



HGT Design & Execution



GRE CODE

GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.021.00

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

Impianto idroelettrico di PIZZONE II

Progetto Definitivo per Autorizzazione

# RELAZIONE TECNICA GENERALE

FILE NAME: GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.021.00.docx

ORDINE APPARTENENZA				Ingegnere	
PROVINCIA/REGIONE				Verona	
NUM. MATRICOLA				1542	
00	29-11-22	REVISIONE	E. Sangiovanni	G. Panni	G. Sembenelli
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED

## GRE VALIDATION

		F. Torasso
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT PLANT	GRE CODE																		
	GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION							
	GRE	EEC	R	1	4	I	T	H	1	6	0	7	1	0	0	0	2	1	0

CLASSIFICATION: **PUBLIC**

UTILIZATION SCOPE: **PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE**

**INDEX**

1. INTRODUZIONE .....	5
2. STATO DI FATTO – SCHEMA IDROELETTRICO ESISTENTE .....	6
2.1.    Serbatoio di Montagna Spaccata sul Rio Torto.....	9
2.2.    Opere di presa e derivazione in gronda al serbatoio di Montagna Spaccata .....	9
2.2.1. Opere di presa e derivazione dal Rio Fossati.....	9
2.2.2. Opere di presa e derivazione dal Rio Le Forme .....	10
2.2.3. Opere di presa e derivazione dal Rio Campitelli .....	10
2.2.4. Opere di presa dal serbatoio di Montagna Spaccata.....	10
2.3.    Galleria di derivazione in pressione serbatoio Montagna Spaccata – Centrale di Pizzone .....	10
2.4.    Pozzo piezometrico (Centrale di Pizzone).....	10
2.5.    Condotta forzata (Centrale di Pizzone) .....	11
2.6.    Centrale di Pizzone ed opere annesse .....	11
2.6.1. La centrale.....	11
2.6.2. Lo scarico .....	12
2.7.    Opere di presa e derivazione del Rio Vignalunga e del Rio Collealto .....	12
2.8.    Serbatoio di Castel San Vincenzo sul Rio Salzera.....	12
2.9.    Galleria di derivazione in pressione serbatoio Castel San Vincenzo – Centrale di Rocchetta .	13
2.10.   Condotta forzata - Centrale di Rocchetta.....	13
2.11.   Centrale di Rocchetta al Volturmo .....	13
3. INQUADRAMENTO IDROLOGICO .....	15
3.1.    Descrizione dell’area di studio e del sistema idrologico-idraulico.....	15
3.1.1. Area di studio.....	15
3.1.2. Analisi morfologica dei bacini idrografici.....	16
3.2.    Caratteristiche fisiche e gestionali dei serbatoi .....	17
3.2.1. Caratteristiche fisiche delle dighe.....	17
3.2.2. Curve di invaso dei serbatoi .....	18
3.3.    Dati osservati disponibili .....	20
3.3.1. Livelli idrici registrati.....	20
3.3.2. Portate osservate .....	21
3.4.    Stima delle portate idrologiche in ingresso al sistema .....	22
3.5.    Piena di progetto.....	23
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOTECNICO.....	24
4.1.    Informazione disponibile .....	24
4.2.    Morfologia e lineamenti generali di geologia.....	24
4.2.1. Morfologia .....	24
4.2.2. Tratti essenziali della geologia regionale .....	24
4.3.    Unità Stratigrafiche di Interesse.....	27
4.4.    Geologia e geotecnica.....	31
4.4.1. Invaso di Montagna Spaccata.....	31
4.4.2. Tratto di condotta tra l’invaso di Montagna Spaccata e Pizzone.....	34
4.4.3. Tratto di condotta tra Pizzone e l’invaso di Castel San Vincenzo.....	39
4.4.4. Invaso di Castel San Vincenzo.....	41
4.5.    Idrologia e Idrogeologia .....	41

5. INQUADRAMENTO VINCOLISTICO .....	42
5.1. AREE PROTETTE E RETE NATURA 2000 .....	42
5.2. VINCOLI AMBIENTALI E PAESAGGISTICI D.LGS. 42/2004 .....	44
5.3. PAI - PERICOLOSITÀ E RISCHIO IDRAULICO E GEOMORFOLOGICO .....	47
5.4. VINCOLO IDROGEOLOGICO R.D. LGS. 3267/1923.....	49
6. LA SOLUZIONE PROGETTUALE .....	51
6.1. Bilancio Idrologico e Volumi d'acqua disponibili .....	51
6.2. La soluzione di progetto .....	52
7. SOLUZIONE PROGETTUALE – SCHEMA IDROELETTRICO CON POMPAGGIO – ASPETTI ENERGETICI	53
7.1. Schema idroelettrico con pompaggio .....	53
7.2. Bilancio dei volumi accumulati nei due serbatoi.....	54
7.3. Stime produzione e consumi.....	54
8. SOLUZIONE PROGETTUALE PROPOSTA – SCHEMA IDROELETTRICO CON POMPAGGIO – OPERE CIVILI, ELETTRICHE ED ELETTROMECCANICHE .....	58
8.1. Principali Elementi della Nuova Configurazione.....	58
8.2. Serbatoio di Montagna Spaccata .....	59
8.3. Opera di presa di Montagna Spaccata .....	60
8.4. Condotta di Adduzione, condotta Forzata e biforcazione .....	61
8.5. Pozzo paratoie .....	62
8.6. Pozzo piezometrico di monte .....	62
8.7. Centrale in caverna .....	63
8.8. Condotte di Scarico e Adduzione Pompaggio al pozzo piezometrico di valle.....	64
8.9. Pozzo piezometrico di valle.....	64
8.10. Condotta di Scarico e Adduzione Pompaggio dal pozzo piezometrico di valle all'invaso di Castel San Vincenzo .....	65
8.11. Manufatto di alloggiamento paratoia di sezionamento griglia di protezione imbocco dell'invaso di castel san vincenzo (pozzo paratoie di valle) .....	66
8.12. Opera di presa di Castel San Vincenzo .....	66
8.13. Serbatoio di Castel San Vincenzo .....	67
8.14. Scarichi delle dighe esistenti.....	68
8.14.1. Serbatoio di Montagna Spaccata .....	68
8.14.2. Serbatoio di Castel San Vincenzo.....	69
8.15. Strade e gallerie di accesso e servizio .....	70
8.16. Opere elettromeccaniche.....	74
8.16.1. Turbine .....	74
8.16.2. Generatori .....	78
8.16.3. Regolatori di velocità.....	78
8.16.4. Organi di controllo .....	79
8.16.5. Sistema di sollevamento e movimentazione apparecchiature pesanti installate in centrale	83
8.17. Sistema elettrico.....	84
8.17.1. Generalità.....	84
8.17.2. Descrizione dell'impianto .....	84
8.17.3. Architettura del sistema .....	84
8.17.4. Sottostazione utente (SSU) di connessione centrale alla linea aerea di collegamento alla STAZIONE TERNA .....	86

8.17.5. Edificio servizi .....	86
8.17.6. Elettrodotto a 220 kV verso stazione Terna .....	86
8.18. Impianti accessori di servizio .....	86
8.18.1. Generalità.....	86
8.18.2. Sistema di riscaldamento, ventilazione e condizionamento dell'aria .....	87
8.18.3. Sistema di fornitura di acqua servizi e acqua di raffreddamento.....	88
8.18.4. Sicurezza, prevenzione incendi e sistemi di spegnimento .....	88
8.18.5. Sistema per aria compressa a bassa pressione .....	91
8.18.6. Sistema di trattamento dell'olio .....	91
8.18.7. Sistema di drenaggio e svuotamento delle condotte.....	91
9. CONSIDERAZIONI SUL COMPORTAMENTO STATICO DELLE OPERE ESISTENTI IN RELAZIONE ALL'OPERA PROPOSTA .....	94
9.1. Invaso di Montagna Spaccata .....	94
9.1.1. Condizioni generali .....	94
9.1.2. Entita' dello svaso applicato .....	94
9.1.3. Diga principale .....	96
9.1.4. Diga 2 in muratura a gravita' con speroni .....	96
9.1.5. Diga 3 - In muratura a secco .....	97
9.2. Castel San Vincenzo .....	98
9.2.1. Condizioni generali .....	98
9.2.2. Entita' dello svaso applicato .....	99
9.2.3. Considerazioni sul comportamento del corpo diga .....	100
9.3. Conclusioni circa l'utilizzabilità degli invasi esistenti nel nuovo schema.....	103
10. FASI REALIZZATIVE E CANTIERIZZAZIONI .....	104
10.1. AREE DI CANTIERE.....	104
10.2. OCCUPAZIONI TEMPORANEE ED ESPROPRI .....	105
10.3. FASI DI LAVORO .....	106
11. PRESCRIZIONI AMBIENTALI PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA.....	107
12. GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO.....	109
13. GESTIONE DELLE ACQUE EMUNTE IN FASE DI SCAVO.....	111
14. DISMISSIONE DELLE OPERE DI PROGETTO.....	112

## 1. INTRODUZIONE

Enel è proprietaria e gestore del Sistema Idroelettrico di Montagna Spaccata che consiste in una serie di invasi in cascata che alimentano altrettante centrali. Nel tratto di monte di questo sistema esiste oggi l'invaso di Montagna Spaccata, che alimenta la centrale di Pizzone e l'Invaso di Castel San Vincenzo, che riceve le acque dalla Centrale di Pizzone e alimenta quella di Rocchetta.

Nell'ambito delle strategie di investimento per ampliare la produzione di energia rinnovabile Enel sta considerando la possibilità di intervenire sul Sistema esistente per migliorarne l'efficienza o incrementarne la potenza installata.

Stantec S.p.A. (di seguito "**Stantec**"), in qualità di Consulente Tecnico, è stata incaricata da Enel Green Power S.p.A. (di seguito "**EGP**") di effettuare uno Studio di Pre-Fattibilità e successivamente il presente Progetto Definitivo per Autorizzazione per valutare la possibilità di convertire lo schema idroelettrico tradizionale esistente in un nuovo impianto di pompaggio / generazione preservando i due bacini.

Nel 2021 è stato consegnato a Enel Green Power il citato Studio di Pre-Fattibilità, selezionando una alternativa progettuale basata sulla realizzazione di una Centrale da 400 MW, dimensionata per sfruttare al massimo le caratteristiche naturali dell'area.

Detta soluzione era basata sulla realizzazione di una nuova galleria di adduzione e condotte forzate con una portata massima di progetto pari a 120 m<sup>3</sup>/s a servizio di due gruppi macchine reversibili da circa 200 MW cadauna da installarsi in caverna.

I gruppi erano previsti uno a velocità fissa ed uno a velocità variabile.

Successivamente, in sede di tavolo tecnico con Terna, gestore della rete, si è deciso di limitare la potenzialità massima della Centrale a 300 MW, adeguando il dimensionamento delle opere a tale diversa produzione, per consentire il collegamento alla rete in prossimità dell'impianto limitando la costruzione di nuove linee.

Dalle verifiche effettuate è conseguito un ridimensionamento della massima portata di progetto in produzione a 90 m<sup>3</sup>/s e, come da indicazioni ricevute dal committente, si è ipotizzato di lavorare in ripompaggio per un tempo di 8h.

Il presente Progetto Definitivo per Autorizzazione si compone dei documenti riportati nell'*Elenco elaborati* (GRE.EEC.A.14.IT.H.16071.00.020.00).

## 2. STATO DI FATTO – SCHEMA IDROELETTRICO ESISTENTE

L'esistente impianto idroelettrico di Pizzone è ubicato nel territorio dei Comuni di Alfedena e Barrea (Prov. dell'Aquila, Regione Abruzzo) e di Pizzone (prov. Isernia, Regione Molise).

L'impianto sfrutta i deflussi del bacino imbrifero direttamente sotteso del Rio Torto (affluente del F. Sangro) e dei bacini allacciati in gronda del Rio Fossati, del Rio le Forme e del Rio Campitelli tra le quote 1068 e 699 m s.m., la cui differenza, pari a 369 m s.m., costituisce il salto naturale dell'utilizzazione.

Tali deflussi, intercettati in località Montagna Spaccata del Comune di Alfedena mediante tre dighe, formanti l'omonimo serbatoio, vengono captati grazie ad un'opera di presa in sponda destra del corso d'acqua e derivati mediante una galleria in pressione fino ad un pozzo piezometrico sito entro terra.

Da tale pozzo si diparte una condotta forzata metallica, per un primo tratto ubicata in galleria e per un secondo tratto fuori terra, che adduce le portate all'edificio centrale, in cui sono installati due gruppi turbina Pelton-generatore sincrono ad asse orizzontale.

Lo scarico dei deflussi avviene mediante un canale in galleria con tratto finale all'aperto. In questa parte, alle acque in uscita dalla Centrale di Pizzone si aggiungono ulteriori acque intercettate dal Rio Vignalunga e dal Rio Collealto che vengono raccolte nel bacino di Castel San Vincenzo, generatosi a seguito della realizzazione di uno sbarramento mediante diga in terra sul Rio Salzera (affluente del F. Volturno)

Tale bacino costituisce sia la parte finale dell'impianto idroelettrico di Pizzone sia il bacino di monte di un secondo Impianto idroelettrico relativo alla Centrale di Rocchetta al Volturno. Al di sotto del bacino di Castel San Vincenzo si sviluppa infatti una seconda galleria di derivazione in pressione che sfocia in una seconda condotta forzata che convoglia le acque provenienti da tale bacino ad un gruppo di generazione turbina Francis-generatore sincrono ad asse verticale.

Si riportano di seguito la corografia e il profilo schematico degli Impianti di Pizzone e di Rocchetta al Volturno.



Green Power

HGT Design & Execution



GRE CODE

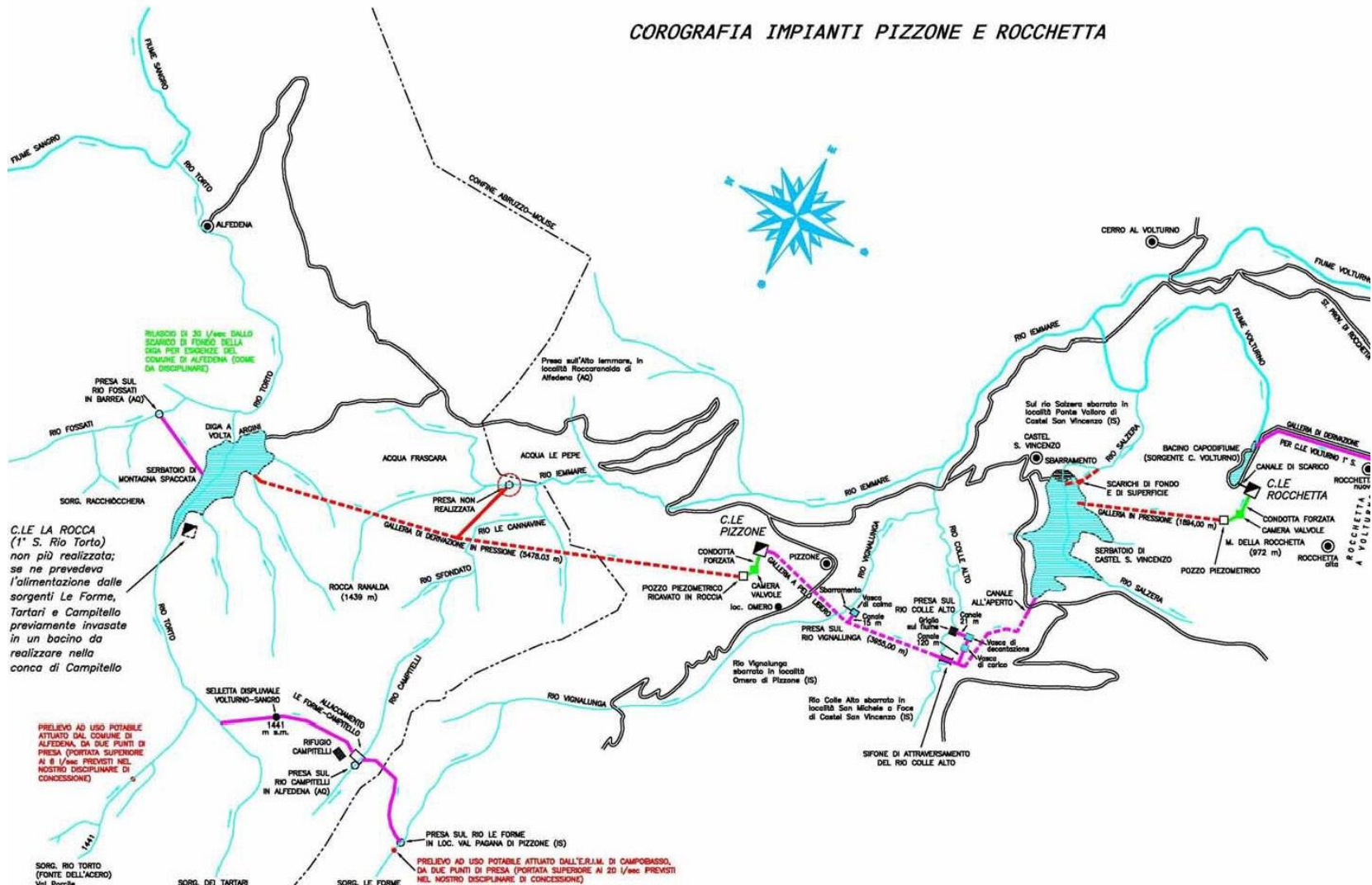
GRE.EEC.D.14.IT.H.16071.00.020.00

PAGE

7 di/of 112

Per i dettagli topografici: tavolette I.G.M. F° 153 III S.O. Alfedena; F° 161 IV N.O. Castel San Vincenzo; carta I.G.M. 1:50.000 Castel di Sangro

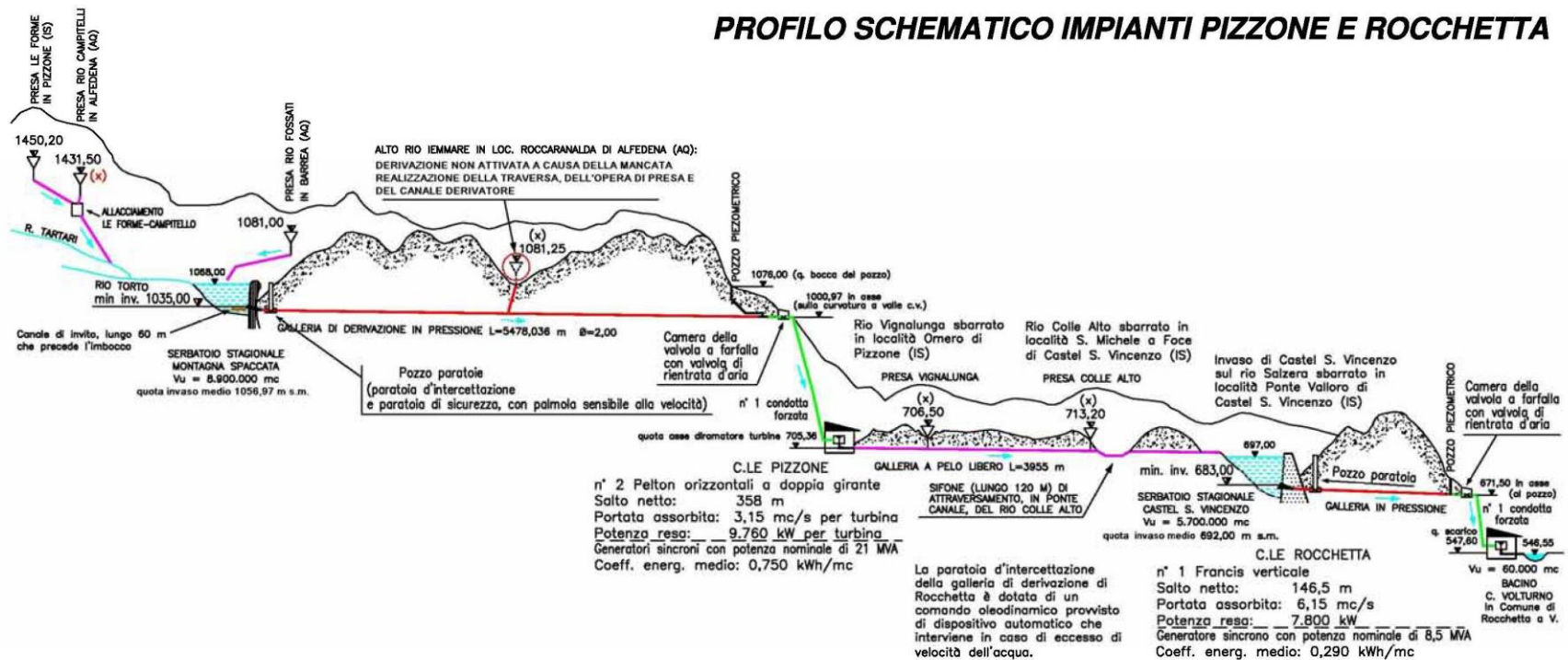
### COROGRAFIA IMPIANTI PIZZONE E ROCCHETTA





(x) Quota della soglia sfiorante della vasca di calma annessa alla traversa.

## PROFILO SCHEMATICO IMPIANTI PIZZONE E ROCCHETTA





## 2.1. SERBATOIO DI MONTAGNA SPACCATA SUL RIO TORTO

Il serbatoio di Montagna Spaccata è stato realizzato negli anni '50 e collaudato nella attuale configurazione nell'Ottobre 1960.

Esso intercetta il Rio Torto, affluente del F. Sangro, mediante la realizzazione delle seguenti tre dighe:

- 1) diga principale a volta a doppia curvatura impostata nella strettissima gola del Rio Torto realizzata in calcestruzzo di cemento ed avente altezza massima di 85,5 m; il relativo coronamento si trova a quota 1071 m.s.m., la soglia tracimabile dello scarico di superficie si trova a quota 1068 m.s.m.
- 2) diga secondaria muraria a gravità alleggerita, costruita da n. 29 speroni posti ad un interasse di 5 m, ubicata sulla destra della diga a volta, caratterizzata da un'altezza massima di 14,4 m;
- 3) diga secondaria in muratura a pietrame a secco con manto di tenuta in lastre di c.a. situata all'estrema destra dello sbarramento principale, avente un'altezza massima di 16,7 m.

Come detto, la quota di coronamento delle dighe è a 1071 m s.m., con la quota massima di regolazione del bacino a 1068 m s.m.

Il volume totale di invaso è pari a 9.120.850 m<sup>3</sup>.

Il volume utile della diga principale è di circa 8.219.500 m<sup>3</sup>, con quota di massimo svaso a 1.035 m.s.m.

Il relativo scarico di superficie, modificato nel 1956 rispetto a quello previsto in origine, è costituito da uno sfioratore con soglia sfiorante a 1068 m.s.m. dello sviluppo di 25 m, diviso in cinque luci a profilo Creager Scimemi.

È stato dimensionato per una portata di massima piena calcolata dal progettista con metodo di Giandotti, Forti e Gherardelli, corrispondente ad un evento della durata di 6 ore, con un idrogramma a forma triangolare con punta massima di portata pari a 180 m<sup>3</sup>/s.

Secondo i calcoli del Progettista, l'effetto di laminazione del serbatoio determinerebbe una portata massima in arrivo alla soglia di sfioro di 122/128 m<sup>3</sup>/s, cui corrisponderebbe un battente di 1,73 m (1069,73 m.s.m.).



Figura 2-1: Serbatoio di Montagna Spaccata

## 2.2. OPERE DI PRESA E DERIVAZIONE IN GRONDA AL SERBATOIO DI MONTAGNA SPACCATA

### 2.2.1. OPERE DI PRESA E DERIVAZIONE DAL RIO FOSSATI

L'opera di sbarramento e presa dal Rio Fossati sorge nel Comune di Barrea, a quota 1081 m s.m. La presa avviene in sponda destra del Rio, attraverso due luci identiche attraverso le

quali i deflussi captati vengono addotti ad un breve tratto di canale che termina in una vasca dissabbiatrice.

Dalla parete finale della vasca, ha poi inizio il canale di derivazione che sfocia nel serbatoio di Montagna Spaccata.

#### **2.2.2. OPERE DI PRESA E DERIVAZIONE DAL RIO LE FORME**

L'opera di sbarramento sul Rio Le Forme è situata in località Val Pagana del Comune di Pizzone, a quota 1450,20 m s.m.

I deflussi derivati vengono raccolti dapprima in una vasca di calma per poi transitare verso una vasca dissabbiatrice. Al termine di tale vasca ha inizio il canale di derivazione a sezione variabile, che termina con una tubazione in cemento del diametro di 0,4 m sboccante nel comparto di calma della Vasca Campitelli.

#### **2.2.3. OPERE DI PRESA E DERIVAZIONE DAL RIO CAMPITELLI**

L'opera di presa dal Rio Campitelli è situata a quota 1431,5 m s.m. ed è costituita da una vasca interrata provvista di bocca di presa larga 1 m e lunga 10 m protetta da una griglia con sovrastante strato di pietrame avente funzione di filtro.

Tale opera intercetta le acque provenienti da monte lungo un impluvio naturale e le convoglia ad un pozzetto di raccolta, da cui si diparte un canale interrato di lunghezza pari a 20 m, che confluisce nella Vasca Campitelli costituita da un comparto di calma e da un comparto di carico.

Nel primo di questi comparti sbocca anche la tubazione proveniente dall'opera di presa su Rio Le Forme, precedentemente descritta.

Le acque qui raccolte tracimano tramite uno sfioratore dal primo al secondo comparto al cui termine ha inizio il canale di adduzione al serbatoio di Montagna Spaccata.

#### **2.2.4. OPERE DI PRESA DAL SERBATOIO DI MONTAGNA SPACCATA**

L'opera di presa è situata sulla sponda destra del serbatoio di Montagna Spaccata ed è preceduta da un canale d'invito della lunghezza di circa 60 m.

Esso ha uno sviluppo longitudinale complessivo di 11,80 m, lungo il quale la sua sezione trasversale varia con continuità fino ad assumere alla fine forma circolare con diametro interno pari a 2,50 m, per raccordarsi al tronco di galleria di pari diametro della lunghezza di 135 m sito a monte del pozzo paratoie.

### **2.3. GALLERIA DI DERIVAZIONE IN PRESSIONE SERBATOIO MONTAGNA SPACCATA – CENTRALE DI PIZZONE**

La galleria di derivazione che collega idraulicamente il serbatoio di Montagna Spaccata con le turbine della Centrale di Pizzone presenta una lunghezza complessiva di 5.478,036 metri, una sezione trasversale di tipo circolare con diametro finito pari a 2 m ed una pendenza di fondo pari al 2,5‰.

L'opera di derivazione è stata realizzata con metodo tradizionale per le maggior parte del suo percorso ed è stata completata con getto di rivestimento in uno o due strati costituito da calcestruzzo semplice in alcuni tratti ed armato in altri.

La galleria presenta sei fori in calotta tra le progressive 2.610 e 2.620 che costituiscono la modalità di immissione del bacino Alto Iemmare (mai completata) ed una finestra della lunghezza di circa 290 metri scavata in roccia senza rivestimento, che interseca l'opera di derivazione alla progressiva 2.297 circa in sx idraulica e costituisce uno dei possibili accessi, raggiungibile dalla S.S. 158 Valle Volturmo, a piedi o con mezzi fuoristrada.

Un altro accesso è garantito dalla finestra "Monte Pizzone", di lunghezza circa 70 m intercettante la galleria alla progressiva 5.430 in sx idraulica. In questo caso l'accesso è raggiungibile esclusivamente tramite un impervio e scosceso sentiero pedonale di lunghezza circa 200 m.

### **2.4. POZZO PIEZOMETRICO (CENTRALE DI PIZZONE)**

Il pozzo piezometrico è stato costruito interamente interrato in c.a. e presenta forma cilindrica (h=16 m e Ø=2,40 m) con vasca d'espansione superiore a sezione rettangolare di

dimensioni interne pari a m 6,50×16,00 e quota massima di coronamento pari a 1080,645 m s.m.

Il pozzo è collegato alla galleria di derivazione mediante una canna diagonale  $\varnothing=2,00$  m della lunghezza di circa 57 metri cui segue una camera di alimentazione formata da un tronco cilindrico della lunghezza di 47 metri e di diametro interno pari a 3,50 m sovrapposto al tronco terminale della galleria di derivazione.

I due tronchi risultano collegati mediante n.12 (dodici) fori  $\varnothing=400$  mm.

## 2.5. CONDOTTA FORZATA (CENTRALE DI PIZZONE)

La condotta forzata si sviluppa in parte in galleria ed in parte all'aperto.

Il primo tratto presenta una lunghezza di 12,06 m bloccata in galleria, comprendente un raccordo tronco-conico  $\varnothing=2,00\div 1,60$  m che permette il collegamento al secondo tratto della condotta poggiato su sellette in galleria che presenta un diametro interno pari a 1,60 m, una lunghezza pari a 132,33 m e che termina con una valvola a farfalla, seguita da una valvola a rientrata d'aria, entrambe installate in apposita camera.

Dalla camera delle valvole in poi, la condotta si sviluppa totalmente all'aperto per un tratto pari a 462,65 m con diametro decrescente da 1,50 a 1,30 m fino alla sezione a monte del diramatore turbine.



Figura 2-2: Vista della condotta forzata dal piazzale della Centrale di Pizzone

## 2.6. CENTRALE DI PIZZONE ED OPERE ANNESSE

### 2.6.1. LA CENTRALE

La centrale di Pizzone è ubicata in un edificio costituito da un corpo principale che presenta dimensioni in pianta di 31,80 x 12,70 m ed altezza fuori terra pari a 10,80 m, ospitante la sala macchine, la sala quadri, il locale batterie e protezioni e la zona smontaggi.

La centrale presenta due gruppi di generazione formati da turbine Pelton a doppia girante ad asse orizzontale accoppiate a generatori sincroni con potenza nominale di 21 MVA.

Ognuna delle due turbine sfrutta un salto netto di 358 m, presenta potenza nominale pari a 9.760 kW e opera con una portata di acqua pari a 3,15 m<sup>3</sup>/s. La producibilità media annua è stimata essere di 14,9 GWh totali.

L'energia viene erogata sulle sbarre a 150 KV mediante montanti monoblocco tra i gruppi generatori ed i rispettivi trasformatori di potenza 10/150 KV, entrambi da 10,5 MVA ciascuno.

La sezione 20 kV dell'impianto è costituita da un unico sistema di sbarre dal quale partono tre linee denominate Volturmo 1° S, Montagna Spaccata e Pizzone.

### **2.6.2. LO SCARICO**

I deflussi scaricati da ciascuna turbina vengono immessi in due distinti canali paralleli con dimensione caratteristica pari a 1,80 m e lunghi rispettivamente 22 e 30 circa, che confluiscono in un collettore a sezione rettangolare con calotta ad arco ribassato della lunghezza di circa 40 m, a valle del quale ha inizio la galleria di scarico e derivazione in gronda verso il lago di Castel San Vincenzo.

Tale galleria presenta una lunghezza totale di 3875 metri con pendenza di fondo pari allo 0,9‰ a cui fa seguito un tratto di canale all'aperto di collegamento al serbatoio di Castel San Vincenzo della lunghezza di 80 metri.

## **2.7. OPERE DI PRESA E DERIVAZIONE DEL RIO VIGNALUNGA E DEL RIO COLLEALTO**

Nel tratto di galleria in uscita dalla Centrale di Pizzone che sfocia nel bacino di Castel San Vincenzo, sono presenti due ulteriori immissioni di deflussi idrici.

Il primo deflusso è quello appartenente al Rio Vignalunga, il cui sbarramento e presa avvengono ad una quota di 706,50 m s.m. in località Omero di Pizzone (IS). La presa avviene tramite un imbocco grigliato di dimensioni 2,50 x 2,50 m che permette ai deflussi di raggiungere una vasca di calma, collegata alla galleria di derivazione in uscita dalla Centrale di Pizzone tramite un canale di lunghezza circa 15 m.

Il secondo deflusso che viene raccolto a quota 713,20 m e immesso nella galleria di derivazione in uscita dalla Centrale di Pizzone è quello appartenente al Rio Colle Alto, sbarrato in località San Michele a Foce (IS). In questo caso, la presa avviene tramite una griglia orizzontale che permette ai deflussi di raggiungere una vasca dissabbiatrice tramite una canaletta di derivazione di ridotta lunghezza. Da qui, le acque proseguono il loro percorso attraverso un secondo canale di derivazione che porta fino alla vasca di carico connessa direttamente con la galleria di derivazione in uscita dalla Centrale di Pizzone, in gronda al bacino di Castel San Vincenzo.

## **2.8. SERBATOIO DI CASTEL SAN VINCENZO SUL RIO SALZERA**

Il serbatoio di Castel San Vincenzo è stato realizzato negli anni '50 e collaudato nel 1960 in località omonima sbarrando il Rio Salzera, affluente del F. Volturmo mediante la realizzazione di una diga in terra con nucleo centrale impermeabile in argilla, di altezza 25,50 m allo scopo di raccogliere l'acqua necessaria al funzionamento della Centrale idroelettrica di Rocchetta al Volturmo, posta in cascata alla precedentemente descritta Centrale di Pizzone.

Il lago artificiale raccoglie i deflussi in uscita dalla Centrale idroelettrica di Pizzone, a cui vengono aggiunti i deflussi dei Rii Vignalunga e Collealto e quelli del bacino imbrifero del Rio Salzera.

La quota massima di invaso nominale di esercizio è pari a 697 m s.m., alla quale l'invaso è pari a 5,75 milioni di m<sup>3</sup>.





**Figura 2-3: Serbatoio di Castel San Vincenzo**

La quota di massimo svaso è pari a 683 m.s.m.

Le opere di presa dal serbatoio di Castel San Vincenzo alla centrale di Rocchetta avvengono in sponda destra idraulica attraverso una derivazione posta a quota di soglia pari a 683,00 m s.m. costituita da una condotta di diametro pari a 2,0 m fino al raggiungimento di una paratoia piana di intercettazione.

Il relativo scarico di superficie è costituito da uno sfioratore con soglia sfiorante a 695,30 m.s.m. dotato di paratoia automatica a ventola con dimensioni di 300 x 1,70 m.

Secondo il progetto, lo scarico di superficie è in grado di smaltire 32,0 m<sup>3</sup>/s.

## **2.9. GALLERIA DI DERIVAZIONE IN PRESSIONE SERBATOIO CASTEL SAN VINCENZO – CENTRALE DI ROCCHETTA**

A valle della paratoia piana di intercettazione ha inizio la galleria di derivazione che permette ai deflussi idrici raccolti nel bacino di Castel San Vincenzo di raggiungere la Centrale di Rocchetta.

Tale galleria presenta una lunghezza pari a 1893,72 m, un diametro interno di 2,0 m e termina con un pozzo piezometrico circolare a doppio diametro (diametro inferiore = 5,80 m, diametro superiore = 4,80 m).

### **2.10. CONDOTTA FORZATA - CENTRALE DI ROCCHETTA**

La condotta forzata, che congiunge la galleria in pressione a quota 671,50 m s.m. con l'organo di intercettazione posto nell'edificio centrale a 574 m s.m., presenta una lunghezza di 189 m ed un diametro medio pari a 1,70 m.

A parte il tratto iniziale realizzato in galleria, la maggior parte della condotta si sviluppa totalmente all'aperto.

### **2.11. CENTRALE DI ROCCHETTA AL VOLTURNO**

L'impianto idroelettrico di Rocchetta al Volturno sorge poco distante dall'omonimo Comune in provincia di Isernia.

Esso sfrutta la portata idrica raccolta nel bacino di Castel San Vincenzo e convogliata fino all'edificio di centrale tramite un sistema di tubazioni e condotte. La portata massima disponibile è nell'ordine dei 6 m<sup>3</sup>/s, che permette di operare il gruppo di generazione della centrale formato da una turbina Francis ad asse verticale di potenza 7.800 kW accoppiata ad generatore sincrono di potenza nominale pari a 8,5 MVA.

La producibilità annua è stimata essere di 8271 kWh utilizzando un salto utile massimo di 146,50 m.



**Figura 2-4: Centrale di Rocchetto al Volturno**

L'energia prodotta, alla tensione di 10 kV viene inviata alla stazione di trasformazione posta nel piazzale della Centrale, che permette un innalzamento a 150 kV. La potenza viene poi immessa nella linea a 150 kV che collega l'impianto di Pizzone con la stazione primaria di Volturno I salto.

I deflussi sono raccolti in una condotta a valle della turbina Francis e scaricati nell'invaso del fiume Volturno che scorre nei pressi della Centrale.



### 3. INQUADRAMENTO IDROLOGICO

#### 3.1. DESCRIZIONE DELL'AREA DI STUDIO E DEL SISTEMA IDROLOGICO-IDRAULICO

##### 3.1.1. AREA DI STUDIO

Il sistema analizzato fa riferimento agli impianti di produzione idroelettrica di Montagna Spaccata e Castel San Vincenzo. Le due dighe sono idraulicamente connesse mediante un sistema di trasferimento tra diversi bacini idrografici dell'acqua turbinata a Montagna Spaccata che consente la produzione di energia alla Centrale di Pizzone, prima di collegarsi al serbatoio di Castel San Vincenzo.

