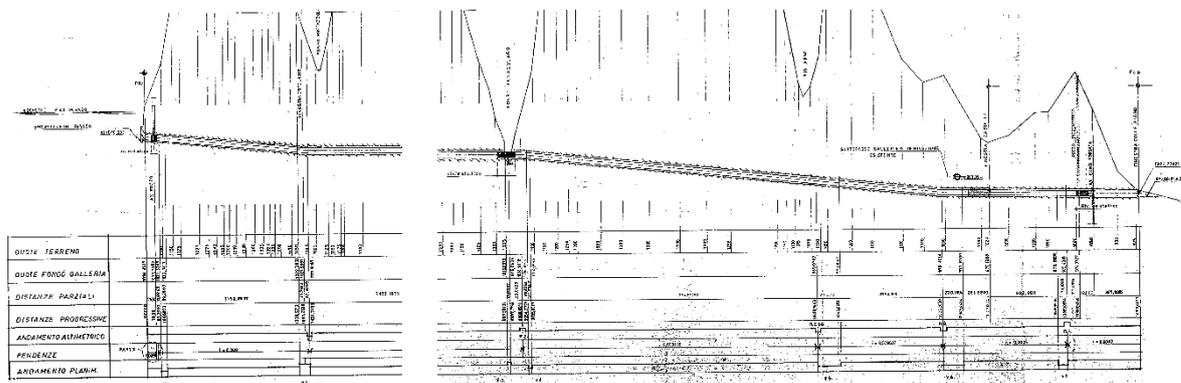


Figura 14: Diga di Provvidenza - planimetria generale.

Lo sbarramento dispone di due opere di scarico: uno scarico di superficie (uno sfioratore a sei luci a stramazzo libero con soglia a quota 1'060.00 m s.l.m. dello sviluppo di 8.00 m ciascuna, disposte in fregio al coronamento nella parte centrale, e con una portata massima di 335.00 m<sup>3</sup>/s) e uno scarico di fondo (gallerie circolari in sponda sinistra del diametro di 2.50 m, dello sviluppo di circa 180 m e della portata massima di 20.00 m<sup>3</sup>/s; l'imbocco a pipa, con ciglio a quota 1'024.00 m s.l.m., è munito di una griglia grossa fissa; poco più a valle una paratoia a rulli, piana, di 2.00x2.00 m, disposta in un pozzo bagnato e manovrata dall'alto, intercetta la galleria, ma la regolazione delle portate scaricate è affidata ad una successiva saracinesca da 0.75x1.25 m).

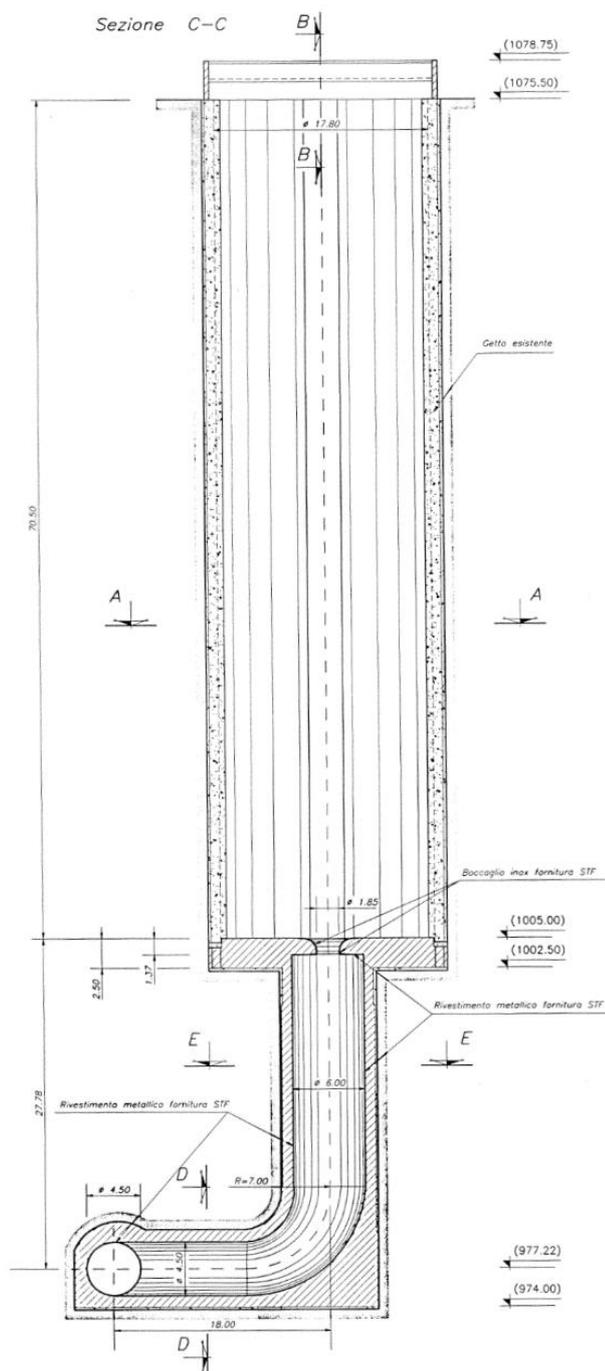
L'opera di presa, ubicata in destra idraulica, è costituita da quattro luci di 5.0x5.0m e dotata di griglie. Dopo le griglie la galleria ha un primo tratto maggiormente pendente fino alla galleria di adduzione. 90 m sotto l'entrata alla galleria esiste una paratoia di 3.5x4.5 m.

La galleria di derivazione, realizzata in calcestruzzo con DI 4.5 m, ha uno sviluppo di circa 14'000 m fino al pozzo piezometrico.



**Figura 15:** Derivazione San Giacomo II – profilo idraulico.

Il pozzo piezometrico ha un diametro interno di 6.0 m per i primi 27.8 m di altezza, per poi allargarsi a un diametro di 17.80 m per i successivi 70.50 m.



**Figura 16:** Derivazione San Giacomo II – pozzo piezometrico.

La camera valvole (30 m x 8 m x 13 m) accoglie una valvola a farfalla, una valvola di rientrata d'aria e un passo d'uomo aventi asse ad elevazione 976.67, alla quale si raccorda la condotta forzata avente diametro interno di 3600 mm, la quale ha un primo tratto orizzontale di circa 120 m per poi scendere verticalmente in sotterraneo per circa 525 m. In seguito, la condotta si biforca per alimentare il gruppo Pelton e la reversibile, ad elev. 403.25 m slm (Gr.6 - 282.45 MW) rispettivamente 359.70 m slm (Gr.7 - 56.30 MW). Il diametro nel tratto terminale della condotta ad elev. 359.70 m slm è pari a 1'400 mm.

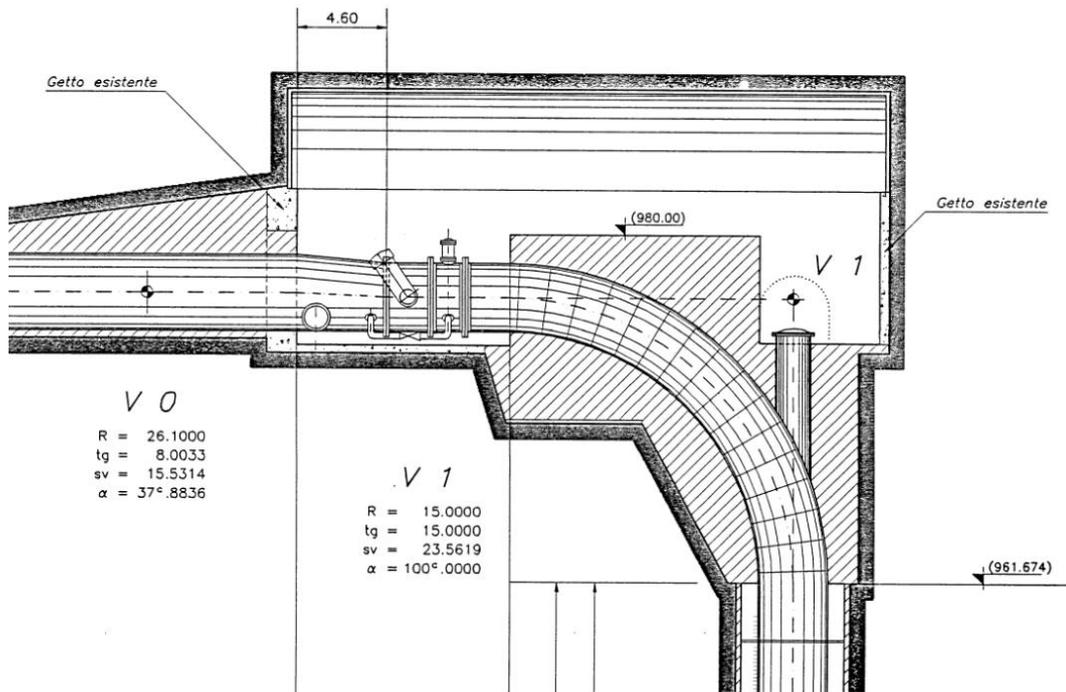


Figura 17: Derivazione San Giacomo II – camera valvole.

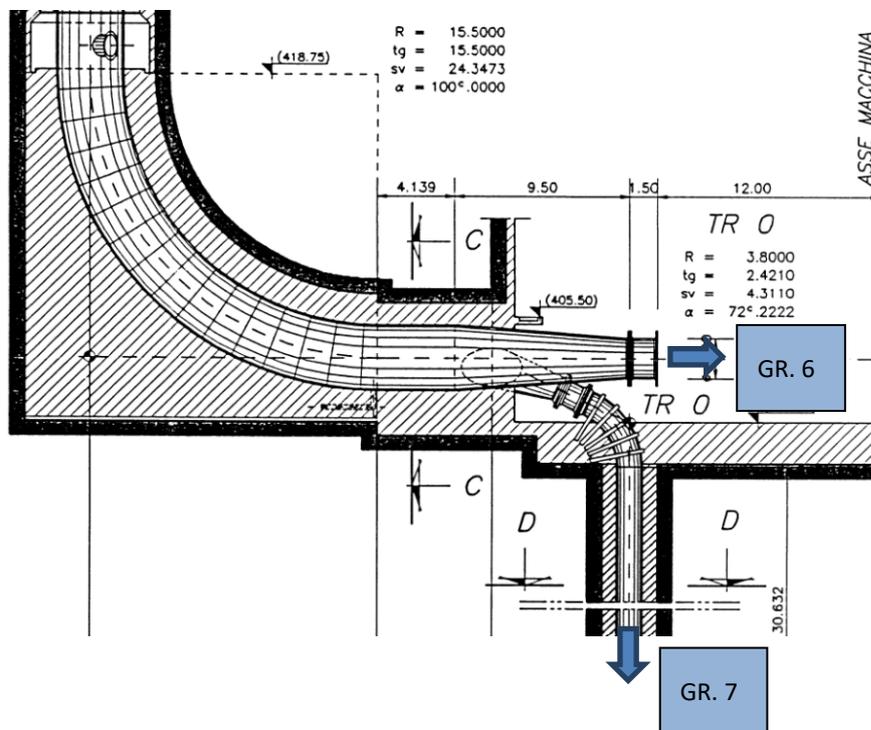


Figura 18: Derivazione San Giacomo II – biforcazione gruppi 6 e 7.

#### 4.4 Serbatoio di Piaganini



**Figura 19:** Serbatoio di Piaganini – vista aerea.

##### 4.4.1 Dati FCEM

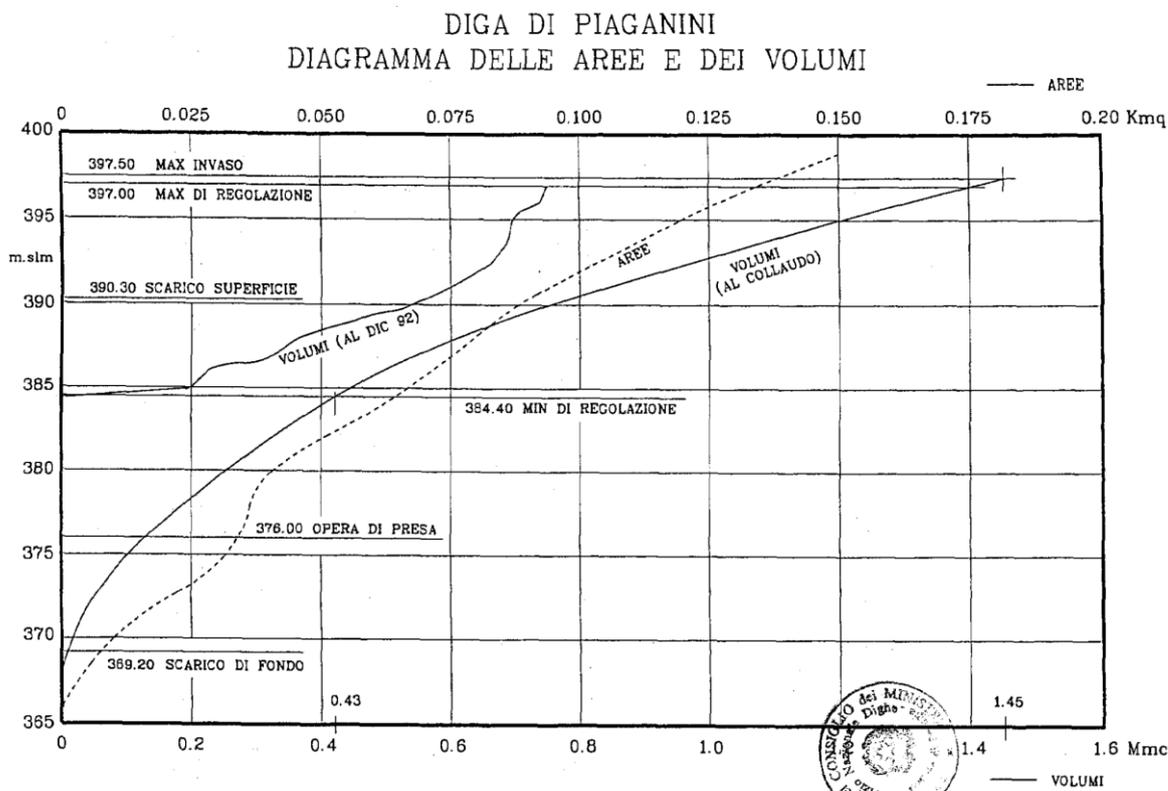
###### Dati principali della diga desunti dal Progetto approvato:

Altezza della diga (ai sensi del D.M. 24.03.'82)	45.05 m
Altezza della diga (ai sensi della L. 584/'94)	43.50 m
Altezza di massima ritenuta	34.50 m
Quota coronamento	398.50 m slm
Franco (ai sensi del D.M. n° 44 del 24.03.'82)	1.00 m
Franco netto (ai sensi del D.M. n°44 del 24.03.'82)	-
Sviluppo del coronamento	113.02 m
Volume della diga	26'000 m <sup>3</sup>
Grado di sismicità assunto nel Progetto	S=0
Classifica ai sensi del D.M: 24.03.'82	muraria, ad arco gravità (Ab2)

###### Dati principali del serbatoio desunti dal Progetto approvato

Quota di massimo invaso	397.50 m slm
-------------------------	--------------

Quota massima di regolazione	397.00 m slm
Quota minima di regolazione	384.40 m slm
Superficie dello specchio liquido	
• Alla quota di massimo invaso	0.1125 km <sup>2</sup>
• Alla quota massima di regolazione	0.110 km <sup>2</sup>
• Alla quota minima di regolazione	0.0425 km <sup>2</sup>
Volume totale di invaso (ai sensi del D.M. 24.03.'82)	1.45x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Volume di invaso (ai sensi della L.584/1994)	1.40x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Volume utile di regolazione	0.95x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Volume di laminazione	0.05x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Superficie del bacino imbrifero direttamente sotteso	198 km <sup>2</sup>
Superficie del bacino allacciato	495 km <sup>2</sup>
Portata di massima piena di Progetto	609.00 m <sup>3</sup> /s
Tempo di ritorno (ultimo anno di riferimento dei dati)	non disponibile



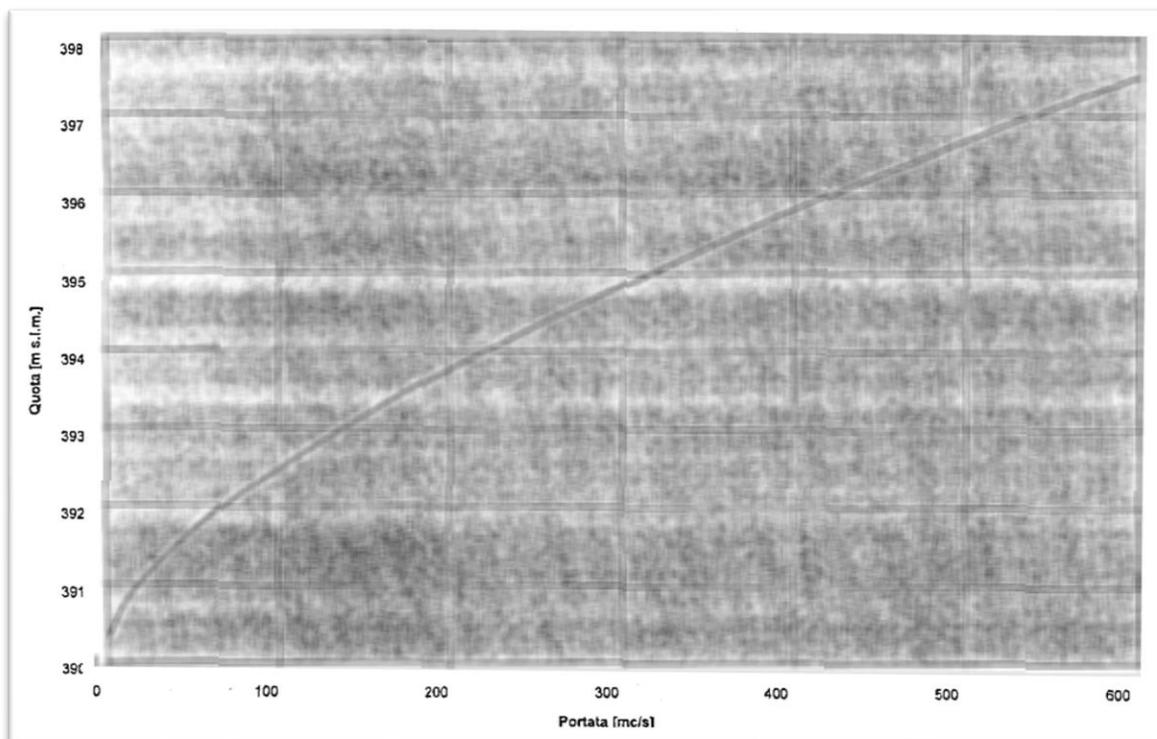
**Figura 20:** Diga di Piaganini – diagramma delle aree e dei volumi (da FCEM di Piaganini).