L'area di studio comprende pertanto i bacini idrologici contribuenti agli impianti di produzione sopra menzionati:

- bacino del Rio Torto (affluente del Fiume Sangro), chiuso alla diga di Montagna spaccata (19.8 km<sup>2</sup>);
- bacino del Rio Salzera (all'interno del bacino del Fiume Volturno), chiuso alla diga di Castel San Vincenzo (2.9 km<sup>2</sup>);
- bacini del Rio Collealto e Rio Vignalunga (all'interno del bacino del Fiume Volturno), intercettati dal sistema di trasferimento a valle della Centrale di Pizzone (31.6 km<sup>2</sup>).

La figura che segue mostra l'inquadramento generale dell'area di progetto a cavallo tra i bacini dei Fiumi Sangro e Volturno e il dettaglio dell'area di studio, con i corpi idrici principali e le infrastrutture presenti, mentre la Figura 3-2 mostra una schematizzazione del sistema di trasferimento presente.

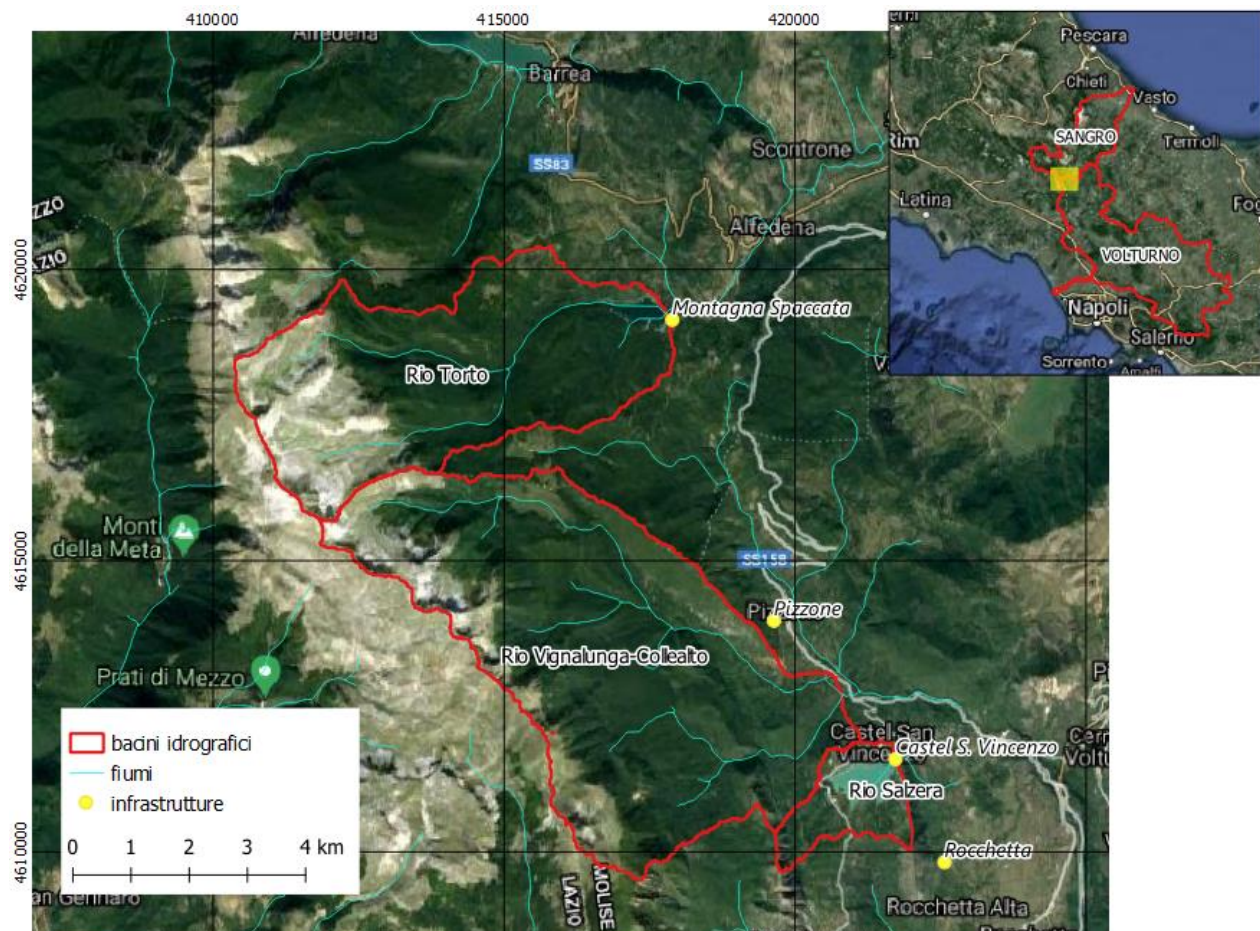
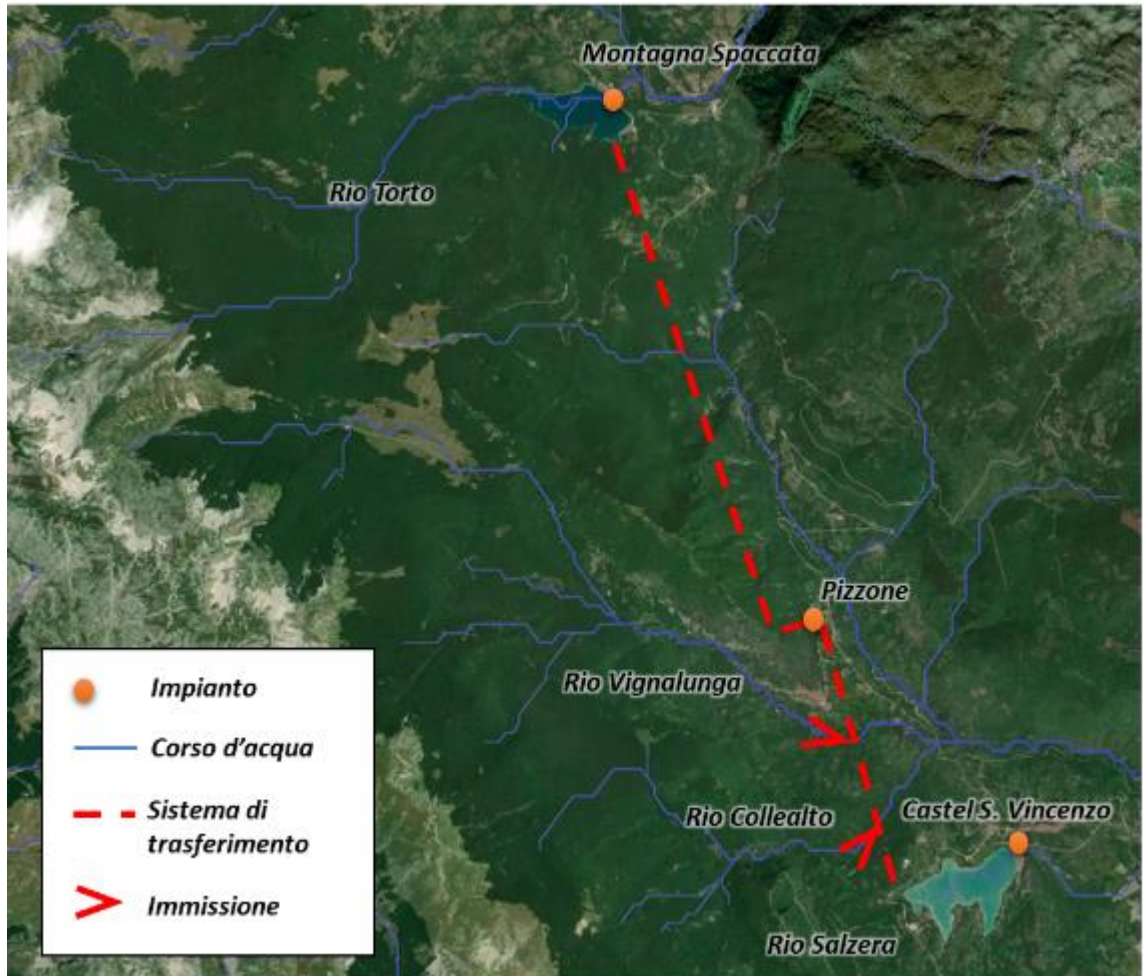


Figura 3-1. Inquadramento dell'area di studio (coordinate in sistema UTM33)



**Figura 3-2. Area di studio – schema del sistema di trasferimento**

### 3.1.2. ANALISI MORFOLOGICA DEI BACINI IDROGRAFICI

Per determinare le caratteristiche fisiche dei bacini imbriferi, definiti come sopra riportato, è necessario associare in modo univoco la linea di spartiacque del bacino alla coordinata corrispondente alla sua sezione di chiusura. La procedura è stata effettuata in ambiente GIS sulla base di un modello digitale del terreno (DEM), allestito a partire dai dati NASA SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)<sup>1</sup>, caratterizzato da una risoluzione pari a 30 metri.

Dal modello digitale del terreno viene innanzitutto determinata la mappa delle direzioni di drenaggio, che indica in ogni cella la direzione verso la quale la cella stessa trasferisce il deflusso superficiale. Elaborando la mappa delle direzioni di drenaggio si ricostruisce la matrice dell'area drenata cumulata (TCA, Total Cumulated Area): questa matrice riporta per ogni cella il numero di celle che complessivamente contribuiscono al deflusso che si raccoglie nella cella considerata. Da questa matrice viene quindi determinata l'area che contribuisce al deflusso di ogni specifica cella del bacino.

La TCA permette di individuare facilmente il reticolo idrografico in corrispondenza di quelle celle che hanno un'area drenata particolarmente elevata rispetto alle celle contigue (che

---

<sup>1</sup> [usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-shuttle-radar-topography-mission-srtm-1-arc?qt-science\\_center\\_objects=0#qt-science\\_center\\_objects](https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-shuttle-radar-topography-mission-srtm-1-arc?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects)



rappresentano invece i versanti e che hanno un'area drenata inferiore). Identificando la sezione di chiusura di un bacino sul reticolo estratto, e sulla base delle informazioni sulle direzioni di drenaggio, è possibile delimitare automaticamente lo spartiacque. La definizione della soglia di area drenata che implica il formarsi di una rete di drenaggio (detta 'soglia di canalizzazione') è frutto di un bilancio tra il vantaggio di tenere versanti grandi e reticolo poco esteso e lo svantaggio di rischiare una rappresentazione poco accurata. Considerando le raccomandazioni reperibili in letteratura e il livello di dettaglio necessario per lo studio, è stato stabilito di usare una soglia di dimensione pari ad 1 km<sup>2</sup>.

L'immagine seguente mostra come riferimento la mappa con il DEM, il reticolo idrografico e i sottobacini identificati attraverso la procedura sopra descritta.

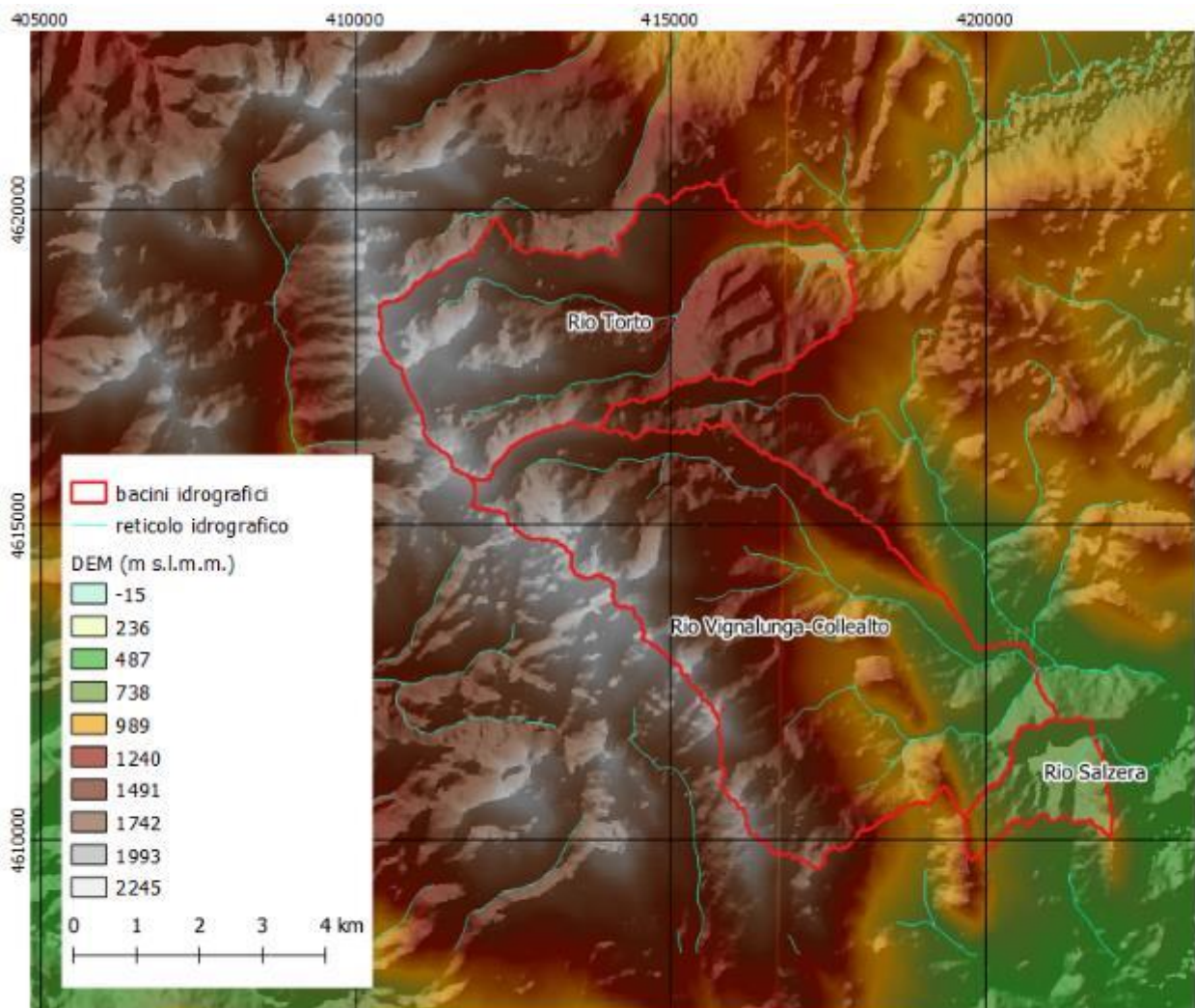


Figura 3-3. Analisi morfologica dell'area di studio

### 3.2. CARATTERISTICHE FISICHE E GESTIONALI DEI SERBATOI

Le caratteristiche delle dighe che formano i serbatoi di Montagna Spaccata e Castel San Vincenzo comprendono:

- caratteristiche fisiche delle dighe (essenzialmente le quote di gestione);
- curve di invaso dei due serbatoi, che mettono in relazione il livello dell'acqua sul livello medio del mare con il volume ritenuto e con la corrispettiva area;
- dati caratteristici dello scarico di superficie.

#### 3.2.1. CARATTERISTICHE FISICHE DELLE DIGHE

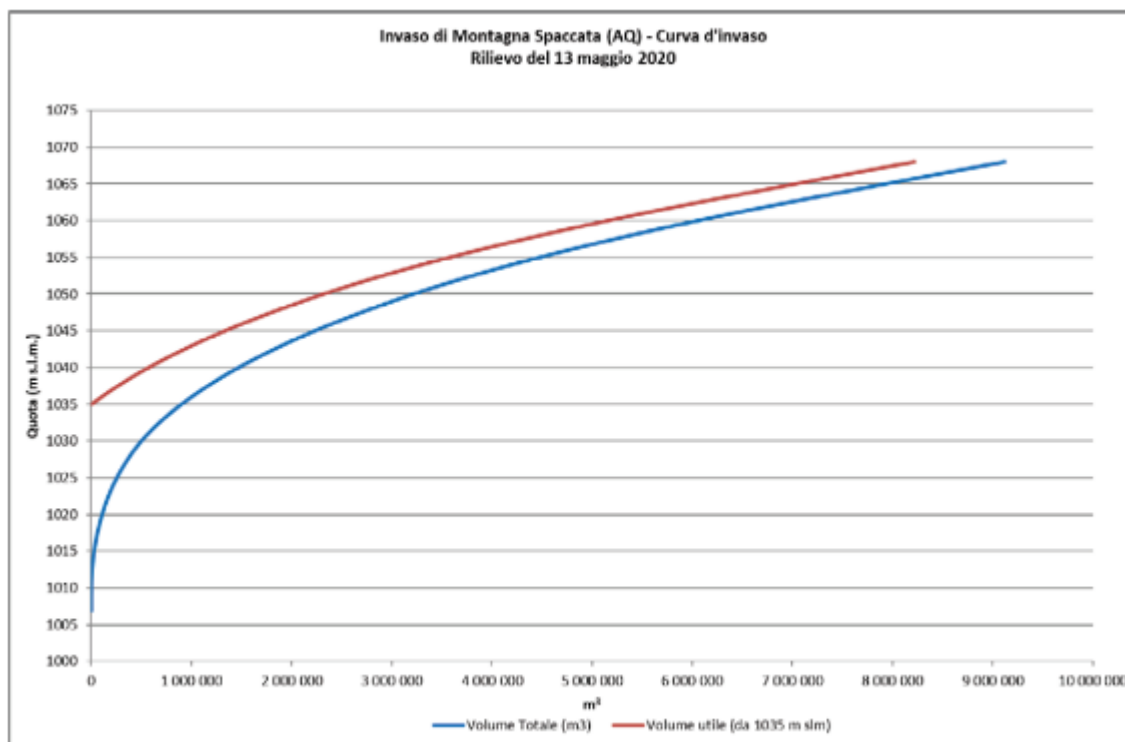
Le caratteristiche fisiche principali utili alla valutazione idrologica condotta sono riassunte come segue:

- Serbatoio Montagna Spaccata
  - Massimo livello di invaso: 1069.73 m s.l.m.m.
  - Minimo livello di invaso: 1035 m s.l.m.m.
  - Quota sfioratore/quota di massima regolazione: 1068 m s.l.m.m.
- Serbatoio C.S. Vincenzo
  - Massimo livello di invaso: 697.70 m s.l.m.m.
  - Minimo livello di invaso: 683 m s.l.m.m.
  - Quota sfioratore/quota di massima regolazione: 695.30 m s.l.m.m.

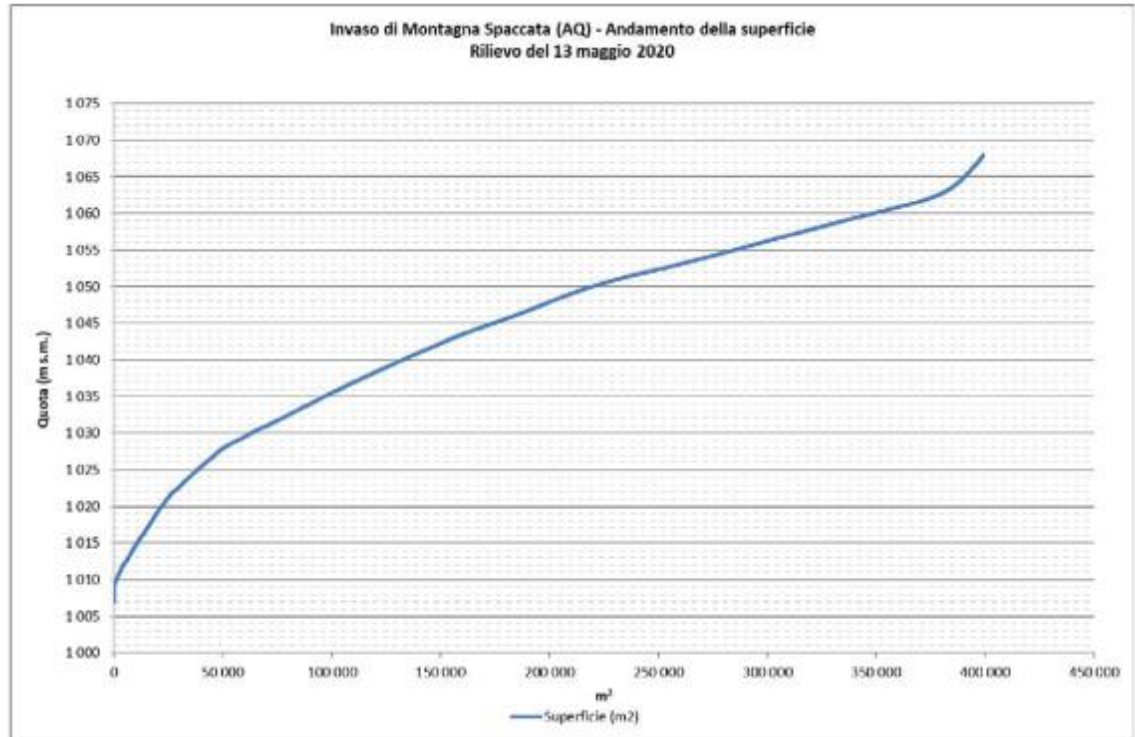
### 3.2.2. CURVE DI INVASO DEI SERBATOI

Le curve di invaso dei serbatoi sono disponibili grazie ad un rilievo effettuato ad hoc nel 2020. Per quanto riguarda Montagna Spaccata, l'elaborazione del rilievo effettuato il 13 maggio 2020 ha portato all'aggiornamento dei parametri che caratterizzano il serbatoio. Prendendo come riferimento la quota di massima regolazione di 1068,00 m s.l.m., sono stati ricavati i seguenti dati aggiornati:

- volume totale invasato (alla quota di 1068 m s.l.m.): 9'120'850 m<sup>3</sup>;
- volume utile invasato (rispetto al livello di minima regolazione di 1035.00 m s.l.m.): 8'219'500 m<sup>3</sup>.



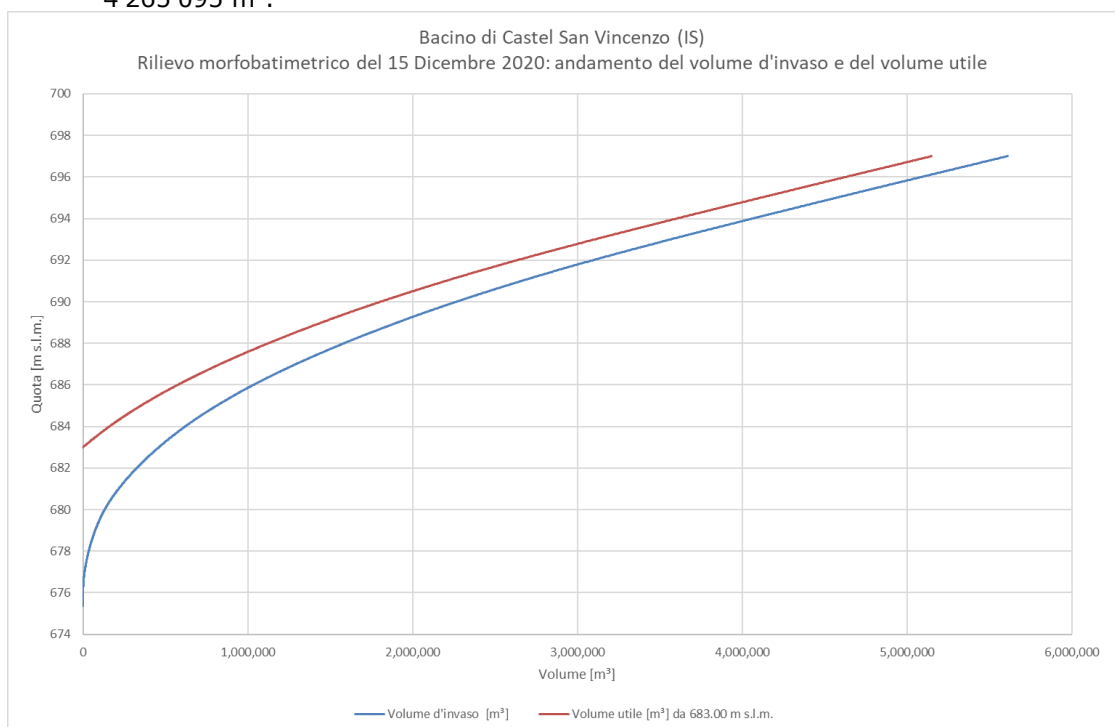
**Figura 3-4. Montagna Spaccata - Curva del volume totale invasato e del volume utile nel bacino**



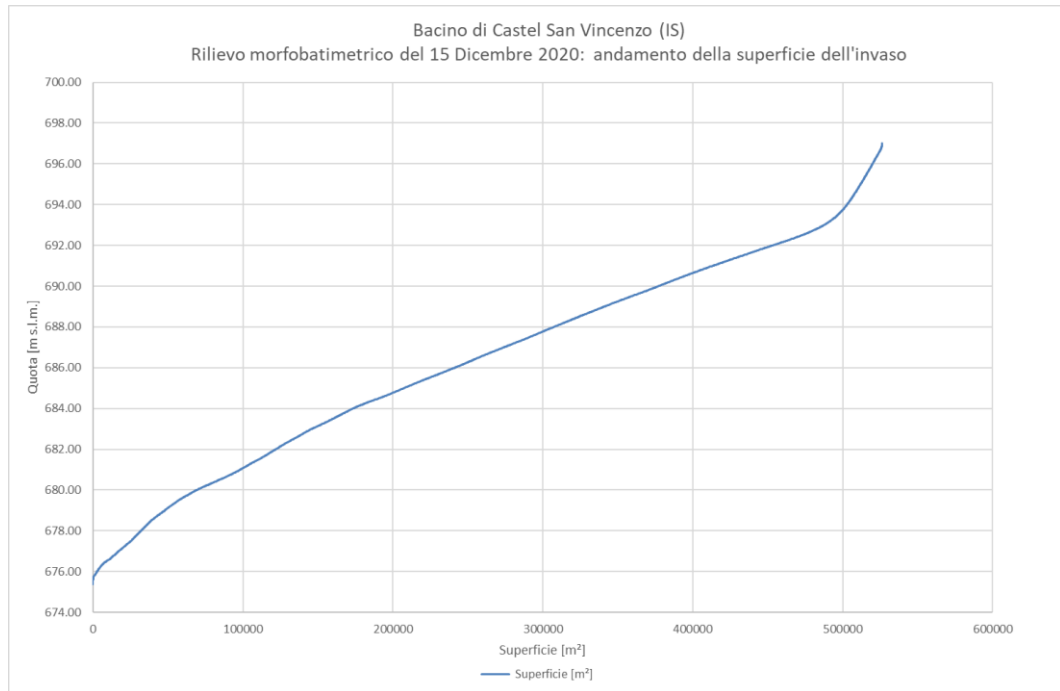
**Figura 3-5. Montagna Spaccata - Andamento della superficie del bacino in funzione della quota del pelo libero**

Per il serbatoio di Castel S. Vincenzo, l'elaborazione del rilievo effettuato il 15 dicembre 2020 ha portato all'aggiornamento dei parametri caratteristici come segue (prendendo come riferimento la quota di massima regolazione di 695.30 m s.l.m.):

- volume totale invasato (alla quota di 695.30 m s.l.m.): 4'725'000 m<sup>3</sup>;
- volume utile invasato (rispetto al livello di minima regolazione di 683 m s.l.m.): 4'265'095 m<sup>3</sup>.



**Figura 3-6. Castel S. Vincenzo - Curva del volume totale invasato e del volume utile nel bacino**

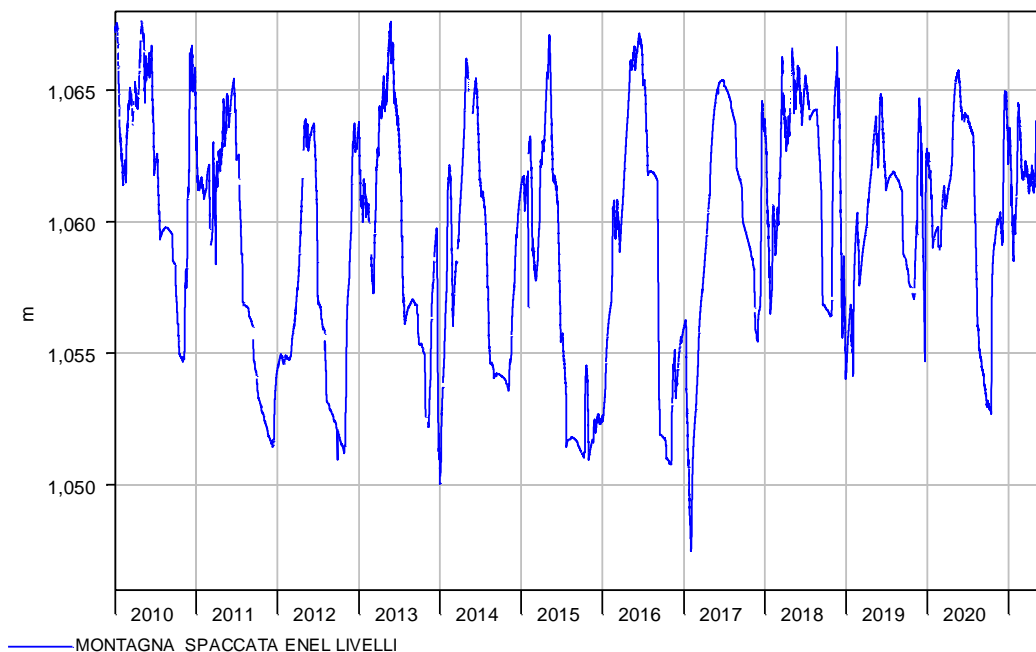


**Figura 3-7. Castel S. Vincenzo - Andamento della superficie del bacino in funzione della quota del pelo libero**

### 3.3. DATI OSSERVATI DISPONIBILI

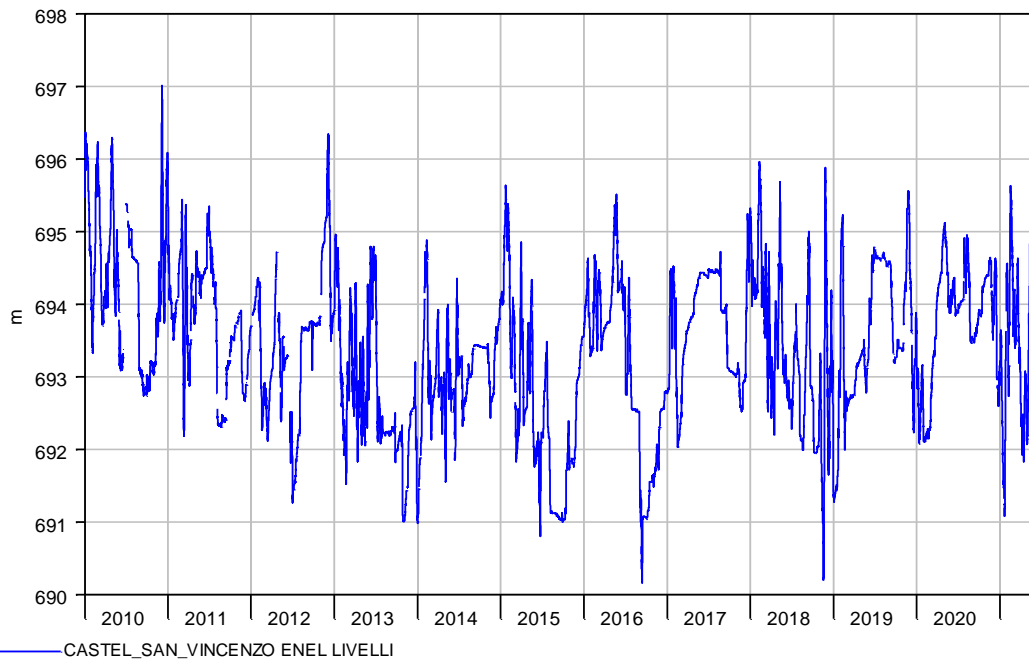
#### 3.3.1. LIVELLI IDRICI REGISTRATI

In termini di livelli idrici storici registrati nei due bacini, sono stati resi disponibili i valori misurati a passo orario nei serbatoi di Montagna Spaccata e Castel San Vincenzo nel periodo 2010-2021.



**Figura 3-8. Montagna Spaccata – livelli idrici registrati**

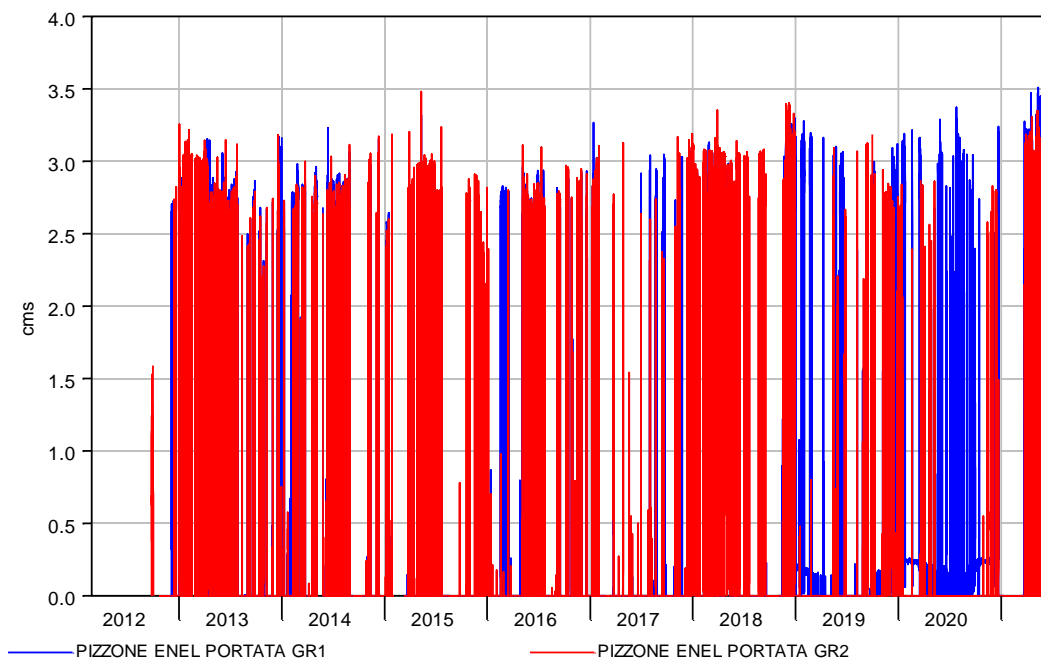




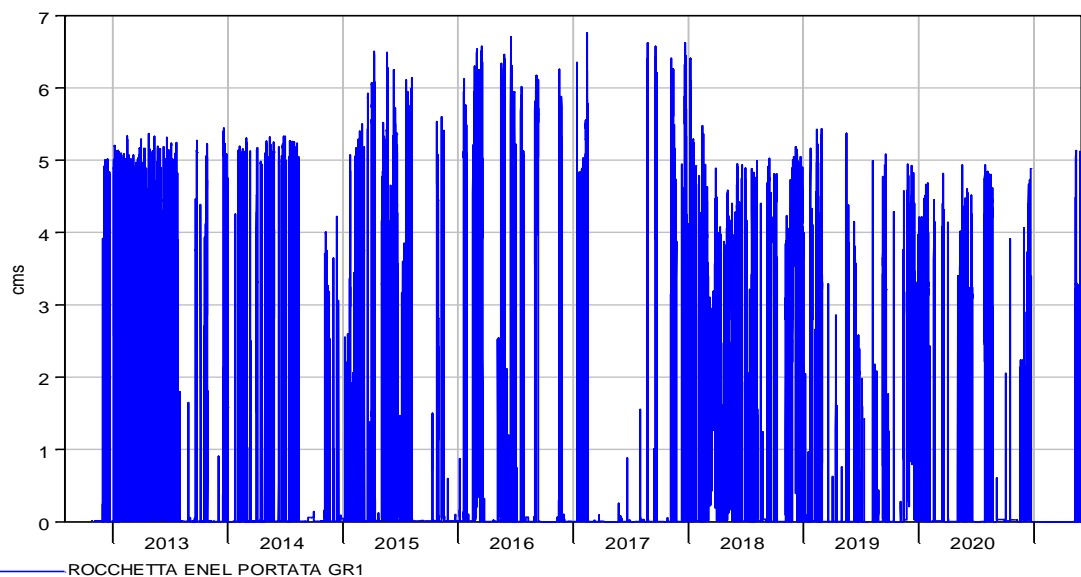
**Figura 3-9. Castel S. Vincenzo – livelli idrici registrati**

### 3.3.2. PORTATE OSSERVATE

Per quanto riguarda le portate turbinare in uscita dai serbatoi, sono state reperite quelle misurate a passo orario alla centrale di Pizzone e alla centrale di Rocchetta nel periodo 2012-2021.



**Figura 3-10. Centrale di Pizzone – Portata turbinata dalle due unità esistenti**



**Figura 3-11. Centrale di Rocchetta – Portata turbinata dall'unità esistente**

### 3.4. STIMA DELLE PORTATE IDROLOGICHE IN INGRESSO AL SISTEMA

A partire dalle informazioni osservate sopra descritte, sono state stimate le portate idrologiche in ingresso al sistema, secondo la procedura che segue:

1. Identificazione della finestra temporale comune ai dati di livelli e di portate osservati;
2. Filtraggio dei livelli e portate osservati: eliminazione dei livelli al di fuori del range di valori fisicamente consentiti e eliminazione delle portate turbinata negative;
3. Calcolo della portata totale in uscita da Montagna Spaccata, come somma della portata turbinata, di quella rilasciata a valle e di quella in uscita dallo scarico di superficie in caso di livelli superiori alla quota di sfioro;
4. Calcolo della portata in ingresso a Montagna Spaccata sulla base della curva di invaso e della portata in uscita;
5. Calcolo della portata totale in uscita da Castel S. Vincenzo, come somma della portata turbinata e di quella in uscita dallo scarico di superficie in caso di livelli superiori alla quota di sfioro;
6. Calcolo della portata in ingresso a Castel S. Vincenzo sulla base della curva di invaso e della portata in uscita, al netto del contributo proveniente da Montagna Spaccata;
7. Calcolo della media mobile su 7 ore, al fine di mediare per quanto possibile i salti dovuti allo schema orario di turbinamento.

La procedura utilizzata fornisce quindi una stima indiretta delle portate in ingresso al sistema, senza tenere in esame perdite per evaporazione o altre perdite, considerate implicitamente nell'ambito dell'approccio seguito basato sui livelli osservati.

I risultati di tale processo sono riportati nelle figure che seguono. In Tabella 3-1 vengono riportati i parametri caratteristici delle portate stimate, in termini di portata media e massima giornaliera e volumi annuali.

**Tabella 3-1. Parametri caratteristici delle portate idrologiche stimate in ingresso al sistema**

Serbatoio	Portata media (m <sup>3</sup> /s)	Portata massima (m <sup>3</sup> /s)	Volume annuale medio (MCM)
Montagna Spaccata	0.59	9.39	17.98
Castel S. Vincenzo	0.33	5.72	9.77



Green Power

HGT Design & Execution



GRE CODE

**GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.021.00**

PAGE

23 di/of 112

### **3.5. PIENA DI PROGETTO**

Nella documentazione resa disponibile su Montagna Spaccata e risalente agli anni della costruzione dell'invaso (anni '50), si desume che il progetto è stato redatto in riferimento ad una piena di progetto che viene ipotizzata ad andamento triangolare e con valore massimo di 180 m<sup>3</sup>/s, della durata di 6 ore.

Per quanto concerne la diga di Castel San Vincenzo, la massima portata viene definita pari a 50 m<sup>3</sup>/s e lo sfioratore è dimensionato per una portata massima di 32 m<sup>3</sup>/s.

## 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOTECNICO

### 4.1. INFORMAZIONE DISPONIBILE

La documentazione su cui è stato basato lo studio include sia quanto reso disponibile da Enel riguardo gli invasi esistenti e relative opere che dati di letteratura relativi ad alcune porzioni dell'area in esame.

In particolare, come base cartografica iniziale, è stata utilizzata la cartografia 1: 100.000 della Carta Geologica d'Italia, richiamata in Figura 4-6.

L'esame della documentazione è stato inoltre completato con analisi attraverso Google Earth e con i dati raccolti nel corso di ispezioni ai luoghi.

### 4.2. MORFOLOGIA E LINEAMENTI GENERALI DI GEOLOGIA

#### 4.2.1. MORFOLOGIA

L'area in cui sorgono gli invasi di Montagna Spaccata e Castel San Vincenzo e la Centrale di Pizzone, mostrata in Figura 4-1, è ubicata nell'Appennino Abruzzese-Molisano, tra i Comuni di Castel San Vincenzo e Pizzone in Provincia di Isernia e Alfedena, in Provincia dell'Aquila.

I caratteri morfologici dell'area, sembrano dettati dall'intensa attività tettonica che ha interessato l'area, a seguito della quale, le sequenze calcareo-cristalline competenti connotano l'area con pendici ad acclività sensibile (di rado inferiore ai 15°) e marcano il territorio con linee aspre e dai caratteri geometrici netti e ben definiti, rispetto a tutto il settore di fondovalle.

Le linee della morfologia sono essenzialmente controllate da una morfogenesi legata alla tettonica, che ha agito ed agisce in modo intenso, più che alla azione degli agenti esogeni, visto che i tipi litologici attraversati presentano una rilevante resistenza all'erosione.

I processi di disfacimento chimico-fisico e meccanico della parete lapidea hanno comunque portato all'accumulo di coltri detritiche, sia prettamente rocciose alla base del crinale carbonatico, che rocciose e terrose nelle aree non solo di fondovalle.

Nei settori con dominio delle sequenze sedimentarie alto-mioceniche, per lo più pelitico-arenacee, si riscontra una sensibile generale diminuzione delle acclività delle pendici, morfologie caratterizzate da lineamenti dolci ed "arrotondati", maggior omogeneità di paesaggio con montonature ed avvallamenti.

In sintesi, i processi morfo-dinamici che interessano le sequenze sedimentarie in affioramento agiscono in funzione della competenza dei sedimenti in posto, rinvenendosi esclusivamente fenomeni di crollo e/o ribaltamento di poliedrici blocchi rocciosi eterometrici interessanti i rilievi calcareo-cristallini e prevalenza di fenomeni deformativi-gravitativi di tipo viscoso-plastico diffusamente sparsi e concentrati negli spessori più superficiali delle facies a litologia più francamente argillosa.

Per quanto attiene la stabilità morfologica dell'area, si segnala che sono evidenziati o censiti dissesti gravitativi in atto in prossimità delle aree interessate dagli interventi.

Con riferimento alle figure proposte di seguito, si osserva che tutta l'area oggetto d'interesse è interessata da movimenti più o meno superficiali favoriti dalla presenza della coltre detritica e da caduta di massi.

#### 4.2.2. TRATTI ESSENZIALI DELLA GEOLOGIA REGIONALE

L'Appennino Abruzzese-Molisano nel suo complesso è rappresentato in Figura 4-2 e Figura 4-3. Un tratto strutturale significativo è costituito dal fatto che le unità geologico-strutturali sono giustapposte in un sistema di scaglie tettoniche accavallatesi nel corso dell'orogenesi neogenica sull'avampaese indeformato secondo geometrie di tipo *duplex* (Figura 4-4) e determinando un assetto attuale che mostra notevoli variabilità litologiche e tettoniche.

La complessità dell'assetto strutturale è sicuramente legata, oltre che ai differenti cinematismi delle varie unità, ad alcune antiche linee tettoniche sulle quali si sono impostati i *thrust* neogenici.

Un ruolo di fondamentale importanza è stato svolto dalla tettonica trascorrente del Pliocene superiore, a prevalente direzione WSW-ENE e N-S, che si è imposta sui precedenti

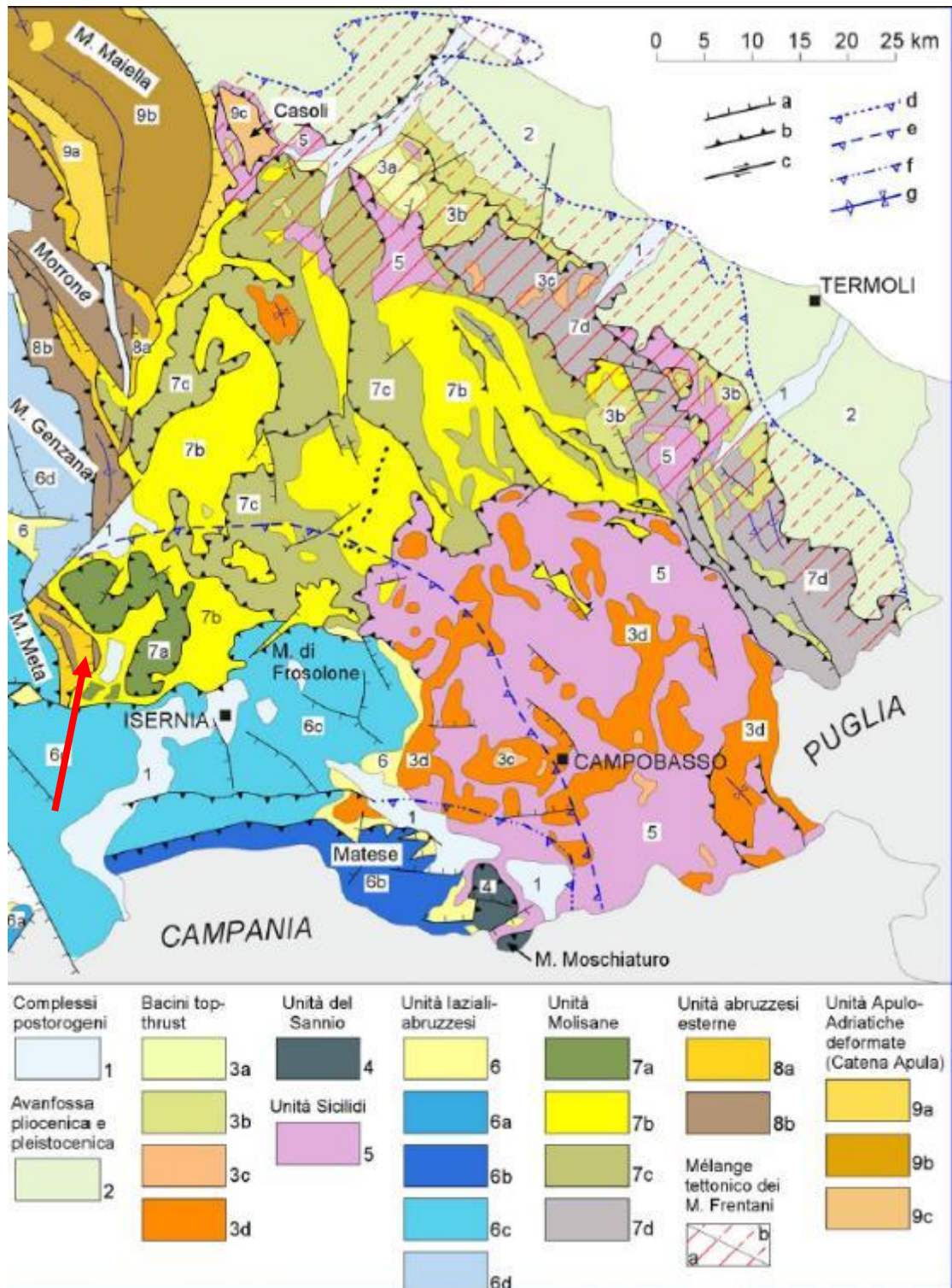
lineamenti compressivi.

L'ultima fase tettonica è rappresentata dalla distensione quaternaria che, unitamente alle fluttuazioni climatiche quaternarie, ha determinato l'attuale assetto morfostrutturale.



**Figura 4-1 - Vista aerea dell'area di intervento tra i laghi di Montagna Spaccata a monte e Castel San Vincenzo, a valle**





- a. Faglie normali;
- b. Faglie inverse e sovrascorrimenti;
- c. Faglie trascorrenti;
- d. Fronte esterno sepolto del prisma di accrezione appenninico;
- e. Fronte sepolto dell'Unità della Montagnola di Frosolone;
- f. Fronte sepolto dell'Unità del Matese;
- g. Assi di pieghe.

**Figura 4-2 - Schema strutturale dell'Appennino abruzzese-molisano (la freccia rossa indica l'area studio). Da Carta Geologica del Molise-Livio Vezzani, Francesca Ghisetti, Andrea Fiesta. 2004**



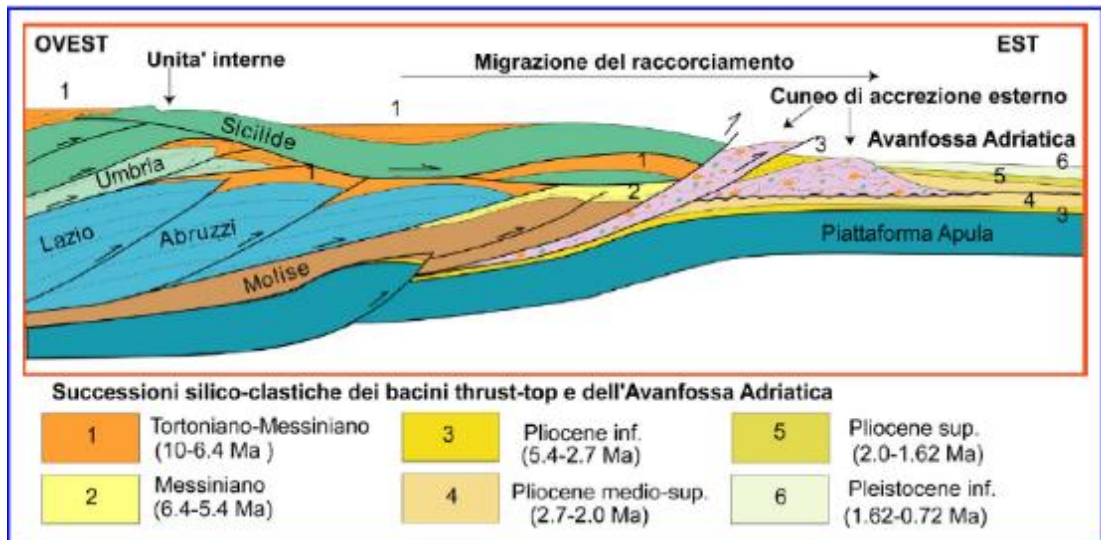


Figura 4-3 - Sezione schematica della catena appenninica

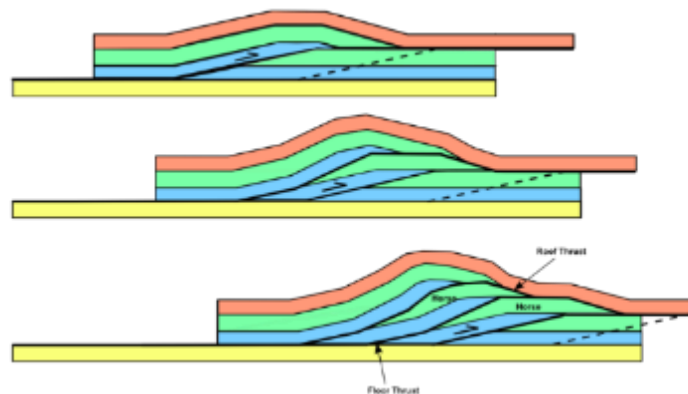


Figura 4-4 - Schema faglie tipo duplex. Da Carta Geologica del Molise-Livio Vezzani, Francesca Ghisetti, Andrea Fiesta.2004

#### 4.3. UNITÀ STRATIGRAFICHE DI INTERESSE

Il settore dell'Appennino interessato dal Progetto di Montagna Spaccata è caratterizzato dalla presenza di unità geologico-strutturali appartenenti a differenti domini paleogeografici:

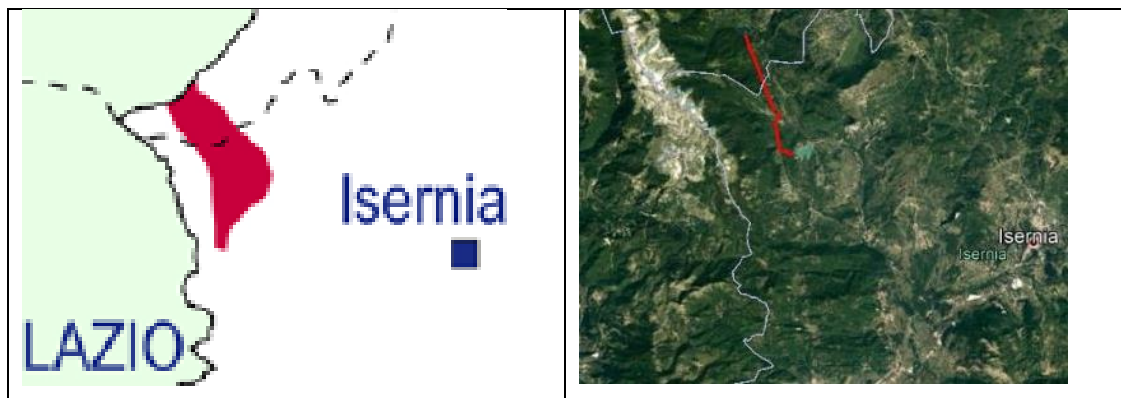
- la piattaforma carbonatica laziale-abruzzese;
- la piattaforma carbonatica apula;
- i bacini Molisano e del Greco-Genzana che rappresentavano l'elemento di separazione tra le due piattaforme carbonatiche.

In relazione all'area di studio, le successioni e le unità presenti nell'area sono riferibili a:

- 6. Depositi sintettonici dei bacini di avanfossa a tetto delle unità carbonatiche laziali-abruzzesi (Messiniano - Tortoniano p.p.), in particolare la successione 6c, carbonatica preterrigena meso-cenozoica in facies da piattaforma a scarpata-bacino (Unità dei M. della Meta e di Venafro, del Matese Nord-occidentale e della Montagnola di Frosolone)
- 7. Unità Molisane: Le unità di interesse risultano essere le seguenti:
  - o 7a. Successione preterrigena in facies di scarpata-bacino dell'Unità di Montenero Val Cocchiara (Tortoniano superiore - Albiano)

- 7b. Flysch di Agnone (Messiniano)
- 8. Unità della piattaforma carbonatica Abruzzese esterna:
  - 8a. Flysch di M. Porrara (Messiniano)
  - 8b. Successione carbonatica preterrigena meso-cenozoica dell'Unità di M. Morrone, M. Porrara, M. Arazzecca e delle "Rocchette"

L'area di studio illustrata in Figura 4-5, si trova quindi in corrispondenza dell'Unità della Piattaforma carbonatica Abruzzese esterna, che si sviluppa in un lungo e stretto corridoio orientato circa N-S, sormontata, ad Ovest, dalla Unità della Piattaforma Laziale-Abruzzese e dalle sue facies di transizione a bacino (M. Genzana) e sovrascorsa, ad Est, dalle Unità Molisane.



**Figura 4-5 - Distribuzione degli affioramenti della Piattaforma carbonatica Abruzzese esterna; a dx tracciato attuale condotta.**

Le unità geologiche attraversate dalla condotta esistente sono le seguenti:

- A) **Formazione di M. Mattone:** con un'età compresa tra il Titonico ed il Valanginiano ed uno spessore in affioramento di circa 200 m, depostasi prevalentemente in un ambiente di piattaforma carbonatica subsidente e soggetta a brevi periodi di emersione; si tratta di calcari e calcareniti ad ooidi con gasteropodi, alghe dasycladacee e foraminiferi bentonici.

Nella parte bassa si rinvencono ostracodi, miliolidi e frammenti di gasteropodi, mentre nella parte superiore si segnala la presenza di echinidi ed alghe calcaree.

Tutta la serie risulta caratterizzata da una stratificazione ben riconoscibile, con spessore degli strati variabile da 45 cm a 2,5m circa; in alcune zone sono visibili livelli bauxitici e breccie arrossate.

- B) **Formazione di Pizzone:** sono calcareniti e calcari marnosi a briozoi e litotamni sedimentatisi in facies di rampa carbonatica nel periodo Langhiano- Tortoniano, con uno spessore di circa 130m; tali litotipi, sono in concordanza angolare con i sottostanti calcari della formazione di Monte Mattone e mostrano spessori di strato in affioramento pari a 50-70cm. Verso l'alto, con l'aumento della componente terrigena, si osservano strati fogliettati con presenza di macroforaminiferi, anellidi e rari brachiopodi.

- C) **Flysch di Castelnuovo:** sono depositi terrigeni messiniani di avanfossa, che risultano costituiti da associazioni silicoclastiche prevalentemente pelitico-arenacee e sono caratterizzati da un livello basale di marne calcaree e glauconitiche (*hard ground*) a foraminiferi planctonici e bivalvi di circa 2m di spessore.

Le peliti si presentano sottilmente stratificate, mentre le arenarie risultano organizzate in strati con spessore massimo di 50cm.

Lo spessore massimo in affioramento è difficilmente valutabile a causa della giacitura che varia da zona a zona; da calcoli approssimativi, la potenza della formazione risulta attorno ai 200-250m.

D) **Depositi continentali e morenici:** i depositi continentali presenti nell'area sono dovuti a processi di erosione e sedimentazione ai quali hanno contribuito fenomeni glaciali, periglaciali, di dinamica fluviale e gravitativi.

I depositi morenici si estendono in un'area relativamente vasta e sono costituiti in prevalenza da coltri di materiale carbonatico di diversa origine ed età.

Gli affioramenti sono caratterizzati da breccie poligeniche, mal classate, debolmente cementate e talvolta con matrice rossastra, i cui clasti hanno dimensioni variabili da pochi millimetri a diversi metri con spessori locali del deposito che superano i 15m.

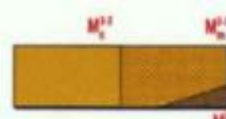
Depositi estesi sono anche quelli di natura gravitativa presenti alla base dei versanti.

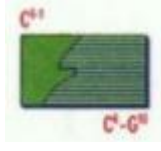
Il detrito di versante, non cementato, è costituito da blocchi di dimensioni variabili e, a differenza dei depositi morenici, non presenta materiale fino ma pezzame con dimensioni da decimetriche a metriche.

Spesso tale detrito è organizzato in coni che si sovrappongono ai depositi morenici.



**Flish di Castelnuovo:**  
Arenarie micacee alternate ad argille siltose e calcari marnosi. (M5-4 / Ma5-4)



	<p><b>Formazione M. Mattone:</b> Calcarei micritici (C2-G11)</p>	<p><b>Formazione di Pizzone:</b> Calcari organogeni (M3-2) -Calcari debolmente marnosi (M1-E3)</p>
<p>Depositi detritici (dt)</p>	<p>morenici (mo)</p>	

**Figura 4-6 - Estratto Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000. Legenda, linee blu condotte in progetto, linee nere sezioni geologiche**



#### 4.4. GEOLOGIA E GEOTECNICA

##### 4.4.1. INVASO DI MONTAGNA SPACCATA

##### 4.4.1.1. GEOLOGIA

I dati sono stati ricavati principalmente da elementi di geologia generale, riportati nella Relazione Geologica di questo progetto dalla relazione CESI sulle verifiche sismiche della diga di Montagna Spaccata e da osservazioni dirette e seguite nel corso delle visite.

Gli elementi fondamentali della geologia dell'invaso sono i Calcari Detritico-Organogeni del Miocene Medio, che occupano tutta la sponda sinistra, fino a circa metà invaso, e il Flysch marnoso-arenaceo che occupa la parte opposta dell'invaso e si estende verso sud e sud-est.

La linea di separazione tra le due formazioni potrebbe coincidere con la Faglia di Alfedena, almeno verso valle, ossia verso l'abitato di Alfedena. In realtà, la vista aerea di Figura 4-7 e Figura 4-8, suggerisce che la linea sia disturbata dalla presenza di un paleodistacco avvenuto nei calcari e che ha spostato l'asse del Rio Torto, poco a valle della sezione chiusa dalla diga (potrebbe essere questa l'origine del nome dato al Rio, nel qual caso il distacco potrebbe essere avvenuto in epoca storica).

In ogni caso, in corrispondenza dell'asse di ritenuta, il passaggio tra le due formazioni avviene tra la diga in muratura a speroni e quella in pietra a secco, verso la sponda destra.

Il massiccio calcareo su cui sono fondate la diga principale e la secondaria degrada da sinistra verso destra e presenta una faglia in direzione NO-SE, che forma un gradone morfologico proprio lungo l'asse di ritenuta. È possibile che la linea di transizione tra calcari e flysch assecondi questo gradone, per andare a passare in mezzo al lago.

Perpendicolarmente alla faglia NO-SE si è formata una profonda incisione lungo cui corre il Rio Torto e che è stata sbarrata dalla diga principale.

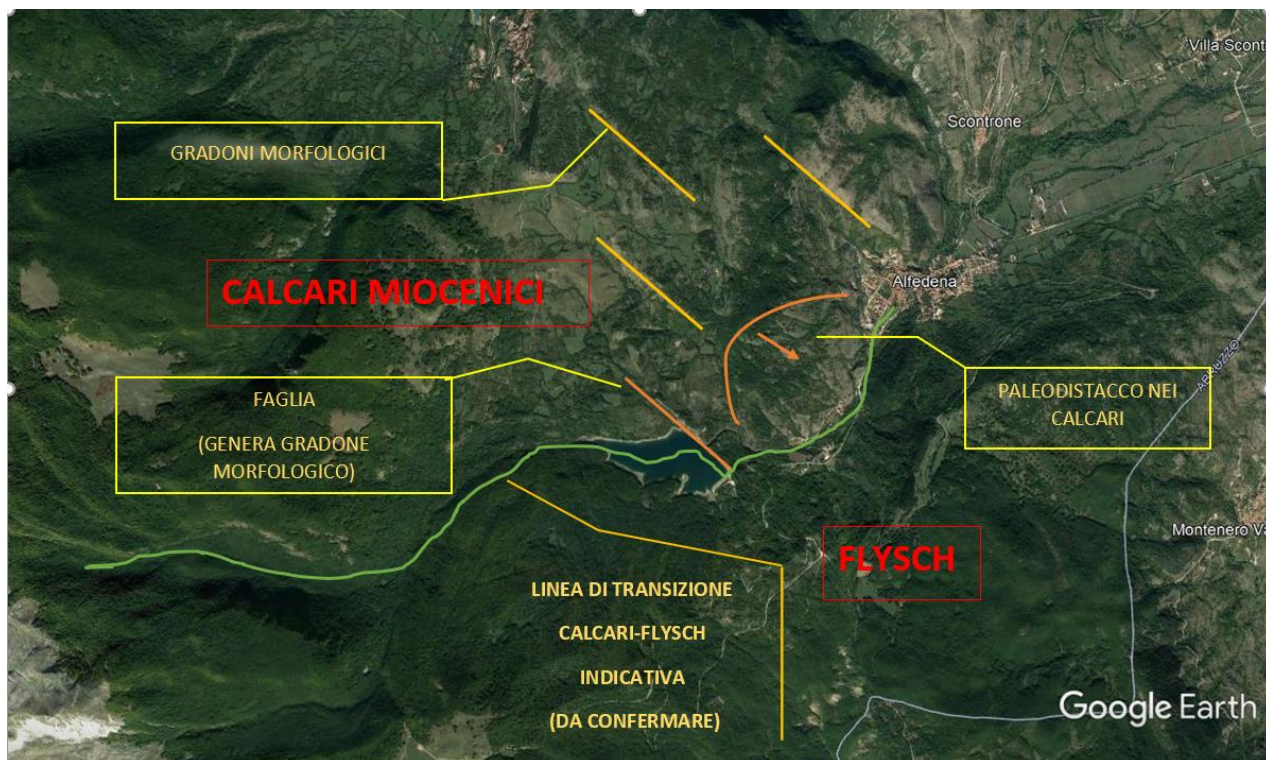


Figura 4-7 - Lago di Montagna Spaccata. Vista aerea con tratti significativi della geologia dell'area



**Figura 4-8 - Lago di Montagna Spaccata. Vista aerea con dettaglio sui tratti significativi della geologia in prossimità delle opere**

#### **4.4.1.1. ELEMENTI DI GEOTECNICA**

La diga principale ad arco è interamente impostata sui calcari organogeni del Miocene, in cui si è formata una profonda incisione a Y. La roccia calcarea è visibile in superficie fino a circa metà diga secondaria a speroni, di cui comunque costituisce la fondazione su tutta la sua estensione.

La roccia presenta buone caratteristiche in profondità, mentre superficialmente è decompressa e in parte alterata. Sulle spalle della diga principale, si osservano diverse famiglie di giunti, di cui una subparallela all'asse del RioTorto. Queste fessure potrebbero essere legate a un sistema preesistente sul quale si è sviluppata la forra, oppure derivare, per decompressione laterale, dalla presenza della forra. In particolare, da foto a distanza prese nel corso delle visite (Figura 4-9 e Figura 4-10), si può notare, in corrispondenza di scavi eseguiti presumibilmente nell'ambito dei lavori per la diga, la presenza di fratture aperte che da una analisi stereometrica potrebbero essere parallele all'asse del Rio Torto. Anche se l'apparenza suggerisce che le fratture siano superficiali e legate agli scavi, un approfondimento sulla presenza, natura ed estensione di questa o altri elementi di questo tipo riteniamo sia meritoria di attenzione, nelle future fasi dello sviluppo progettuale.

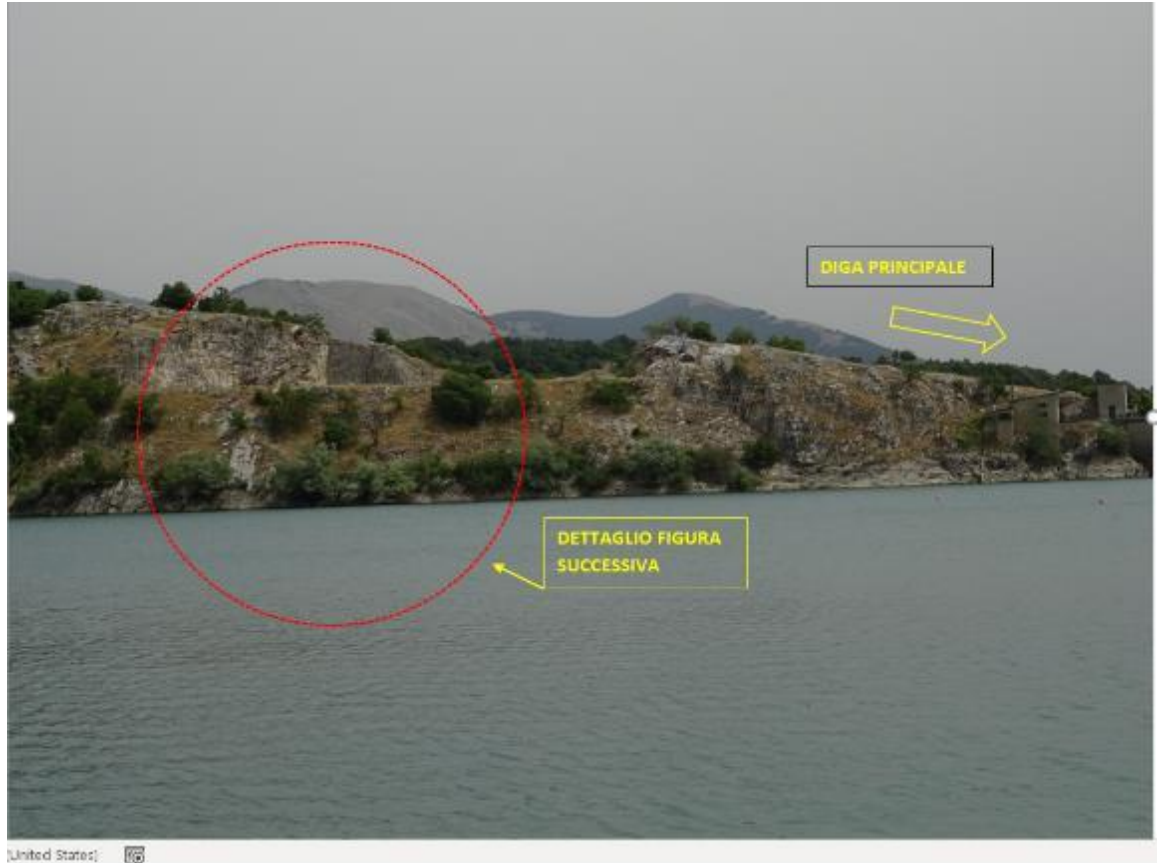
In ogni caso, questo sistema di giunti è importante in quanto consente l'ingresso dell'acqua dell'invaso nella sponda e nelle spalle della diga.

Ciò ha richiesto di perfezionare, in fase di costruzione della diga, la tenuta con iniezioni cementizie non solo sulle spalle e in fondazione delle dighe, ma anche nel tratto di collegamento e lungo il gradone in sinistra. Gli assorbimenti sono risultati di 200 kg/m di cemento per metro quadro di schermo per 70 m di profondità.

La diga in pietrame è interamente fondata su materiali descritti come argille siltose plumbee con sottili intercalazioni arenacee, dopo aver asportato una coltre superficiale alterata, di circa 2 m. I materiali sono descritti come di buone caratteristiche meccaniche e praticamente impermeabili.



Come discusso, il passaggio tra la fondazione calcarea e il flysch avviene tra la diga a speroni e quella in pietrame. La presenza della faglia subparallela all'asse delle dighe principali ha determinato la presenza di zone particolarmente alterate sotto l'imposta della diga a speroni, con conseguente necessità di importanti rimozioni di materiale scadente e ripristino con calcestruzzo di riempimento.



**Figura 4-9 - Invaso di Montagna Spaccata. Vista della spalla sinistra della diga principale. Il blocco di calcare miocenoco digrada verso la destra**

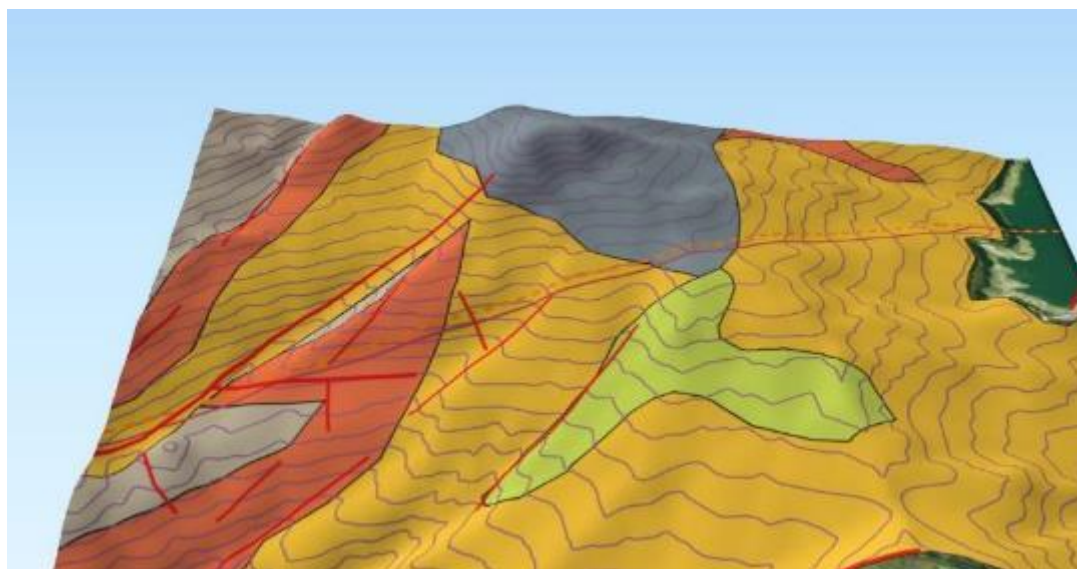


**Figura 4-10 - Invaso di Montagna Spaccata. Vista di dettaglio della precedente foto della spalla sinistra della diga principale. Dalla finestra generata da una cava di prestito dismessa, si nota che il calcare è interessato superficialmente dalla presenza di molte famiglie di giunti. Una frattura molto aperta potrebbe estendersi anche sotto al piano della cava.**

#### 4.4.2. TRATTO DI CONDOTTA TRA L'INVASO DI MONTAGNA SPACCATA E PIZZONE

Il tratto iniziale della condotta in progetto verrà realizzato all'interno dei Flysh di Castelnuovo (arenarie micacee alternate ad argille), che in base alla cartografia risulta essere la stessa formazione su cui insiste la diga e la porzione principale dell'invaso di Montagna Spaccata.

In generale le porzioni superiori di questa formazione sono prevalentemente pelitiche, mentre la frazione calcareo marnosa si trova alla base. Anche il primo tratto di condotta passa attraverso gli scisti di Castelnuovo. A circa 1,5 km di distanza dal Lago di Montagna Spaccata si approssima un'area che appare complessa dal punto di vista strutturale, intensamente fratturata e con faglie e possibili sovrascorrimenti, in cui passiamo attraverso la formazione di Pizzone poi ancora nei Flysh di Castelnuovo, per rientrare ancora nella formazione di Pizzone ed infine in quella di Monte Mattone, a circa 2.5-2.8 km dal lago.