Dati principali delle opere di scarico

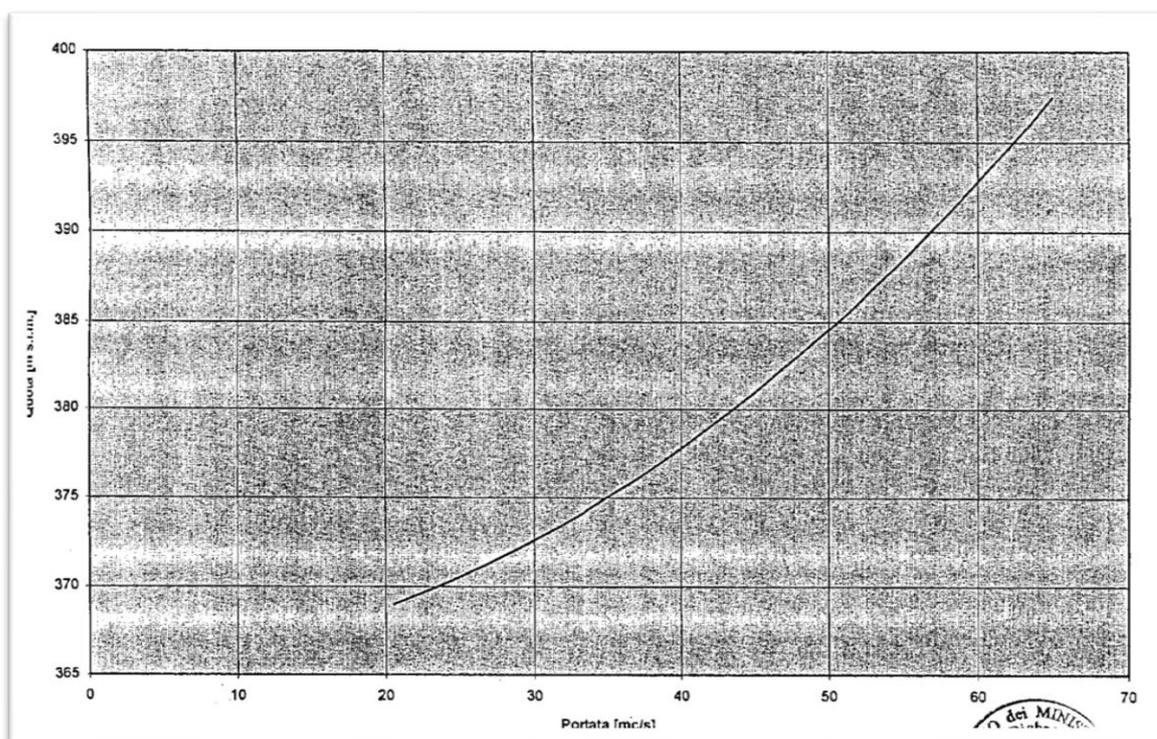
Portata esitata con livello nel serbatoio alla quota 397.50 m slm.

Dallo scarico di superficie 600.00 m<sup>3</sup>/s

Dallo scarico di fondo 65.00 m<sup>3</sup>/s



**Figura 21:** Diga di Piaganini – curva di portata dello scarico di superficie.



**Figura 22:** Diga di Piaganini – curva di portata dello scarico di fondo.

#### 4.5 Diga di Piaganini e gallerie di scarico di San Giacomo II

La diga di Piaganini, costruita nel periodo 1953-1955, è una diga muraria ad arco-gravità. Il piano di Coronamento si trova a quota 398.50 m s.l.m. e si sviluppa per 113.0 m. Il corpo diga ha un volume pari a 26'000 m<sup>3</sup>.



Figura 23: Diga di Piaganini - vista da valle.

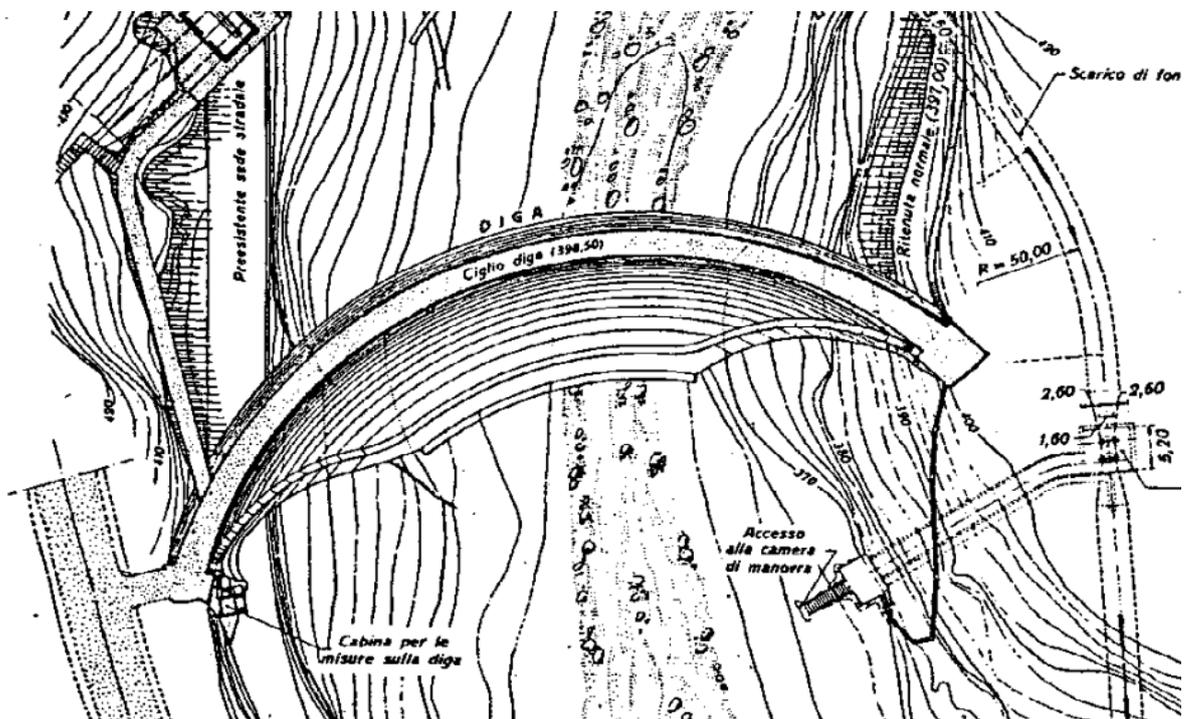


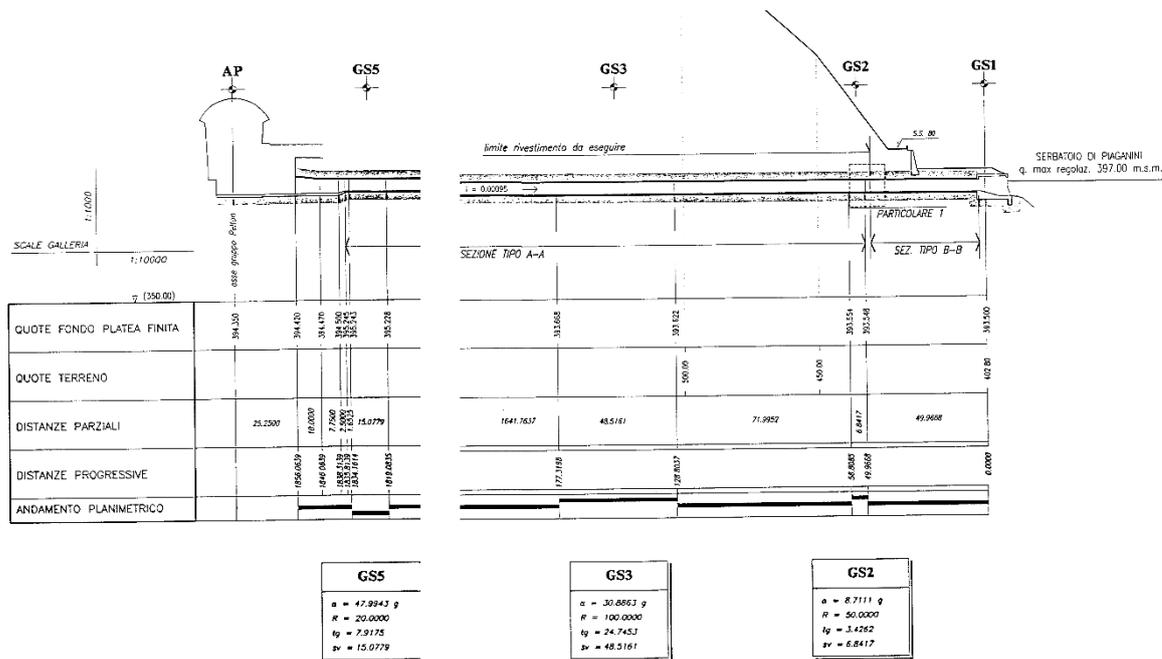
Figura 24: Diga di Piaganini - planimetria generale.

Lo sbarramento dispone di due opere di scarico: uno scarico di superficie (due luci con soglia ad elev. 390.30 m slm dotate ciascuna di una paratoia piana 8.0x4.5 m con sovrapposta una paratoia a ventola di 8.0x2.2 m e di una portata massima di 600 m<sup>3</sup>/s) ed uno scarico di fondo (galleria piana policentrica

con DI 3.5 m e lunga 129.50 m, con soglia d'imbocco ad elev. 369.20 m slm e dotata di 2 paratoie piane in serie 1.6x2.0 m).

Galleria di scarico a gravità del Gr.6 – Pelton

La galleria di scarico del Gr.6 (Pelton) a pelo libero, con lunghezza complessiva di circa 1856 m e con pendenza 0.00095 m/m, ha una sezione a "D" 5.0x4.9 m rivestita in calcestruzzo, che nel tratto terminale di lunghezza circa 50 m si riduce a 4.8x4.8 m, sboccando nel serbatoio di Piaganini a quota 393.50 m slm.

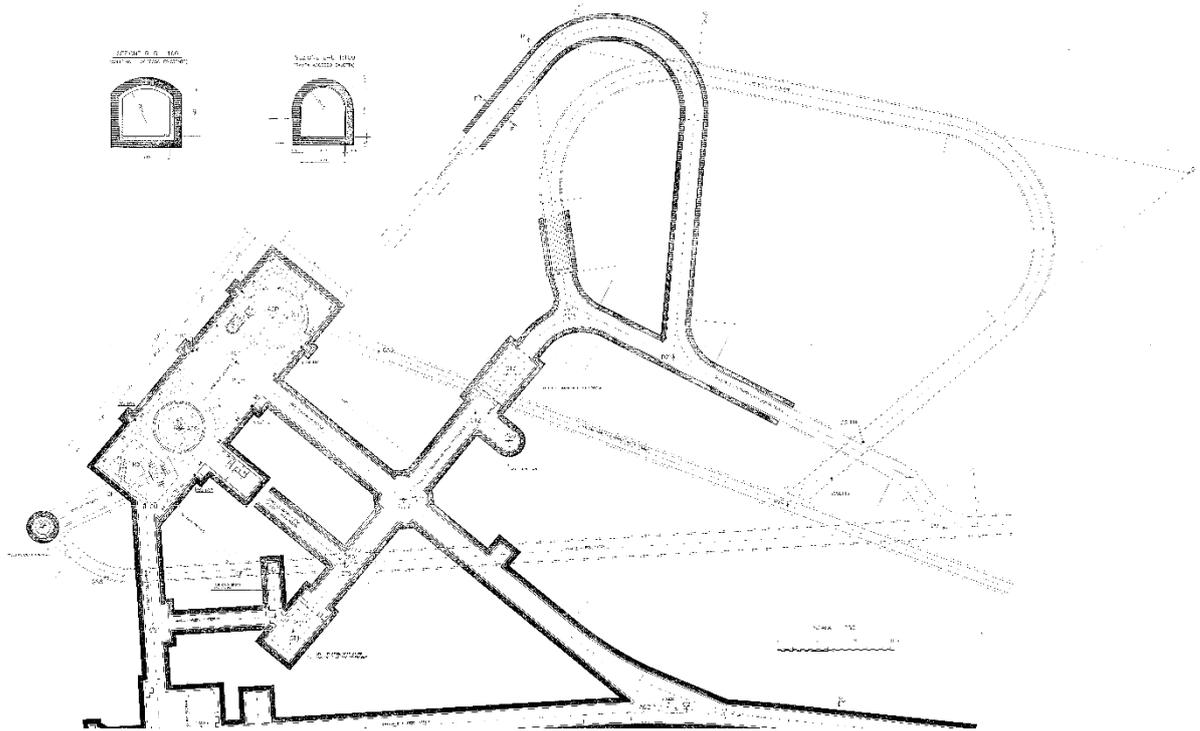


**Figura 25:** Impianto di S.Giacomo II – scarico a pelo libero Gr.6.

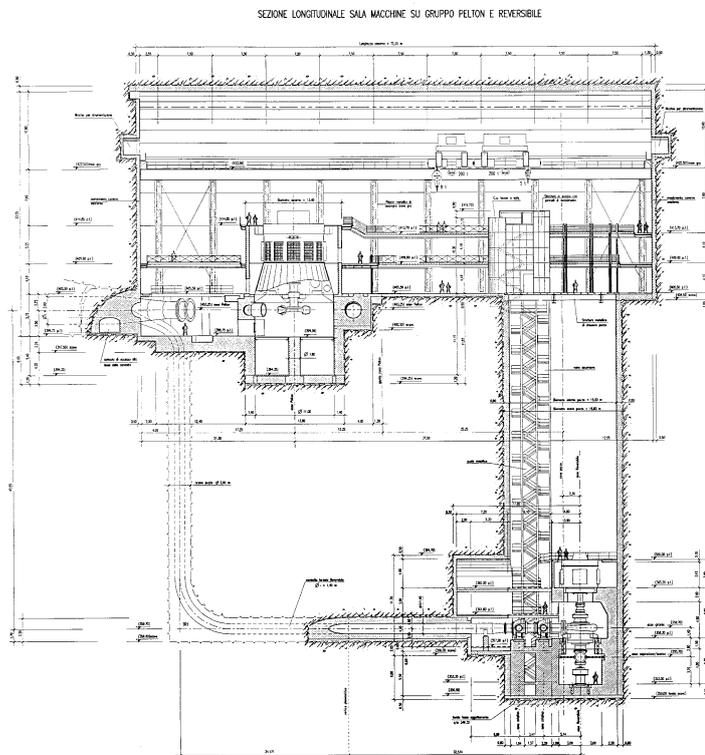
Galleria forzata di scarico/alimentazione del Gr.7 – gruppo reversibile

L'opera di presa, ubicata in destra idraulica, è costituita da una luce rettangolare con soglia ad elev.378.00 m slm. A valle della griglia vi è una camera di immissione intercettata da due valvole sferiche, da cui parte la galleria di alimentazione/scarico in pressione. La galleria forzata di alimentazione e scarico in calcestruzzo semplice avente DI 2.6 m, ha uno sviluppo di circa 2771 m.





**Figura 27:** Centrale di San Giacomo II - planimetria generale.



**Figura 28:** Centrale di San Giacomo II – sezione longitudinale sala macchine su gruppo Pelton e reversibile.



- Salto lordo min: 661.60 m
- Asse gruppo: 359.70 m slm
- Dati targa turbina:
  - Portata: 9.81 m<sup>3</sup>/s
  - Potenza: 56.29 MW
- Dati targa pompa:
  - Portata: 8.29 m<sup>3</sup>/s
  - Potenza: 60.64 MW
- Dati targa generatore:
  - Tipo: sincrotrifase
  - Potenza: 65 MVA      Cos  $\phi$ : 0.9      Freq: 50 Hz

#### 4.8 Emissioni acustiche

Con riferimento alle emissioni acustiche, nello stato attuale, durante il cantiere e nella fase di esercizio dell'impianto in progetto, si rimanda allo Studio previsione impatto acustico (doc. codice GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.098). Si riporta di seguito uno stralcio delle conclusioni dello Studio.

*Dalla campagna di monitoraggio acustico del rumore ambientale eseguita risulta che il clima acustico attuale è caratterizzato principalmente dalla rumorosità derivante dal traffico veicolare sulla SS80. Non sono state riscontrate emissioni sonore rilevanti generate dalla centrale esistente. Non sono state riscontrate ulteriori sorgenti che possano creare criticità. È stato valutato l'impatto delle emissioni sonore generato dalla fase di cantiere e della fase di esercizio presso i recettori residenziali circostanti più critici presi come riferimento. Le nuove opere previste verranno realizzate principalmente in caverna, all'interno del versante, mediante la realizzazione di gallerie. Anche le emissioni acustiche principali saranno quindi limitate alle sole fasi iniziali di scavo e demolizione/costruzione, così come per l'esercizio, che non prevedono la realizzazione/installazione di nuove sorgenti sonore significative in ambiente esterno. Per quanto riguarda la fase di cantiere, la valutazione è stata eseguita solo in periodo diurno e sono stati considerati due scenari potenzialmente di maggiore criticità dal punto di vista acustico [...]. Per quanto riguarda la fase di esercizio, i valori misurati durante il monitoraggio ante operam sono rappresentativi dei livelli sonori previsti a seguito della fine dei lavori, poiché le macchine e gli impianti che verranno installati non sono acusticamente rilevanti in ambiente esterno. Si sottolinea, inoltre, che attualmente il rumore derivante dalla centrale è mascherato dal rumore del traffico stradale.*

## 5. IL NUOVO IMPIANTO DI SAN GIACOMO III

### 5.1 Aspetti generali

L'intervento in progetto prevede il potenziamento in pompaggio dell'impianto di generazione esistente (per complessivi  $P = 60.6$  MW,  $Q = 8.29$  m<sup>3</sup>/s) con l'aggiunta di una nuova pompa così caratterizzata:

- Portata pompata pari a 33.47 m<sup>3</sup>/s; Potenza assorbita: 297.3 MW

La potenza elettrica installata complessiva è di circa 310 MVA (potenza trasformatore esistente).

Lo schema progettuale è stato sviluppato cercando di minimizzare l'impatto ambientale e preservando, per quanto possibile, le strutture esistenti.

La soluzione individuata ed idraulicamente verificata prevede:

- realizzazione di una nuova caverna sotto le caverne esistenti in cui installare la nuova pompa, dotata di galleria accesso carrabile e galleria di via di fuga;
- connessione alla condotta forzata esistente di San Giacomo II;
- modifiche al pozzo piezometrico di monte finalizzate ad un aumento del volume disponibile;
- costruzione di una nuova galleria d'adduzione di valle e relativo nuovo pozzo piezometrico;
- costruzione di una nuova opera di restituzione/presa nel serbatoio di Piaganini, con camera paratoie in sotterraneo;
- connessione all'esistente trasformatore da 310 MVA, con commutazione rispetto al Gr.7 Pelton.

### 5.2 Motivazione delle principali scelte progettuali

Qui di seguito si illustrano alcune delle principali motivazioni che hanno portato alla definizione della soluzione progettuale così come riportata nei documenti tecnici del presente Progetto.

#### *5.2.1 Civile: Scelta tra revamping della caverna di centrale esistente di San Giacomo II e centrale in nuova caverna*

È stata preferita la realizzazione di una nuova caverna di centrale, in quanto gli spazi nella Caverna esistente di San Giacomo II non erano sufficienti ad alloggiare un nuovo gruppo pompa con potenza elettrica circa pari a quella dell'esistente gruppo Pelton e con tutte le apparecchiature accessorie.

L'alternativa di collegare il nuovo gruppo pompa all'albero della turbina Pelton esistente, andando quindi a formare un gruppo ternario, è stata scartata in quanto avrebbe provocato un lunghissimo fuori servizio di tutto l'impianto.

### *5.2.2 Geologia: Scelta della posizione della caverna*

Lo studio del complesso assetto geologico ha messo in luce la presenza di uno strato inclinato ad elevato grado di fratturazione e dalle scadenti caratteristiche geomeccaniche.

È stato pertanto necessario collocare la nuova caverna del gruppo pompa altimetricamente al di sotto di questo strato, in modo da evitare interferenze.

La posizione planimetrica della caverna, individuata in modo da minimizzare escludere interferenze e minimizzare i percorsi di collegamento, è anche ottimale rispetto ai pilastri che si formeranno nell'ammasso roccioso.

### *5.2.3 Idraulica: Scelta tra revamping e nuova galleria di restituzione*

La necessità di convogliare una maggiore portata e quindi di disporre di un diametro idraulico maggiore, poneva di valutare alternativamente l'alesaggio dell'esistente galleria di scarico in pressione del gruppo reversibile, ovvero la realizzazione di una nuova galleria idraulica di valle.

È stato scelto di realizzare una nuova galleria idraulica sia per motivi di sommergenza sia per limitare il tempo di fuori servizio, che sarebbe risultato molto penalizzante nel caso di alesaggio della galleria esistente.

### *5.2.4 Idraulica: Scelta delle portate del nuovo gruppo pompa*

La portata di progetto del nuovo gruppo pompa è stata individuata sulla base dei limiti elettrici ed idraulici presenti.

In particolare, dimensionante è risultato il limite elettrico in base al quale è stata individuata al massimo salto disponibile la massima portata di progetto del nuovo gruppo pari a 33.47 m<sup>3</sup>/s che, unitamente a quella trasferibile verso il serbatoio di Provvidenza dal gruppo n.5 reversibile, totalizza una capacità di trasferimento pari a circa 42 m<sup>3</sup>/s.

### *5.2.5 Idraulica: Scelta delle modifiche all'esistente pozzo piezometrico di monte*

La opportunità di pompare maggiori volumi verso Provvidenza richiede, considerato che la galleria forzata di adduzione è lunga circa 14 km, modifiche al pozzo piezometrico esistente.

Le ipotesi di realizzazione di una nuova galleria piezometrica così come lo spostamento a monte dell'esistente pozzo piezometrico sono state scartate sia per problematiche idrauliche inerenti i transitori, sia per la lunghezza dei tempi di fuori servizio totale correlati.

La soluzione scelta è stata quella di realizzare un ampliamento dell'esistente pozzo, creando una nuova vasca interrata di espansione, collegata al pozzo esistente tramite una corta galleria, il tutto in modo da minimizzare gli impatti ambientali ed i tempi di fuori servizio.

#### *5.2.6 Idraulica: Scelta delle tipologie di connessione con l'impianto esistente*

Sono state scelte modalità di connessione delle tubazioni nuove con quelle esistenti tali sia da ridurre al minimo i tempi di fuori servizio sia da consentire una agevole costruzione (con tecnologia raise-boring) ed operazione, tramite la previsione di opportune opere in sottterraneo.

#### *5.2.7 Elettromeccanica: Scelta della tipologia di motore/generatore*

I continui progressi che la ricerca e lo sviluppo tecnologico hanno portato nel campo dell'elettronica di potenza hanno permesso di implementare una nuova soluzione di macchina, considerate le elevate potenze in gioco, con motore **Double-Fed Induction Motor (DFIM)** ed elevato grado di efficientamento generale, che rispetto ad un gruppo pompa tradizionale:

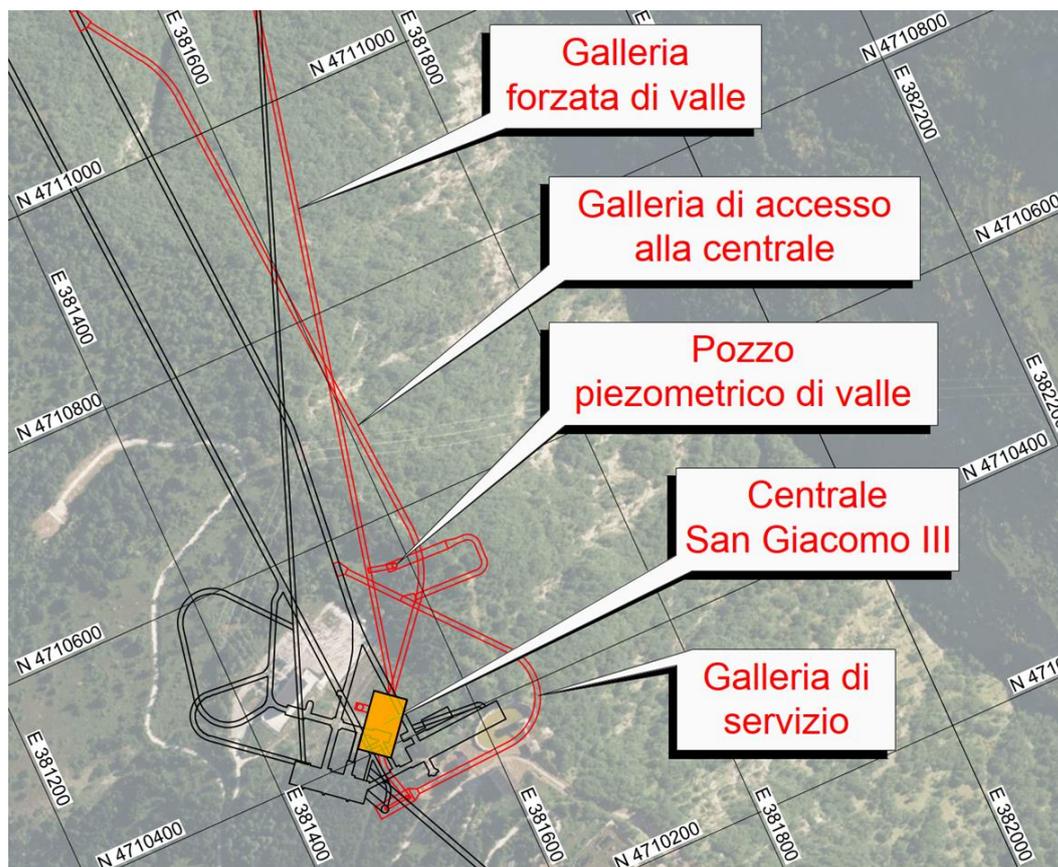
- consente la parziale regolazione della potenza in pompaggio;
- consente la parziale ottimizzazione del punto di funzionamento;
- consente a macchina ferma una parziale regolazione della potenza reattiva tramite il convertitore statico;

Potenzialmente viene del tutto superato il concetto che il funzionamento di un impianto di generazione/pompaggio preveda la generazione durante il giorno e il pompaggio nel corso della notte: dati i brevi tempi di reazione, possono essere seguiti programmi di utilizzo che vedono nel corso della giornata più passaggi dalla generazione al pompaggio, seguendo per quanto possibile le curve di carico dei consumi elettrici giornalieri.

### **5.3 Descrizione generale degli interventi**

L'intervento prevede la costruzione di una nuova centrale in caverna ed il suo collegamento alle opere esistenti, di cui alcune vengono sostituite o modificate: nuova connessione al pozzo forzato di San Giacomo II, nuova camera di espansione sul pozzo piezometrico (esistente) di monte, nuovo pozzo piezometrico sulla derivazione Piaganini, nuova galleria forzata di scarico/aspirazione sulla derivazione Piaganini, nuovo pozzo verticale per collegamento alla caverna trasformatori esistente.

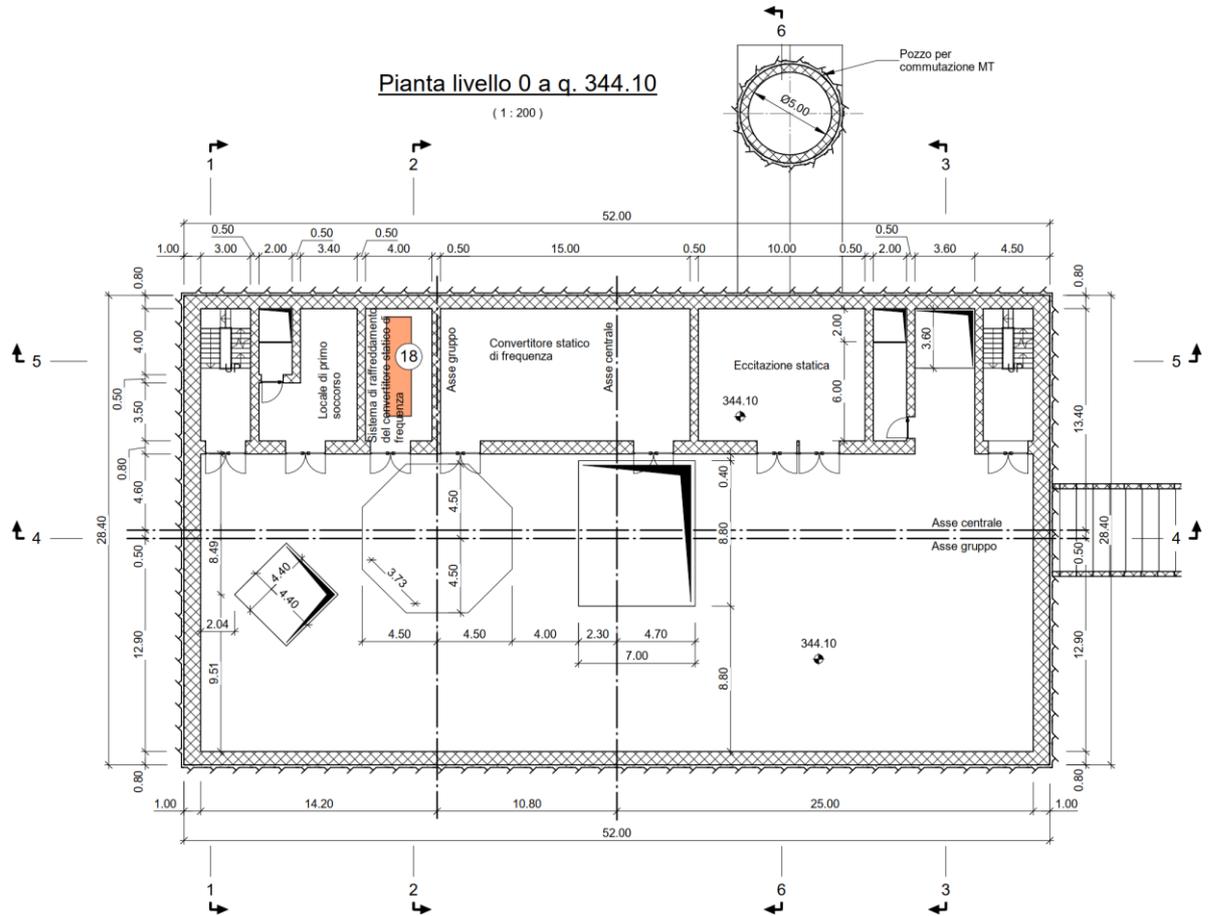
### 5.3.1 Nuova caverna di centrale e galleria di accesso



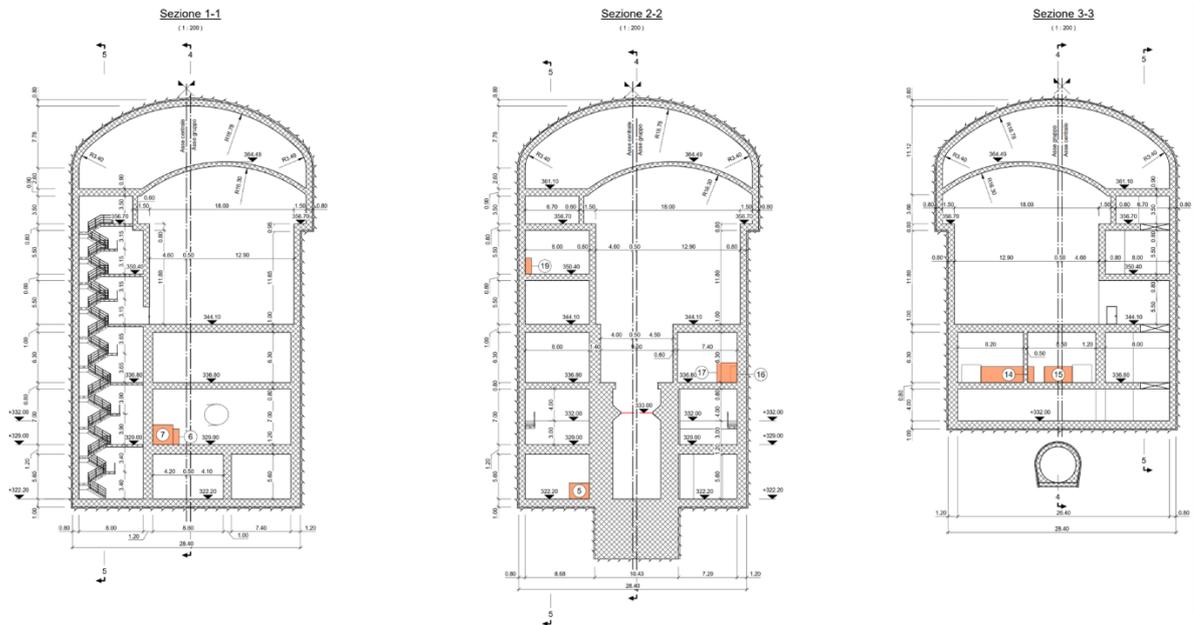
**Figura 30:** Nuova caverna di centrale di San Giacomo III (in arancione).