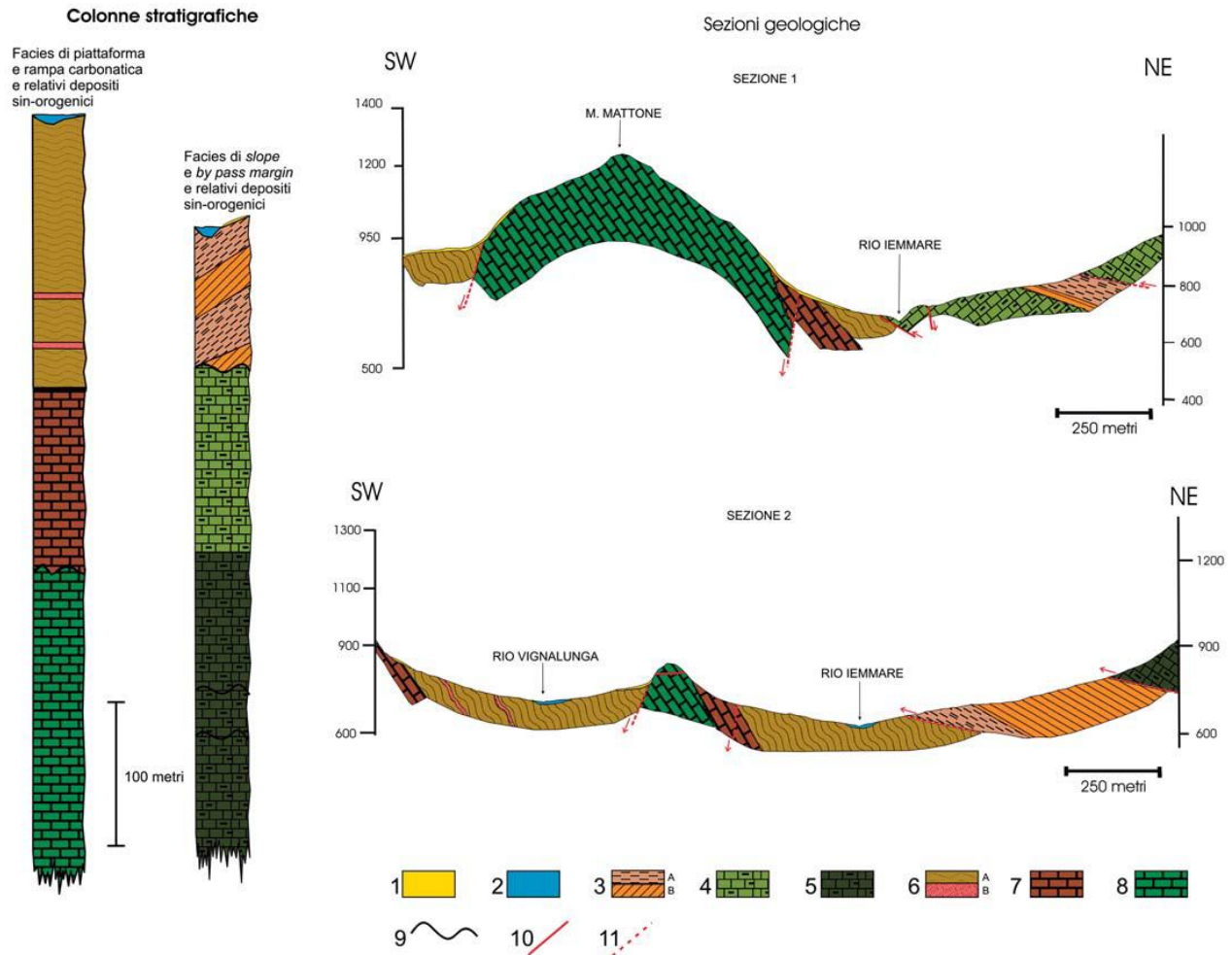


- Morene (mo)
- conoidi frane
- M4-3
- Formazione Pizzone (M3-2)
- M1-E
- Flysh Castelnuovo\_M 5-4
- Formazione Monte Mattone\_C4-G10

Figura 4-11 - Carta strutturale e geologica del tratto di monte della condotta in progetto

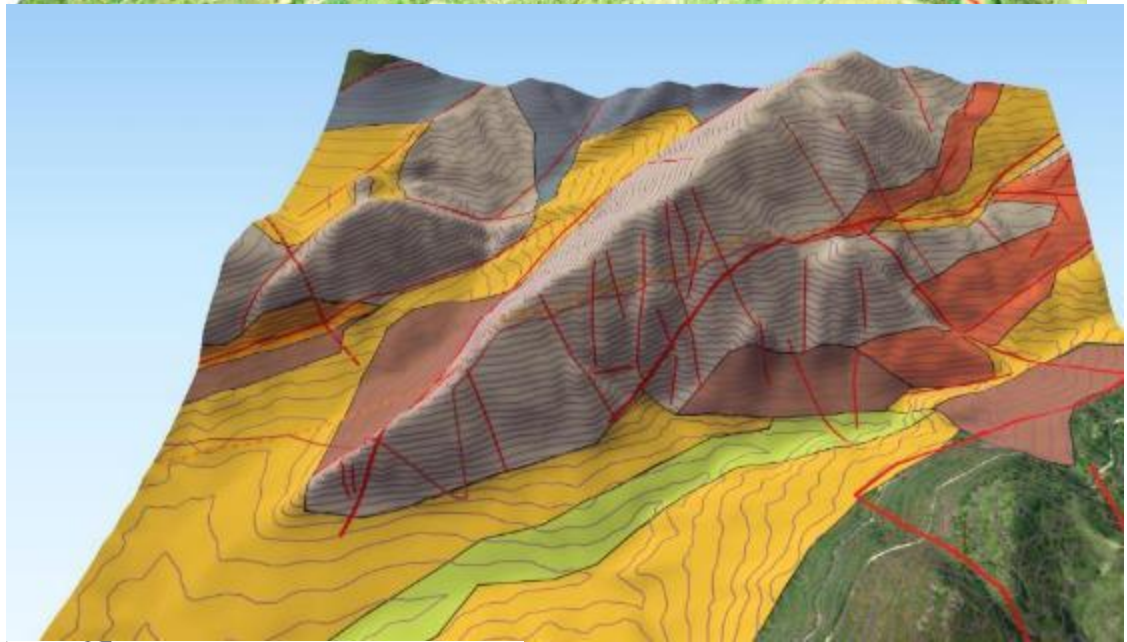
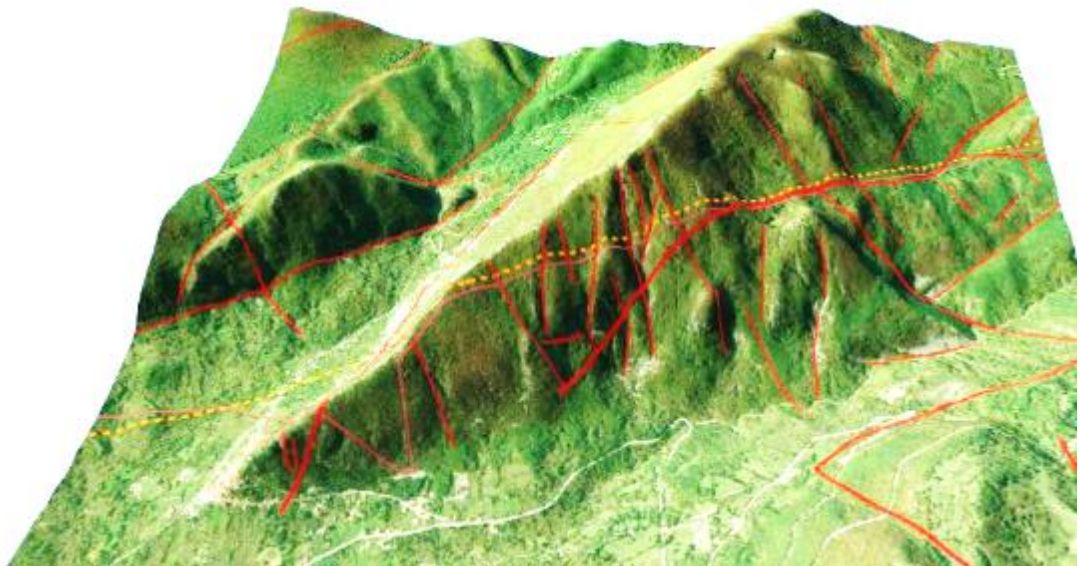
Lo schema geologico della zona di attraversamento dei calcari è stato definito a partire da uno studio condotto nei dintorni di Pizzone. La sezione geologica di riferimento è rappresentata dalla colonna stratigrafica proposta di seguito.

In questo tratto, lo scavo previsto, in base alla documentazione disponibile, passa attraverso la Formazione di Monte Mattone. All'interno della formazione di Monte Mattone saranno localizzati sia il pozzo piezometrico che la centrale di Pizzone. In questo tratto, dunque, verranno realizzate le opere principali del progetto



**Figura 4-12 - Sezioni geologiche (ubicazione riportata in figura precedente) e colonne stratigrafiche dell'area di studio. LEGENDA: 1) Detrito di falda; 2) Depositi fluviali; 3a) Flysch di Frosolone-facies pelitica; 3b) Flysch di Frosolone-facies arenacea; 4) Formazione di Macchiagodena; 5) Formazione dell'Omero; 6a) Flysch di Castelnuovo; 6b) Orizzonti pelitici all'interno del Flysch di Castelnuovo; 7) Formazione di Pizzone; 8) Formazione di M. Mattone; 9) Lacuna stratigrafica; 10) Lineamento tettonico; 11) Lineamento tettonico presunto.**





- Morene (mo)
- conoidi frane
- M4-3
- Formazione Pizzone (M3-2)
- M1-E
- Flysh Castelnuovo\_M 5-4
- Formazione Monte Mattone\_C4-G10

**Figura 4-13 - Carta strutturale e geologica del tratto centrale**

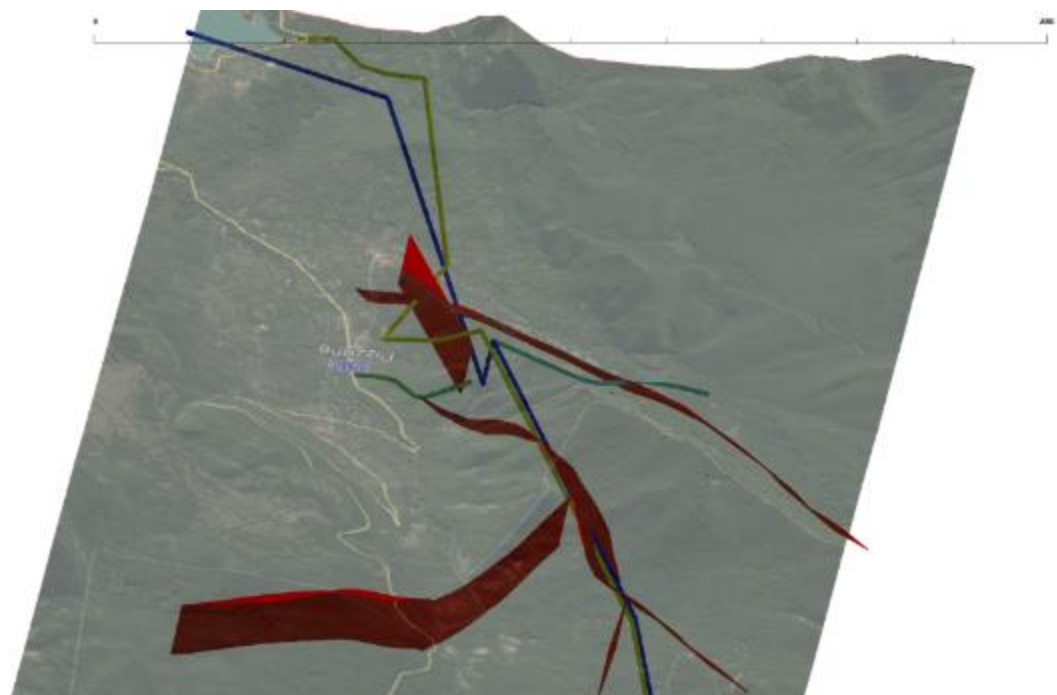


Dalle ispezioni condotte, il grado di fratturazione dell'ammasso roccioso carbonatico è molto alto, in carta sono stati riportati soltanto i principali lineamenti (fratture/faglie), ma a piccola scala la distanza tra piani di frattura è spesso submetrica.

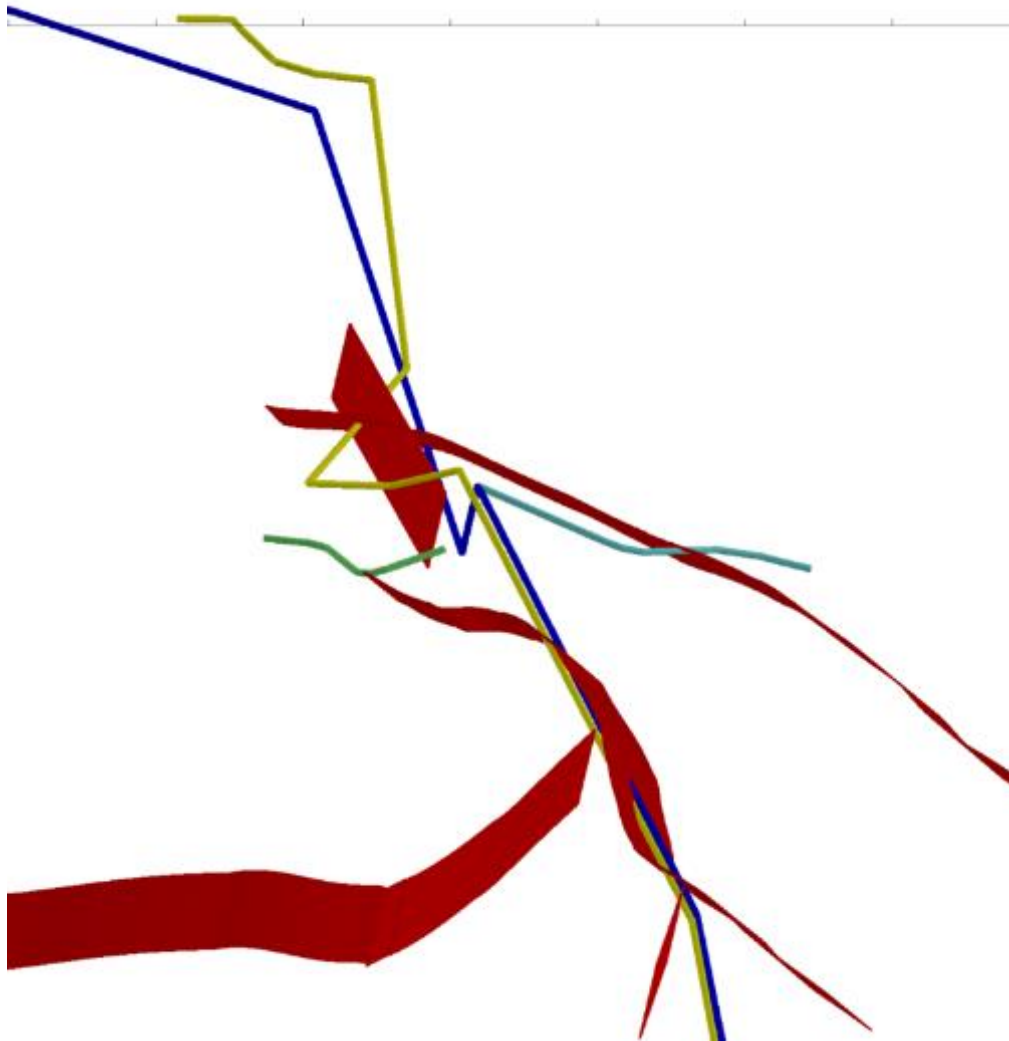
Al fine di avere una prima indicazione tra i rapporti tra questi piani di debolezza e lo scavo previsto, è stato realizzato un modello tridimensionale in cui sono stati plottati i piani di faglia e le opere.

La pendenza delle faglie è indicativa, in quanto estratta da una cartografia a grande scala che riporta una scala per range di pendenza, e non si esclude quindi che la pendenza possa variare nell'ordine dei +/- 10-15°.

Sono state comunque proiettate le principali faglie riportate in cartografia, in sintesi quelle che hanno un'alta probabilità di avere al loro intorno fasce di roccia disarticolata, con conseguenti possibili problematiche di stabilità dello scavo.



**Figura 4-14 - Vista da est verso ovest (in alto) e da nord verso sud (in basso) dell'opera complessiva. Linee blu e gialla condotte in progetto ed esistenti, fasce rosse faglie principali**



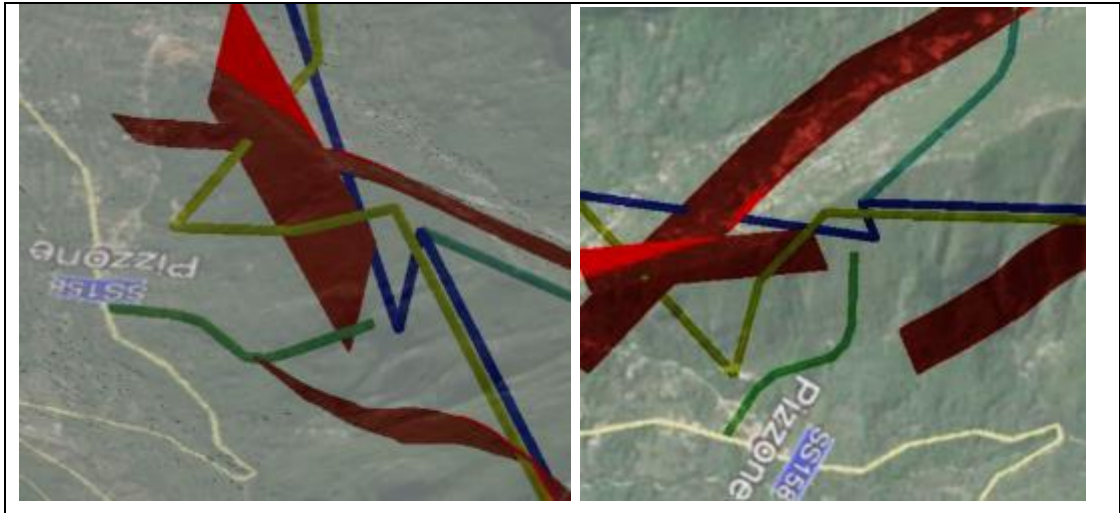
**Figura 4-15 - Rapporti tra faglie e condotte. Vista da nord verso sud. Linee blu e gialla condotte in progetto ed esistenti, fasce rosse faglie principali**

In questo tratto, grazie alla ripidità dei versanti del Monte Marrone e ad una minore copertura vegetale, è più agevole ricostruire l'andamento dei principali lineamenti tettonici e delle principali fratture, come evidenziato nei paragrafi precedenti.

Si ritiene opportuno in particolare concentrarsi sulla porzione che sarà interessata dal pozzo piezometrico di monte e dal camerone sotterraneo.

In base alle modellazioni condotte, il volume della centrale dovrebbe essere esterno ai principali piani cartografati, ma è indubbio che un prolungamento del lineamento di faglia più prossimo, al momento non visibile o non cartografato in superficie, potenzialmente potrebbe interessare il volume dello scavo.

Di seguito sono riportati due dettagli di questa porzione del progetto. Le caratteristiche dei lineamenti principali sono quelle riportate in cartografia ufficiale.



**Figura 4-16 - Assetto strutturale area pozzo piezometrico e centrale sotterranea. Linee blu e gialla condotte in progetto ed esistenti, fasce rosse faglie principali**

#### **4.4.3. TRATTO DI CONDOTTA TRA PIZZONE E L'INVASO DI CASTEL SAN VINCENZO**

Dalla centrale sotterranea, si prosegue ancora nella formazione di Monte Mattone, per poi rientrare nelle arenarie e nelle calcareniti.

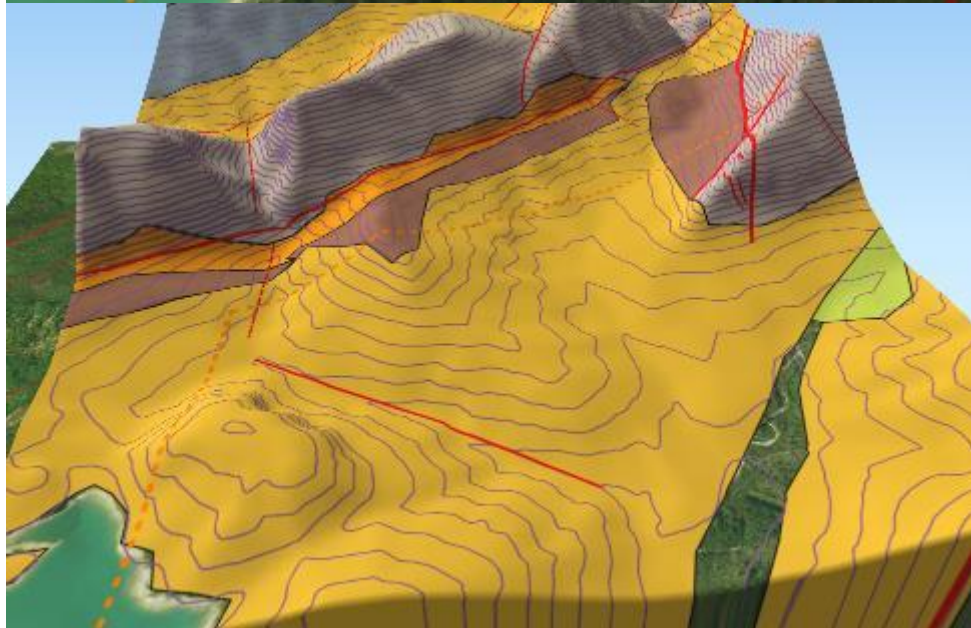
Lungo questo percorso è inserito il pozzo piezometrico di valle.

È da segnalare il passaggio della condotta di progetto lungo un'area importante dal punto di vista idrologico e idrogeologico.

L'asse della condotta interferisce con alvei torrentizi, di cui alcuni impostati lungo linee di faglia o frattura, quindi in materiali fratturati e con buona probabilità di riscontrare venute di acqua durante lo scavo.

Il rischio di incontrare forti venute d'acqua appare estremamente concreto nella porzione terminale della condotta, dove si attraversa un lineamento che, anche se indicato come probabile, coincide con evidenti elementi riconducibili ad un lineamento importante, quali una forra di dimensioni notevoli e l'andamento del torrente a valle della stessa forra, che appare coincidente con il prolungamento di questo lineamento tettonico.

Di conseguenza la possibilità di incontrare un ammasso roccioso disarticolato e saturo appare probabile.



- Morene (mo)
- conoidi frane
- M4-3
- Formazione Pizzone (M3-2)
- M1-E
- Flysh Castelnuovo\_M 5-4
- Formazione Monte Mattone\_C4-G10

**Figura 4-17 - Carta strutturale e geologica del tratto finale**



#### 4.4.4. INVASO DI CASTEL SAN VINCENZO

L'invaso e la diga di Castel San Vincenzo sono impostati sul Flysch marnoso-arenaceo del Miocene Superiore, che risulta allentato e in parte alterato nella sua parte più superficiale. Dai dati disponibili, ottenuti in sede della progettazione esecutiva e della costruzione negli anni '50 e più recentemente nel corso dell'esercizio, i termini prevalenti sono marnosi, specie a contatto con la base della diga. Tale informazione andrà comunque completata e confermata, in fase di progettazione esecutiva anche nella sua distribuzione planimetrica.

All'altezza della Diga, si osserva sulla destra una cresta che si estende verso Sud, formata da Calcari Miocenici del Monte Rocchetta. Questi calcari sono descritti come compatti, almeno nell'area più prossima alla diga.

La diga non è comunque in contatto diretto con i calcari.

È pensabile che la fascia lungo l'asse originario del Rio Salzera abbia mantenuto una permeabilità maggiore rispetto ai terreni circostanti.

La fondazione e il corpo diga sono stati oggetto di recenti indagini, i cui risultati sono riportati in dettaglio e discussi nel documento di analisi GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.132.00.

#### 4.5. IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA

Sotto il profilo idrologico l'area si mostra superficialmente ben drenata con buona densità della rete idrografica.

Le aste principali, anche se di modesta lunghezza, risultano adeguatamente alimentate da tributari minori dotati, però, di bassi valori del rapporto lunghezza biforcazione e di scarso grado di gerarchizzazione.

Questi corsi d'acqua, in prevalenza a carattere torrentizio, sono soggetti a forti variazioni di portata in relazione ai cicli stagionali delle precipitazioni.

La loro accentuata acclività fa sì che siano marcatamente attivi fenomeni erosivi che conducono ad un continuo approfondimento delle incisioni, all'interno delle quali essi scorrono, e ad una continua variazione del loro profilo d'equilibrio.

Secondo i dati bibliografici, nelle formazioni carbonatiche esiste una circolazione idrica (spesso discontinua) con direzione di flusso che varia in base all'assetto tettonico piuttosto che a quello geomorfologico; inoltre, non si hanno dati sufficienti per conoscere correttamente i rapporti tra gli acquiferi nell'ammasso roccioso e i principali corsi d'acqua presenti. Si sottolinea come a valle di Castel San Vincenzo sono ubicate le sorgenti del Volturno; quindi, nel tratto previsto allo stato attuale dell'opera esiste la possibilità di interagire con fonti di approvvigionamento idrico importanti.

La circolazione, nelle rocce, è essenzialmente dovuta alla permeabilità secondaria (ossia per fratturazione) del materiale lapideo.

Il fenomeno si traduce, quindi, in un posizionamento della superficie piezometrica ad una profondità che è funzione dello stato di fratturazione del calcare e della intersecazione in profondità delle fessurazioni (nonché dell'eventuale deposizione di cemento carbonatico lungo le stesse).

È inoltre da tenere conto che in alcune fasce sono possibili sovrapposizioni tra rete di drenaggio, faglie principali e tracciato di scavo.

La verifica delle possibili venute di acqua verso gli scavi, in questi casi in particolare, deve essere effettuata preliminarmente alla progettazione esecutiva.

In base ai dati di letteratura, si rinviene spesso la presenza di sorgenti poste direttamente sui detriti oppure nella parte alta degli affioramenti flyschoidi; questo fenomeno è la conseguenza del (parziale) tamponamento della falda presente nei calcari operata dai depositi terrigeni (poco permeabili).

## 5. INQUADRAMENTO VINCOLISTICO

Da un'indagine preliminare circa i vincoli ambientali e paesaggistici che insistono sull'impianto idroelettrico denominato "Montagna Spaccata" è emerso che:

- l'impianto si trova all'interno di aree appartenenti alla Rete Natura 2000, aree censite tra le EUAP (Elenco Ufficiale Aree Protette) e aree IBA;
- l'impianto si trova in una zona poco densamente abitata e costruita in cui si registra la presenza di innumerevoli ed estese aree boscate. Sono inoltre diversi i corsi d'acqua presenti;
- sono presenti diverse zone a pericolo di frana, specialmente nella parte Nord a ridosso del bacino di monte;
- la quasi totalità dell'area in cui si sviluppa l'impianto è soggetta a vincolo idrogeologico.

Nonostante queste peculiarità si segnala che la quasi totalità dell'impianto in progetto, al di fuori dei bacini di monte e di valle e del pozzo paratoie che giunge a piano campagna, si sviluppa sotterraneamente e non interferisce dunque con aree a particolare valenza paesaggistica e ambientale.

Segnaliamo inoltre che i due bacini di Montagna Spaccata e Castel San Vincenzo sono di fatto stati antropizzati con la costruzione di aree di ricreazione sulle sponde dei bacini. Tali attività ad oggi risultano fonte di guadagno per le comunità richiamando molti turisti; in base all'utilizzo dei bacini nella futura configurazione, che prevede notevoli abbassamenti ed innalzamenti dei livelli, tali attività non potranno essere mantenute per motivi di sicurezza.

Nei seguenti paragrafi si riprende l'inquadramento proposto nello studio di prefattibilità esaminando i diversi vincoli in relazione al progetto proposto.

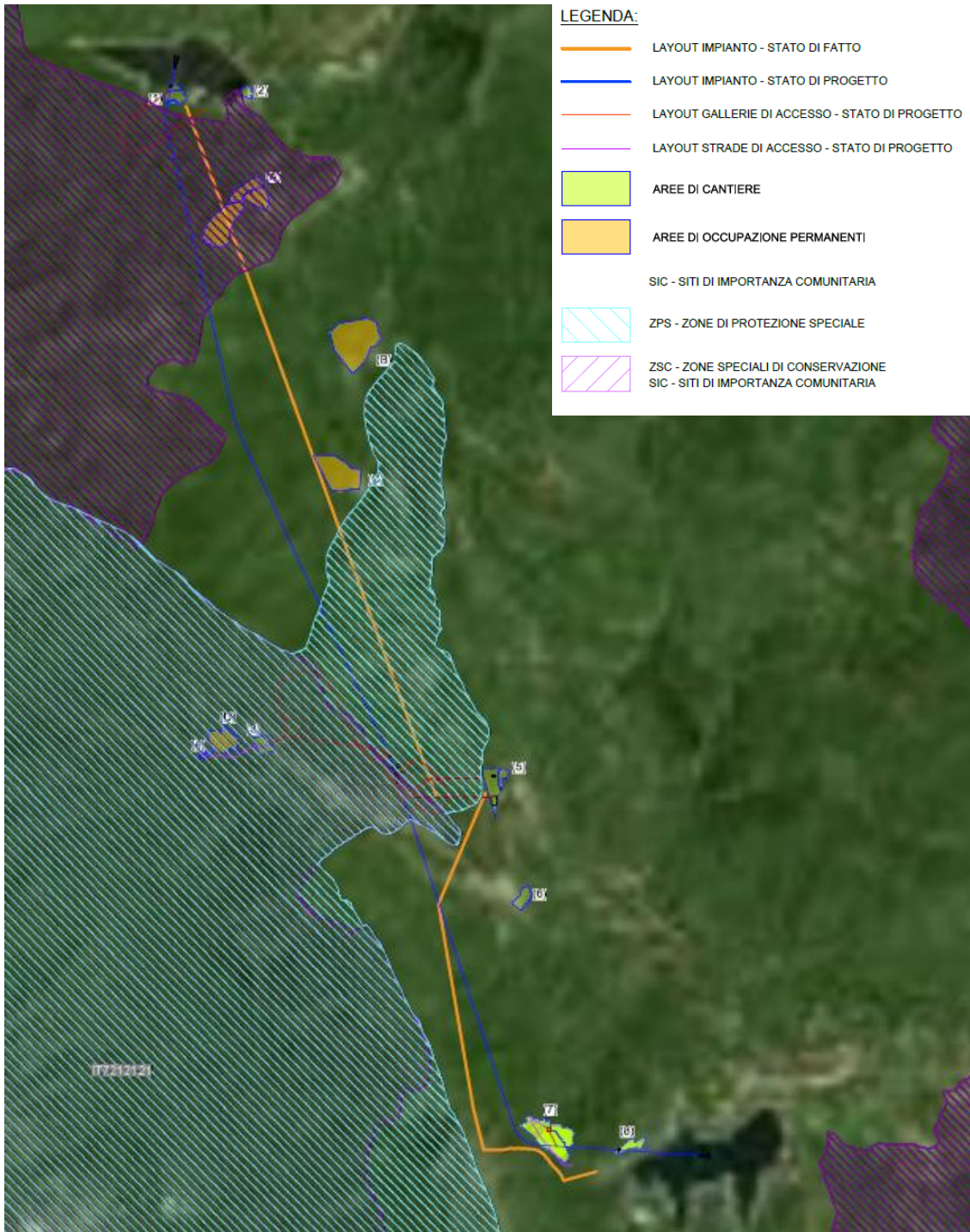
Si ricorda, inoltre, che secondo le definizioni vigenti, come dettagliato al paragrafo 6.1, il nuovo progetto è del tipo "**pompaggio puro**"; ai sensi dell'art. 13 della L. 27/04/2022, n.34 la competenza per il rilascio dell'Autorizzazione Unica per questa tipologia di impianto è in capo al MiTE: "*per 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*".

### 5.1. AREE PROTETTE E RETE NATURA 2000

In questa sezione viene analizzata la presenza di Aree Protette e Rete Natura 2000 nei pressi dell'impianto di Montagna Spaccata, tra cui:

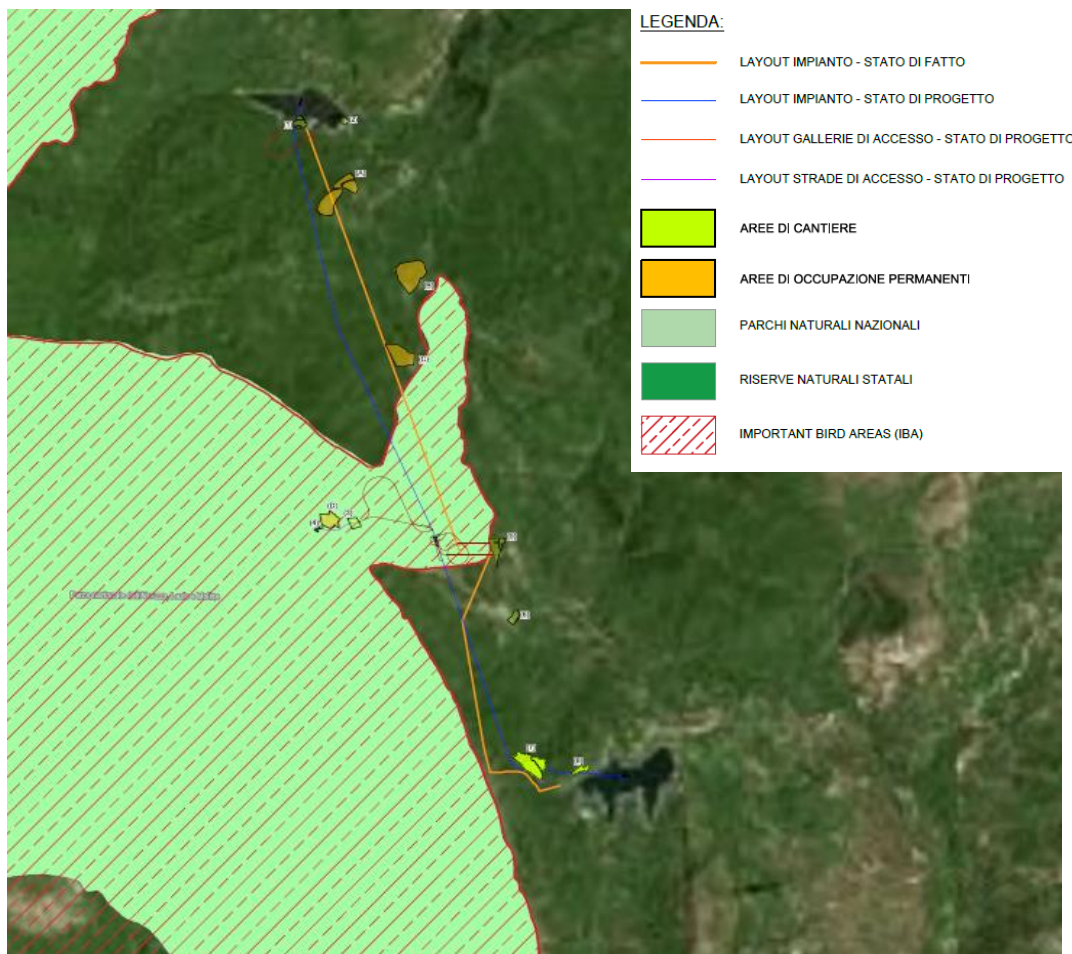
- Siti di Importanza Comunitaria (SIC) ed eventuali conseguenti Zone di Conservazione Speciale (ZSC);
- Zone di Protezione Speciale (ZPS);
- Important Bird Areas (IBA);
- Elenco Ufficiale delle Aree Naturali Protette (EUAP): parchi e riserve nazionali e regionali;
- Zone umide della Convenzione di Ramsar;

La perimetrazione delle zone di tutela riferite ad "Aree Protette" e "Rete Natura 2000" è rappresentata sul Geoportale Nazionale. Di seguito si riportano degli estratti mappa in Figura 5-1 e in Figura 5-2, rimandando alla GRE.EEC.D.14.IT.H.16071.00.173.00 e alla GRE.EEC.D.14.IT.H.16071.00.172.00 per una miglior visione.



**Figura 5-1: Aree appartenenti a Rete Natura 2000 nei pressi dell'impianto idroelettrico**





**Figura 5-2: Aree nei pressi dell'impianto idroelettrico che sono censite tra le EUAP o le IBA**

Come si evince dalle figure, sono diverse le aree protette e tutelate nei pressi dell'impianto idroelettrico di Montagna Spaccata.

In particolare, fanno parte della Rete Natura 2000:

- SIC Parco Nazionale d'Abruzzo (IT7110205)
- ZPS Parco Nazionale d'Abruzzo (IT7120132)
- ZSC Gruppo della Meta – Catena delle Mainarde (IT7212121)
- ZSC Cime del Massiccio della Meta (IT6050018)
- SIC Fiume Volturno dalle sorgenti al Fiume Cavaliere (IT7212128)
- SIC Pantano Zittola – Feudo Valcocchiara (IT7212126)

Rientrano invece tra le aree EUAP o IBA:

- Parco Nazionale dell'Abruzzo, Lazio e Molise (EUAP0001)
- Parco Nazionale d'Abruzzo (IBA119)

## 5.2. VINCOLI AMBIENTALI E PAESAGGISTICI D.LGS. 42/2004

I beni ambientali e paesaggistici sono tutelati ai sensi del D.Lgs. 42/2004 che specialmente negli art. 136 e 142 fornisce un elenco dettagliato degli elementi di cui tenere conto.