La nuova caverna è sita circa 670 m di profondità, con posizione individuata in modo da ottimizzare la possibilità di connessione con l'impianto esistente. Tale posizione riduce anche i rischi geologici. La dimensione complessiva raggiunge circa 52 m in lunghezza, 28 m in larghezza e 51 m in altezza, per un volume scavato di circa 71'500 m<sup>3</sup>.





**Figura 32:** Nuova centrale di San Giacomo III - piano sala macchine.



**Figura 33:** Nuova centrale di San Giacomo III – sezioni verticali.

Le principali elevazioni (m s.l.m.) presenti in centrale sono:

- El. 356.70 quota binari carroponete
- El. 344.10 piano sala macchine
- El. 336.80 piano generatore
- El. 332.00 piano distributore
- El. 324.25 piano valvola Piaganini

Le strutture in c.a. prevedono l'esecuzione di fondazioni di macchina con getti massivi solette e muri di spessore min 80 cm, con calcestruzzo adeguato alla durabilità richiesta dalle opere. Per i getti massivi saranno poste in opera adeguate misure di limitazione della fessurazione.

La centrale è dotata di spazi di controllo locale e sala quadri, gestibile anche da remoto, e di tutte le previsioni richieste in materia di salute e sicurezza, tra cui un locale di primo soccorso e due vie di fuga indipendenti e contrapposte.

La galleria di accesso alla nuova centrale in caverna si stacca dalla galleria di accesso esistente e si sviluppa per una lunghezza di 748.20 m e pendenza dell'8.00%. La galleria ha una sezione a "D" con dimensioni interne 5.80mx5.85m (BxH).

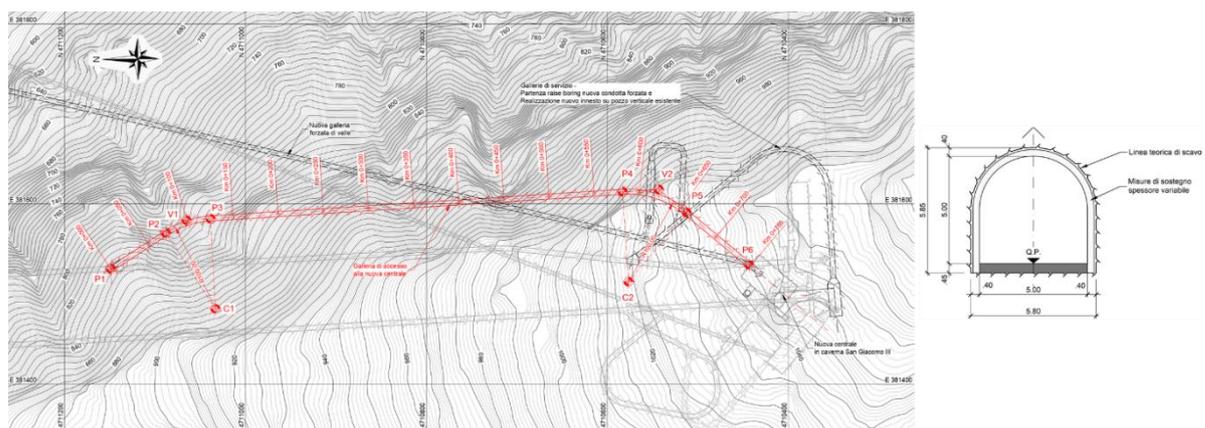


Figura 34: Galleria di accesso alla nuova centrale in caverna – pianta e sezione tipo.

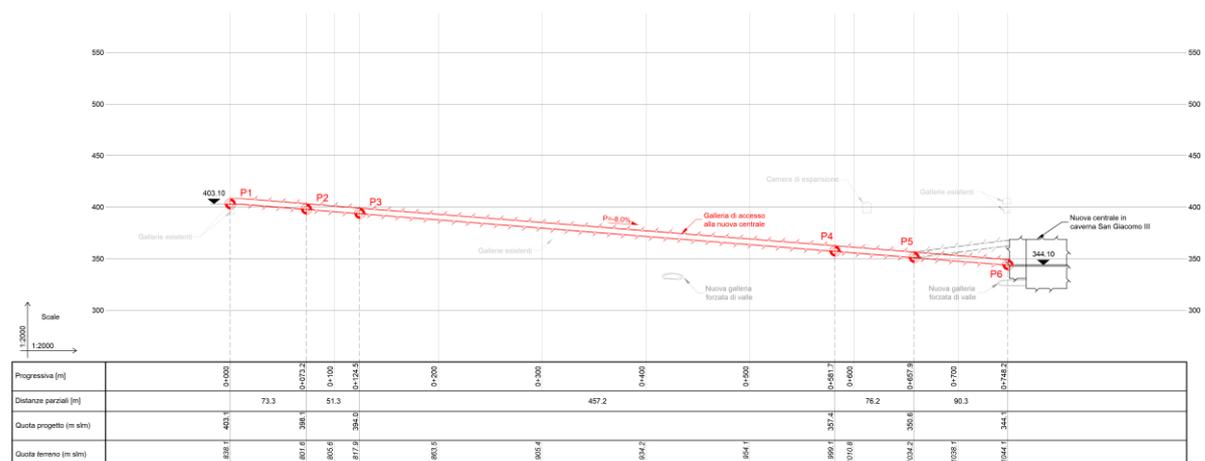
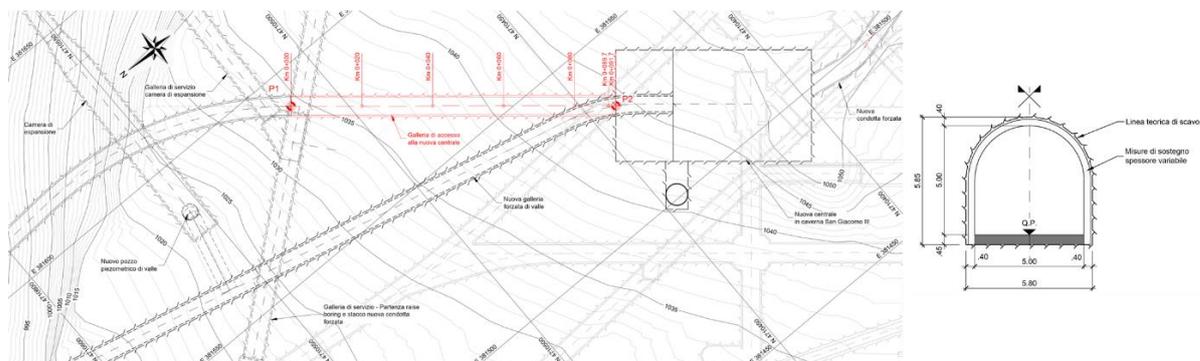
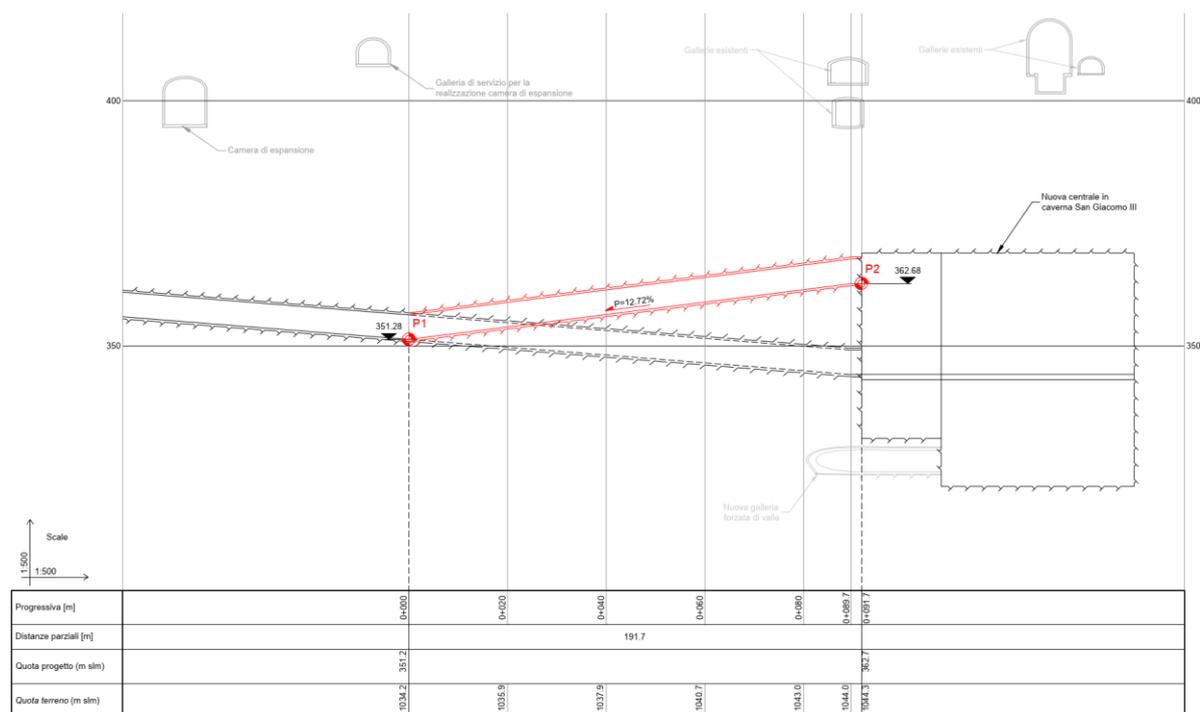


Figura 35: Galleria di accesso alla nuova centrale in caverna – profilo.

A partire dalla nuova galleria di accesso, verrà anche realizzata una galleria di costruzione della centrale, dalla lunghezza di 91.7 m e pendenza del 12.72% e dalla sezione a “D” con dimensioni interne 5.80mx5.85m (BxH).



**Figura 36:** Galleria di costruzione della nuova centrale in caverna – pianta e sezione tipo.



**Figura 37:** Galleria di costruzione della nuova centrale in caverna – profilo.

Infine, vi è un pozzo verticale che collega la caverna di centrale alla caverna dei trasformatori. Questo si sviluppa per una lunghezza di circa 70 m e con una sezione circolare dal diametro pari a 5.00 m.

5.3.2 Nuova connessione al pozzo forzato esistente di San Giacomo II

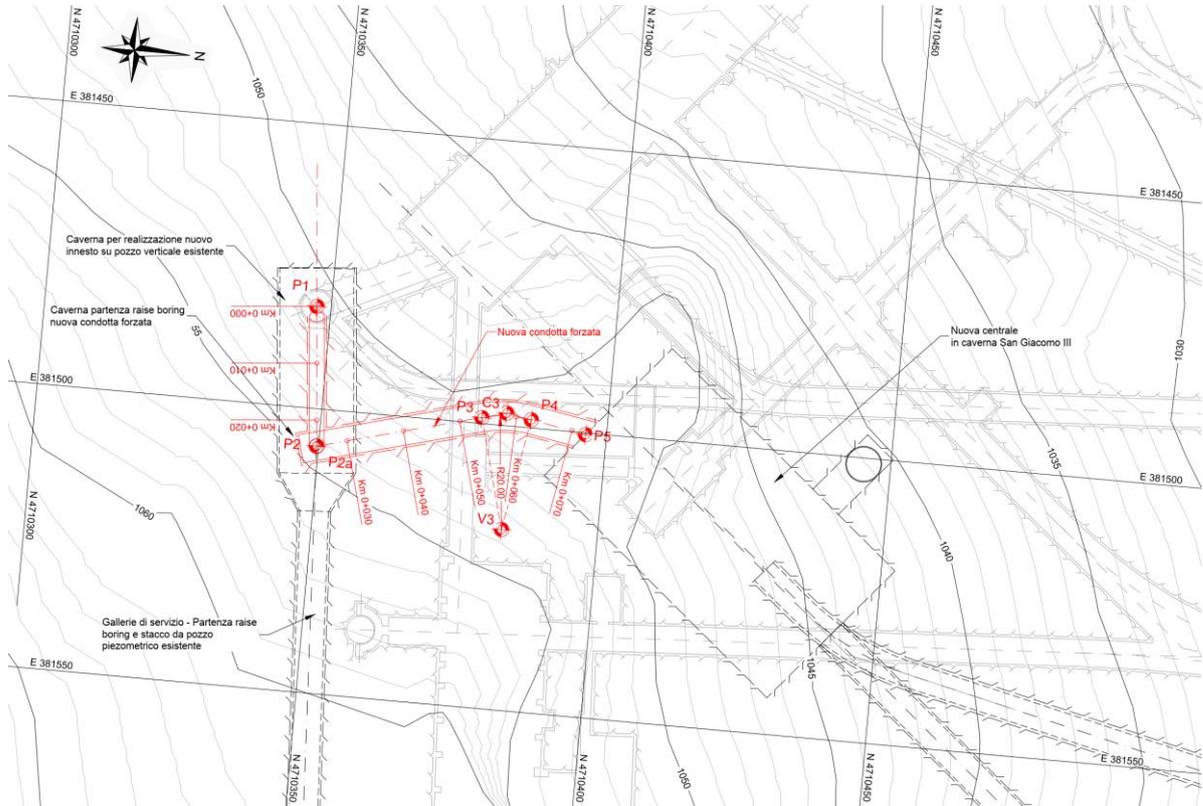


Figura 38: Nuova connessione al pozzo forzato esistente di San Giacomo II – pianta.

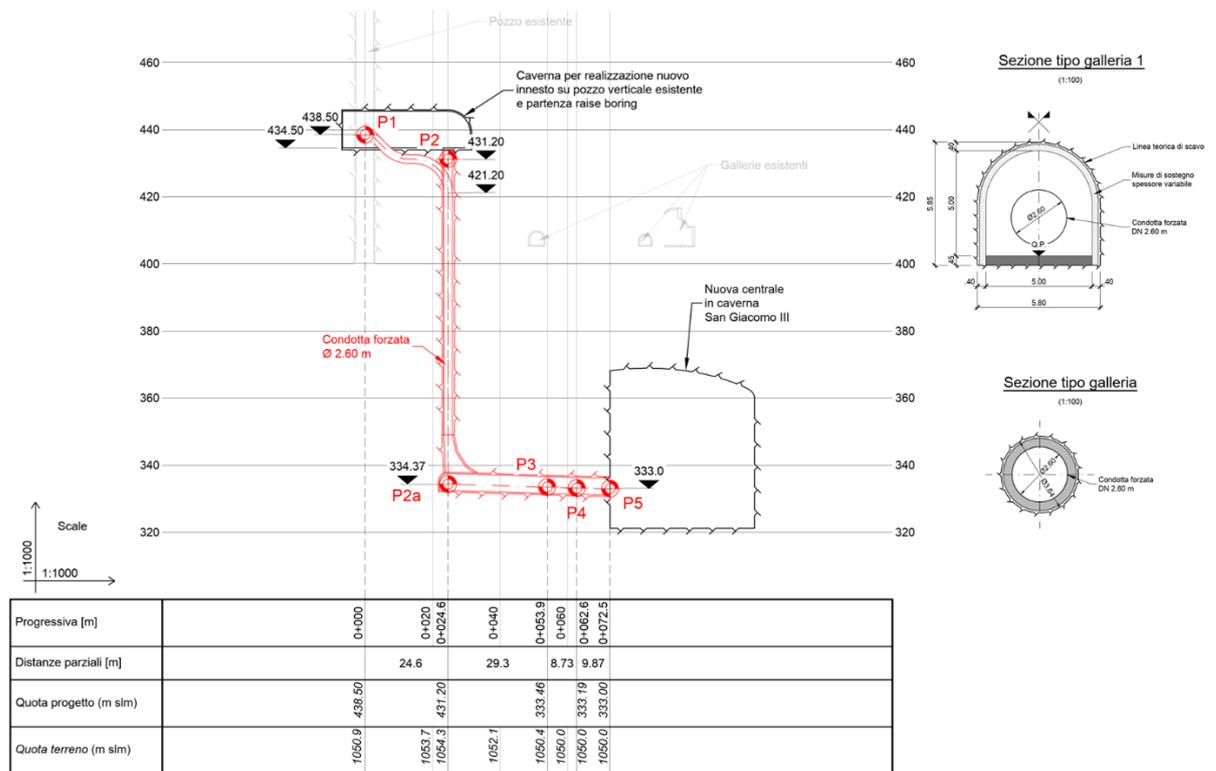


Figura 39: Nuova connessione al pozzo forzato esistente di San Giacomo II – profilo e sezioni tipo.

La nuova condotta forzata si stacca dal pozzo forzato esistente alla quota in asse di 438.50 m s.l.m. e prosegue fino alla quota in asse di 334.37 m s.l.m. con una sezione circolare di diametro 2.6 m. A partire da questa quota la sezione prende la forma a “D” con dimensioni interne di 5.80 m per base e 5.85m in altezza. Nella zona dello stacco vi è una caverna che a fine lavori sarà in parte intasata, il cui scopo è quello di garantire gli spazi necessari per l’installazione nel pozzo forzato esistente di una virola di circa 7 m di altezza, di rendere possibile la saldatura per il nuovo stacco della condotta forzata, e di permettere la partenza dello scavo in raise boring nel tratto verticale.

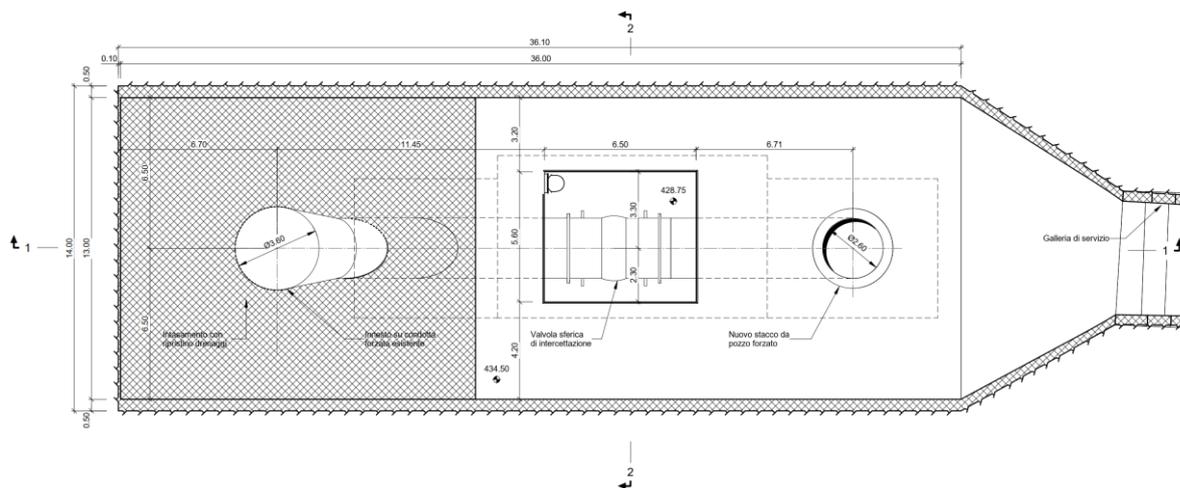


Figura 40: Caverna per la realizzazione del nuovo innesto sul pozzo verticale – pianta.

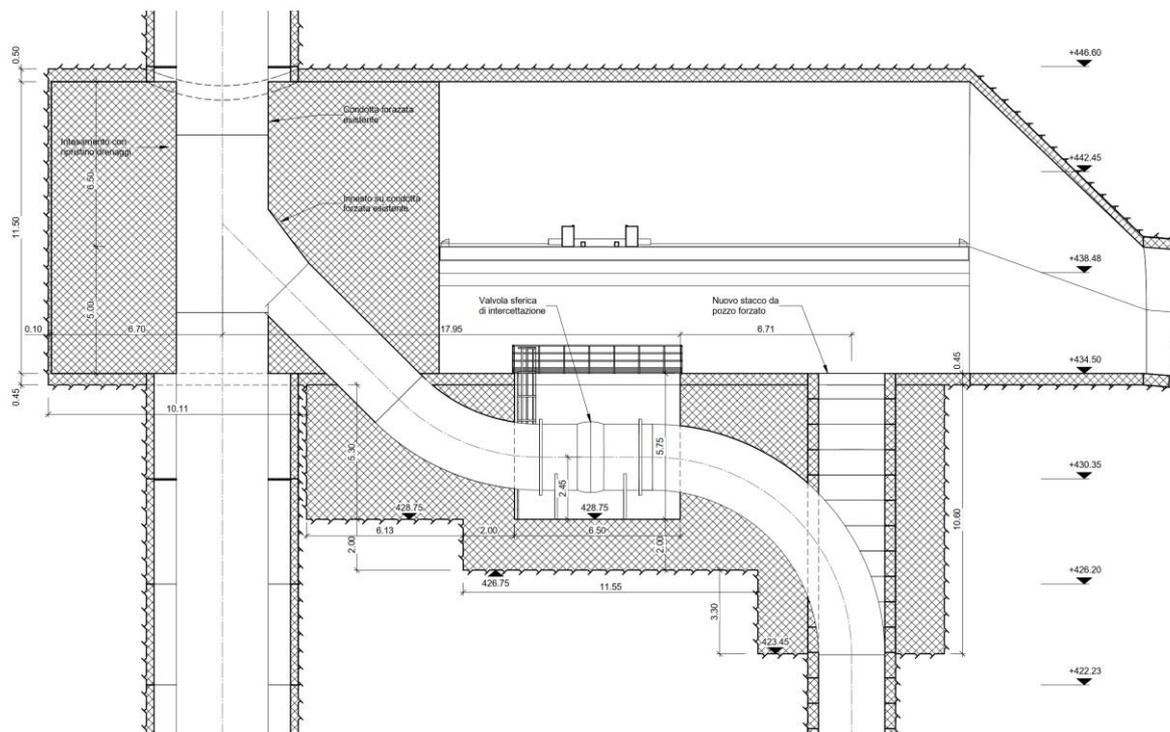
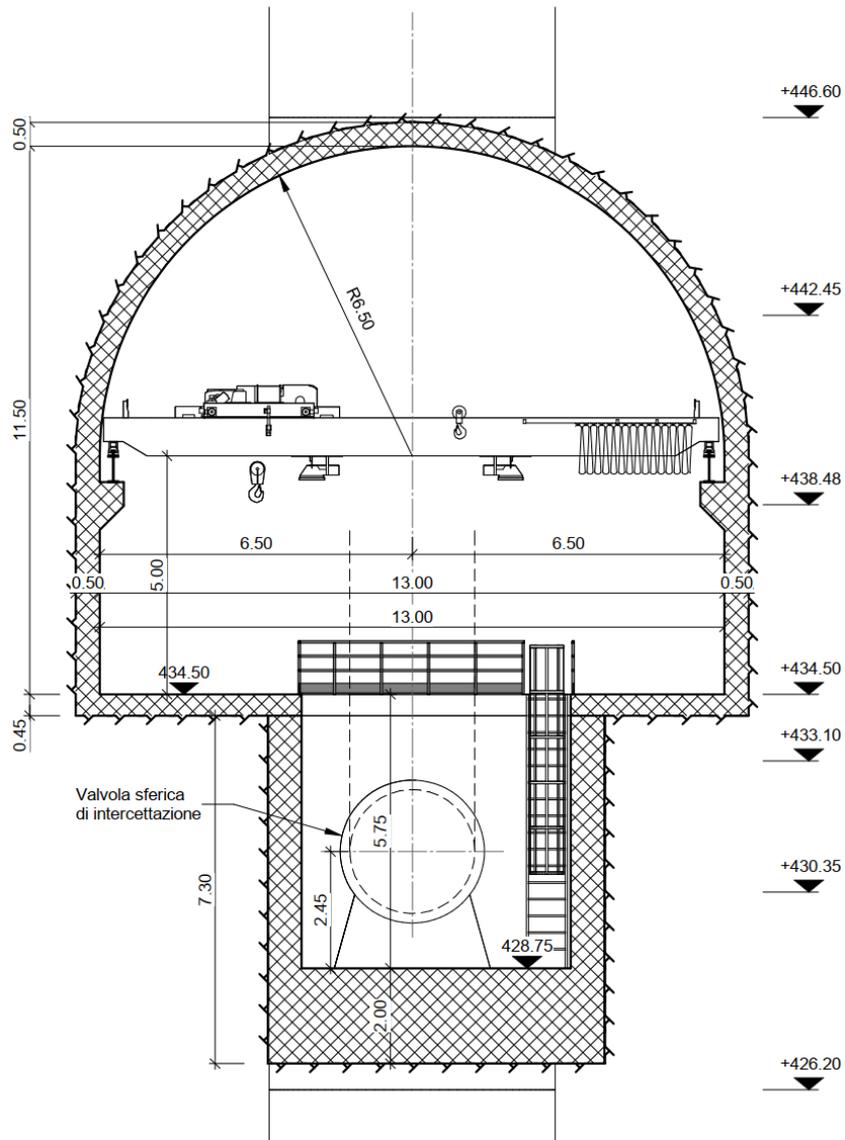


Figura 41: Caverna per la realizzazione del nuovo innesto sul pozzo verticale – profilo.



**Figura 42:** Caverna per la realizzazione del nuovo innesto sul pozzo verticale – sezione.

5.3.3 Nuova camera di espansione al pozzo piezometrico esistente sulla derivazione Provvidenza

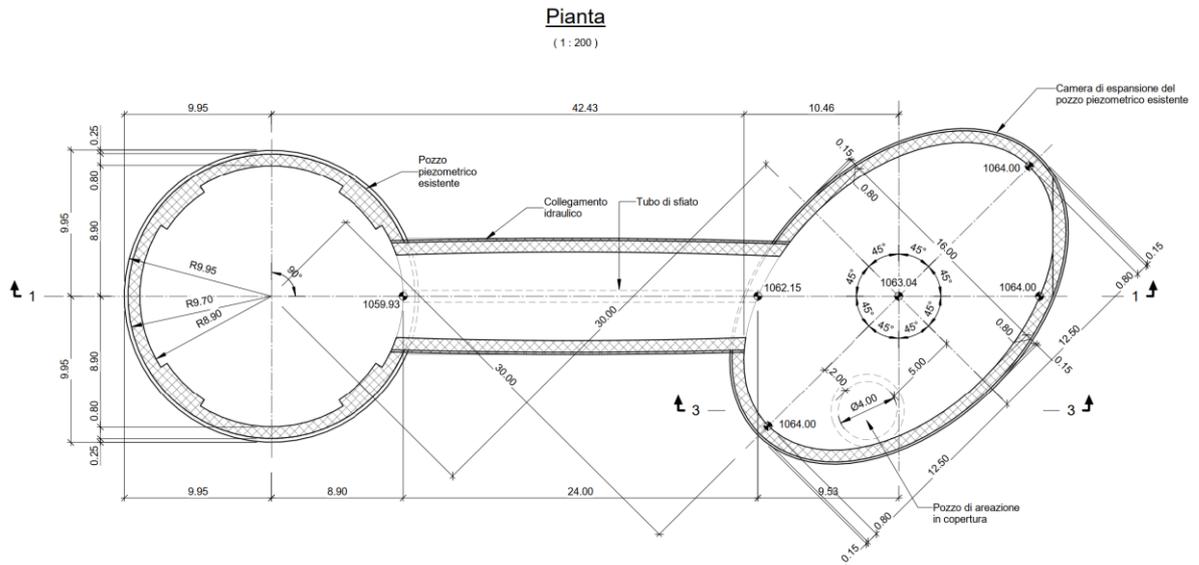


Figura 43: Nuova camera di espansione al pozzo piezometrico sulla derivazione Provvidenza – pianta.

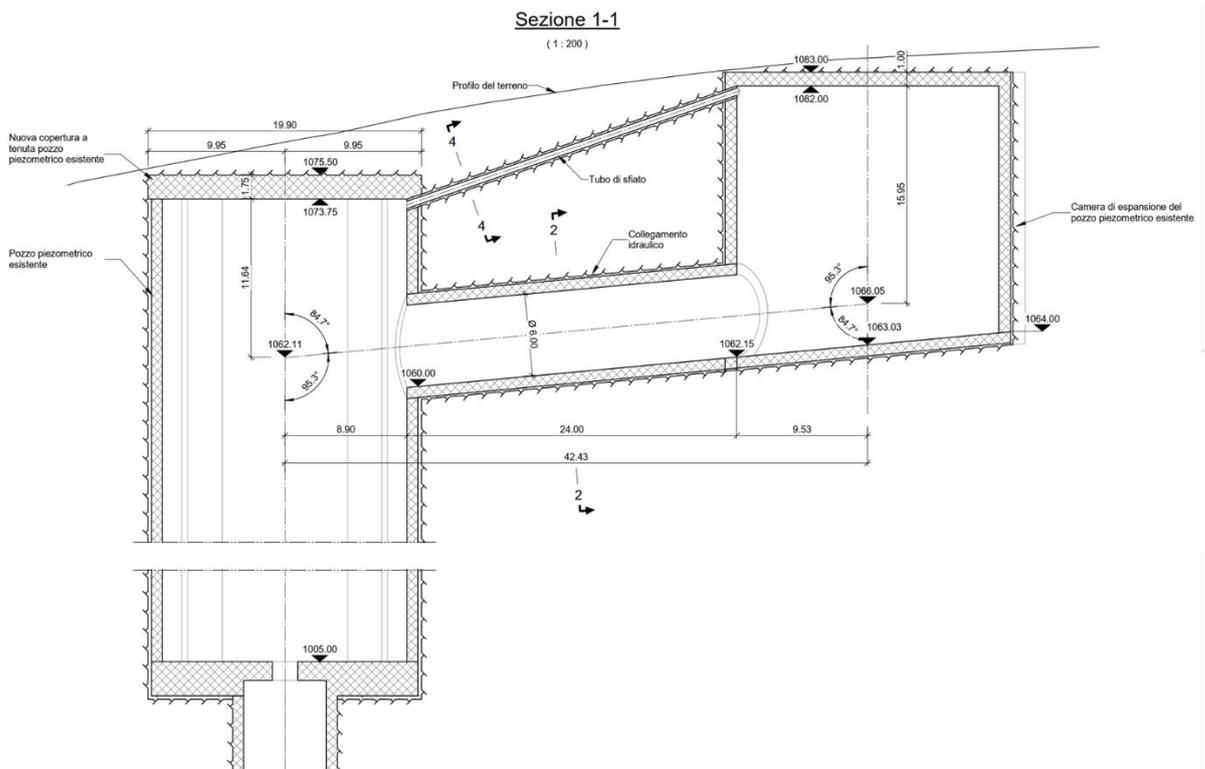
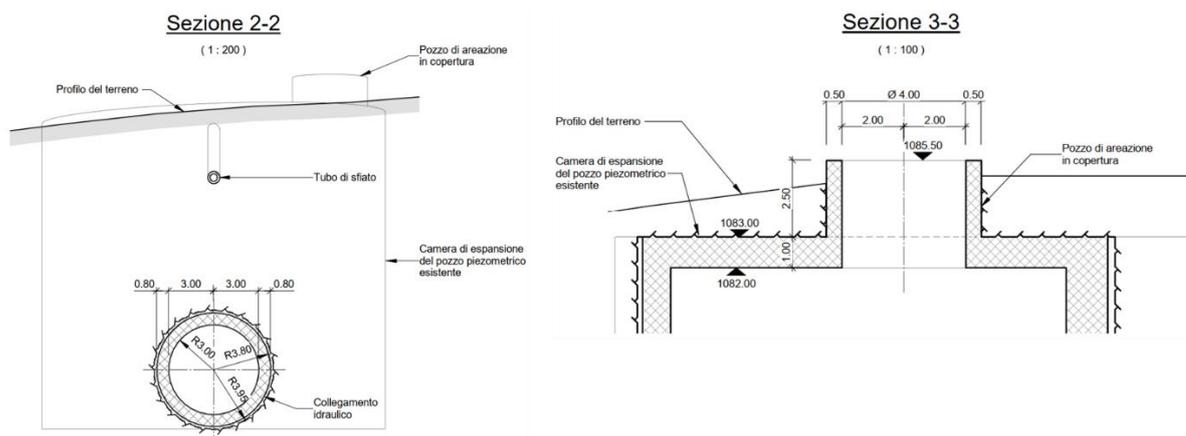
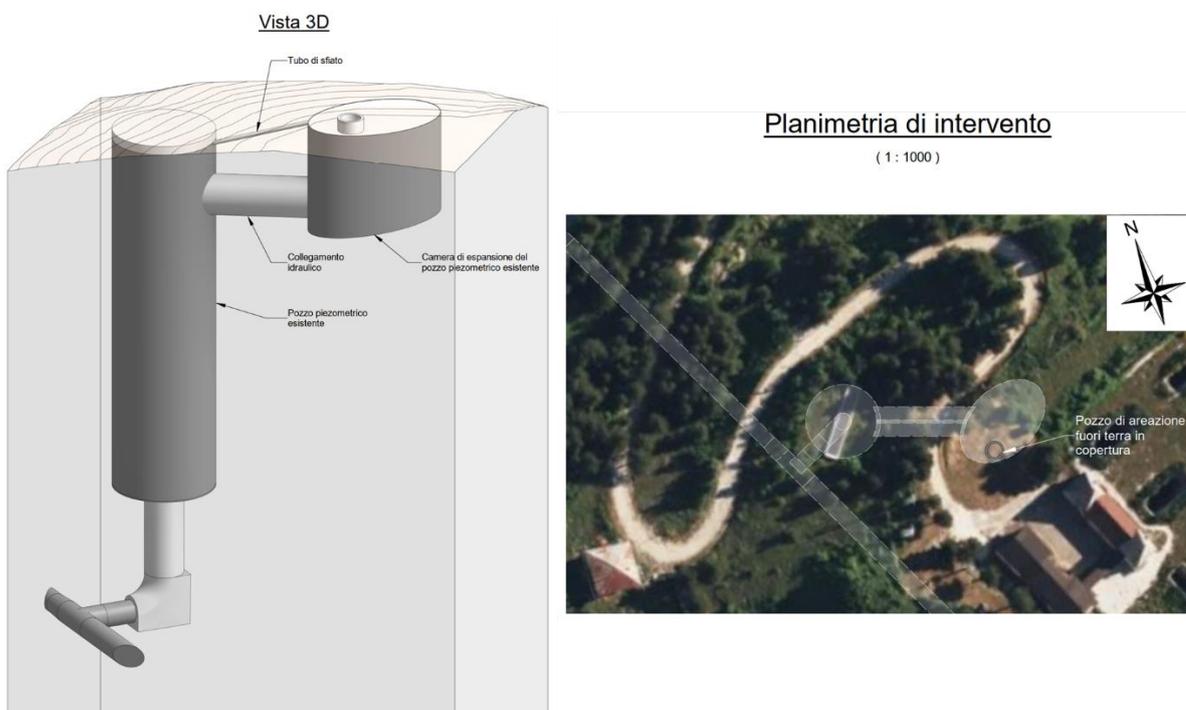


Figura 44: Nuova camera di espansione al pozzo piezometrico sulla derivazione Provvidenza – profilo.