Art. 136, D.Lgs. 42/2004:

*"Sono soggetti alle disposizioni di questo Titolo per il loro notevole interesse pubblico:*



- a) le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale, singolarità geologica o memoria storica, ivi compresi gli alberi monumentali;*
- b) le ville, i giardini e i parchi, non tutelati dalle disposizioni della Parte seconda del presente codice, che si distinguono per la loro non comune bellezza;*
- c) i complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale, inclusi i centri ed i nuclei storici;*
- d) le bellezze panoramiche e così pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze."*

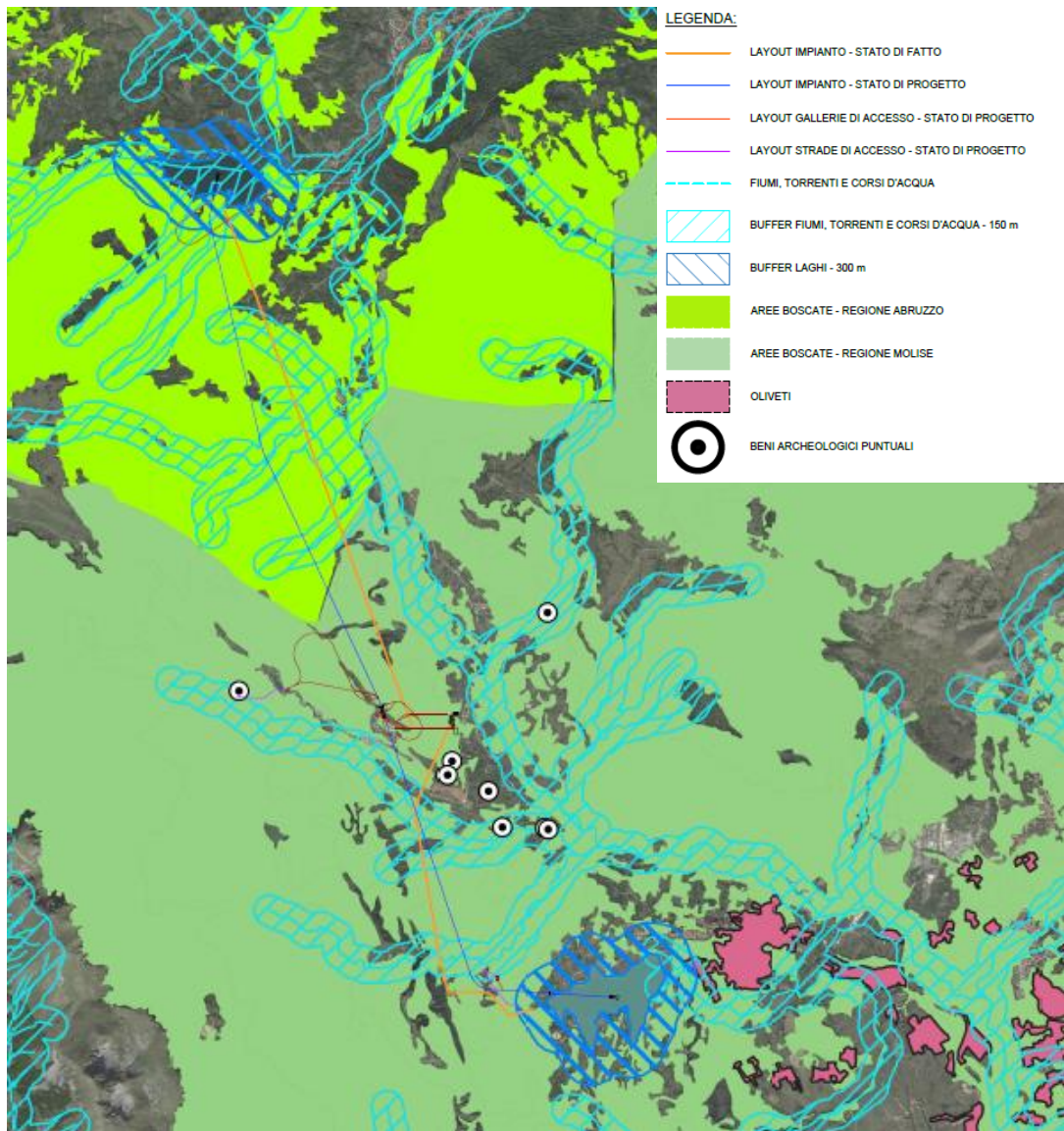
Art. 142, D.Lgs. 42/2004:

*Sono comunque di interesse paesaggistico e sono sottoposti alle disposizioni di questo Titolo:*

- a) i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;*
- b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;*
- c) i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna;*
- d) le montagne per la parte eccedente 1.600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1.200 metri sul livello del mare per la catena appenninica e per le isole;*
- e) i ghiacciai e i circhi glaciali;*
- f) i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi;*
- g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento;*
- h) le aree assegnate alle università agrarie e le zone gravate da usi civici;*
- i) le zone umide incluse nell'elenco previsto dal d.P.R. 13 marzo 1976, n. 448;*
- l) i vulcani;*

Inoltre, il D.Lgs. 42/2004 con l'art.143 prevede la possibilità per gli enti regionali e locali di redigere dei propri piano paesaggistici che permettano l'individuazione di tutti i beni tutelati del territorio. In tal senso, sia la Regione Molise che la Provincia di Isernia non hanno previsto la ricognizione dei beni tutelati ai sensi del D.Lgs. 42/2004 e non è dunque disponibile alcun materiale cartografico ufficiale a cui fare riferimento.

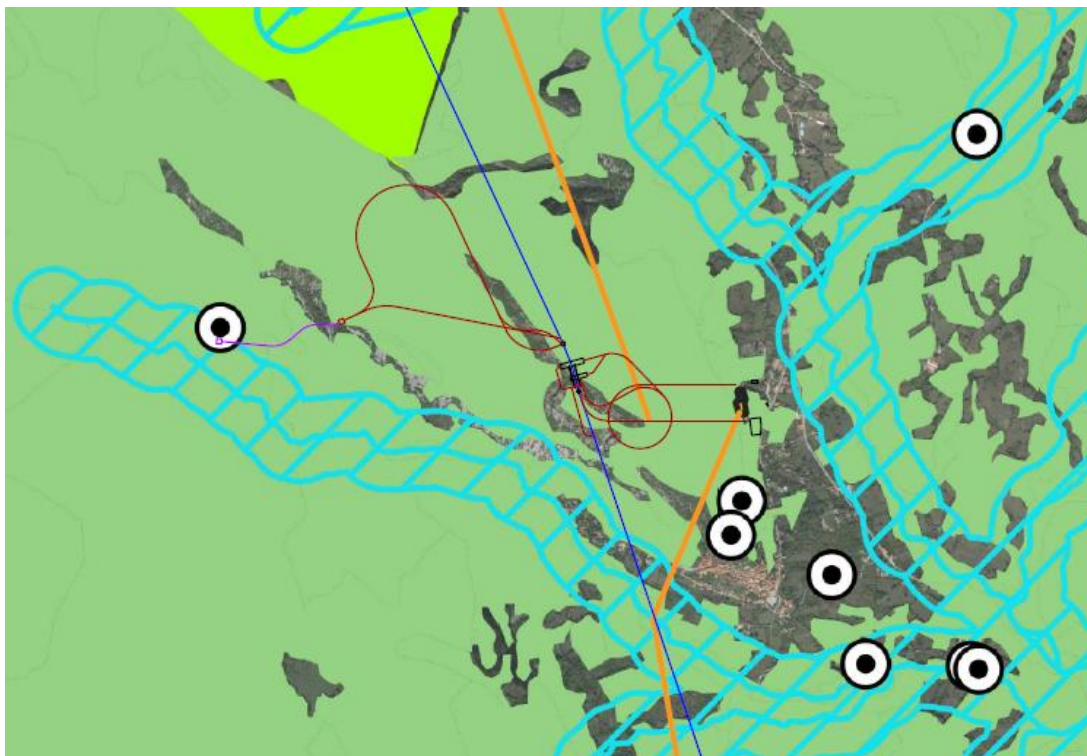
Si è dunque provveduto ad un'analisi manuale delle possibili zone tutelate che presentano particolari valori culturali o paesaggistici. Si riporta di seguito un estratto mappa in Figura 5-3, rimandando alla GRE.EEC.D.14.IT.H.16071.00.169.00 per una miglior visione.



**Figura 5-3: Vincoli ambientali e paesaggistici ai sensi del D.Lgs. 42/2004 nei pressi dell'impianto idroelettrico**

Come si evince dalla figura, sono presenti diversi corsi d'acqua dai quali è stato considerato un buffer di 150 m come previsto dal decreto legislativo e alcuni beni archeologici dai quali, a titolo cautelativo, è stato considerato un buffer di 100 m. Inoltre, la quasi totalità dell'area è coperta da aree boscate.

Si riporta di seguito un'ulteriore immagine che mostra i vincoli paesaggistici nei pressi della Centrale di Pizzone.



**Figura 5-4: Figura 2 3: Vincoli ambientali e paesaggistici ai sensi del D.Lgs. 42/2004 nei pressi della Centrale di Pizzone**

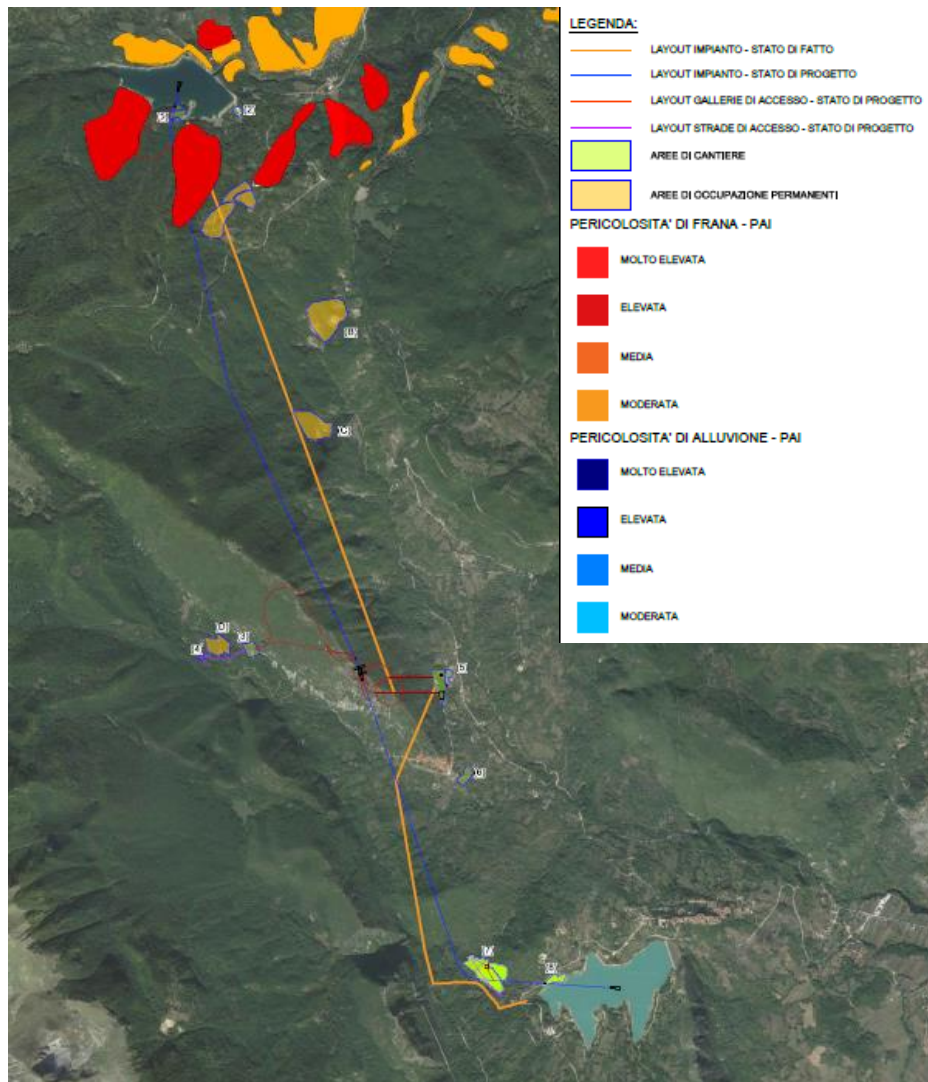
### 5.3. PAI - PERICOLOSITÀ E RISCHIO IDRAULICO E GEOMORFOLOGICO

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) è uno strumento fondamentale della politica di assetto territoriale delineata dalla legge 183/89. Il PAI ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio.

L'area della centrale idroelettrica di Montagna Spaccata rientra tra i territori controllati dall'Autorità di Bacino dell'Appennino Meridionale, in particolare il Lago di Montagna spaccata e la prima parte della condotta che dal bacino di monte porta alla Centrale di Pizzone rientrano nel bacino idrografico del Sangro mentre le altre parti dell'impianto rientrano nel bacino idrografico del Volturno.

Si è dunque proceduto a prendere visione dei dati cartografici relativi al PAI sul Geoportale Nazionale al fine di verificare l'eventuale presenza di zone a rischio alluvione, frana e valanga nei pressi dell'impianto idroelettrico, di cui si riporta un estratto in Figura 5-5, rimandando alla GRE.EEC.D.14.IT.H.16071.00.170.00 per una miglior visione.



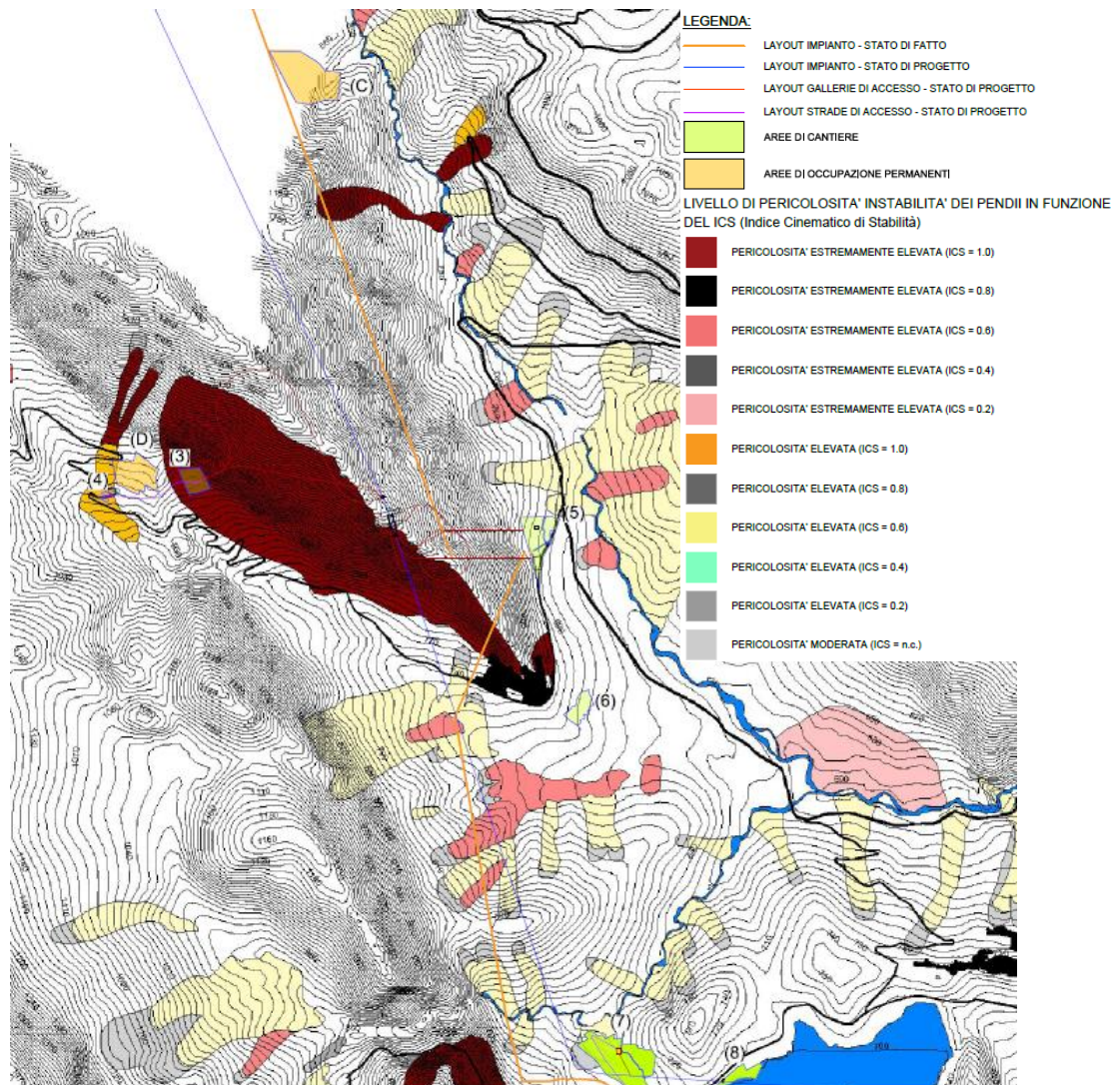


**Figura 5-5: Aree a rischio frana e a rischio alluvione nei pressi dell'impianto di Montagna Spaccata (fonte: cartografia PAI)**

Come riporta la cartografia del PAI, la maggior parte delle zone interessate dall'impianto idroelettrico di Montagna Spaccata non presenta rischi idrogeologici o geomorfologici degni di nota. L'unica eccezione è caratterizzata dalla porzione del territorio che circonda il bacino di monte dove si registra la presenza di diverse aree a rischio di frana moderato, elevato o molto elevato.

In aggiunta alla cartografia del PAI, è stata consultata la documentazione redatta dalla Regione Molise circa il rischio idrogeologico all'interno del territorio regionale. In particolare, nel 2001 è stato concluso uno studio finalizzato all'individuazione delle criticità areali relativamente alla pericolosità da frana ed idraulica che ha prodotto diverse tavole di cui si riporta di seguito un estratto. Essendo carte regionali, solo la parte dell'impianto ricadente all'interno della Regione Molise è stata considerata.





**Figura 5-6: Pericolosità da frana (fonte: Regione Molise)**

Dall'analisi effettuata dalla Regione Molise **viene confermata la mancanza di zone a rischio idraulico** nei dintorni dell'impianto idroelettrico di Montagna Spaccata come individuato dalla cartografia del PAI. Tuttavia, per quanto riguarda la pericolosità da frana, sono diverse le aree a rischio che vengono aggiunte a quelle individuate dal PAI.

In particolare, si segnala la presenza di diverse aree a pericolosità elevata e molto elevata specialmente lungo il secondo tratto delle condotte che dalla Centrale di Pizzone portano al Lago di Castel San Vincenzo. Le aree a pericolo frana sono catalogate in funzione del ICS (Indice cinematico di stabilità) che individua la velocità di propagazione del fenomeno e dunque, la sua intensità.

#### **5.4. VINCOLO IDROGEOLOGICO R.D. LGS. 3267/1923**

Il vincolo idrogeologico è istituito e normato con il Regio Decreto n. 3267 del 30 dicembre 1923 e il successivo regolamento di attuazione R.D. 1126/1926.

Il Regio Decreto rivolge particolare attenzione alla protezione dal dissesto idrogeologico, soprattutto nei territori montani, ed istituisce il vincolo idrogeologico come strumento di prevenzione e difesa del suolo, limitando il territorio ad un uso conservativo.

Le aree sottoposte a vincolo idrogeologico corrispondono ai territori delimitati ai sensi del Regio Decreto nei quali gli interventi di trasformazione sono subordinati ad autorizzazione. La loro conoscenza è fondamentale nell'ottica di una pianificazione sostenibile del territorio, al fine di garantire che tutti gli interventi interagenti con l'ambiente non ne compromettano

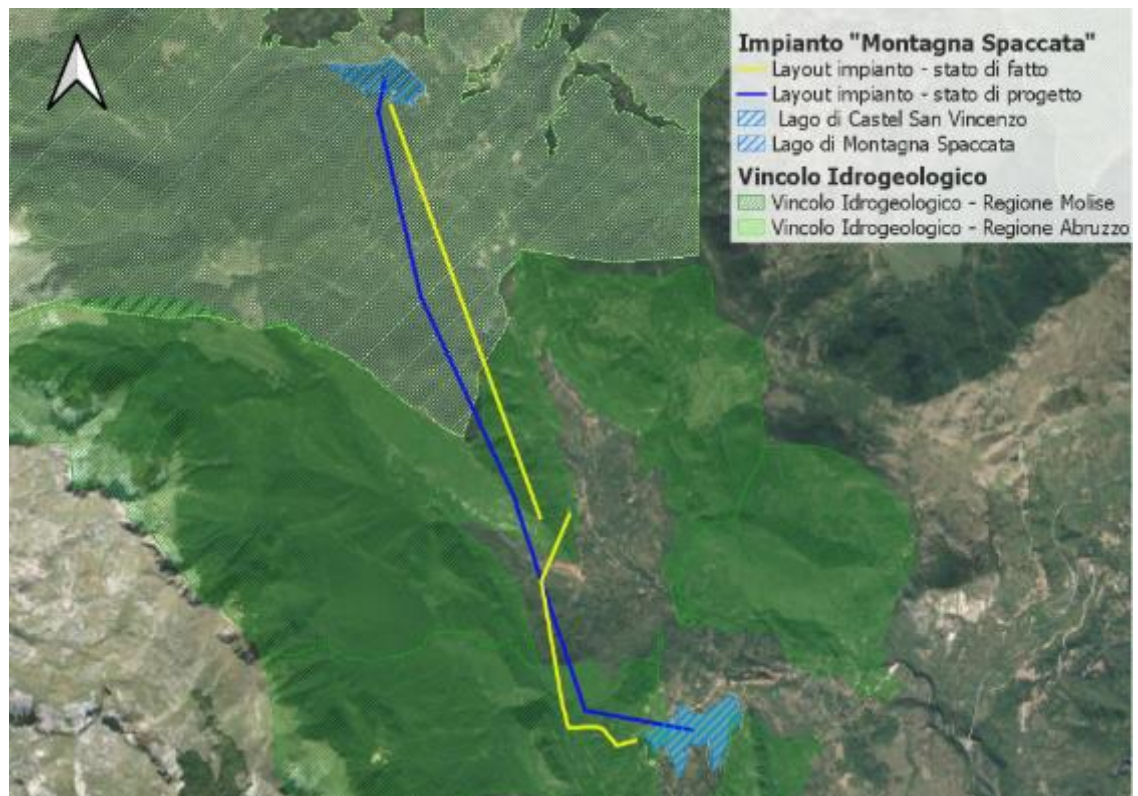
la stabilità e si prevenga l'innescamento di fenomeni erosivi.

In un terreno soggetto a vincolo idrogeologico in linea di principio qualunque intervento che presuppone una variazione della destinazione d'uso del suolo deve essere preventivamente autorizzata dagli uffici competenti. Le autorizzazioni non vengono rilasciate quando esistono situazioni di dissesto reale, se non per la bonifica del dissesto stesso o quando l'intervento richiesto può produrre i danni di cui all'art. 1 del R.D.L. 3267/23.

Per la valutazione della presenza di vincolo idrogeologico nelle aree interessate dall'impianto idroelettrico di Montagna Spaccata sono stati consultati i siti delle Regioni Abruzzo e Molise.

Per la parte dell'impianto ricadente in Abruzzo, la Regione mette a disposizione un servizio webGIS aggiornato al 2014.

Per la parte d'impianto ricadente in Molise, è invece a disposizione un sito regionale (<http://vincoloidrogeo.regione.molise.it/>) in cui viene riportata, per ogni Comune, una tavola che mostra i vincoli idrogeologici. Si è dunque preso visione delle tavole del vincolo idrogeologico dei Comuni di Pizzone e di Castel San Vincenzo che hanno permesso la realizzazione dell'immagine di seguito.



**Figura 5-7: Vincolo idrogeologico**

Dall'analisi della cartografia disponibile, sembrerebbe dunque che quasi tutte le parti dell'impianto idroelettrico di Montagna Spaccata si trovino su suolo con vincolo idrogeologico. Si segnala tuttavia che le tavole dei Comuni di Pizzone e Castel San Vincenzo, come le altre tavole relative al vincolo idrogeologico della Regione Molise, che hanno permesso di identificare le aree in Figura 5-7 risalgono agli inizi degli anni '50 e potrebbero dunque essere datate.

In particolare, sottolineiamo che il bacino artificiale che prende oggi il nome di Lago di Castel San Vincenzo e che rappresenta il bacino di valle della centrale idroelettrica è stato costruito alla fine degli anni '50, dunque nella cartografia del vincolo idrogeologico riportata sopra non è presente, dato che all'epoca della stesura delle tavole non esisteva ancora.



## 6. LA SOLUZIONE PROGETTUALE

### 6.1. BILANCIO IDROLOGICO E VOLUMI D'ACQUA DISPONIBILI

Nell'analisi idrologica effettuata e descritta nel documento GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.034 è stata effettuata la stima delle portate naturali in ingresso ai due serbatoi costituenti il sistema:

**Tabella 6-1. Portate naturali in ingresso al sistema**

Serbatoio	Portata media (m <sup>3</sup> /s)	Portata massima (m <sup>3</sup> /s)	Volume annuale medio (MCM)
Montagna Spaccata	0.59	9.39	17.98
Castel S. Vincenzo	0.33	5.72	9.77

In occasione dello studio di prefattibilità sono stati analizzati 3 diversi scenari, sulla base del volume di acqua giornaliero da turbinare nella Centrale Pizzone e quindi ripompare dal serbatoio di Castel San Vincenzo al serbatoio di Montagna Spaccata:

- Pompaggio di 3 MCM (milioni di m<sup>3</sup>) /giorno di acqua da Castel San Vincenzo verso Montagna Spaccata;
- Pompaggio di 3.5 MCM /giorno di acqua da Castel San Vincenzo verso Montagna Spaccata;
- Pompaggio di 4 MCM/giorno di acqua da Castel San Vincenzo verso Montagna Spaccata.

A seguito di tali verifiche ed a seguito della conferma che la massima potenza installata nella nuova Centrale di Pizzone dovrà essere dell'ordine di 300 MW, si è impostata la seguente soluzione, relativa al bilancio idrico in un giorno medio, che prevede un ripompaggio in 8h di un volume di circa 2.200.000 m<sup>3</sup>/giorno:

- Portata naturale affluente al serbatoio di Montagna Spaccata: 50.976 m<sup>3</sup>/giorno.
- Portata naturale affluente al serbatoio di Castel San Vincenzo a valle della Centrale di Pizzone: 28.512 m<sup>3</sup>/giorno.
- Turbinamento di 2.268.000 m<sup>3</sup>/giorno di acqua da Montagna Spaccata a Castel San Vincenzo nella Centrale di Pizzone;
- Risollevamento di 2.217.600 m<sup>3</sup>/giorno di acqua nella centrale di Pizzone da Castel San Vincenzo a Montagna Spaccata;
- Turbinamento nella centrale di Rocchetta per una durata di 6 h di una portata pari a 6 m<sup>3</sup>/s (corrispondente a 129.888 m<sup>3</sup>/giorno).
- Turbinamento di 7 ore nella centrale di Pizzone: 324.000 m<sup>3</sup>/h, pari a medi 90 m<sup>3</sup>/s.
- Risollevamento in 8 ore da Castel San Vincenzo: 277.200 m<sup>3</sup>/h, pari a 77 m<sup>3</sup>/s.

Risulta quindi il seguente scenario:

- Turbinamento nuova Centrale di Pizzone:
  - Portata media di turbinamento: 90 m<sup>3</sup>/s (324.000 m<sup>3</sup>/h).
  - Livello inizio turbinamento nel serbatoio di Montagna Spaccata: 1068,00 m.s.m.
  - Livello fine turbinamento nel serbatoio di Montagna Spaccata: 1061,50 m.s.m.
  - Livello inizio turbinamento nel serbatoio di Castel San Vincenzo: 690,45 m.s.m.
  - Livello fine turbinamento nel serbatoio di Castel San Vincenzo: 695,30 m.s.m.
- Pompaggio da Castel S. Vincenzo verso Montagna Spaccata:
  - Portata di pompaggio: 77 m<sup>3</sup>/s;
  - Fine pompaggio: quando si raggiunge nel serbatoio di Montagna Spaccata

una quota di 1068 m s.l.m.m. (quota massima operativa).

L'operabilità della centrale di Rocchetta in questo scenario risulta, con una portata di 6,0 m<sup>3</sup>/s, limitata a 6 h; in fase di esercizio, verrà valutato il volume disponibile per il turbinamento (analizzando quanta sia l'acqua nel serbatoio di Montagna Spaccata rispetto alla quota minima, si determinerà per quante ore si può turbinare).

Le simulazioni dello scenario preso in esame hanno mostrato come, con diversi volumi in gioco, il ciclo di turbinamento e pompaggio tra i due serbatoi risulta sostenibile da un punto di vista tecnico. Il ciclo, al netto delle perdite per evaporazione, risulta sostanzialmente un ciclo chiuso dato che l'apporto dell'acqua esterna poco influisce sui trasferimenti di volumi.

Riportiamo di seguito le definizioni di UNIPEDE:

*"Derivazione in pompaggio Puro: Le definizioni di pompaggio puro sono quelle senza apporti naturali significativi all'invaso superiore.*

*Nota: Gli apporti naturali all'invaso superiore, nell'anno medio, permettono di avere una durata di utilizzazione della massima potenza elettrica (potenza efficiente) in turbinaggio inferiore o uguale a 250 ore (valore medio constatato in Francia ed in Italia)"*

E quella di TERNA:

*...Impianti nei quali le pompe e le turbine sono collegate allo stesso serbatoio inferiore. In questo caso il ciclo di pompaggio può essere ripetuto a volontà, un gran numero di volte. Questi impianti sono designati col termine di pompaggio puro o impianti di pompaggio misto quando, rispettivamente, gli apporti naturali che alimentano il serbatoio superiore siano in media inferiori o superiori al 5% del volume d'acqua mediamente turbinata in un anno.*

L'impianto avendo una capacità di turbinaggio stimata su 350 giorni anno pari a 793.800.000 m<sup>3</sup> ed un volume annuale turbinato pari al 2,24% dovuto all'apporto naturale rientra appieno nella definizione di Pompaggio puro.

Chiaramente i livelli nei serbatoi risultano oscillare in modo diverso, a seconda dello scenario considerato.

## 6.2. LA SOLUZIONE DI PROGETTO

L'analisi idrologica ha confermato la possibilità tecnica di realizzare la soluzione che qui riassumiamo per completezza di analisi:

- Nuova centrale da 300 MW dimensionata per sfruttare al massimo le caratteristiche naturali dell'area.
- Costruzione di nuove gallerie e condotte forzate e adozione di turbine reversibili (pompe-turbine) a velocità fissa e variabile installate in caverna. Il dimensionamento è stato fatto utilizzando i volumi utili disponibili presenti nei due bacini e considerando il limite di rete imposto in produzione e l'esigenza di risollevare in 8h, secondo i criteri di cui al Capitolo 3.



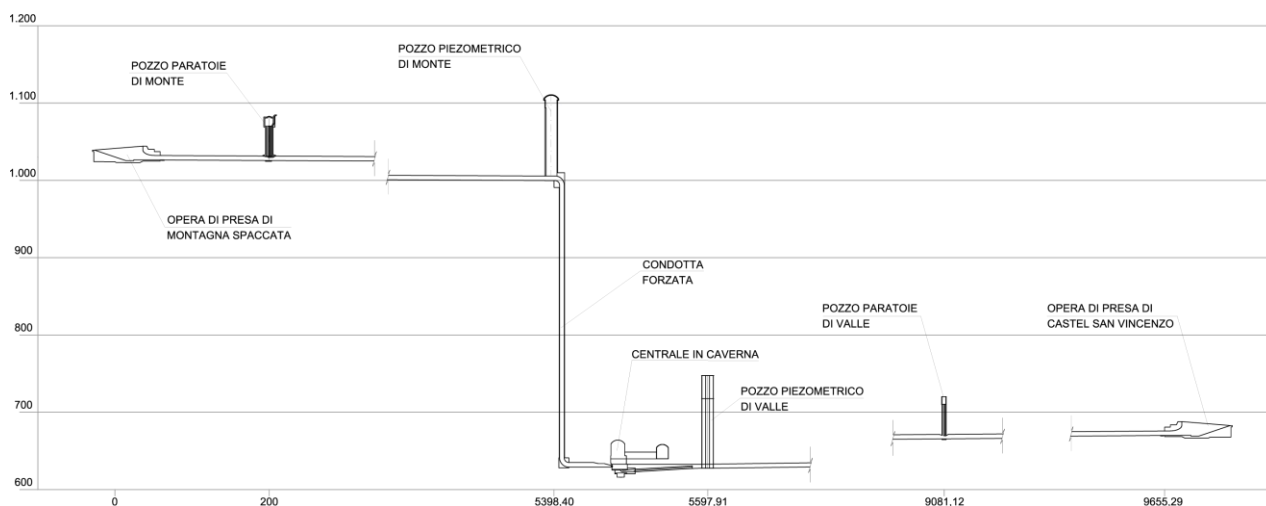
## 7. SOLUZIONE PROGETTUALE – SCHEMA IDROELETTRICO CON POMPAGGIO – ASPETTI ENERGETICI

### 7.1. SCHEMA IDROELETTRICO CON POMPAGGIO

La soluzione progettuale consiste nella realizzazione di una centrale da 300 MW dimensionata per sfruttare al massimo le caratteristiche naturali dell'area.

Il progetto prevede la realizzazione di nuove gallerie di adduzione e condotte forzate per consentire il transito della portata massima di progetto pari a  $90 \text{ m}^3/\text{s}$  a servizio di due gruppi macchina reversibili da 153 MW l'uno da installarsi all'interno di una centrale in caverna. I gruppi sono previsti uno a velocità fissa ed uno a velocità variabile. Le opere accessorie che insistono sul sistema di condotte sono le opere di presa, pozzo paratoie di monte, manufatto di intercettazione di valle e pozzi piezometrici.

Di seguito si propone uno schema dell'alternativa progettuale selezionata con indicazioni di lunghezze e quote di ciascuna opera.



**Figura 7-1. Schema progettuale proposto**

Lo schema idroelettrico proposto in progetto sfrutta l'acqua dei bacini di Montagna Spaccata (volume utile pari a  $8,219 \text{ Mm}^3$ ) e di Castel San Vincenzo (volume utile pari a  $5,75 \text{ Mm}^3$ ) per una movimentazione di risorsa totale di  $2,268 \text{ Mm}^3/\text{giorno}$  in generazione e  $2,217 \text{ Mm}^3/\text{giorno}$  in pompaggio al giorno così temporalmente ripartiti secondo la presente impostazione progettuale.

**Tabella 7-1. Portate in generazione e pompaggio**

	Portata [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]	Durata giornaliera [h]	Totale [milioni $\text{m}^3$ ]
<b>Generazione</b>	90	7	2,268
<b>Pompaggio</b>	77	8	2,217

Questo impianto può essere potenzialmente spinto a funzionare in generazione per 10 h e in ripompaggio in 11,5 h, anche se la condizione di riferimento progettuale è quella con ripompaggio in 8h.

## 7.2. BILANCIO DEI VOLUMI ACCUMULATI NEI DUE SERBATOI

La soluzione progettuale è stata impostata sulla base dei volumi movimentati indicati nella Tabella 7-1.

Per calcolare le variazioni di livello nei due bacini a seguito del turbinamento e successivamente del ripompaggio, sono state utilizzate le curve Volume utile/altezze di invaso riportate rispettivamente nella Fig. 3.4 (bacino di Montagna Spaccata) e 3.6 (bacino di Castel S. Vincenzo).

Sono state impostate le seguenti quote operative dei livelli idrici:

-bacino di Montagna Spaccata: quota inizio operazioni di turbinatura e termine operazioni di ripompaggio: 1068,00 m.s.m. (quota operativa massima attuale);

-bacino di Castel San Vincenzo: quota inizio operazioni di turbinatura e termine operazioni di ripompaggio: 690,45 m.s.m. (7,45 m sopra la quota di presa della condotta DN 2000 che alimenta la centrale di Rocchetta, che è situata a 683,00 m.s.m.);

-bacino di Montagna Spaccata: quota fine operazioni di turbinatura e inizio operazioni di ripompaggio: 1061,50 m.s.m. (6,50 m sotto la quota di 1068,00 m.s.m.);

-bacino di Castel San Vincenzo: quota fine operazioni di turbinatura e inizio operazioni di ripompaggio: 695,30 m.s.m. (quota di invaso normale di esercizio);

L'oscillazione giornaliera del livello idrico nel bacino di Montagna Spaccata risulta pari a 6,50 m, l'oscillazione giornaliera del livello idrico nel bacino di Castel San Vincenzo risulta pari a 4,85 m.

Per quanto concerne le condizioni operative delle macchine turbina/pompa, in questo scenario di esercizio i dislivelli geodetici nel massimo momento di turbinatura e di massima prevalenza di pompaggio risultano pari a 377,55 m.s.m m, mentre il minimo dislivello geodetico di turbinatura e minima prevalenza di pompaggio risultano pari a 366,20 m.s.m.

## 7.3. STIME PRODUZIONE E CONSUMI

La presente configurazione di impianto caratterizzata dalle opere civili ed elettromeccaniche come descritte nei capitoli seguenti, consente di stimare i seguenti valori di produzione di energia e di consumi in fase di pompaggio.

I valori suddetti sono stati calcolati sulla base delle curve di rendimento e assorbimento delle turbine/pompa di progetto di cui al par.8.16.1, sulle portate orarie di produzione/assorbimento, sulle curve Volumi/livelli dei due serbatoi e sulle durate delle fasi di turbinatura/pompaggio suddette e riassunte nelle tabelle seguenti.

**Tabella 7-2. Stime produzione energia elettrica**

	Livello medio Montagna Spaccata	Livello medio Castel San Vincenzo	H geo	Perdite meccaniche turbina	Durata	Efficienza macchina	Produzione turbina	Efficienza generatore	Consumo ausiliari generatore	Perdite barre bus	Perdite trasformatore a carico	Efficienza trasformatore	Consumo di potenza ausiliari	Perdite di potenza linea di trasmissione da centrale a scambio	Efficienza linea trasmissione	Energia turbina prodotta all'edificio di scambio con Terna
	mism	mism	mism	MW	minuti	%	MW	%	kW	kW	kW	%	kW	kW	%	MWh
1° Ora	1067.54	690.80	376.75	0.14	60	92	<b>152.87</b>	98.5	200	72	640	99.64	974	35	99.98	148.08
2° Ora	1066.62	691.49	375.14	0.14	60	91.52	151.42	98.5	205	71	632	99.64	973	34	99.98	146.67
3° Ora	1065.70	692.18	373.53	0.14	60	91.35	150.49	98.49	210	70	624	99.64	971	34	99.98	145.74
4° Ora	1064.78	692.87	371.91	0.14	60	91.13	149.48	98.49	215	69	615	99.64	970	33	99.98	144.76
5° Ora	1063.85	693.56	370.29	0.14	60	90.9	148.45	98.48	220	68	607	99.64	968	33	99.98	143.74
6° Ora	1062.92	694.25	368.67	0.14	60	90.68	147.44	98.48	225	67	599	99.64	967	33	99.98	142.76
7° Ora	1061.98	694.95	367.03	0.14	60	90.45	146.41	98.47	230	66	592	99.64	966	32	99.98	141.74

**Tabella 7-3. Stime consumi ripompaggio**

	Livello medio Montagna Spaccata	Livello medio Castel San Vincenzo	H geo msm	H distribuite + concentrate m	H tot m	Potenza necessaria al sollevamento MW	Efficienza pompaggio %	Potenza assorbita MW	Efficienza generatore %	Consumo ausiliari generatore kW	Perdite bus kW	Perdite trasformatore a carico kW	Efficienza trasformatore %	Consumo di potenza ausiliari kW	Perdite di potenza linea di trasmissione centrale a scambio Terna	Efficienza linea trasmissione %	Energia assorbita dalla pompa MW	Consumo della pompa	
																		di ora	%
1° Ora	1061.91	695.00	366.91	11.36	378.27	142.87	93.75	152.39	98.64	200	56	520	99.64	974	27	99.98	156.86	100	157
2° Ora	1062.72	694.40	368.32	11.36	379.68	143.40	93.75	152.96	98.64	200	56	515	99.65	973	27	99.98	157.42	100	157
3° Ora	1063.53	693.80	369.73	11.36	381.09	143.93	93.7	153.61	98.64	200	55	511	99.65	972	27	99.97	158.08	100	158
4° Ora	1064.34	693.20	371.14	11.36	382.50	144.46	93.65	154.26	98.64	200	54	506	99.66	971	27	99.97	158.73	100	159
5° Ora	1065.15	692.60	372.55	11.36	383.91	145.00	93.6	154.91	98.64	200	54	502	99.66	970	26	99.97	159.38	100	159
6° Ora	1065.96	692.00	373.96	11.36	385.32	145.53	93.55	155.56	98.64	200	53	497	99.67	969	26	99.96	160.04	100	160
7° Ora	1066.77	691.40	375.37	11.36	386.73	146.06	93.5	156.21	98.64	200	53	493	99.67	968	26	99.96	160.69	100	161
8° Ora	1067.58	690.78	376.81	11.36	388.17	146.60	93.45	156.88	98.64	200	53	488	99.68	967	26	99.95	161.37	100	161





Green Power

HGT Design & Execution



GRE CODE

GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.021.00

PAGE

57 di/of 112

**Tabella 7-4. Riepilogo stima produzione/consumo**

<b>PRODUZIONE GIORNALIERA (N.2 TURBINE)</b>	2 027	MWh/d
<b>PRODUZIONE ANNUA (N.2 TURBINE)</b>	709 440	MWh/y su 350gg
<b>CONSUMO GIORNALIERO (N.2 POMPE)</b>	2 545	MWh/d
<b>CONSUMO ANNUO (N.2 POMPE)</b>	890 801	MWh/y su 350gg
<b>Efficienza del sistema</b>	79,64	%

## **8. SOLUZIONE PROGETTUALE PROPOSTA – SCHEMA IDROELETTRICO CON POMPAGGIO – OPERE CIVILI, ELETTRICHE ED ELETTROMECCANICHE**

### **8.1. PRINCIPALI ELEMENTI DELLA NUOVA CONFIGURAZIONE**

L'impianto con pompaggio in progetto prevede il riutilizzo dei due invasi esistenti di Montagna Spaccata e di Castel San Vincenzo e la realizzazione di nuove condotte di derivazione e opere di sfruttamento idroelettrico con pompaggio in affiancamento a quelle esistenti.

La soluzione progettuale proposta si compone delle seguenti principali opere:

- Opera di presa dal bacino di monte di Montagna Spaccata, costituita da una struttura in calcestruzzo armato, dotato di griglia ferma detriti, da cui parte una galleria di calcestruzzo armato (di seguito definita anche come galleria di monte) che conduce al pozzo paratoie.
- Galleria di monte in cemento armato per la derivazione dell'acqua verso la centrale idroelettrica.
- Pozzo paratoie, composto da un manufatto quasi completamente interrato che sporge dal piano campagna per garantirne l'accessibilità ai fini gestionali, in cui sono alloggiati due griglie a cestello a protezione della via d'acqua a valle e due paratoie per la disconnessione idraulica della condotta di adduzione dall'invaso di Montagna Spaccata.
- Pozzo piezometrico di monte, per limitare gli effetti dei transitori, completamente interrato, nel quale è alloggiata una ulteriore paratoia di sezionamento, immediatamente a monte della condotta forzata.
- Condotta forzata DN6000 verticale in acciaio rivestito in calcestruzzo che, nei pressi della centrale, si suddivide in due rami DN4500 per l'alimentazione delle n.2 turbine-pompe.
- Centrale in caverna con relative camere di alloggiamento delle due turbine-pompa e delle apparecchiature elettro-meccaniche.
- Sottostazione utente di alta tensione (SSU), ubicata all'interno di un edificio in corrispondenza del piazzale dell'esistente centrale del Pizzone, nei pressi dell'imbocco della galleria di accesso al pozzo piezometrico di valle.
- Edificio, nei pressi del piazzale dell'esistente centrale del Pizzone, ad uso servizi e per l'alimentazione dei sistemi ausiliari esterni alla centrale in caverna.
- Cabina di consegna per l'allaccio della fornitura in media tensione a 20 kV dalla rete di distribuzione pubblica.
- Pozzo piezometrico di valle, costituito da un manufatto cilindrico completamente interrato, in corrispondenza del quale le due condotte DN4500 in acciaio rivestito in calcestruzzo in uscita dalle pompe-turbine si uniscono in un unico tunnel di scarico (galleria di valle) in cemento armato per il collegamento con l'invaso di Castel San Vincenzo. Nel punto di ingresso delle condotte nel manufatto, saranno installate n. 2 paratoie cad per la disconnessione della centrale dall'invaso di Castel San Vincenzo.
- Galleria di valle in cemento armato per il collegamento del pozzo piezometrico di valle con il bacino di Castel San Vincenzo.
- Manufatto di intercettazione dell'opera di presa/restituzione dal bacino di Castel San Vincenzo, costituita da una struttura in cemento armato collocata a terra nei pressi della superficie dell'invaso, contenente una paratoia di sezionamento ed una griglia ferma detriti a cestello.
- Opera di restituzione/presa dal bacino di valle di Castel San Vincenzo, costituita da una struttura in calcestruzzo armato, a cui si collega la galleria di calcestruzzo armato

(galleria di valle) in arrivo dal manufatto di intercettazione.

Il progetto include la realizzazione della viabilità di accesso alle opere in progetto, costituita da strade e tratti in galleria, da impiegarsi sin dalla fase di cantiere per la realizzazione delle opere sopra descritte.

## 8.2. SERBATOIO DI MONTAGNA SPACCATA

Ad oggi, il serbatoio di Montagna Spaccata è realizzato mediante la realizzazione delle seguenti tre dighe:

- 1) diga principale a volta a doppia curvatura impostata nella strettissima gola del Rio Torto realizzata in calcestruzzo di cemento ed avente altezza massima di 85,5 m;



**Figura 8-1. Diga a volta**

- 2) diga secondaria muraria a gravità alleggerita, costruita da n. 29 speroni posti ad un interasse di 5 m, ubicata sulla destra della diga a volta, caratterizzata da un'altezza massima di 14,4 m;



**Figura 8-2. Diga a gravità alleggerita**

- 3) diga secondaria in muratura a pietrame a secco con manto di tenuta in lastre di c.a. situata all'estrema destra dello sbarramento principale, avente un'altezza massima di 16,7 m.



**Figura 8-3. Diga a gravità**

La quota di coronamento delle dighe è 1071 m s.m., con quota massima di regolazione del bacino di 1068 m s.m.

Il volume totale di invaso è pari a 9.120.850 m<sup>3</sup>.

I livelli del serbatoio superiore utilizzati nell'analisi dello schema di progetto sono stati 1.068,0 m.s.m. e 1.061,50 m.s.m. corrispondente rispettivamente a 6,5 m sotto al livello massimo e 24 m sopra il livello minimo di regolazione.

Nella nuova configurazione di impianto il lago di Montagna Spaccata rimarrà nelle condizioni attuali; i livelli di sfioro e di coronamento non verranno modificati.

### **8.3. OPERA DI PRESA DI MONTAGNA SPACCATA**

L'adduzione della risorsa idrica nel sistema di condotte del nuovo impianto in progetto sarà realizzata a mezzo di nuova opera di presa nell'attuale bacino di Montagna Spaccata.

Il layout della presa si basa su strutture di presa già eseguite (geometria e scarico simili) con buon comportamento idraulico, per quanto riguarda l'afflusso e l'assenza di vortici durante il funzionamento. Tuttavia, nelle successive fasi di progettazione, ulteriori indagini specifiche saranno da effettuare nelle varie condizioni di carico e sommergenza.

La struttura dell'opera di presa consiste in una struttura autoportante composta da una bocca di aspirazione dotata di griglia ferma detriti seguita da tunnel di derivazione.

Le portate nominali sono 90 m<sup>3</sup>/s in uscita in generazione e 77 m<sup>3</sup>/s in scarico da pompaggio.

La struttura della presa superiore si trova ad una quota di 1026,28 m slm (quota di fondo galleria all'imbocco). La lunghezza lungo la direzione del flusso è di 89 m circa ed è composta da una sezione di diffusione, lunga circa 65 m, e una sezione di aspirazione a valle della sezione di diffusione, lunga circa 24 m. La bocca di diffusione presenta un'inclinazione che segue la pendenza di fondo lago fino ad una quota di testa del cordolo sfiorante pari a 1039,06 mslm ed è larga circa 27 m nel punto più lontano corrispondente a questa quota e 10 m al collegamento con la sezione di aspirazione.

In corrispondenza del passaggio alla sezione di aspirazione sarà installato uno sgrigliatore in acciaio zincato con sistema di pulizia non automatizzato, ma eseguibile tramite sbraccio meccanizzato. Le barre avranno una spaziatura di circa 500 mm; il valore dovrà essere scelto in modo da consentire il passaggio all'interno della turbina e dovrà essere valutato al termine della progettazione esecutiva della turbina. Le griglie sono inclinate di 30 gradi rispetto alla verticale.

L'opera potrà essere realizzata grazie alla realizzazione di una barriera idraulica formata da una paratia di pali compenetrati non armati di grande diametro (Ø1500) posti ad una quota tale da garantire l'operatività del serbatoio di Montagna Spaccata al livello di 1035 mslm. La



quota di testa palo finale potrà essere perfezionata in fase di progetto esecutivo sulla base delle scelte operative della committenza. Il collegamento con la galleria verso la centrale sarà realizzato demolendo dall'interno dell'opera di presa la paratia.

Le facce strutturali interne sono concepite per soddisfare i requisiti di progettazione delle forme idrauliche al fine di ottimizzare i modelli di flusso e le perdite di carico (in generazione e modalità di pompaggio).

#### **8.4. CONDOTTA DI ADDUZIONE, CONDOTTA FORZATA E BIFORCAZIONE**

Il tunnel di adduzione dell'impianto in progetto di Montagna Spaccata corre dall'opera di presa fino al pozzo piezometrico di monte. La lunghezza della galleria di adduzione fino al pozzo piezometrico di monte è pari a circa 5400m.

Il tunnel di adduzione sarà realizzato mediante una condotta policentrica larga internamente 560 cm, alta 580 cm con calotta semicircolare di raggio 280 cm e sagomatura inferiore raccordata con raggio di 580 cm.

Con una sezione utile di 28,99 m<sup>2</sup> e un contorno bagnato pari a 19,05m, la condotta è caratterizzata da un Raggio idraulico di 1,522 m, e nei calcoli idraulici è stata assimilata ad una condotta circolare avente un diametro interno di 6,0 m.

La condotta avrà pendenza del 2% per i primi 200m fino al pozzo paratoie e del 0,5% per la restante parte fino al pozzo piezometrico di monte.

La struttura sarà interamente rivestita in cemento armato e lo spessore del rivestimento sarà funzione delle condizioni riscontrate nella roccia circostante.

Allo stato attuale delle conoscenze geologiche si ritiene che il tratto di monte, scavato nel Flysch, richiederà un rivestimento leggermente più robusto rispetto al tratto successivo scavato presumibilmente in formazioni calcaree.

Allo stesso tempo dovrà essere previsto un numero limitato di sezioni speciali, con trattamenti, sostegni e eventualmente rivestimento più robusti, in corrispondenza di zone intensamente fratturate o spingenti e dei passaggi di litologia. È pensabile che l'asse di scavo incontri la stratificazione in condizioni prevalentemente non favorevoli o non completamente favorevoli (stratificazione subparallela all'asse prevalente).

Successivamente al pozzo piezometrico di monte sarà realizzata la condotta ad alta pressione (condotta forzata), in acciaio, con sezione circolare e con diametro interno di 6000 mm.

È composta da una sezione curva superiore a 90° con raggio pari a 9000 mm, una sezione verticale e una sezione curva inferiore. La sezione curva superiore inizia a quota circa 1000,00 m slm e la sezione curva inferiore sempre a 90° con raggio pari a 9000 mm termina a quota d'asse a circa 630 m slm. La condotta ad alta pressione è lunga complessivamente 400 m fino all'ingresso nella Centrale ed è rivestita in acciaio su tutta la sua lunghezza.

Alla fine della condotta forzata ad alta pressione è installata la biforcazione a forma di Y simmetrica per alimentare le due turbine/pompa installate nella Centrale. L'angolo tra le due condotte in cui si dirama la condotta principale è pari a 45°.

La biforcazione dà origine a due brevi tratte, in acciaio rivestito in calcestruzzo, circolari con diametro di 4500 mm, che si collegano alle valvole sferiche di intercetto delle turbopompe mediante tronchi di raccordo da 4500 mm a 1808/1895 mm, valori che costituiscono il diametro dimensionale delle due valvole di intercetto dell'unità a giri fissi e dell'unità a giri variabili.

## 8.5. POZZO PARATOIE

Il pozzo paratoie, dove sono alloggiato le due paratoie di intercettazione, si trova circa 200 m a valle della presa superiore dall'invaso di Montagna Spaccata. L'opera è costituita da una colonna circolare, con diametro di 9,80 m, entro cui sono installate le due paratoie e le aste di manovra e da una camera di testa per la manovra delle paratoie da parte di un operatore a cui si accede dal piano campagna di progetto mediante un piccolo edificio (camera di controllo) da cui una scala consente di scendere a quota 1070,50 mslm. Una copertura amovibile posta 1 m sopra il piano campagna consentirà di rimuovere le paratoie qualora necessario in futuro. Dal piano di manovra delle paratoie si potrà accedere al punto di innesto con la galleria di carico attraverso una botola a tenuta stagna Ø800 mm ed una condotta circolare di accesso di ispezione con diametro di 1800 mm.

La camera per la movimentazione delle paratoie è internamente lunga, nella direzione del flusso, circa 9,10 m alla base e 10,90 m in sommità, per fare spazio ad un tubo di ventilazione Ø120 ricavato all'interno del riempimento del corpo cilindrico inferiore, chiuso all'uscita con una griglia di protezione. La larghezza interna della camera è pari a 12,70 m, mentre il corpo cilindrico inferiore è sagomato in maniera tale da consentire l'installazione delle paratoie di intercettazione e delle griglie a cestello.

Nella base e nelle pareti sono inseriti le intelaiature metalliche di supporto e scorrimento dei diaframmi delle due paratoie con dimensioni utili di 4000 mm x 4000 mm destinate ad intercettare la condotta di linea.

La prima paratoia, sempre a contatto con il livello idrico presente nel bacino, è previsto sia stagna e di tipo piano su pattini, mentre la seconda, progettata per essere sempre aperta, non è concepita per garantire una tenuta stagna e quindi è più agevolmente manovrabile.

Si prevede di installare la seconda paratoia con una tipologia a scorrimento su ruote (quindi più facilmente azionabile), mentre la prima sarà su pattini e quindi stagna.

Da un punto di vista operativo, successivamente alla chiusura della prima paratoia, quando si deciderà di precedere alla sua apertura, si chiuderà anche la seconda; quindi, tramite un piccolo condotto intermedio si riempirà il volume compreso tra le due paratoie portando l'acqua alla medesima pressione sulle due facce del diaframma. In queste condizioni sarà possibile aprire la paratoia stagna e quindi anche la seconda paratoia.

Il sistema di sollevamento utilizzato per la movimentazione delle paratoie sarà di tipo oleodinamico.

Immediatamente a monte delle paratoie saranno installate le due griglie a cestello, con luce 10 cm, estraibili mediante un paranco da 2t su monorotaia ubicato all'interno della stessa camera di movimentazione delle paratoie.

Sopra alla camera di intercettazione viene realizzato un torrino che risale fino a quota 1082 m.s.m. contenente al suo interno i gargami di risalita e movimentazione delle paratoie e il condotto di aerazione DN 120 (tubo aeroforo) che ha lo scopo di prevenire il rischio di depressione in caso di rapida chiusura delle paratoie.

I dati disponibili indicano che il pozzo sarà scavato prevalentemente in flysch alterato. Andrà verificata nel dettaglio la posizione della faglia N-S che passa in questa zona, per controllarne la potenziale interferenza in profondità.

## 8.6. POZZO PIEZOMETRICO DI MONTE

Il tunnel di adduzione perviene ad un pozzo piezometrico posto in testa alla condotta ad alta pressione (condotta forzata). Il pozzo, completamente interrato, ha un diametro equivalente interno di 14,0 m ed è collegato al sistema di condotte tramite orifizio di diametro 4,0 m; è costituito da una colonna cilindrica alta circa 85 m e da una camera in caverna di testa pozzo alto circa 17,30 m.

Una galleria che giunge a quota 1093,50 mslm garantirà l'accessibilità del pozzo. Sulla soletta di base dell'edificio è prevista una luce grigliata Ø800mm di ispezione alle sezioni inferiori.

Nel pozzo piezometrico sarà installata una ulteriore paratoia di intercettazione sulla condotta che consentirà di sezionare la tratta successiva, costituita dalla condotta forzata.

Si prevede di installare una paratoia a scorrimento su ruote 4,00 m x 4,00 m.

Nell'edificio di testa pozzo sarà installata una monorotaia con paranco da 50 t per il sollevamento della paratoia.

Il pozzo è concepito per garantire un'oscillazione del livello piezometrico in fase di transitorio fino alla quota di 1091,30 mslm.

Dalle simulazioni di moto idraulico in regime transitorio a seguito di intercettazione dei due gruppi reversibili (turbine/pompa) nelle massime condizioni operative (90 m<sup>3</sup>/s in fase di turbinatura e 80 m<sup>3</sup>/s in fase di pompaggio) in un intervallo di tempo di 6 s, risultano oscillazioni del livello idrico comprese tra 1050.3 m.s.m e 1091.3 m.s.m.

I dati disponibili indicano che il pozzo sarà scavato prevalentemente in calcare.

Nella parte superiore, risalendo verso la superficie, si attende un peggioramento delle caratteristiche meccaniche dei terreni interessati.

## 8.7. CENTRALE IN CAVERNA

La centrale sotterranea si trova a circa 500 m da piano campagna e rispettivamente a circa 5500 m e 4200 m di distanza dalle opere di presa superiore e di presa inferiore ed è costituita da due caverne principali. Le due condotte di diramazione dalla condotta forzata all'alimentazione delle turbine/pompa entrano ed escono dalla caverna della centrale perpendicolarmente.

Le caverne principali, compresa la caverna della centrale elettrica e la sala dei trasformatori elevatori, sono progettate con un layout parallelo e si trovano a circa 40 m una dall'altra.

La centrale è formata da una caverna principale dove verranno alloggiare le macchine e una camera più piccola per i trasformatori. Le due camere saranno collegate da tre gallerie di servizio, nello specifico un tunnel di accesso e due tunnel di collegamento.

Le unità reversibili di turbinatura/pompaggio di cui si prevede l'installazione sono costituite da una macchina tipo Francis reversibile a giri fissi (500 giri/min) e da una macchina a giri variabili (500 giri/min ±7%) aventi le seguenti caratteristiche:

- Unità a giri fissi:
  - massima potenza in turbinatura: 153 MW
  - range di portate della macchina in turbinatura: 23,1 - 45 m<sup>3</sup>/s
  - range di salto netto della macchina in turbinatura: 332,6 - 386,8 m
  - massima potenza in pompaggio: 147 MW
  - range di portate della macchina in pompaggio: 28,8 - 39,0 m<sup>3</sup>/s
  - prevalenza totale della macchina in pompaggio: 350 - 410 m
- Unità a giri variabili:

- massima potenza in turbinatura: 153 MW
- range di portate della macchina in turbinatura: 22,3 - 45 m<sup>3</sup>/s
- range di salto netto della macchina in turbinatura: 332,6 – 386,8 m
- massima potenza in pompaggio: 147 MW
- range di portate della macchina in pompaggio: 26-40 m<sup>3</sup>/s
- prevalenza totale della macchina in pompaggio: 350 - 410 m

L'asse delle unità di turbinatura/pompaggio è collocato alla quota 630.0 m s.l.m.m.

Le caverne hanno le seguenti dimensioni principali:

- Caverna alloggiamento gruppi reversibili:
  - lunghezza: 82.20m
  - larghezza: 18.00m
  - altezza: 42.00m
- Caverna trasformatori:
  - lunghezza: 75.00m
  - larghezza: 15.50m
  - altezza: 18.50m

I dati disponibili indicano che questi scavi saranno ubicati prevalentemente in calcare, profondo e quindi compatto. Nelle fasi di approfondimento progettuale andrà verificata nel dettaglio la posizione della faglia N-S che risulta essere presente in questa zona, per controllarne la potenziale interferenza.

## **8.8. CONDOTTE DI SCARICO E ADDUZIONE POMPAGGIO AL POZZO PIEZOMETRICO DI VALLE**

Lo scarico dei due gruppi reversibili a valle dei diffusori è seguito da due condotte di derivazione verso valle lunghe circa 100 m, in acciaio con diametro di 4500 mm.

Le due condotte si raccordano in corrispondenza del pozzo piezometrico di valle mediante una biforcazione in cemento armato a forma di Y, distante circa 88 m dalla parete della centrale elettrica. L'angolo tra gli assi delle due condotte che si uniscono è 60°.

Ogni condotta è sezionabile immediatamente a monte dell'unione mediante una doppia paratoia per isolare le pompe-turbine, come descritto nel paragrafo successivo.

## **8.9. POZZO PIEZOMETRICO DI VALLE**

Il pozzo ha un diametro esterno di 16,60 m ed è collegato al sistema di condotte tramite orifizio di diametro 3,80 m.

L'opera è costituita da una zona inferiore, che si innesta sulle condotte in corrispondenza della biforcazione, e da una camera di testa, costituita dal piano di accesso e dal vano operativo, per la manovra delle paratoie da parte di un operatore a cui si accede tramite la galleria in progetto che parte dal piazzale della vecchia centrale di Pizzone; una scala



consente di scendere a quota 723,80 mslm. La ventilazione del pozzo sarà garantita dalla galleria di accesso.

La camera per la movimentazione delle paratoie è internamente lunga 15 m, nella direzione del flusso, e larga circa 18 m; il pozzo piezometrico vero e proprio è invece un cilindro di diametro esterno pari a 16,60 m e volume libero costituito da una sezione a settore circolare di angolo pari a 120° alta circa 98 m. Il torrino risale fino a quota 723,80 m.s.m. e contiene al suo interno i gargami di risalita e movimentazione delle paratoie e il condotto di aerazione DN 80 (tubo aeroforo) che ha lo scopo di prevenire il rischio di depressione in caso di rapida chiusura delle paratoie. Il tubo aeroforo scaricherà nella galleria di accesso al manufatto.

Il pozzo è concepito per garantire una oscillazione del livello piezometrico fino alla quota di +715.60 m.s.m.

Dalle simulazioni di moto idraulico in regime transitorio a seguito di intercettazione dei due gruppi reversibili (turbine/pompa) nelle massime condizioni operative (90 m<sup>3</sup>/s in fase di turbinatura e 80 m<sup>3</sup>/s in fase di pompaggio) in un intervallo di tempo di 6 s, risultano oscillazione del livello idrico comprese tra 682.3 m.s.m e 715.6 m.s.m.

Nella base e nelle pareti sono inseriti le intelaiature metalliche di supporto e scorrimento dei diaframmi delle quattro paratoie con dimensioni utili di 4500 mm x 4500 mm destinate ad intercettare le due condotte di linea.

La prima paratoia, sempre a contatto con il livello idrico presente nel bacino, è previsto sia stagna e di tipo piano a strisciamento, mentre la seconda, progettata per essere sempre aperta, non è concepita per garantire una tenuta stagna e quindi è più agevolmente manovrabile.

Si prevede di installare la seconda paratoia con una tipologia a scorrimento su ruote (quindi più facilmente azionabile), mentre la prima sarà su pattini e quindi stagna.

La chiusura delle paratoie avverrà a gravità, mentre le operazioni di apertura saranno eseguite mediante centraline oleodinamiche che manovreranno le paratoie tramite un pistone oleodinamico per unità.

Il collegamento tra i pistoni idraulici e il corpo delle paratoie avverrà mediante aste smontabili.

Da un punto di vista operativo, successivamente alla chiusura della prima paratoia, quando si deciderà di precedere alla sua apertura, si chiuderà anche la seconda; quindi, tramite un piccolo condotto intermedio si riempirà il volume compreso tra le due paratoie portando l'acqua alla medesima pressione sulle due facce del diaframma. In queste condizioni sarà più agevole aprire la paratoia stagna e quindi anche la seconda paratoia.

Sarà installata superiormente una gru a ponte con capacità di 500 kN per estrarre le paratoie e le aste di collegamento e conferirle a manutenzione.

I dati disponibili indicano che il pozzo sarà scavato prevalentemente in calcare.

Nella parte superiore, risalendo verso la superficie, si attende un peggioramento delle caratteristiche meccaniche dei terreni interessati.

#### **8.10. CONDOTTA DI SCARICO E ADDUZIONE POMPAGGIO DAL POZZO PIEZOMETRICO DI VALLE ALL'INVASO DI CASTEL SAN VINCENZO**

A valle del pozzo piezometrico di valle, la galleria di adduzione per lo scarico/aspirazione pompaggio dal bacino di Castel San Vincenzo ha sezione con rivestimento in calcestruzzo ed è lunga circa 4000 m.

Il tunnel sarà realizzato mediante una condotta policentrica larga internamente 560 cm, alta 580 cm con calotta semicircolare di raggio 280 cm e sagomatura inferiore raccordata con

raggio di 580 cm.

Con una sezione utile di 28,99 m<sup>2</sup> e un contorno bagnato pari a 19,05m, la condotta è caratterizzata da un Raggio idraulico di 1,522 m, e nei calcoli idraulici è stata assimilata ad una condotta circolare avente un diametro interno di 6,0 m.

Avrà pendenza del 1,25% circa dalla quota di centrale di 630 m slm alla quota di presa in corrispondenza del bacino di Castel San Vincenzo di circa 670m slm.

I dati disponibili indicano che la condotta di scarico sarà realizzata all'interno di formazioni calcaree, in prossimità della Centrale e successivamente nel Flysch a una certa distanza da essa. Questo tratto potrebbe includere 2 o 3 discontinuità principali, oltre al cambio di litologia.

Ciò richiederà sezioni in genere rinforzate con tratti speciali, come visto per la galleria di monte.

### **8.11. MANUFATTO DI ALLOGGIAMENTO PARATOIA DI SEZIONAMENTO GRIGLIA DI PROTEZIONE IMBOCCO DELL'INVASO DI CASTEL SAN VINCENZO (POZZO PARATOIE DI VALLE)**

A valle del pozzo piezometrico di valle, lungo la galleria di adduzione per lo scarico/aspirazione pompaggio dal bacino di Castel San Vincenzo sarà realizzato un manufatto di alloggiamento di una paratoia di intercettazione e di due griglie di protezione dall'ingresso di corpi solidi grossolani.

Questo manufatto, aperto superiormente, è innestato sulla condotta interrata a quota 655,18 m.s.m., sporge dal terreno a quota 710 m.s.m. in corrispondenza di una strada esistente ed è alto 3 m; il manufatto sarà intonacato e tinteggiato in colori da definirsi in fase di autorizzazione paesaggistica. Un portone largo 4,50 m e alto 3 m consentirà l'accesso al personale autorizzato per le operazioni di gestione e manutenzione.

Il tunnel di monte e di valle è realizzato mediante una condotta policentrica larga internamente 560 cm, alta 580 cm con calotta semicircolare di raggio 280 cm e sagomatura inferiore raccordata con raggio di 580 cm, sarà rastremato in corrispondenza del manufatto per consentire l'installazione delle due griglie a cestello, con luce 10 cm, e della paratoia a scorrimento su ruote 4000 mm x 4000 mm.

Si prevede anche un condotto di aerazione DN 120 (tubo aeroforo) a monte delle griglie a cestello allo scopo di prevenire il rischio di depressione in caso di rapida chiusura delle paratoie.

L'installazione è completata da una monorotaia con paranco da 2t per il sollevamento delle griglie a cestello.

### **8.12. OPERA DI PRESA DI CASTEL SAN VINCENZO**

Lo scarico dalla fase di turbinatura e l'adduzione per il pompaggio nel sistema di condotte del nuovo impianto in progetto sarà realizzata a mezzo di nuova opera di presa nell'attuale bacino di Castel San Vincenzo.

Il layout della presa, specularmente a quanto previsto per il bacino di Montagna Spaccata, si basa su strutture di presa consolidate (geometria e scarico simili) con buon comportamento idraulico, per quanto riguarda l'afflusso e l'assenza di vortici durante il funzionamento. Tuttavia, nelle successive fasi esecutive di progettazione, ulteriori indagini specifiche saranno da effettuare nelle varie condizioni di carico e sommergezza.

La struttura principale dell'opera di presa consiste in una struttura autoportante composta da una bocca di aspirazione dotata di griglia ferma detriti seguita da tunnel di derivazione.

Le portate nominali sono 90 m<sup>3</sup>/s in uscita in generazione e 77 m<sup>3</sup>/s in aspirazione da pompaggio.

La struttura della presa inferiore si trova ad una quota di 669,27 mslm (quota di fondo galleria all'imbocco/sbocco dall'opera di presa). La lunghezza lungo la direzione del flusso è di 89 m circa ed è composta da una sezione di diffusione, lunga circa 65 m, e una sezione di aspirazione a valle della sezione di diffusione, lunga circa 24 m. La bocca di diffusione presenta un'inclinazione che segue la pendenza di fondo lago fino ad una quota di testa del cordolo sfiorante pari a 685,50 mslm ed è larga circa 27 m nel punto più lontano corrispondente a questa quota e 10 m al collegamento con la sezione di aspirazione.

In corrispondenza del passaggio alla sezione di aspirazione sarà installato uno sgrigliatore in acciaio zincato con sistema di pulizia non automatizzato, ma eseguibile tramite sbraccio meccanizzato dotato di pettine pulitore. Le barre dovranno avere una spaziatura di circa 500 mm; il valore dovrà essere scelto in modo da consentire il passaggio all'interno della turbina e dovrà essere valutato al termine della progettazione esecutiva della turbina. Le griglie sono inclinate di 30 gradi rispetto alla verticale.

Poco a monte dell'imbocco della galleria sarà installabile un pancone di servizio per isolare la condotta di valle dall'invaso di Castel san Vincenzo in occasione di interventi di manutenzione.

L'opera potrà essere realizzata grazie alla realizzazione di una barriera idraulica formata da una paratia di pali compenetrati non armati di grande diametro (Ø1500) posti ad una quota tale da garantire l'operatività del serbatoio di Castel san Vincenzo al livello di 683 mslm. La quota di testa palo finale potrà essere perfezionata in fase di progetto esecutivo sulla base delle scelte operative della committenza. Il collegamento con la galleria verso la centrale sarà realizzato demolendo dall'interno dell'opera di presa la paratia.

Le facce strutturali interne sono concepite per soddisfare i requisiti di progettazione delle forme idrauliche al fine di ottimizzare i modelli di flusso e le perdite di carico (in generazione e modalità di pompaggio).

### **8.13. SERBATOIO DI CASTEL SAN VINCENZO**

Il serbatoio di Castel San Vincenzo è realizzato sbarrando il Rio Salzera, affluente del Volturno mediante la realizzazione di una diga in terra di altezza 25,50 m.

Il lago artificiale raccoglie i deflussi in uscita dall'esistente Centrale idroelettrica di Pizzone, a cui vengono aggiunti i deflussi dei Rii Vignalunga e Collealto e quelli del bacino imbrifero del Rio Salzera.

La quota massima di regolazione del bacino è pari a 697,00 m s.m., altezza alla quale l'invaso è pari a 5,61 milioni di m<sup>3</sup>.



**Figura 8-4: Serbatoio di Castel San Vincenzo**

I livelli limite del serbatoio inferiore utilizzati nell'analisi dello schema di progetto sono stati 697,0 m.s.m e 683,0 m.s.m. corrispondenti rispettivamente al livello massimo e minimo di regolazione. Da suddetti valori, risulta un volume utile d'invaso leggermente superiore a 5Mm<sup>3</sup>.

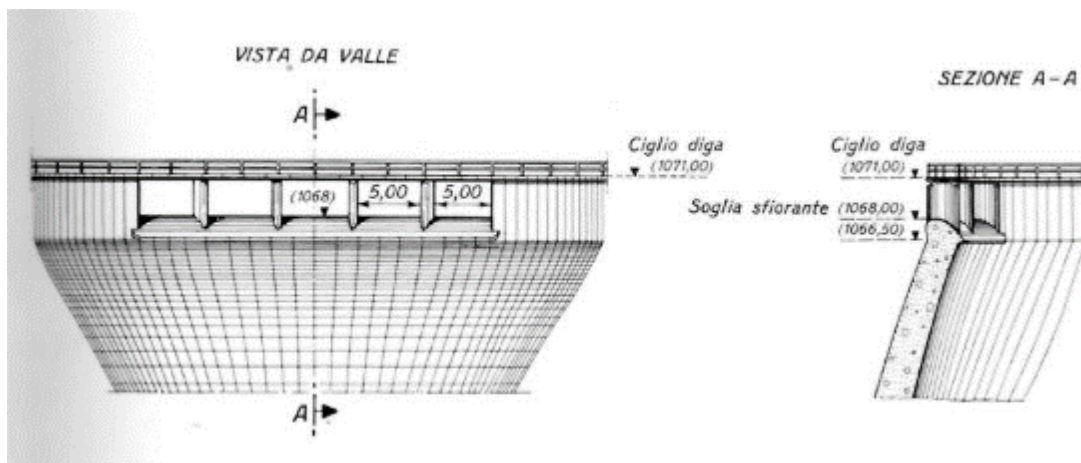
Anche per il bacino di Castel San Vincenzo non è prevista alcuna modifica dell'invaso per adattarsi alle nuove condizioni operative.

## 8.14. SCARICHI DELLE DIGHE ESISTENTI

### 8.14.1. SERBATOIO DI MONTAGNA SPACCATA

Le opere di scarico che consentono la regolazione del bacino di Montagna Spaccata comprendono, oltre all'opera di presa esistente e quella in progetto, uno scarico di superficie, uno scarico di alleggerimento ed uno scarico di esaurimento.

Lo scarico di superficie è costituito da una soglia sfiorante con profilo Creager ricavata nel corpo della diga principale con ciglio di sfioro a 1068,00 m slm e sviluppo di 25 m suddivisa in 5 luci dalle pile di sostegno della passerella.