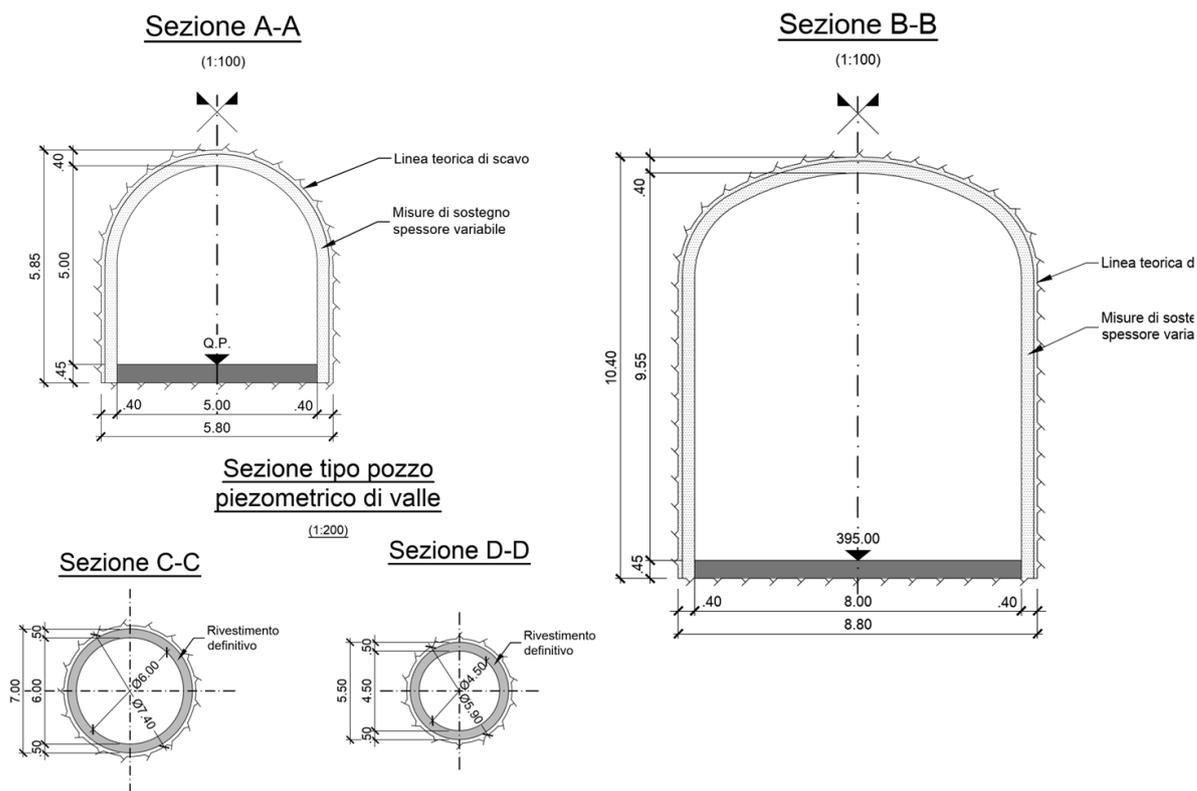
**Figura 45:** Nuova camera di espansione al pozzo piezometrico sulla derivazione Provvidenza – sezione collegamento idraulico alla nuova camera e pozzo di areazione in copertura.



**Figura 46:** Nuova camera di espansione al pozzo piezometrico sulla derivazione Provvidenza – vista 3D e planimetria d'intervento.

Le opere civili relative al pozzo piezometrico lungo la derivazione Provvidenza consistono principalmente nella creazione di una camera d'espansione superiore con stacco a partire dalla quota di fondo 1'059.93 m s.l.m. La camera si sviluppa fino alla quota 1'083.00 m s.l.m. (con pozzo di aerazione fino a quota 1'085.50 m s.l.m.) e ha sezione ellittica, con dimensioni interne 16.00 x 25.00 m. Il collegamento idraulico ha una lunghezza di 24.00 m con pendenza del 9.25% e sezione circolare avente diametro interno 3.00 m.





**Figura 49:** Nuovo pozzo piezometrico sulla derivazione Piaganini – sezioni.

Il nuovo pozzo piezometrico sulla derivazione Piaganini si stacca a partire dalla quota 329.00 m s.l.m. dalla nuova galleria forzata di valle, e prosegue con una sezione circolare di diametro interno pari a 4.50 m fino alla quota 340 m s.l.m.

La sezione poi prosegue quindi con un diametro pari a 6.00 m fino alla quota di 395.00 m s.l.m., arrivando alla camera superiore, con sezione a "D" e dimensioni pari a 8.80x10.40 m (BxH).

La camera ha una lunghezza di 75 m, dopodiché si restringe fino alle dimensioni di 5.80x5.85 m (BxH), terminando infine nel collegamento alla galleria di servizio/partenza del tratto in raise boring per lo scavo della nuova condotta forzata.

All'arrivo alla galleria di servizio è prevista una porta stagna con areazione superiore.

5.3.5 Nuova galleria forzata di scarico/aspirazione sulla derivazione Piaganini



Figura 50: Nuova galleria forzata di scarico/aspirazione sulla derivazione Piaganini – pianta.

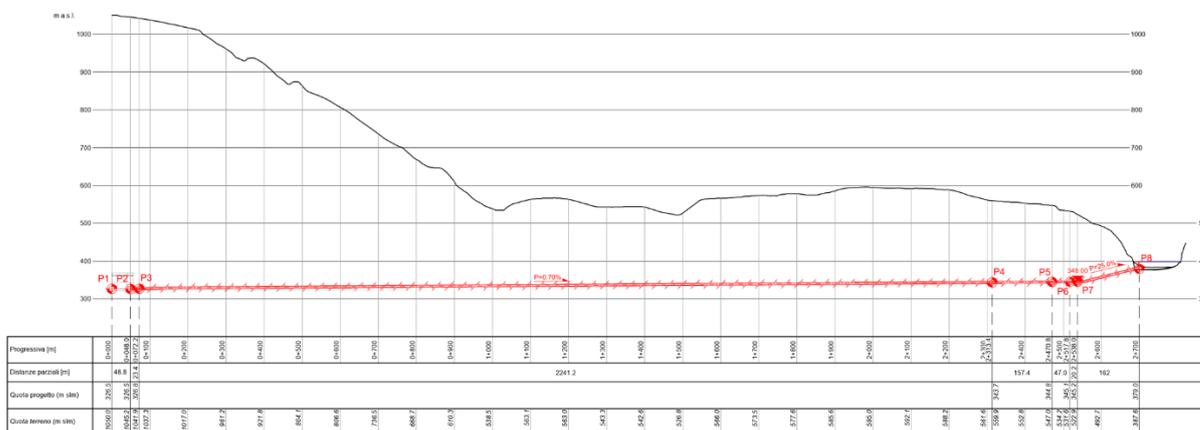


Figura 51: Nuova galleria forzata di scarico/aspirazione sulla derivazione Piaganini – profilo.

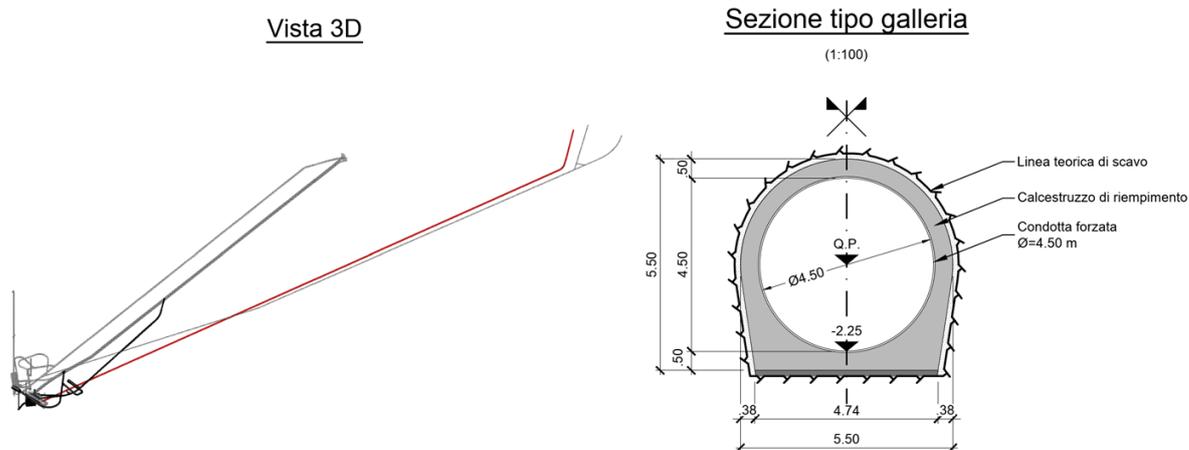
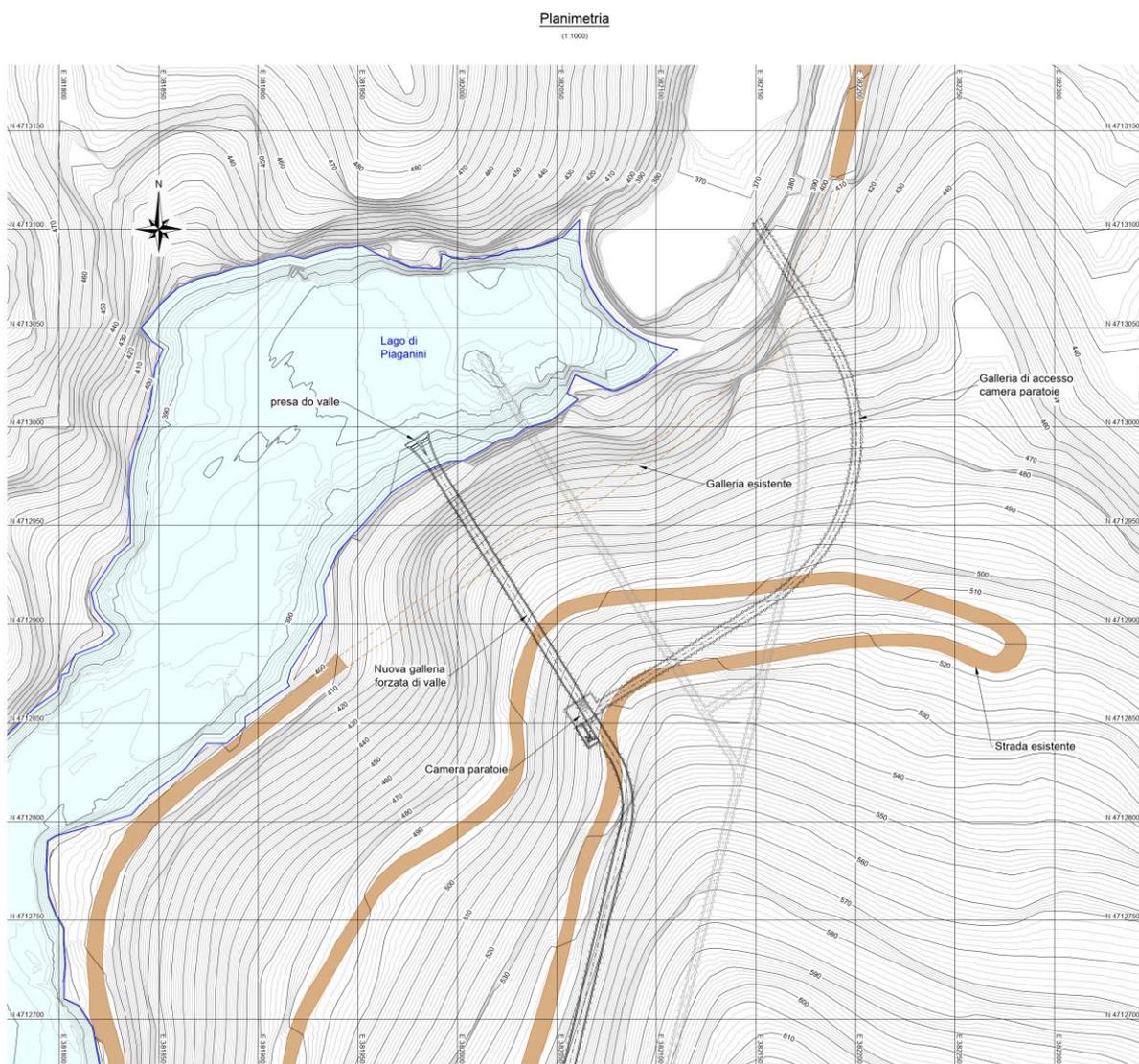


Figura 52: Nuova galleria forzata di scarico/aspirazione sulla derivazione Piaganini – vista 3D e sezione tipo.

La nuova galleria forzata di scarico/aspirazione sulla derivazione Piaganini si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 2'700 m e con un diametro interno di 4.5 m dalla quota di 326.50 m sl.m. fino alla quota di 379.00 m s.l.m..

La pendenza è dello 0.70% per i primi 2'538 m, e del 25% sugli ultimi 162 m (zona della nuova presa di valle).

La nuova presa di valle ha una larghezza di 13.80 m per un'altezza di 13.00 m allo sbocco.



**Figura 53:** Nuova galleria forzata di scarico/aspirazione sulla derivazione Piaganini – zona della nuova presa – pianta.



5.3.6 Nuovo pozzo verticale di collegamento alla caverna trasformatori esistente

Infine, vi è un pozzo verticale che collega la caverna di centrale alla caverna dei trasformatori esistente. Questo si sviluppa per una lunghezza di circa 61 m e con una sezione circolare dal diametro pari a 5.00 m.