**Figura 8-5. Scarico di superficie del bacino di Montagna Spaccata**



Secondo il progetto originale della Diga, redatto negli anni '50, la massima onda di piena in ingresso era prevista con andamento triangolare avente valore massimo di 180 m<sup>3</sup>/s, della durata di 6 ore; il prevedibile massimo livello idrico, calcolato tenendo conto anche di un effetto di laminazione dell'onda di piena nel bacino della Diga ( che portava a determinare la portata in arrivo allo sfioratore pari a circa 122 m<sup>3</sup>/s), era stato calcolato pari a 1,73 m, cioè a quota 1069,73 m.s.m.

Lo scarico di alleggerimento è ubicato in sponda sinistra con soglia a 1027,00 m slm ed è costituito da una galleria circolare del diametro di m 2,50 con imbocco protetto da griglia metallica. La galleria è intercettata da due paratoie piane a comando oleodinamico.

Lo scarico di esaurimento consiste in una tubazione metallica di diametro 750 mm murata nel tampone con asse a 1006,00 m slm protetta da griglia metallica all'imbocco. La tubazione è intercettata da una saracinesca a lente con comando oleodinamico a distanza.

Le portate delle opere di scarico secondo il progetto della Diga riferite ad un livello nel serbatoio pari a 1069,70 m slm sono di seguito riportate.

**Tabella 8-1. Portate delle opere di scarico secondo progetto originale**

Scarico di superficie	122 m <sup>3</sup> /s
Scarico di alleggerimento	40 m <sup>3</sup> /s
Scarico di esaurimento	20 m <sup>3</sup> /s
<b>TOTALE</b>	<b>180 m<sup>3</sup>/s</b>

#### **8.14.2. SERBATOIO DI CASTEL SAN VINCENZO**

Il serbatoio, realizzato in terra con nucleo centrale in argilla, ha quota di coronamento a 699,50 m.s.m.

La quota di massimo invaso normale di esercizio è a 697,00 m.s.m, la quota di massimo svaso è a 683,00 m.s.m.

Il volume di invaso totale è stimato pari a 5,7 x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, il volume di invaso utile è stimato pari a 5,0 x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>.

La massima portata di piena venne stimata all'atto progettuale pari a 50 m<sup>3</sup>/s.

Le opere di scarico che consentono la regolazione sul bacino di Castel San Vincenzo comprendono, oltre all'opera di presa esistente a servizio della centrale di Rocchetta e quella in progetto, uno scarico di superficie ed uno scarico di fondo.

Lo scarico di superficie è ubicato in sponda destra fuori dal corpo diga e consiste in un manufatto con soglia della larghezza di 4 m a 695,30 m slm con sovrapposta paratoia a ventola di m 3,00 x 1, 70 a funzionamento automatico; alla soglia segue una galleria inclinata di 35° per un primo tratto, seguita da un secondo tronco di raccordo per l'immissione nella galleria dello scarico di fondo.

Lo scarico di fondo è posto fuori dal corpo diga in sponda destra ed è costituito da un imbocco con soglia a 674,00 m slm protetto da griglia di m 2,00 x 2,50; segue una galleria a sezione circolare del diametro di 2,00 m fino al pozzo di manovra delle 2 paratoie piane di intercettazione a comando oleodinamico; da qui la galleria assume sezione policentrica per il deflusso a pelo libero delle portate dello scarico di fondo e di quelle dello scarico di superficie.

Le portate delle opere di scarico riferite ad un livello nel serbatoio pari a 697m slm sono di seguito riportate.

**Tabella 8-2. Portate delle opere di scarico**

Scarico di superficie	32 m <sup>3</sup> /s
Scarico di fondo	18 m <sup>3</sup> /s
<b>TOTALE</b>	<b>50 m<sup>3</sup>/s</b>

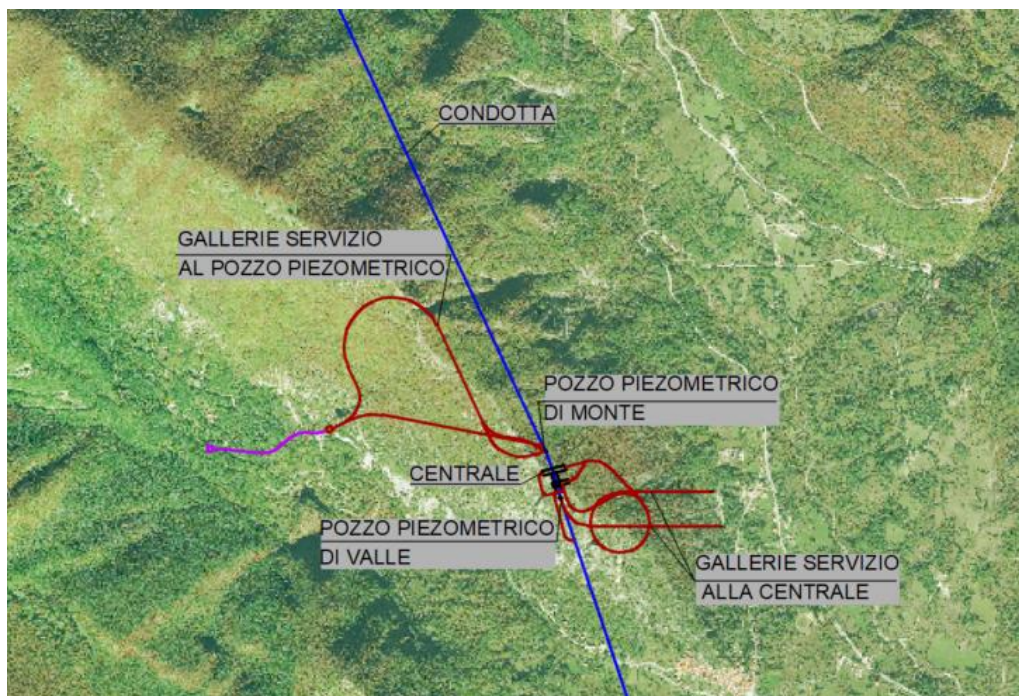
### 8.15. STRADE E GALLERIE DI ACCESSO E SERVIZIO

Il progetto include alcuni punti di accesso alle opere in progetto utilizzati anche in fase di cantiere.



**Figura 8-6. Galleria di accesso al pozzo paratoie. A sinistra la strada esistente da cui si diparte la galleria.**

L'accesso al pozzo paratoie, da utilizzarsi per la costruzione dello stesso e per il cantiere denominato Montagna Spaccata, è garantito da una galleria che parte a quota +1.079 m.s.m. da un piazzale costruito nei pressi della strada esistente a sud-ovest del lago (v. Figura 8-6) e con una pendenza del 4.46% raggiunge la quota di +1.025,50 m.s.m. L'accesso per la gestione delle paratoie avverrà tramite la strada esistente, che verrà prolungata di circa 40 m per raccordarsi al piazzale in progetto.



**Figura 8-7. Gallerie di accesso alla nuova centrale di Pizzone II e ai pozzi piezometrici.**

Una galleria (evidenziata a destra nella figura precedente), lunga circa 1500 m, collega la centrale idroelettrica in caverna all'esterno; il portale di ingresso è situato alla quota di +697 m.s.m in prossimità dell'attuale centrale di Pizzone. È stato previsto un tracciato di tipo elicoidale per assicurare un accesso con pendenza massima del 4% che agevoli il trasporto dei componenti principali (generatore, turbine, trasformatori e carroponete). La sagoma prevista ha un'altezza di 10 m ed una larghezza di 10 m, con raggio di curvatura pari a 5 m in sommità e rivestimento definitivo spesso tra i 60 e gli 80 cm in funzione delle caratteristiche dell'ammasso roccioso e delle condizioni geologiche locali.

Nei pressi della nuova centrale, a valle del tratto elicoidale, la galleria si sdoppia: un primo tratto sarà utilizzato in fase di costruzione per realizzare la caverna della centrale elettrica e la sala del trasformatore; il secondo collegamento consentirà di raggiungere la centrale a quota 640,50 m.s.m. e verrà utilizzato per le operazioni di gestione e manutenzione. A tal fine la sezione prevede un passaggio pedonale in sicurezza.

Il tunnel per la realizzazione della sala del trasformatore si diparte dal primo ramo della galleria principale a quota +654,18 m.s.m. ed è costituito da una galleria minore, di sezione ridotta alla metà e lunga circa 100 m, che scende fino a quota +653,35 m.s.m. A valle di questa diramazione, il primo ramo prosegue per raggiungere quota + 653,925 m.s.m. per la costruzione della centrale elettrica.

Dal secondo collegamento, che giunge alla centrale a quota + 645,50 m.s.m., è prevista una diramazione secondaria alla stessa quota, da impiegarsi quale uscita di emergenza e una galleria per la costruzione della condotta di valle che giunge a quota 629.23 m.s.m.

All'imbocco della galleria nei pressi della centrale di Pizzone esistente è prevista la realizzazione di una berlinese di micropali come da disegni di progetto. La galleria sarà raggiungibile attraverso un nuovo piazzale creato a quota +697 ed accessibile dalla viabilità esistente attraverso una nuova pista di accesso permanente avente una pendenza del 5% e sostenuta da terre rinforzate a paramento vegetato.

Un'altra galleria, accessibile da quota +705,30 m.s.m. dal piazzale dell'attuale centrale di Pizzone, lunga circa 715 m, consentirà di raggiungere il pozzo piezometrico di valle a quota +734,60 m.s.m. Questa galleria presenta una sezione di dimensioni più ridotte della precedente (larghezza 6 m, raggio di curvatura in sommità pari a 3 m e spessore del rivestimento definitivo pari a 20 cm) ed altezza che si mantiene costante al valore di 6 m fino a circa 200 m dal pozzo, progressiva a cui inizia ad ampliarsi in altezza fino a 12,50 m in corrispondenza del pozzo. Questo è dovuto al fatto che in un primo momento la galleria verrà scavata per giungere nei pressi del pozzo ad una quota superiore (+741,10 m.s.m.) per la costruzione dello stesso, poi verrà riportata ad una quota più bassa per garantire l'accessibilità del pozzo ai fini manutentivi da quota +734,60 m.s.m.



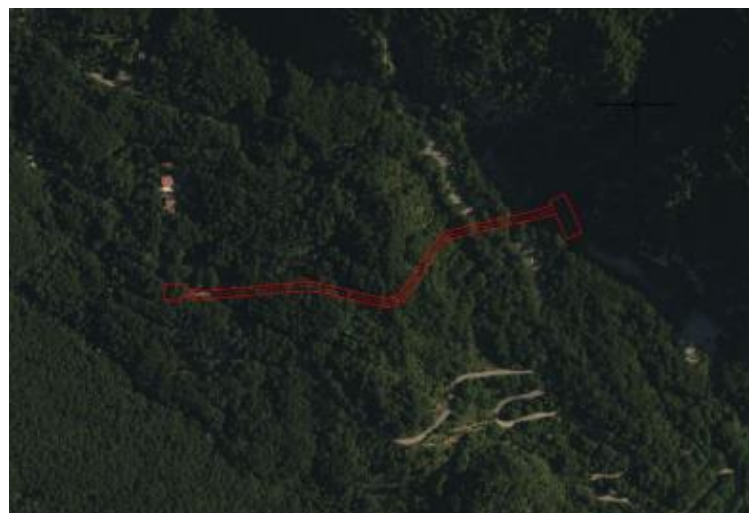


**Figura 8-8. Pista di accesso al nuovo piazzale alla centrale esistente del Pizzone e imbocco delle due nuove gallerie dal piazzale della centrale esistente.**

Il progetto include il sostegno del piazzale esistente mediante pali di grande diametro ( $\varnothing 1500$ ) ed eventuali ancoraggi attivi in funzione del profilo locale.

L'area del nuovo piazzale verrà impiegata anche in fase di realizzazione delle opere in progetto per la collocazione degli uffici di cantiere. Nella stessa area verranno ubicati la sottostazione utente SSU entro un edificio e l'edificio servizi. Ai piedi della nuova rampa di accesso al piazzale sarà collocata anche la cabina di consegna MT.

Il secondo accesso è stato pensato per raggiungere la zona di scavo della galleria superiore (via d'acqua) e del pozzo piezometrico di monte per assistere tutti i fronti di scavo in modo indipendente ed è costituito da un tratto di strada e da due gallerie principali.



**Figura 8-9. Ubicazione della nuova strada di accesso al pozzo piezometrico di monte nei pressi del tornante 10 della S.P. di Pizzone.**

Il piazzale di partenza della strada di accesso, di dimensioni pari a 20 m x 20 m, sarà ubicato nei pressi del tornante 10 della S.P. di Pizzone e verrà realizzato con uno spessore di 50 cm di misto stabilizzato. La strada, larga 10 m e di lunghezza pari a circa 540, verrà realizzata



in rilevato e sarà costituita da 50 cm di misto stabilizzato, con pendenza pari al 3.68%. Essa collegherà il primo piazzale, a quota +972,78 m.s.m., con un secondo piazzale, di dimensioni 20 m x 50 m, a quota +991,13 m.s.m., da cui è previsto l'imbocco della galleria.

Poiché la strada sarà realizzata in rilevato con altezze di rilevato notevoli, sul lato sud è prevista la realizzazione di una struttura in terra rinforzata a paramento vegetato tipo Textomur, con soletta di fondazione dotata di micropali di cucitura alla formazione litoide qualora necessario.

Dopo un breve tratto comune di 40 m circa, la galleria si sdoppierà su due livelli con due diversi tracciati principali; il primo, lungo circa 1630 m, giunge con una pendenza del 7% a quota +1104,30 m.s.m., nei pressi del pozzo piezometrico di monte per la costruzione dello stesso. Da questo primo tratto si distaccherà un ramo secondario lungo circa 490 m, che giunge al pozzo a +1093,50 m.s.m. con pendenza del 3%, per l'accessibilità del manufatto in fase di esercizio. Il secondo tracciato, lungo circa 880 m, sale fino alla quota di +1000,11 m.s.m. con una pendenza dell'1,045%, e sarà impiegato quale strada di accesso per lo scavo della galleria superiore (via d'acqua).

Tutte queste gallerie saranno caratterizzate da una sezione alta 6,50 m, larga 7 m, con raggio di curvatura pari a 3,50 m in sommità, sostegni primari sistematici e rivestimento a spruzzo di calcestruzzo, di spessore pari a 5 cm.

Per la costruzione della condotta di valle nella zona del bacino di Castel San Vincenzo (cantiere Castel San Vincenzo) verrà realizzato un tratto in galleria, con sezione larga 7 m e alta 6,50 m, che arriva a quota +661,68 e sarà collegato alla strada esistente attraverso una strada di nuova costruzione, costituita da 50 cm di misto stabilizzato, che giunge a quota +670,00 m.s.m. al piazzale di imbocco della galleria.



**Figura 8-10. Strada e galleria di accesso al cantiere di Castel San Vincenzo.**

Per una maggior chiarezza, la tabella seguente riporta le caratteristiche delle sezioni delle gallerie proposte per i diversi tratti.

Tratto	Larghezza (m)	Altezza (m)	Lunghezza (m)	Spessore rivestimento definitivo	Sostegni primari	Altro
accesso al cantiere Montagna Spaccata	7 m	6,5 m	1529	-	Sostegni primari sistematici Bulloni Ø30 mm, L=4-3 m Spaziatura 1,5x 1,5 m calcestruzzo spruzzato t=5 cm centine HeB 240 accoppiate ogni 2 m	30 m di piazzale all'imbocco
Tratto verso il pozzo piezometrico di monte per la realizzazione del manufatto	7 m	6,5 m	1631	-	Sostegni primari sistematici Bulloni Ø30 mm, L=4 m Spaziatura 1,5x2 m, localmente 1,0 x 1,5 m calcestruzzo spruzzato t=5 cm maglia elettrosaldata Ø8 m 10 x 10 cm	20 m di piazzale all'imbocco
Deviazione per l'accesso al pozzo piezometrico di monte	7 m	6,5 m	488	-	Sostegni primari sistematici Bulloni Ø30 mm, L=4 m Spaziatura 1,5x2 m, localmente 1,0 x 1,5 m calcestruzzo spruzzato t=5 cm maglia elettrosaldata Ø8 m 10 x 10 cm	-
Tratto per la realizzazione della galleria superiore (via d'acqua)	7 m	6,5 m	880	-	Sostegni primari sistematici Bulloni Ø30 mm, L=4 m Spaziatura 1,5x2 m, localmente 1,0 x 1,5 m calcestruzzo spruzzato t=5 cm maglia elettrosaldata Ø8 m 10 x 10 cm	-
da piazzale centrale Pizzone esistente a pozzo piezometrico di valle	6 m	variabile da 6 m a 12,5 m	715,21	20 cm	Sostegni primari sistematici Bulloni Ø30 mm, L=4-3 m Spaziatura 1x2 m, localmente 1,5 x 1,5 m calcestruzzo spruzzato t=5 cm	stabilizzazione imbocco
Tratto iniziale galleria verso centrale sotterranea e collegamento per manutenzione	10 m	10 m	1485	60-80 cm	Sostegni primari sistematici Bulloni Ø30 mm, L=4-5 m Spaziatura 1,5x2 m, localmente 1,0 x 1,5 m calcestruzzo spruzzato t=5 cm maglia elettrosaldata Ø8 m 10 x 10 cm	stabilizzazione imbocco, presenza di passaggio pedonale di sicurezza
Tratto da uscita di emergenza a condotta di valle per realizzazione condotta di valle	10 m	10 m	234	-	Sostegni primari sistematici Bulloni Ø30 mm, L=4-5 m Spaziatura 1,5x2 m, localmente 1,0 x 1,5 m calcestruzzo spruzzato t=5 cm maglia elettrosaldata Ø8 m 10 x 10 cm	-
Uscita di emergenza dalla centrale	6 m	6 m	180	20 cm	Sostegni primari sistematici Bulloni Ø30 mm, L=4-3 m Spaziatura 1x2, localmente 1,5 x 1,5 calcestruzzo spruzzato t=5 cm	-
Tratti per la realizzazione della centrale e la sala del trasformatore	10 m	10 m	383	60-80 cm	Sostegni primari sistematici Bulloni Ø30 mm, L=4-5 m Spaziatura 1,5x2 m, localmente 1,0 x 1,5 m calcestruzzo spruzzato t=5 cm maglia elettrosaldata Ø8 m 10 x 10 cm	-
Ramo verso la sala del trasformatore	5 m	5 m	112	40 cm	Sostegni primari sistematici Ancoraggi passivi Ø26mm, L=3 m Spaziatura 2 m calcestruzzo spruzzato t=5 cm	-
accesso al cantiere Castel San Vincenzo	7 m	6,5 m	119	-	Sostegni primari sistematici Bulloni Ø30 mm, L=4 - 3 m Spaziatura 1,5x 1,5 m calcestruzzo spruzzato t=5 cm centine HeB 240 accoppiate ogni 2 m	piazzale all'imbocco

## 8.16. OPERE ELETTROMECCANICHE

Di seguito si riportano schematicamente le caratteristiche principali delle componentistiche elettromeccaniche che sono trattate in maniera più approfondita nel documento GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.133.00 a cui si rimanda per maggiori dettagli.

### 8.16.1. TURBINE

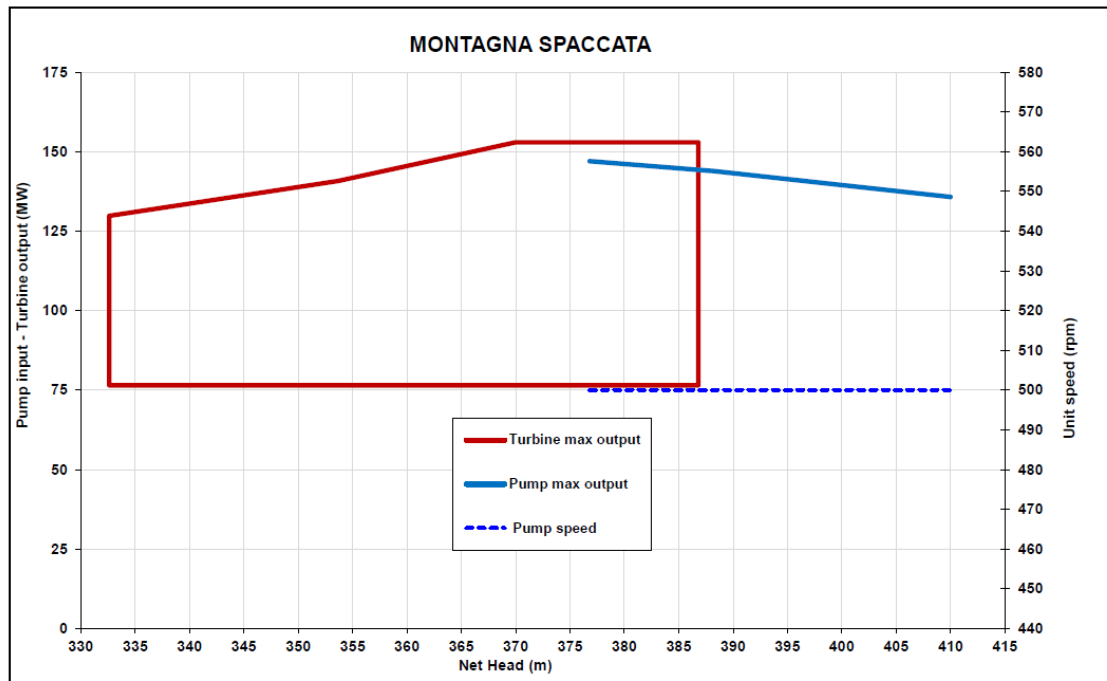
#### 8.16.1.1. TURBINA A VELOCITÀ FISSA

Come detto in precedenza, nella Centrale di Pizzone è previsto che vengano installate due unità pompa-turbina tipo GE Renewable Energy, di cui una a velocità fissa e una a velocità variabile.

L'asse delle turbine è collocato a quota 630 m.s.m.

Caratteristiche base indicative della turbina a velocità fissa:

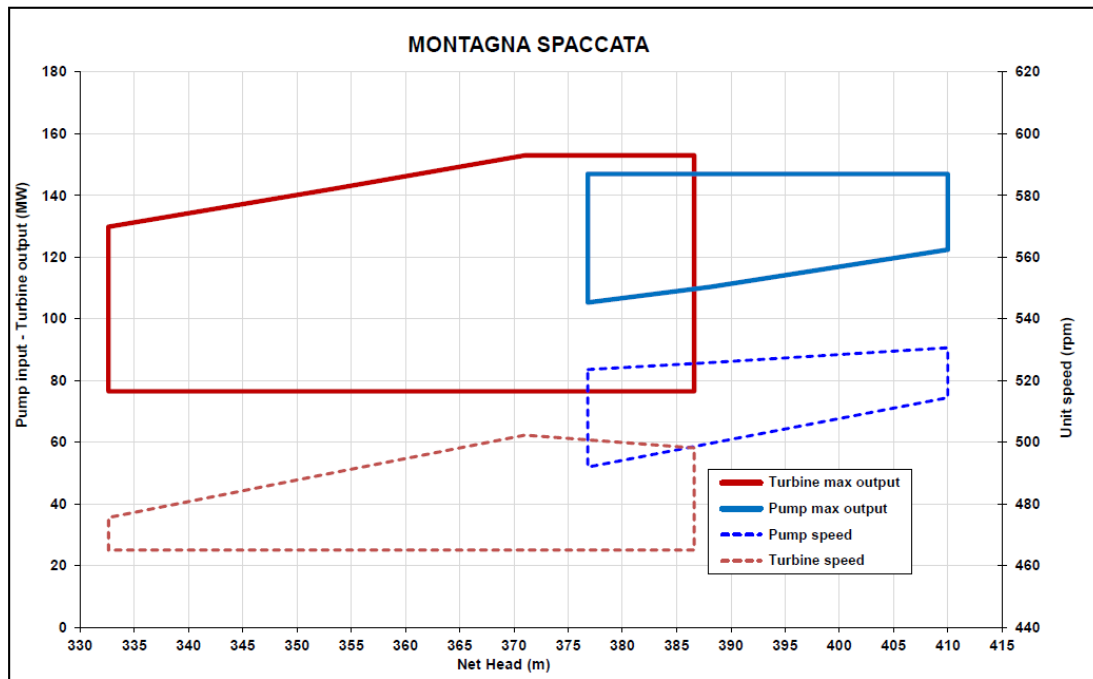
Numero di unità:	1
Tipo di pompa-turbina:	Francis reversibile
Velocità di rotazione:	500 giri/minuto
Asse macchina:	630 m.s.m.
<i>Modalità Turbina</i>	
Massima Potenza turbina (at runner shaft):	153 MW
Range di portata turbinabile:	23,1 – 45 m <sup>3</sup> /s
Range di prevalenza (salto netto):	332.6 – 386.8 m
<i>Modalità Pompa</i>	
Assorbimento massimo(at runner shaft):	147.0 MW
Range di portata:	28.8 – 39 m <sup>3</sup> /s
Range di prevalenza (totale):	350 - 410 m



### 8.16.1.2. TURBINA A VELOCITÀ VARIABILE

Caratteristiche base indicative della turbina a velocità variabile:

Numero di unità:	1
Tipo di pompa-turbina:	Francis reversibile
Velocità sincrona	500 giri/min +/-7%
Asse macchina:	630 m.s.m
<i>Modalità Turbina</i>	
Massima Potenza turbina (at runner shaft)::	153 MW
Range di portata turbinabile:	22.3 – 45 m <sup>3</sup> /s
Range di prevalenza (salto netto):	332.6 – 386.6 m
<i>Modalità Pompa</i>	
Assorbimento massimo(at runner shaft):	147.0 MW
Range di portata:	26.0 – 40 m <sup>3</sup> /s
Range di prevalenza (totale):	350 – 410.0 m

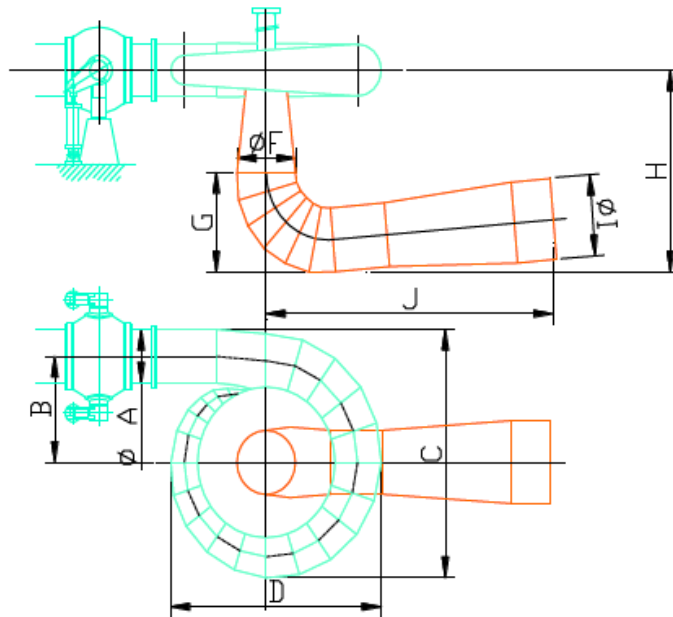


**8.16.1.3. DIMENSIONI APPROSSIMATIVE DELLE TURBOPOMPE**

La progettazione di una turbopompa comporta necessariamente un compromesso tra la dimensione della girante e la sommersenza della pompa che potranno essere aggiustate in una fase successiva del processo di ingegnerizzazione. La soluzione presentata dal costruttore rappresenta il miglior compromesso con le impostazioni progettuali effettuate. Nella tabella e nel disegno sotto riportato sono indicate le dimensioni delle due macchine e dei relativi diffusori in progetto.

Dimensioni [mm]	Turbina a velocità fissa	Turbina a velocità variabile
<b>A</b>	1920	1880
<b>B</b>	3520	3430
<b>C</b>	8180	7970
<b>D</b>	7330	7150
<b>F</b>	2330	2270
<b>G</b>	3650	3550
<b>H</b>	8000	7800
<b>I</b>	3880	3780
<b>J</b>	17000	16600





#### 8.16.1.4. SISTEMA DI DEWATERING E SFIATO ARIA

Ogni turbopompa sarà dotata di un proprio sistema di svuotamento dell'acqua (dewatering) e sfiato dell'aria per consentire il passaggio dalla funzione di generazione alla funzione di sollevamento o al funzionamento in modalità condensatore sincrono o viceversa.

Il progetto prevede una soluzione di avviamento della macchina reversibile svuotata dall'acqua, che richiede una potenza ausiliaria molto minore, ma una struttura più complessa, compresa l'installazione di un gruppo di produzione di aria ad alta pressione (circa 80-85 bar).

#### 8.16.1.1. TEMPI OPERATIVI PREVISTI

Sono previsti i seguenti tempi operativi di transizione tra le diverse modalità operative:

- Tempo massimo di transizione tra la modalità operativa turbina a pieno carico a quella di fermo: 300 s.
- Tempo massimo di transizione tra la modalità operativa turbina a pieno carico a quella di pompaggio a pieno carico: 420 s.
- Tempo massimo di transizione tra la modalità di fermo a quella di pompaggio a pieno carico: 340 s.
- Tempo massimo di transizione tra la modalità operativa di pompaggio a pieno carico a quella di turbina a pieno carico: 190 s.
- Tempo massimo di transizione tra la modalità operativa pompaggio a pieno carico a quella di fermo: 200 s.
- Tempo massimo di transizione tra la modalità operativa turbina a pieno carico a quella di condensatore sincrono: 90 s.
- Tempo massimo di transizione tra la modalità di condensatore sincrono a quella di turbina a pieno carico: 80 s.
- Tempo massimo di transizione tra la modalità operativa pompaggio a pieno carico a quella di condensatore sincrono: 140 s.
- Tempo massimo di transizione tra la modalità di condensatore sincrono a quella di pompaggio a pieno carico: 80 s.
- Tempo massimo di transizione tra la modalità di condensatore sincrono a quella di pompaggio a pieno carico: 80 s.
- Tempo massimo di transizione tra la modalità di fermo a quella di condensatore sincrono con girante ruotante in aria nella direzione di turbinatura: 300 s.
- Tempo massimo di transizione tra la modalità di fermo a quella di condensatore sincrono con girante ruotante in aria nella direzione di pompaggio: 300 s.
- Tempo massimo di transizione tra la modalità di condensatore sincrono con girante ruotante in aria alla condizione di fermo: 200 s.

In funzione delle caratteristiche costruttive delle macchine saranno verificati i suddetti tempi assunti a base del presente progetto.

### **8.16.2. GENERATORI**

#### **8.16.2.1. GENERATORE A VELOCITÀ FISSA**

Caratteristiche principali del generatore a velocità fissa:

Potenza nominale	177 MVA
Tensione nominale	18,5 kV
Fattore di potenza	0,85
Velocità nominale	500 rpm
Tipologia	sincrono / eccitatrice statica
Raffreddamento	acqua/aria
Reattanza subtransitoria	15%
Classe temperatura	B
Classe di isolamento	F
Velocità massima in overspeed	750 rpm

Diametro dello statore: ca 9500 mm  
Altezza totale del generatore: ca 7999 mm  
Peso complessivo dello statore: ca 215 t.  
Peso complessivo del rotore: ca 255 t.  
Peso totale del generatore: ca 550 t.

Statore e rotore verranno assiemati in cantiere

#### **8.16.2.2. GENERATORE A VELOCITÀ VARIABILE**

Caratteristiche base generatore a velocità variabile:

Potenza nominale	177 MVA
Tensione nominale	18,5 kV
Fattore di potenza	0,85
Frequenza nominale	50 Hz
Tipologia	asincrono DFIM
Raffreddamento	acqua/aria
Reattanza subtransitoria	15%
Classe temperatura	B
Classe di isolamento	F
Velocità massima in overspeed	750 rpm

Diametro dello statore: ca 9600 mm  
Altezza totale del generatore: ca 6100 mm  
Peso complessivo dello statore: ca 210 t.  
Peso complessivo del rotore: ca 280 t.  
Peso totale del generatore: ca 560 t.

Il sistema di eccitazione è di tipo VSI (Voltage source inverter).

### **8.16.3. REGOLATORI DI VELOCITÀ**

Ciascuna macchina sarà dotata di un regolatore di velocità e della relativa componentistica costituita da:

- Regolatore di velocità
- Sistema di controllo e posizionamento delle guide mobili (wicket gates)
- Centralina olio ad alta pressione
- Serbatoi olio e scambiatore.
- Sistema ad aria compressa e relativi serbatoi di accumulo
- Sistema di dewatering (svuotamento acqua).

- Sistema di rilevazione della sovravelocità.
- Sistema di fornitura di aria in pressione che includono i compressori, i filtri e gli essiccatori

Il funzionamento dovrà rispettare il codice di rete di AT di Terna.

In base alla differenza tra la velocità misurata e quella impostata, il sistema dovrà essere in grado di correggere tramite una elaborazione PID la posizione dell'attuatore per adattarsi alle richieste di regolazione.

La centralina oleodinamica è in comune con il sistema di gestione della valvola rotativa di macchina. Di seguito si riporta un disegno tipico della centralina oleodinamica.

#### 8.16.4. ORGANI DI CONTROLLO

##### 8.16.4.1. PARATOIE DI INTERCETTO DI MONTE

Il pozzo paratoie, dove sono alloggiare le due paratoie di intercettazione, si trova circa 200 m a valle della presa superiore dall'invaso di Montagna Spaccata.

Nella base e nelle pareti sono inseriti le intelaiature metalliche di supporto e scorrimento dei diaframmi delle due paratoie con dimensioni utili di 4000 mm x 4000 mm destinate ad intercettare la condotta di linea.

La paratoia di monte, a tenuta stagna, sarà del tipo a strisciamento, quella di valle sarà del tipo a saracinesca a ruote fisse. Il sistema sarà azionato da un cilindro idraulico e la movimentazione sarà trasmessa attraverso un sistema di leverismi.

A favore di sicurezza l'abbassamento avverrà per gravità, la chiusura avviene tramite il peso stesso e sotto il flusso dell'acqua.

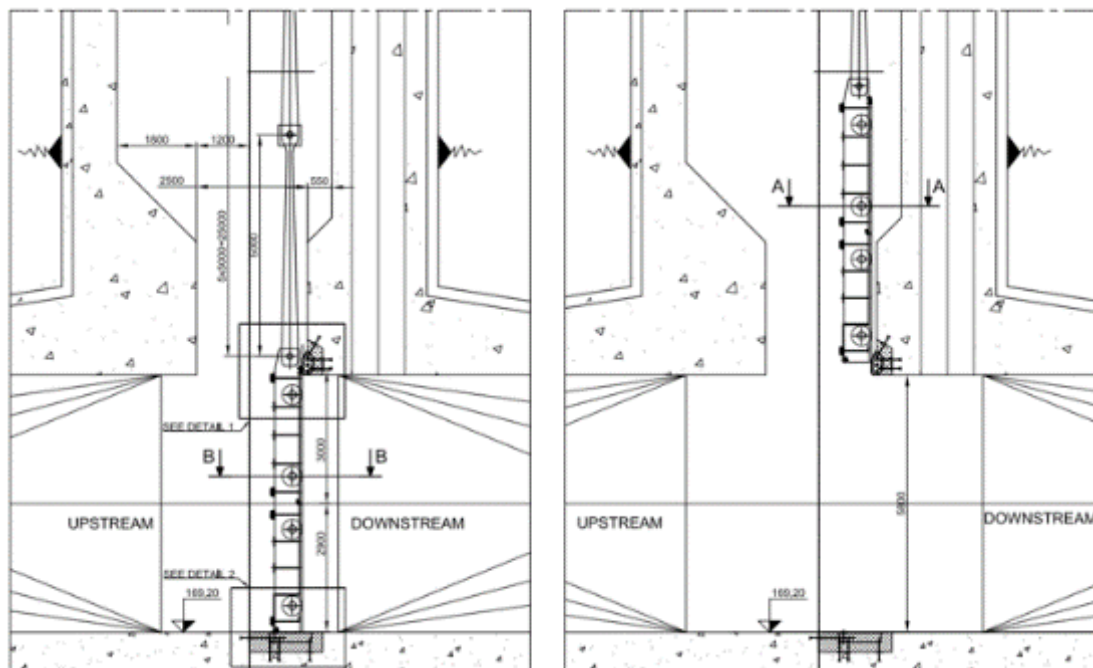


Figura 8-2. Tipico installazione paratoia nel pozzo paratoie

Nel pozzo piezometrico di monte sarà installata una ulteriore paratoia di intercettazione sulla condotta che consentirà di sezionare la tratta successiva, costituita dalla condotta forzata.

Si prevede di installare una paratoia a scorrimento su ruote 4,00 m x 4,00 m.

Nell'edificio di testa pozzo sarà installata una monorotaia con paranco per il sollevamento della paratoia.

#### **8.16.4.2. PARATOIE DI INTERCETTO DI VALLE**

Le paratoie di intercetto di valle sono montate in uscita dalla nuova centrale Pizzone II, nel pozzo piezometrico di valle.