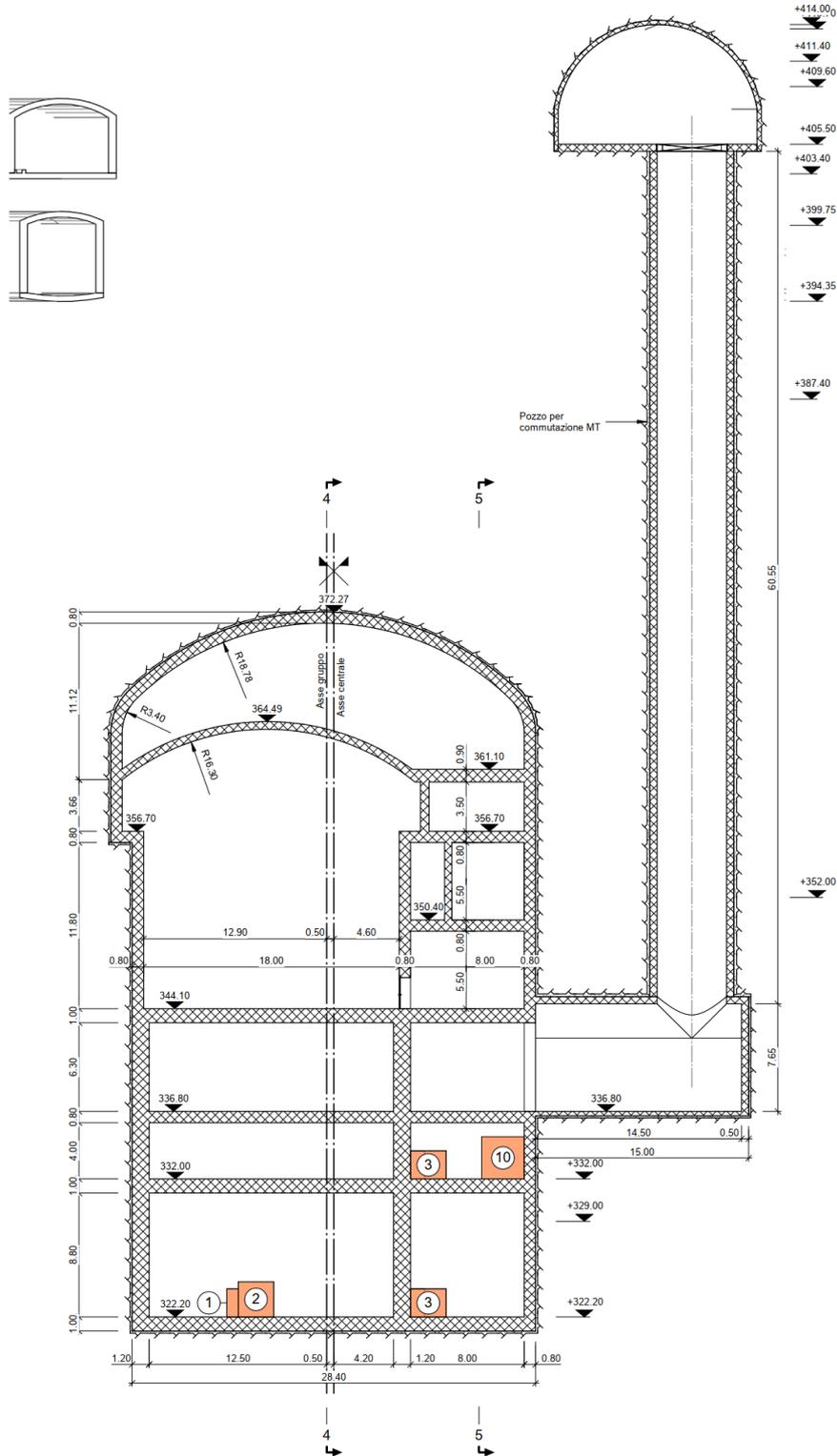
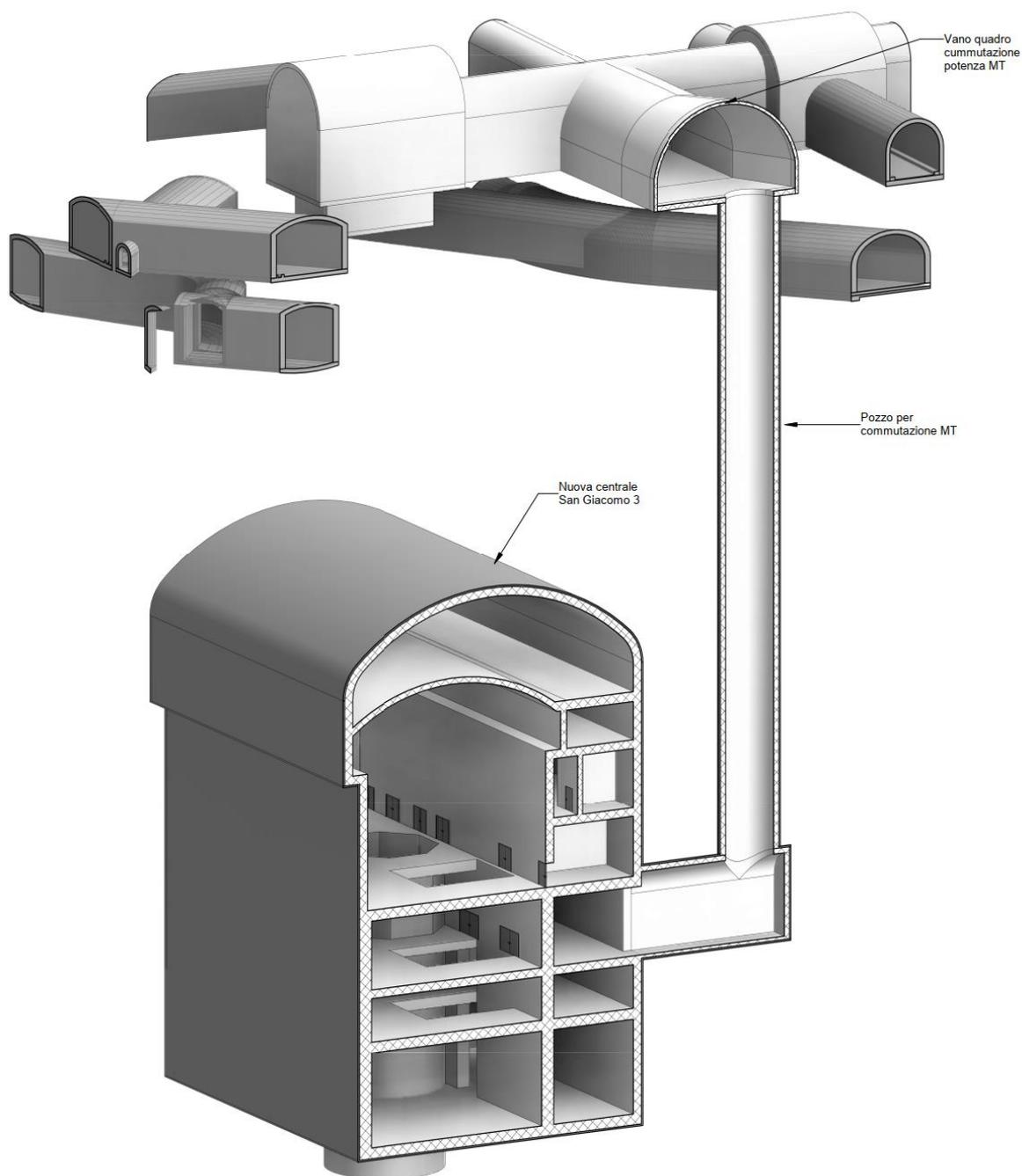


Figura 57: Pozzo per commutazione MT – profilo.



**Figura 58:** Pozzo per commutazione MT – vista 3D.

Nel pozzo dotato di pianerottoli e scale che si collega superiormente ad una nicchia nella quale sono installati due interruttori commutatori, sono installati i cavi MT di potenza che collegano il convertitore statico del nuovo gruppo di pompaggio al primo dei due interruttori commutatori trifase.

Il secondo interruttore è collegato al gruppo Pelton esistente, mentre sul lato opposto, i due interruttori sono collegati all'esistente trasformatore con potenza 310 MVA.

#### 5.4 Cantierizzazione

Si riportano qui di seguito le principali risultanze del documento **GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.062.00 Relazione descrittiva dell'Organizzazione del Cantiere** allegato al presente Progetto.

Si prevedono 3 fronti di lavoro:

- Cantiere "Imbocco" ovvero CD, con l'area di cantiere a valle diga
- Cantiere "Bacino di valle", ovvero CC, con l'area di cantiere al piazzale della galleria esistente
- Cantiere "Pozzo piezometrico", ovvero CP, con un'area di cantiere tutta a cielo aperto



Si prevedono due imprese principali, una civile e l'altra elettro-idro-meccanica, che permarranno durante il periodo di circa **3.5 anni** previsto per i lavori.

Per i locali ad uso ufficio sono allocati circa 250 m<sup>2</sup> su due piani, in modo da massimizzare le aree di deposito stoccaggio e parcheggio disponibili all'esterno della centrale.

Nelle vicinanze del sito è presente un produttore di calcestruzzi, pertanto in linea di massima non si ritiene necessaria l'installazione di una centrale di betonaggio.

Nel cronoprogramma sono state studiate le sequenze delle lavorazioni in modo da minimizzare i tempi di indisponibilità dell'impianto esistente, limitandole a circa 5 mesi (si veda il dettaglio nel **Capitolo 7**).

**Figura 59:** Ubicazione delle principali aree di cantiere

## 5.5 Aspetti tecnici particolari

### 5.5.1 Aspetti Geologico/Geotecnici

Con riferimento ai documenti **GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.006.00 Relazione Geologica** e **GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.007.00 Relazione Geotecnica** allegati al presente progetto, qui di seguito si sintetizzano le principali risultanze emerse.

Il volume di roccia all'interno del quale verrà realizzata la nuova centrale di San Giacomo III è collocato all'interno dei calcari marnosi BIS (formazione Bisciario). La resistenza della roccia intatta è di 50 Mpa (classi di resistenza ISRM R3), mentre il grado di alterazione è generalmente nullo o molto basso (classe ISRM W1-W2).

La stratificazione, che è l'elemento di disgiunzione principale dell'ammasso, ha una persistenza plurimetrica, orientazione immergente a basso angolo verso S (media 253/27) e spessore degli strati mediamente compreso tra 1 e 50 cm. Esistono inoltre 3 sistemi di discontinuità secondari, orientati perpendicolarmente e parallelamente alla stratificazione, la cui spaziatura e persistenza è generalmente da decimetrica a metrica.

Per la definizione delle caratteristiche di resistenza e deformabilità degli ammassi si è deciso di associare ciascuna unità geotecnica a un campo di valori dell'indice GSI (Geological Strength Index) di Hoek definito attraverso lo schema qualitativo proposto da Marinos per ammassi rocciosi stratificati eterogenei.

Lo scavo in sotterraneo potrà essere realizzato tramite tecnica convenzionale con esplosivo oppure con martello demolitore, come già fatto per la creazione della caverna di San Giacomo II. Va comunque considerato che la presenza dei cunicoli, caverne e pozzi già realizzati rende quantomai complessa la distribuzione degli stati tensionali naturali nell'area di intervento. Tale condizione comporta l'esistenza di zone di concentrazione delle tensioni che possono avere un impatto sul comportamento meccanico degli ammassi rocciosi e, in ultima analisi, sulla stabilità degli scavi da realizzare al loro interno.

Per quanto concerne le condizioni idrogeologiche, la bassa permeabilità degli ammassi rocciosi osservata durante la costruzione delle caverne esistenti fa prevedere che all'interno dei nuovi scavi le venute d'acqua potranno essere alquanto limitate. Inoltre, l'effetto di drenaggio indotto dalle opere esistenti ha depresso il livello naturale della falda fino a circa la quota minima del pozzo della centrale di San Giacomo II (480m) e pertanto anche le pressioni idrostatiche agenti sui rivestimenti definitivi saranno molto ridotte.

In ogni caso si ritiene fondamentale la realizzazione di una estesa campagna di indagini geognostiche che permetta di risolvere le incertezze tuttora presenti nel modello geologico e geotecnico e di identificare e gestire adeguatamente gli elementi di rischio ad esse connesse.

### 5.5.2 Aspetti idrologici

Si riportano qui di seguito le principali risultanze del documento **GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.004.00 Relazione Idrologica** allegato al presente Progetto.

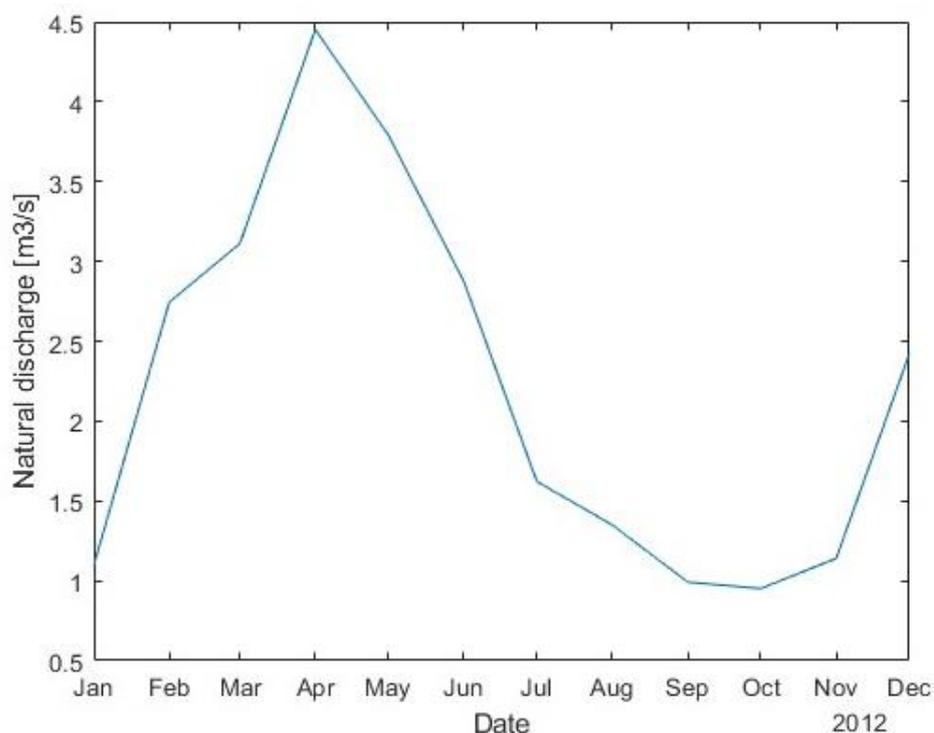
L'idrologia dell'ultimo decennio è stata ricostruita in termini di afflussi netti al sistema in base ai dati forniti da Enel GP ed alle caratteristiche geometriche del sistema idraulico, tenendo conto dei rilasci dovuti per il deflusso minimo vitale e degli sfiori che sono avvenuti alle due dighe.

La precipitazione media annua dell'ultimo ventennio è risultata pari a 665 mm.

L'evapotraspirazione media mensile dell'ultimo ventennio è risultata pari a circa 55 mm.

Risulta molto difficile stimare un possibile impatto del cosiddetto "cambiamento climatico" a lungo termine. Per i bacini in oggetto, si nota che la tendenza di precipitazione è in diminuzione e pertanto andrà a compensare l'aumento di evapotraspirazione.

Ci si potrebbe dunque aspettare un apporto idrologico ai serbatoi con afflussi in diminuzione a livello annuo e con una redistribuzione mensile diversa da quella attuale (ad esempio l'anticipo dello scioglimento delle nevi) e con la presenza di eventi meteorici più intensi. La seguente figura mostra i dati ricostruiti dallo Scrivente nel periodo 2013-2020 per il serbatoio di Provvidenza:



**Figura 60:** Serbatoio di Provvidenza - afflussi medi mensili 2013-2020.

La portata media mensile affluente ricostruita dalla simulazione nel periodo 2013-2020, intesa come somma del contributo di bacino diretto e bacini allacciati (quindi esclusi i sottobacini afferenti a Campotosto, ndr) risulta essere pari a 2.12 m<sup>3</sup>/s, che sommati ai 3.07 m<sup>3</sup>/s turbinati dall'Impianto di Provvidenza porterebbero ad una disponibilità media annua pari a circa 5.2 m<sup>3</sup>/s inferiore di circa il

40% rispetto alla portata media annua prevista in concessione per l'impianto di Provvidenza, pari a 8.86 m<sup>3</sup>/s. Tale riduzione si correla alla riduzione della precipitazione nell'area negli ultimi 10 anni.

Questa è anche la conferma, dato che i risultati di portata ottenuti derivano dalle potenze erogate dai due gruppi esistenti, che l'impianto esistente effettivamente turbinava tutti i deflussi naturali.

Il nuovo impianto a progetto di San Giacomo III consiste nell'inserimento di un gruppo pompa in parallelo ad un gruppo turbina esistente. Il nuovo gruppo, in centrale separata, è evidentemente privo di capacità di turbinaggio, con impiego quindi nullo in turbinaggio degli afflussi naturali al bacino sotteso a monte, che rimangono quindi utilizzati sui gruppi esistenti. **Il nuovo impianto di San Giacomo III si qualifica pertanto come impianto di "Pompaggio puro"**.

Con il nuovo impianto, le oscillazioni di livello nei serbatoi risultano essere apprezzabili, con escursioni che possono arrivare a portare il serbatoio di Piaganini e Provvidenza alla minima o massima regolazione durante il ciclo giornaliero (fino a ±15 metri). Inoltre, solo per il serbatoio di Provvidenza, Queste oscillazioni potrebbero essere ridotte se l'impianto venisse utilizzato in cascata con quello di Provvidenza (fino a ±8.5 metri).

### 5.5.3 Aspetti idraulici

Si riportano qui di seguito le principali risultanze del documento **GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.003.00 Relazione Idraulica** allegato al presente Progetto.

Le perdite di carico sono calcolate in modo tradizionale, considerando quelle che si assumono essere le attuali scabrezze dell'impianto (3.0 mm per cls e 0.3 mm per acciaio), ottenendo:

	DERIVAZIONE PROVVIDENZA		
DH/Q <sup>2</sup> (m/(m <sup>3</sup> /s) <sup>2</sup> )	Galleria	Condotta forzata	Totale
<b>Pompaggio</b>	0.0115	0.0031	0.0146
<b>Turbinaggio</b>	0.0114	0.0022	0.0136

**Tabella 3:** Nuova pompa – Perdite di carico della derivazione Provvidenza.

	ESISTENTE DERIVAZIONE PIAGANINI PER GR. 7			NUOVA DERIVAZIONE PIAGANINI PER GR. 8		
	Galleria	Condotta forzata	Galleria	Galleria	Condotta forzata	Totale
DH/Q <sup>2</sup> (m/(m <sup>3</sup> /s) <sup>2</sup> )	0.0404	0.0348	0.0753	0.0025	0.0003	0.0028

**Tabella 4:** Nuovo gruppo pompa – Perdite di carico della derivazione Piaganini.

Per quanto concerne i transitori idraulici, effettuati considerando tempi di manovra cautelativi (**Tabella 5**), i primi risultati hanno mostrato la necessità di modificare il pozzo piezometrico di Provvidenza,

aggiungendo una camera di espansione superiore, e di realizzare ex novo il pozzo piezometrico sulla derivazione Piaganini (anche con ricostruzione tramite galleria in pendenza).

Manovra	Tempo necessario [s]
Avviamento pompa	160
Avviamento turbina	70
Turbinaggio – pompaggio	420
Pompaggio – turbinaggio	190
Arresto brusco	20

**Tabella 5:** Tempi di manovra concordati con Enel GP per le verifiche dei transitori nei pozzi piezometrici.

Le portate di riferimento considerando anche il nuovo gruppo pompa sono:

- **Turbinaggio da Provvidenza verso Piaganini: 60.2 m<sup>3</sup>/s**
- **Pompaggio da Piaganini verso Provvidenza: 41.8 m<sup>3</sup>/s**

Per quanto concerne le verifiche strutturali alle condotte forzate, sono state calcolate le massime sollecitazioni statiche e dinamiche ed il tasso di lavoro della condotta esistente di Provvidenza e della nuova galleria forzata di Piaganini, dovendo assumere le caratteristiche dei materiali.

Considerando cautelativamente la contemporaneità del massimo sovralzo nel pozzo piezometrico e la massima sovrappressione di colpo d'ariete, si ottengono le massime sollecitazioni nella condotta forzata di Provvidenza, all'otturatore:

	Max sopralzo transitorio (mH2O)	Sovrappressione dinamica colpo d'ariete (mH2O)	Massima pressione totale (mH2O)
<b>C.F. Provvidenza turbinaggio</b>	696.0	256.4	952.4
<b>C.F. Provvidenza pompaggio</b>	750.9	55.9	806.8

**Tabella 6:** Massime pressioni di esercizio nella condotta forzata Provvidenza.

Per quanto riguarda la C.F. Provvidenza, la seguente tabella riassume la verifica dello stato tensionale nella condotta:

Carico Statico +Pozzo +Colpo Ariete (mH2O)	Pressione (MPa)	Diametro (mm)	Spessore (mm)	$\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma$ ammissibile (N/mm <sup>2</sup> )
659.0 + 37.0 + 256.4 = 952.4	9.35	2'200	65	158.29	160.0

**Tabella 7:** Condotta Forzata Provvidenza - verifica di resistenza – fase di turbinaggio.

Carico Statico +Pozzo +Colpo Ariete (mH2O)	Pressione (MPa)	Diametro (mm)	Spessore (mm)	$\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma$ ammissibile (N/mm <sup>2</sup> )
732.2 + 18.7 + 55.9 = 806.8	8.22	2'000	85	96.7	160.0

**Tabella 8:** Condotta Forzata Provvidenza - verifica di resistenza – fase di pompaggio.

Vengono riportati qui di seguito i risultati delle verifiche per la galleria forzata di Piaganini.

	Max sopralzo transitorio (mH2O)	Sovrappressione dinamica colpo d'ariete (mH2O)	Massima pressione totale (mH2O)
<b>C.F. Piaganini</b>	75.6	2.7	78.3

**Tabella 9:** Massime pressioni di esercizio nella condotta forzata Piaganini.

Per quanto riguarda la C.F. Piaganini, la seguente tabella riassume la verifica dello stato tensionale nella condotta:

Carico Statico +Pozzo +Colpo Ariete (mH2O)	Pressione (MPa)	Diametro (mm)	$\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma$ ammissibile (N/mm <sup>2</sup> )	Spessore (mm)
313.25 + 7.82 + 36.65 = 357.72	3.51	2'000	120.00	156.00	29

**Tabella 10:** Galleria Forzata Piaganini - verifica di resistenza.

Per quanto concerne le verifiche strutturali a fatica della condotta Provvidenza, nelle condizioni di utilizzo futuro si ha un fattore di sicurezza pari a 5.4 per il modo turbinaggio, e di 3.2 per il modo pompaggio. Per quanto concerne le verifiche strutturali a fatica della condotta Piaganini, nelle condizioni di utilizzo futuro si ha un fattore di sicurezza pari a 6.0 per il modo pompaggio.

Al fine di confermare tutte le assunzioni progettuali, verrà effettuata una campagna di indagini ed ispezione dei manufatti, finalizzata a valutare sia le caratteristiche idrauliche delle adduzioni sia le caratteristiche strutturali dei materiali, in particolare della Condotta Forzata esistente, e di alcuni spessori.

#### 5.5.4 Aspetti elettromeccanici

Si riportano qui di seguito le principali risultanze del documento **GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.005.00 Relazione Elettromeccanica** allegato al presente Progetto. Considerando la geometria del sistema idraulico, le potenze disponibili sono:

Modalità	Salto netto	Potenza	u.m.
Pompaggio	Massimo a portata efficace	251.9	MW

**Tabella 11:** Nuovo Gruppo di pompaggio – potenze disponibili.

Per il dimensionamento della macchina elettrica, la potenza considerata è la potenza meccanica di 251.9 MW all'albero divisa per l'efficienza dell'alternatore e del convertitore di frequenza, ovvero una potenza elettrica di circa 262.3 MW. Tenendo in considerazione un valore minimo di  $\cos(\varphi) = 0.87$  la potenza apparente del generatore sarà di 300 MVA.

Il massimo rendimento del nuovo gruppo di pompaggio è il 91.89%. I valori effettivi variano fino al 91.86%, a seconda del carico (648.0 m fino a 675.6 m) e del frazionamento della portata (combinazione con gruppo Francis reversibile esistente).

Le caratteristiche tecniche principali del generatore/motore sono le seguenti:

Grandezza	Valore	u.m.
Potenza elettrica	300	MVA
$\cos(\phi)$	0.85	
Frequenza	50	Hz
Numero di poli	14	
Numero di giri	428.6 (variabile)	giri/min

**Tabella 12:** Generatore/Motore – caratteristiche.

Non è prevista l'installazione di un nuovo trasformatore. L'unità sarà a doppia alimentazione e solo l'alimentazione del rotore (3 fasi) sarà fornita da un convertitore di frequenza.

Oltre alle componenti elettromeccaniche del gruppo pompa, l'impianto è dotato di numerosi sistemi ausiliari, tra cui i principali sono:

- Sistema di raffreddamento, costituito da:
  - Un circuito primario, con prelievo e mandata di acqua da e verso il lato a bassa pressione dell'unità (tra il tubo di tiraggio e la valvola a bassa pressione);
  - Uno scambiatore di calore a tubo (pressione 10 bar);
  - Un circuito secondario a circuito chiuso (acqua con glicole);
  - Un circuito terziario a circuito chiuso (acqua deionizzata) per i convertitori di frequenza (le dimensioni di questo sistema nel capitolo precedente);
- Sistema di lubrificazione e raffreddamento delle tenute dell'albero
- Sistema ad olio pressurizzato;
- Sistema di lubrificazione ad olio pressurizzato;
- Armadi di controllo del processo;
- Sistema di Drenaggio delle acque di infiltrazione;
- Sistema di svuotamento dell'acqua contenuta nel gruppo;
- Sistema anti allagamento della Caverna;
- Carroponte.

La centrale in caverna è infine dotata di tutti gli impianti e sistemi di edilizia civile (illuminazione, ventilazione e riscaldamento, prevenzione incendi, acqua potabile, fognatura, ecc.).

### **5.6 Connessione alla sottostazione e punto di consegna**

L'attuale centrale di San Giacomo II è allacciata alla RTN tramite 2 linee aeree afferenti alla sbarra 400 kV cui sono collegati tramite cavi AT i trasformatori TR1 (a servizio di San Giacomo I) e TR2 (a servizio di San Giacomo II) siti in sotterraneo nei pressi della Centrale.

Nella configurazione attuale, il TR1, da 280 MVA complessivi, ha due secondari da 140 MVA cad. dedicati rispettivamente:

- ai gruppi 1 e 2 di San Giacomo I;
- al gruppo 3 di San Giacomo I e al gruppo 5 (reversibile) di San Giacomo II,

mentre il TR2 da 310 MVA, ad un solo secondario, è dedicato al gruppo 4 di San Giacomo II.

La centrale è quindi allacciata alla RTN tramite 2 punti di connessione, rappresentati dagli altrettanti stalli linea AT denominati Teramo e Provvidenza.

Il nuovo impianto di San Giacomo III non prevede alcuna modifica ai trasformatori esistenti.

La nuova pompa verrà collegata al trasformatore da 310 MVA del gruppo Pelton esistente, previo inserimento di interruttori MT che consentano la commutazione di potenza tra le due macchine.

Tra i trasformatori e la sottostazione di Collepiano non viene effettuata alcuna modifica.

I 2 punti di connessione AT così come la cabina AT a doppia sbarra esistenti rimarranno inalterati a seguito dell'inserimento del nuovo gruppo.

## 6. STIMA DEI COSTI

Si riportano qui di seguito le principali risultanze del documento **GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.058.00** **Computo Metrico Estimativo** allegato al presente Progetto.

I prezzi di base di riferimento per le **opere civili ordinarie** sono quello della **Regione Abruzzo** ed il **Prezzario Anas NC-MP.2022 – Rev.2, “Nuove Costruzioni, Manutenzione Programmata”**. Per le **lavorazioni speciali**, in assenza di adeguato riferimento nei prezzari sopraindicati, sono stati considerati dei prezzi a corpo definiti in funzione dell’esperienza di Lombardi in contesti affini, con specifica considerazione del mercato nazionale italiano. Per quanto concerne i costi legati alla fornitura del **nuovo gruppo e servizi ausiliari**, sono stati interpellati fornitori specializzati del settore che hanno fornito prezzi budgetari di riferimento. Per la stima dei **costi della sicurezza** si precisa che l’importo allocato nella stima dei costi è valutato a percentuale ma che i costi effettivi, corrispondenti sia a specifiche misure e disposizioni operative e gestionali del PSC Piano di Sicurezza e Coordinamento sia a disposizioni esecutive specificamente indicate dal CSE Coordinatore per la Sicurezza in Fase di Esecuzione in corso d’opera, saranno contabilizzati e liquidati a misura.

RIASSUNTO COMPUTO METRICO		
1	Cantieristica, demolizioni e lavori speciali	10'539'200.00
2	Galleria di aspirazione Gr. 8	30'994'000.00
3	Galleria di collegamento centrale-pozzo forzato	14'675'000.00
4	Pozzo di collegamento centrale-caverna trasformatori	2'187'000.00
5	Galleria di scavo caverna	15'164'000.00
6	Galleria di accesso al pozzo forzato	9'841'000.00
7	Presa di valle (nuova galleria di aspirazione Gr. 8)	5'314'000.00
8	Camera paratoie presa di valle e galleria di accesso	9'161'000.00
9	Centrale in caverna - opere civili	23'551'000.00
10	Opere Elettromeccaniche ed impianti	118'689'000.00
11	Pozzo piezometrico di valle e galleria di accesso	8'001'000.00
12	Nuova camera di espansione superiore pozzo piezometrico di monte	3'646'000.00
	<b>SUBTOTALE VOCI</b>	<b>251'762'200.00</b>
13	<i>Imprevisti Generali (5%di 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12)</i>	12'588'100.00
14	<i>Arrotondamento</i>	49'700.00
	<b>SUBTOTALE GENERALE</b>	<b>264'400'000.00</b>
15	<i>Costi della sicurezza (stima preliminare da precisare nel PSC) (3%di 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15)</i>	7'932'000.00
16	<i>Costi addizionali della sicurezza per emergenza COVID-19 (0%di 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15)</i>	0.00
17	<i>Incremento per ridotta produttività COVID-19 (0%di 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15)</i>	0.00
	<b>TOTALE</b>	<b>272'332'000.00</b>

**Tabella 13:** Tabella di sintesi della stima dei costi di costruzione dell'impianto.

## 7. CRONOPROGRAMMA DI MASSIMA DEI LAVORI

Si riportano qui di seguito le principali risultanze del documento **GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.059.00** **Programma cronologico dei lavori con programma indisponibilità** allegato al presente Progetto.

Gli obiettivi principali sono di minimizzare sia i tempi totali di costruzione sia i tempi di indisponibilità d'impianto. La durata complessiva dei Lavori è stimata pari a 38 mesi.

La data di inizio è del tutto indicativa, dipendendo dall'espletamento della Gara di Appalto.

Secondo l'idrologia presente, il periodo dove gli afflussi idrologici sono minimi (stagione secca) ricade generalmente tra luglio e ottobre.

I lavori iniziano contestualmente alla stagione secca, ed in questi periodi si sono concentrate le maggiori fermate d'impianto.

La indisponibilità complessiva dell'impianto esistente ammonta a circa 4 mesi.

Nella figura sottostante si riporta il cronoprogramma sintetico:

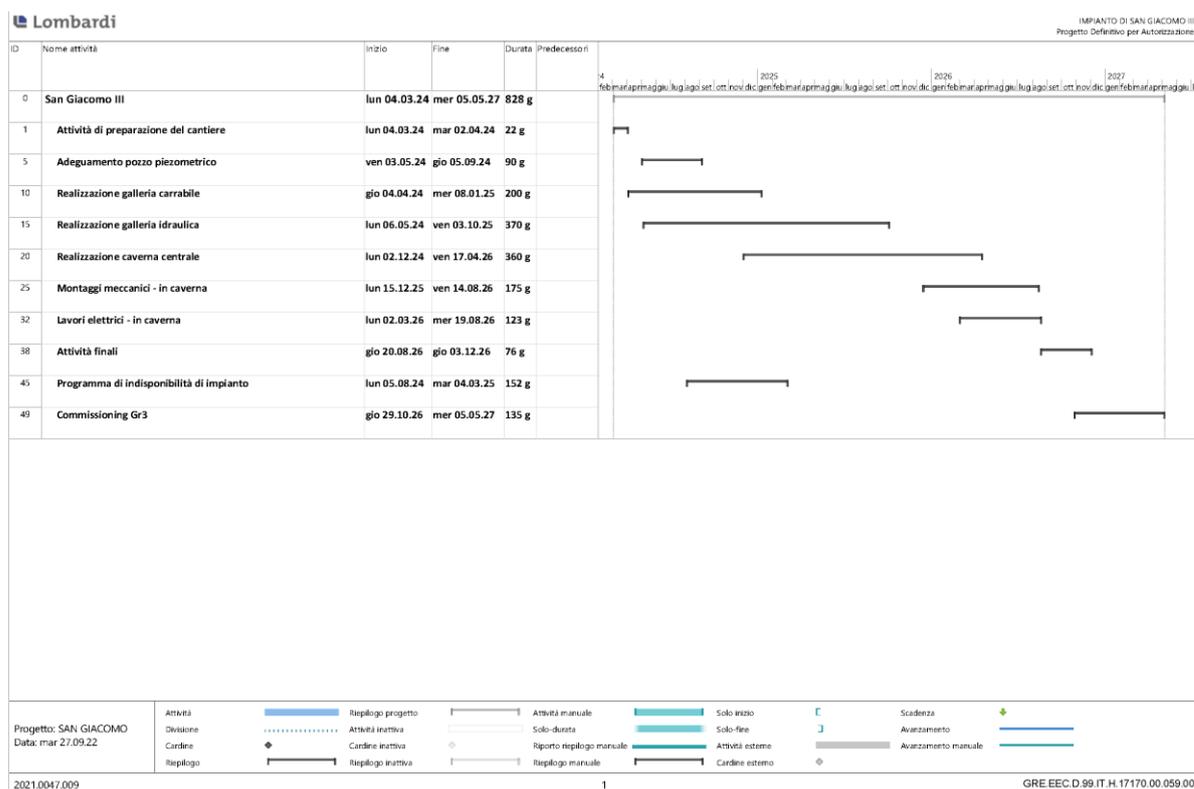


Figura 61: Cronoprogramma sintetico dei Lavori e della Indisponibilità d'Impianto.