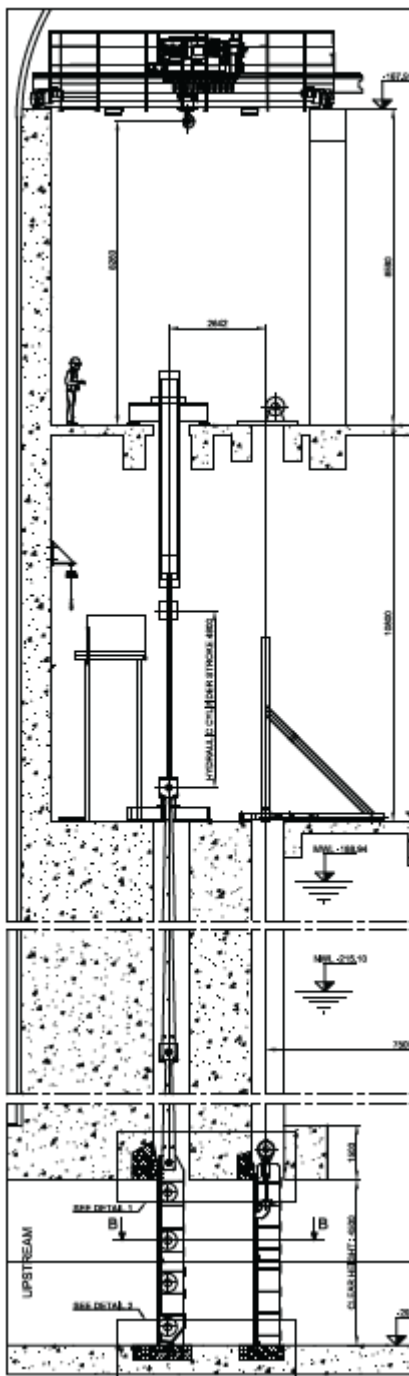
Sulle due condotte in ingresso al pozzo piezometrico costituite da tubazioni in acciaio con diametro di 4500 mm, sono inseriti le intelaiature metalliche di supporto e scorrimento dei diaframmi delle quattro paratoie con dimensioni utili di 4500 mm x 4500 mm destinate ad intercettare le due condotte di linea.

Le due paratoie installate su ogni linea hanno lo scopo di intercettare le linee in uscita dalle rispettive turbine. Per queste applicazioni sono previste delle paratoie del tipo a strisciamento per quelle di monte e con scorrimento su ruote per quelle di valle.

Il sistema è azionato da un gruppo oleodinamico con cilindro idraulico dedicato per ogni paratoia, la movimentazione è trasmessa attraverso un sistema di leverismi.

A favore di sicurezza l'abbassamento avverrà per gravità; la chiusura avviene tramite il peso stesso e sotto il flusso dell'acqua.

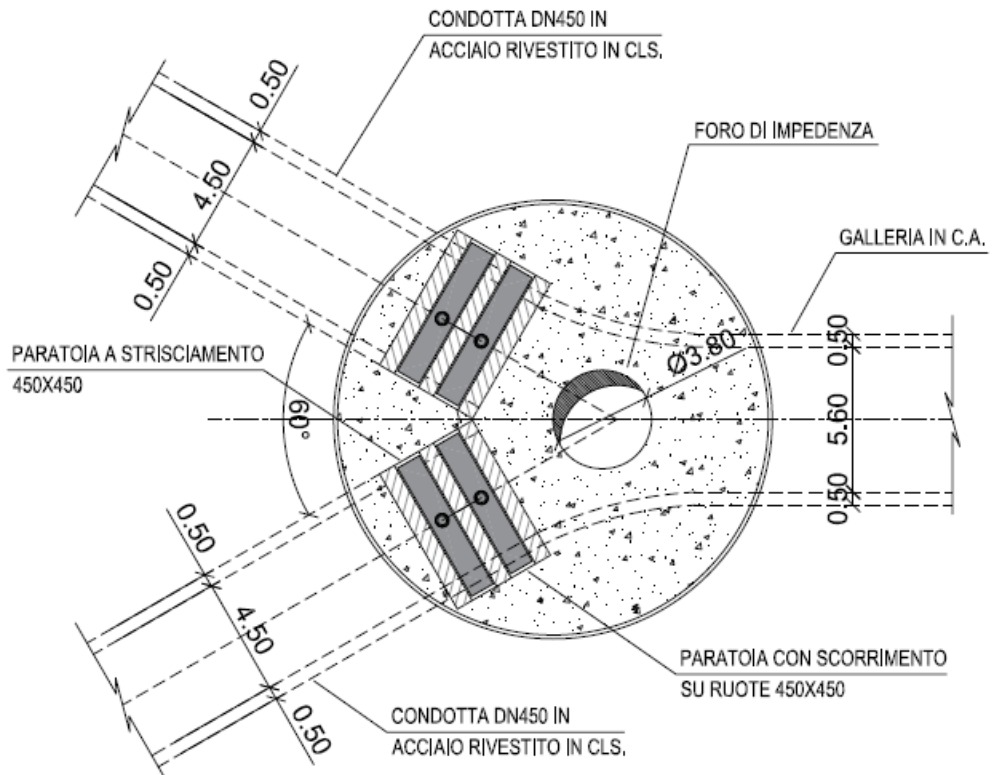




**Figura 8-4. Tipico paratoie e sistema di smontaggio**

A valle del pozzo piezometrico di valle, lungo la galleria di adduzione per lo scarico/aspirazione pompaggio dal bacino di Castel San Vincenzo all'interno di un nuovo manufatto, sarà alloggiata un'ulteriore paratoia di intercettazione.

La paratoia di intercettazione di valle sarà del tipo a scorrimento su ruote 4,00 m x 4,00 m.



**Figura 8-5. Vista in pianta delle sedi delle paratoie alloggiate sulle condotte di uscita dei gruppi 1 e 2 in corrispondenza del pozzo piezometrico di valle.**

#### **8.16.4.3. VALVOLA DI MACCHINA (MAIN INLET VALVE)**

Le valvole (2) ipotizzate per questo impianto, in funzione della portata e pressione di esercizio, saranno del tipo rotativo, a doppia tenuta.

Saranno movimentate tramite due servomotori a doppio effetto.

I due servomotori a doppio effetto sono azionati dalla centralina olio (HPU) del sistema di regolazione della velocità della turbina stessa (Governing System) e saranno in grado di operare per l'apertura e la chiusura anche in condizione di assenza di alimentazione elettrica (Chiudi Apri Chiudi) e sottoflusso.

La tenuta a valle è azionata automaticamente. La tenuta a monte è azionata manualmente solo per manutenzione; questa seconda tenuta è dotata di un dispositivo di bloccaggio meccanico per consentire le operazioni in completa sicurezza.

L'otturatore è bloccabile in posizione chiusa per mezzo di un dispositivo manuale, che può resistere alle forze del servomotore in caso di cattivo funzionamento.

- Diametro della valvola: compatibile con la turbina scelta, valori indicativi 1808 (turbina a giri fissi) – 1895 (turbina a giri variabili) mm
- Pressione di progetto: 410 m

La scelta del diametro della valvola è in accordo con il design della turbina (ingresso della cassa a spirale che in funzione della tipologia di turbina può essere 1808 o 1895 mm) e secondo criteri del costruttore che, in funzione della propria esperienza, definisce la velocità massima dell'acqua nella valvola stessa.

**8.16.5. SISTEMA DI SOLLEVAMENTO E MOVIMENTAZIONE  
APPARECCHIATURE PESANTI INSTALLATE IN CENTRALE**

Al fine di consentire la movimentazione in fase di montaggio e di manutenzione delle diverse apparecchiature o delle loro parti, nella galleria principale della Centrale è prevista la fornitura ed installazione di due carriponte a trazione elettrica, di caratteristiche identiche.

Le sequenze di installazione delle unità, ed in particolare dei generatori, prevedono la movimentazione di singole parti, di cui le più pesanti sono rappresentate dagli statori dei generatori, con un peso stimabile in 190/200 t.

Ogni carriponte sarà dotato di due paranchi a fune di sollevamento, di cui il principale per una portata di 120 t ed il secondario per una portata di 10 t.

I due carriponte potranno lavorare in tandem correndo sulle medesime rotaie, consentendo di sollevare e movimentare equipaggiamenti pesanti fino a 220 t.

Ogni carriponte potrà scorrere sulle rotaie per una lunghezza di circa 80 m.

## 8.17. SISTEMA ELETTRICO

### 8.17.1. GENERALITÀ

Il sistema elettrico comprenderà tutti i componenti e le apparecchiature necessarie a realizzare quanto di seguito indicato:

- produzione di energia elettrica;
- alimentazione dei sistemi elettrici ausiliari;
- protezione dei singoli componenti dell'impianto;
- regolazione, controllo locale e remoto, supervisione dell'impianto;
- evacuazione verso la RTN a 220 kV della potenza generata tramite l'impianto d'utente costituito dalla sottostazione di trasformazione e dall'elettrodotto aereo in alta tensione di collegamento alla SE di Terna.

Il sistema elettrico sarà progettato nel rispetto delle Norme CEI applicabili e in vigore quali Norma CEI 64-8 per gli impianti di bassa tensione (fino a 1000 V), Norma CEI 64-20 per gli impianti in galleria, Norma CEI 61936-1 per gli impianti in media ed alta tensione, Norma CEI 50522 per gli impianti di messa a terra, Norma CEI EN 62305 per la protezione contro i fulmini, Norma CEI 60079-14 per le installazioni in aree classificate.

I gruppi di generazione avranno caratteristiche idonee a funzionare in parallelo con la rete di trasmissione nazionale nel rispetto del Codice di rete di Terna.

### 8.17.2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

La rete elettrica della centrale di nuova realizzazione presenterà i seguenti livelli di tensione:

- alta tensione a 220 kV (sottostazione e collegamento a rete RTN);
- media tensione a 18,5 kV di generazione;
- media tensione a 15 kV di distribuzione;
- bassa tensione 400 V per l'alimentazione delle utenze e dei servizi ausiliari;
- bassa tensione 230/400 V di emergenza (n.1 gruppo elettrogeno da 1500 kVA);
- bassa tensione 230V di emergenza (UPS);
- corrente continua 24/220 V da batterie stazionarie (alimentazione di servizio per apparecchiature elettriche e strumentazione).

La rete elettrica avrà le seguenti modalità di messa a terra del neutro:

- il livello AT sarà esercito con neutro direttamente messo a terra (lato rete RTN e centro stella trasformatore elevatore);
- il livello di media tensione di generazione sarà esercito a neutro messo a terra tramite trasformatore di messa a terra del centro stella dei generatori;
- Il livello di media tensione a 6,3 kV sarà esercito a neutro a terra tramite resistenza installata sul centro stella dei trasformatori ausiliari;
- il livello di bassa tensione sarà esercito con il neutro a terra direttamente in modo da formare un sistema TN-S.

La rete elettrica avrà i seguenti livelli di isolamento dei componenti elettrici:

- 245 kV per l'alta tensione;
- 24 kV per la media tensione a 15 kV;
- 1 kV per la bassa tensione.

Tutti i componenti elettrici installati avranno un grado di protezione idoneo alla loro applicazione e alle caratteristiche del luogo di installazione e in particolare:

ambienti di tipo civile, interni	IP 2X
ambienti di tipo industriale, interni	IP 3X
ambienti esterni	≥IP 55
ambienti a maggior rischio in caso di incendio	≥IP 44
ambienti con pericolo di esplosione	secondo Norma CEI 60079-14

### 8.17.3. ARCHITETTURA DEL SISTEMA

La configurazione della rete elettrica della centrale è rappresentata nel documento n. GRE.EEC.D.14.IT.H.16071.00.178.00.



Il generatore sincrono a velocità fissa sarà dotato di interruttore di macchina in media tensione e del quadro di inversione fase connessi in blindo sbarra al generatore stesso e al proprio trasformatore elevatore.

Dal condotto sbarre sarà derivata l'alimentazione del trasformatore di unità, mentre il trasformatore di eccitazione e il trasformatore per l'avviatore statico saranno alimentati dal quadro di media tensione dei servizi ausiliari.

Il generatore sincrono a velocità variabile costante sarà dotato di interruttore di macchina in media tensione e del quadro di inversione fase connessi in blindo sbarra al generatore stesso e al proprio trasformatore elevatore.

Dal condotto sbarre sarà derivata l'alimentazione del trasformatore di unità e del trasformatore per il sistema VSI per la regolazione della corrente di rotore.

Entrambi i trasformatori elevatori saranno connessi con cavo in alta tensione alla sottostazione utente (SSU) in alta tensione, realizzata nel piazzale antistante l'accesso alle gallerie.

Dalla sottostazione si deriverà l'elettrodotto aereo in alta tensione per la connessione alla vicina stazione elettrica di Terna.

Dalla sottostazione SSU si deriverà una terza linea in cavo AT per l'alimentazione del trasformatore AT/MT dei servizi ausiliari, il cui avvolgimento secondario sarà connesso al quadro di media tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale.

Dal suddetto quadro si deriveranno le alimentazioni per:

- Eccitazione generatore a velocità fissa
- Avviatore statico
- Linea mt per i servizi ausiliari della sottostazione SSU
- Trasformatori mt/bt per i sistemi di bassa tensione.

I servizi ausiliari di bassa tensione saranno alimentati dal quadro generale QGBT e saranno suddivisi sui seguenti quadri:

- MCC ausiliari unità 1
- MCC ausiliari unità 2
- MCC servizi comuni
- MCC servizi essenziali
- Quadro illuminazione
- Quadro sistema HVAC

Sarà previsto un adeguato sistema di illuminazione delle gallerie interne alla centrale e degli spazi interni ai diversi edifici di centrale e un sistema di distribuzione f.m. per i servizi complementari della centrale.

Per le utenze privilegiate sarà previsto un sistema di alimentazione tramite UPS ridondati e collegati in parallelo.

Per i circuiti di comando e per la strumentazione in campo sarà previsto un adeguato sistema a 220/24 Vcc alimentato da batterie stazionarie.

Sarà previsto un gruppo elettrogeno di emergenza per l'alimentazione dei servizi privilegiati che saranno derivati dalla sbarra preferenziale del quadro di distribuzione dei servizi generali.

Il sistema elettrico provvederà anche all'alimentazione elettrica dell'impianto antincendio.

La distribuzione elettrica per l'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale è rappresentata sul documento GRE.EEC.D.14.IT.H.16071.00.179.00.

Esternamente alla centrale, sul piazzale antistante l'accesso alle gallerie, sarà prevista una cabina di media tensione, alimentata dalla esistente centrale di Pizzone, per l'allaccio della fornitura in media tensione a 20 kV dalla rete di distribuzione pubblica e l'alimentazione dei seguenti sistemi:

- Illuminazione gallerie
- Ventilazione gallerie
- Pozzi paratoie
- Opere di presa

La suddetta cabina, prefabbricata in calcestruzzo, sarà conforme agli standard di e-distribuzione e alla Norma CEI 0-16.

Essa sarà composta dal vano distributore, dal vano misure e dal vano utente all'interno del quale sarà installato un quadro di media tensione costituente il dispositivo generale (DG) in accordo alla norma CEI 0-16. Nella cabina sarà installato anche un gruppo continuità (UPS).

Dalla suddetta cabina si deriveranno le linee aeree in media tensione per raggiungere le opere di presa e pozzi paratie dove saranno installati dei trasformatori mt/bt da palo per l'alimentazione delle utenze locali.

#### **8.17.4. SOTTOSTAZIONE UTENTE (SSU) DI CONNESSIONE CENTRALE ALLA LINEA AEREA DI COLLEGAMENTO ALLA STAZIONE TERNA**

All'esterno della centrale, in apposita area dedicata, sarà installata la sottostazione elettrica (SSU) a 220 kV per la connessione alla linea aerea proveniente dalla Stazione Terna. Questa sottostazione sarà di nuova costruzione, ad isolamento in gas SF6 (sistema GIS), composta da un arrivo linea aereo, un sistema isolato in gas con n.1 stallo arrivo linea e n. 3 stalli partenze linee in cavo alta tensione per la connessione alla centrale idroelettrica.

Due linee in cavo AT si attesteranno sui trasformatori elevatori AT/MT (step-up) dei gruppi di generazione, mentre la terza linea si attesterà sul trasformatore AT/MT di alimentazione dei servizi ausiliari di centrale.

Da codesta sottostazione si deriverà una linea aerea in AT a 220 kV per il collegamento alla sottostazione utente (SSU).

Nella stazione sarà previsto un unico fabbricato, ubicato in corrispondenza dell'ingresso, e sarà a pianta rettangolare con dimensioni 12 x 35 metri con altezza fuori terra di circa 7 m e sarà destinato a contenere il sistema GIS, il trasformatore dei servizi ausiliari, i quadri di protezione e controllo, i servizi ausiliari, i telecomandi.

Il suddetto fabbricato sarà realizzato con struttura portante in c.a. e con tamponatura esterna in mattoni semiforati intonacati; i serramenti saranno di tipo metallico.

La finitura esterna sarà realizzata in intonaco di colore verde chiaro.

La copertura del fabbricato sarà realizzata con un tetto piano. La impermeabilizzazione del solaio sarà eseguita con l'applicazione di idonee guaine impermeabili in resine elastometriche. Particolare cura verrà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla legge n.373 del 4.4.75 e successivi aggiornamenti, nonché alla legge n.10 del 9.1.91.

L'edificio sarà servito da impianti tecnologici quali: illuminazione, condizionamento, antintrusione, ecc.

La stazione sarà opportunamente recintata e munita di accessi conformi alla normativa vigente.

#### **8.17.5. EDIFICIO SERVIZI**

Nei pressi del tornante della strada di accesso in progetto al nuovo piazzale sarà collocato l'edificio ad uso servizi e per l'alimentazione dei sistemi ausiliari esterni alla centrale in caverna.

Il fabbricato sarà a pianta rettangolare con dimensioni 13,20 x 23 metri con altezza fuori terra di circa 4,20 m e sarà destinato a contenere locali vari ad uso servizi (es. spogliatoi, uffici), i quadri di MT, il locale BT con il quadro servizi e il quadro power center, il gruppo elettrogeno, il locale di telecontrollo, il trafo MT/BT e un deposito.

Il suddetto fabbricato sarà realizzato con struttura portante in c.a. e con tamponatura esterna in mattoni semiforati intonacati; i serramenti saranno di tipo metallico.

La finitura esterna sarà realizzata in intonaco di colore verde chiaro.

#### **8.17.6. ELETTRODOTTO A 220 KV VERSO STAZIONE TERNA**

Dalla sottostazione utente (SSU) si deriverà un elettrodotto verso la Stazione Terna per la connessione alla RTN, escluso dal presente progetto. Si rimanda ad altro pacchetto documentale disponibile presso la committenza.

### **8.18. IMPIANTI ACCESSORI DI SERVIZIO**

#### **8.18.1. GENERALITÀ**

I sistemi di produzione energia nel loro complesso di apparecchiature accessorie e la

conformazione degli ambienti scavati e/o interrati (centrale in caverna e gallerie di accesso e servizio), comportano un oculato studio dei processi di funzionamento e dell'utilizzo delle varie aree che verranno di conseguenza trattate in modo differenziato ma complementare. All'interno della centrale in caverna troveranno posto i sistemi di turbinaggio e di pompaggio, oltre che i trasformatori elettrici e tutti gli impianti ausiliari a servizio degli stessi. Non si conosce ancora il dettaglio delle apparecchiature che verranno installate, ma è ragionevole pensare, ad esempio, che le stesse debbano essere dotate di specifici sistemi di raffreddamento.

Non verrà trattata in questa fase specifica la progettazione di dettaglio degli impianti accessori, ma nel seguito si vogliono riportare i punti salienti e le principali criticità e soluzioni che dovranno essere sviluppate quando saranno disponibili tutte le informazioni necessarie.

Il progetto, in particolare, include i seguenti impianti accessori:

- Sistema di riscaldamento, ventilazione e condizionamento dell'aria
- Sistema di fornitura acqua servizi e di acqua di raffreddamento
- Sistema di protezione antincendio
- Sistema per aria compressa a bassa pressione
- Sistema di trattamento dell'olio
- Sistema di drenaggio e svuotamento acqua turbine

Si rimanda alla GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.133.00 per ulteriori dettagli.

#### **8.18.2. SISTEMA DI RISCALDAMENTO, VENTILAZIONE E CONDIZIONAMENTO DELL'ARIA**

All'interno della centrale sarà fornito ed installato un sistema di ventilazione e condizionamento dell'aria presente nella centrale, necessario per garantire una sufficiente circolazione dell'aria in tutte le parti della caverna affinché le forniture elettromeccaniche possano operare in modo sicuro ed efficiente e le squadre operative di gestione e manutenzione possano lavorare in modo sicuro e confortevole.

La ventilazione sarà relativa a tutti i vani interrati della Centrale ed avrà come obiettivo:

- evacuare all'esterno il calore prodotto dalle macchine installate;
- ricircolare l'aria nei locali e vani ove sono installate le unità di produzione e ove è possibile la presenza anche saltuaria di operatori;
- eliminare o comunque ridurre a livelli accettabili i fenomeni di condensazione negli ambienti umidi;
- evacuare il fumo in caso di incendio.

Le presenti specifiche vengono integrate e coordinate con le procedure che saranno previste in condizioni di emergenza in caso di incendio per quanto concerne ventilazione, evacuazione del fumo, zone pressurizzate di sicurezza, gallerie di fuga ecc.

In prima valutazione, considerando un numero di ricambi/ora variabile tra 6 e 10 (v. GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.133.00 per ulteriori dettagli), l'impianto sarà costituito da:

- un sistema di ventilazione che, in condizioni ordinarie, opererà con potenzialità tra 90.000 e 120.000 m<sup>3</sup>/h;
- un sistema di ventilazione che, in caso di incendio, opererà con portate tra 25.000 e 35.000 m<sup>3</sup>/h;
- un sistema di pressurizzazione nei comparti scale che, in caso di incendio, opererà con portate tra 7.000 e 15.000 m<sup>3</sup>/h;
- un sistema di pressurizzazione nelle gallerie della Centrale che, in caso di incendio, opererà con portate tra 25.000 e 35.000 m<sup>3</sup>/h;
- un sistema di presa di aria fresca e di restituzione di aria esausta dell'ordine del 15-20% del volume totale di ventilazione, pari quindi a 15.000-20.000 m<sup>3</sup>.

L'aria fresca integrativa verrà prelevata mediante un sistema di condotte e bocchette di immissione/aspirazione dall'esterno al vano di aspirazione e condizionamento ubicato nella Centrale, in cui l'aria fresca aspirata sarà filtrata, miscelata con l'aria proveniente dal sistema di ventilazione e condizionamento e raffreddata attraverso uno scambiatore di calore acqua/aria (1+1R chiller).

Il condizionamento dell'aria consisterà sostanzialmente nel deumidificare e raffreddare l'aria di alimentazione.

L'aria rinfrescata sarà ricircolata nei locali e vani ove sono installate le apparecchiature e dove è possibile la presenza anche saltuaria di operatori.

L'aspirazione dell'aria fresca e lo scarico di quella esausta verso l'esterno saranno effettuati mediante due condotte DN1000, in lamiera zincata a sezione circolare con nervature di rinforzo, correnti all'interno delle gallerie di accesso alla Centrale; al fine di ridurre la lunghezza delle condotte a ca. 800 m cad. si prevede di posare i tubi nelle parti superiori della galleria di accesso alla Centrale e poi di collegarli alla galleria principale di accesso alla Centrale con una posa in pozzo verticale di diametro interno di 2,20 m.

Sono previsti otto ventilatori del tipo centrifugo, di cui due installati sui soffitti delle sale macchine e trasformatori per l'estrazione dei fumi in caso di incendio e uno specifico per l'invio del fumo nella condotta di smaltimento dell'aria esausta.

In caso di incendio in un locale tecnico:

- L'alimentazione d'aria al corrispondente locale sarà mantenuta in attività.
- L'estrazione d'aria dal corrispondente locale sarà mantenuta tramite il ventilatore centrifugo per aria esausta.
- L'alimentazione d'aria agli altri locali e vani sarà fermata mediante la chiusura delle relative serrande.
- La estrazione d'aria dagli altri locali e vani sarà fermata.

Anche nelle gallerie di servizio è prevista l'installazione di sistemi di ventilazione forzata.

### **8.18.3. SISTEMA DI FORNITURA DI ACQUA SERVIZI E ACQUA DI RAFFREDDAMENTO**

Il sistema di raffreddamento e di alimentazione acqua servizi sarà concepito e dimensionato per alimentare e servire le seguenti unità e scambiatori di calore:

- raffreddamento guarnizione superiore dei generatori;
- sistemi di raffreddamento dei generatori;
- raffreddamento cuscinetti reggispinta;
- raffreddamento delle guarnizioni turbina;
- raffreddamento della tenuta dell'albero;
- raffreddamento trasformatori di potenza;
- raffreddamento dei condensatori dei chillers;
- alimentazione del serbatoio accumulo acqua antincendio.

L'acqua di alimentazione verrà prelevata dalle vie d'acqua a valle dei due gruppi turbina/pompa, previa filtrazione, da n. 6 gruppi di sollevamento, le cui caratteristiche sono dettagliate nella GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.133.00:

- 2 gruppi (1 cad. macchina) per il raffreddamento dei labirinti superiore e inferiore delle turbine/pompe;
- 2 gruppi (1 cad. macchina) per l'alimentazione del circuito primario di raffreddamento delle turbine/pompe;
- 1 gruppo per il raffreddamento dei chillers dell'impianto HVAC;
- 1 gruppo dedicato all'alimentazione del serbatoio di accumulo del sistema antincendio ubicato nei pressi del pozzo piezometrico di valle (v. paragrafo 8.18.4).

A valle dei due gruppi di alimentazione dei circuiti primari di raffreddamento dei gruppi turbina/pompa saranno installati i relativi scambiatori di calore, i cui lati acqua saranno tutti collegati in parallelo.

I sistemi di raffreddamento delle due unità saranno basicamente indipendenti ma l'impianto complessivo dovrà garantire che l'acqua di raffreddamento di ciascuna unità potrà essere approvvigionata anche prelevandola dal circuito dell'altra unità mediante valvole a comando motorizzato.

Lo scarico finale delle acque sarà effettuato o nella via d'acqua a valle dei due gruppi turbina/pompa o nel sistema di drenaggio delle piccole portate.

### **8.18.4. SICUREZZA, PREVENZIONE INCENDI E SISTEMI DI SPEGNIMENTO**

Il presente progetto include sistemi di prevenzione e spegnimento incendi; in fase di



progettazione esecutiva sarà integrato con le eventuali prescrizioni fornite dal Comando dei Vigili del Fuoco competente, in fase di approvazione.

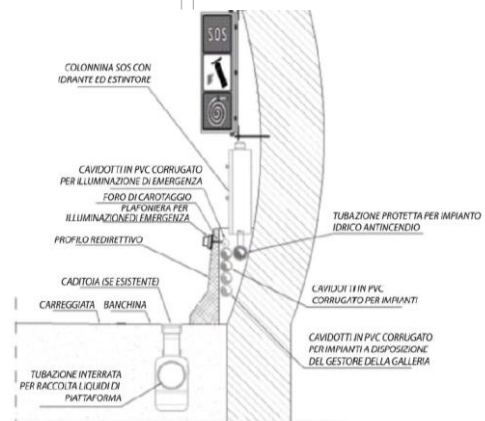
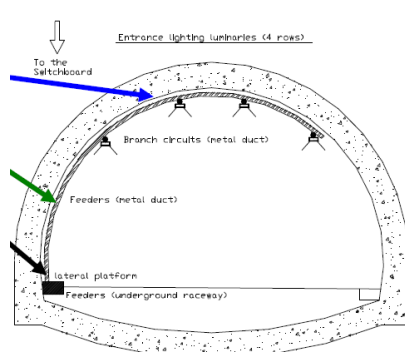
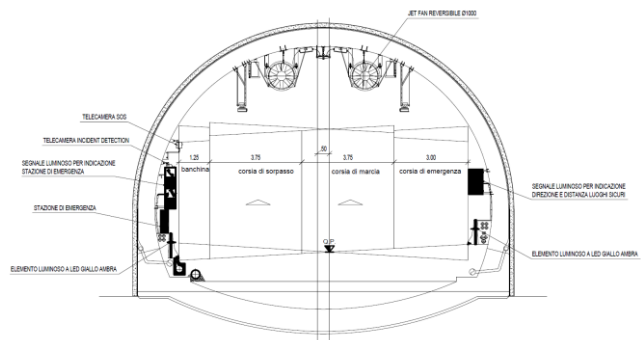
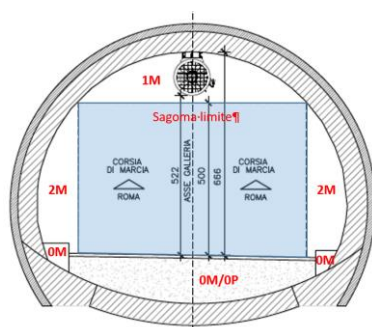
Si sono individuate almeno le seguenti principali condizioni critiche:

- ambienti in caverna e galleria;
- ambienti montani e opere entro diga;
- condizioni ambientali particolari;
- officine elettriche e cavi di alta tensione;
- grandi quantità di olio (ad es. nei trasformatori);
- presenza di batterie;
- gruppi elettrogeni.

In fase di progettazione esecutiva saranno, quindi, previsti ambienti compartimentati al fine di limitare il rischio di propagazione fumi e incendi, sistemi di rilevazione ed allarme manuali ed automatici, sistemi acustici di guida all'evacuazione, coordinati con i sistemi di estrazione fumi, ove necessario, sistemi di spegnimento automatico oltre alle classiche dotazioni personali e portatili.

In fase di progettazione esecutiva, integrando le prescrizioni dei Vigili del Fuoco, il sistema antincendio darà coordinato con i sistemi di produzione, che dovranno essere eventualmente fermati, con i sistemi di ventilazione/espulsione, con la posizione delle vie di fuga e le operazioni di messa in sicurezza e piano d'intervento dall'esterno dei vigili del fuoco.

A titolo di esempio si riportano alcune immagini tratte dalla Norma CEI 64-20 (in fase di revisione dopo un primo passaggio in inchiesta pubblica) per sottolineare l'attenzione alla sicurezza degli impianti in galleria.



Sarà fornito ed installato un sistema di protezione antincendio della centrale (locali di alloggiamento dei comparti di produzione e della galleria di alloggiamento trasformatori) costituito da un sistema di monitoraggio e dal sistema di protezione.

Il sistema comprenderà:

- il serbatoio di accumulo acqua antincendio e il relativo sistema di alimentazione;
- il sistema di alimentazione dei diversi comparti antincendio;
- il sistema di controllo centrale di allarme antincendio;
- un sistema di alimentazione elettrica sdoppiato del sistema di rilevamento e allarme;

- un sistema automatico a sprinklers nella power house;
- un sistema automatico a diluvio per i trasformatori elevatori e la gestione del pompaggio
- un sistema automatico a sprinklers nelle aree di stoccaggio olio e lubrificanti;
- manichette e cassette di alloggiamento con lance per ogni piano;
- estintori portatili in ogni locale o galleria;
- sistemi di allarme e protezione nella galleria di alloggiamento cavi ad alta tensione.
- rilevatori di fumo e calore installati nell'area trasformatori, nelle aree di stoccaggio olii e lubrificanti, nelle aree di produzione elettrica.

Il sistema di monitoraggio antincendio, le cui caratteristiche sono descritte nella GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.133.00, riguarderà tutti i seguenti compartimenti e aree di lavoro:

- Trasformatori di potenza;
- Tutte le aree percorribili dal personale nei piani dei comparti di produzione elettrica, tunnels e gallerie;
- I locali di riunione e di servizio.

Il sistema di monitoraggio antincendio sarà alimentato da due sistemi di alimentazione elettrica indipendenti.

Il sistema di monitoraggio dei regolatori di velocità e del locale di stoccaggio olii e lubrificanti sarà basato su sensori di temperatura e fumo.

La centrale sarà inoltre dotata di un sistema di segnalazione ottica ed acustica per sistemi antincendio (sirena con lampeggiatore).

Il sistema di protezione è costituito da un sistema di protezione ad acqua e da uno a CO<sub>2</sub>.

Il sistema principale è ad acqua ed è caratterizzato da un serbatoio di accumulo acqua antincendio con una capacità dell'ordine di 150/200 m<sup>3</sup> collocato all'imbocco della galleria di accesso al pozzo piezometrico di valle (quota di fondo vasca 734,60 m.s.l.m.) con una prevalenza di 70,67 m rispetto al soffitto del piano superiore della centrale ed alimentato, mediante sollevamento, dal sistema di acqua di servizio e di raffreddamento (v. paragrafo 8.18.3)

L'alimentazione del serbatoio antincendio e il mantenimento dei livelli idrici di accumulo nello stesso saranno effettuati mediante 1+1R elettropompe da almeno 50 m<sup>3</sup>/h con 120 m di prevalenza, previa ulteriore filtrazione fino a 100 µm.

L'avviamento delle pompe di alimentazione del serbatoio avverrà a seguito di sensori di livello ubicati nel serbatoio stesso.

La condotta di mandata dal gruppo di pompaggio al serbatoio sarà in acciaio zincato DN 125. Dal fondo del serbatoio si originerà la condotta di alimentazione del sistema antincendio alimentato ad acqua, a sua volta costituito da tubazione in acciaio zincato DN 125.

Il serbatoio sarà dotato di sfioratore di troppo pieno e di condotta di svuotamento con scarico nella condotta di alimentazione dell'impianto.

Il sistema di protezione ad acqua proteggerà le seguenti aree:

- i trasformatori principali con anello di distribuzione acqua e valvola di alluvionamento (per il funzionamento contestuale di tutti i distributori);
- tutti i piani della centrale coperti da tubi su avvolgitori
- tutti locali e aree dotati di sistemi a sprinkler;
- aree con estintori portatili installati attorno alla centrale di produzione elettrica.

Tutti questi sistemi saranno alimentati da una condotta proveniente dal serbatoio di accumulo.

L'impianto comprenderà l'installazione di un idrante per piano (previsti almeno 5 idranti) con cassette di alloggiamento manichette e manichette con lance sia nella power station che nell'area trasformatori.

Nelle normali condizioni operative, i sistemi di protezione antincendio opereranno automaticamente, in modo indipendente degli altri sistemi di approvvigionamento e gestione idrica.

Ogni pannello locale di controllo sarà dotato di batteria e di carica batteria; la batteria avrà

capacità di essere operativa per almeno 24 ore in caso di mancanza di corrente.

L'impianto sarà concepito e realizzato in modo che l'acqua scaricata in caso di incendio o nelle esercitazioni antincendio perverrà al tunnel e al comparto di raccolta drenaggi del sistema di drenaggio e svuotamento condotte senza causare danneggiamenti agli equipaggiamenti installati nella Centrale.

Ogni unità di motogenerazione sarà dotata di un sistema autonomo e indipendente di estinzione incendi con CO<sub>2</sub>, che potrà operare sia in modalità manuale che automatica.

In caso di rilevamento di fuoco nei motogeneratori, il sistema di protezione antincendio si attiverà automaticamente isolando il generatore facendo scattare i blocchi del relativo circuito, attivando i sistemi di estinzione, e attivando il sistema ottico/acustico di allarme.

La progettazione esecutiva sarà eseguita in conformità alle norme UNI 11512: 2021 "Impianti fissi di estinzione incendio" e UNI EN 12094 "Impianti fissi di estinzione incendio-Componenti per impianti di estinzione a gas".

Si prevede di installare un sistema con capacità utile di accumulo CO<sub>2</sub> di 750-1000 kg CO<sub>2</sub>.

L'impianto sarà costituito da batterie di bombole ad alta pressione (200/300 bar) con capacità di 80/140 l.

Le bombole saranno contenute in un locale chiuso e appese in modo da poter agevolmente controllare il loro stato di riempimento.

L'impianto prevederà un sistema di evacuazione della CO<sub>2</sub> esausta che si sarà generata nel vano dei motogeneratori durante la attivazione del sistema antincendio.

Il sistema di estinzione incendi dei motogeneratori comprenderà anche una postazione di controllo e comando dedicata questa funzione.

Il sistema centrale di allarme antincendio sarà in grado di monitorare l'intera Centrale.

#### **8.18.5. SISTEMA PER ARIA COMPRESSA A BASSA PRESSIONE**

Sarà fornito ed installato un sistema di produzione e distribuzione di aria compressa a bassa pressione per alimentare in automatico:

- il serbatoio generale aria compressa;
- i serbatoi del sistema di frenatura dei generatori;
- i serbatoi di alimentazione dei giunti gonfiabili per la regolazione delle pale delle turbine;
- i circuiti di aria di servizio ai diversi piani.

Il sistema è composto da 1+1R compressori, ognuno dotato sulla mandata di essiccatore, separatore acqua/aria e filtro antipolvere. Ogni compressore potrà operare nell'arco di pressione di 7-10,5 bar, con una portata di ca 400-450 m<sup>3</sup>/h.

#### **8.18.6. SISTEMA DI TRATTAMENTO DELL'OLIO**

Sarà fornito ed installato un sistema di trattamento dell'olio delle guarnizioni e dell'olio in pressione del sistema di regolazione delle turbine per rimuovere eventuali sostanze contaminanti contenute nell'olio, prima di recapitarlo nel serbatoio di stoccaggio.

Sarà fornito ed installato inoltre un sistema di trattamento dell'olio dielettrico dei trasformatori di potenza per purificarlo.

#### **8.18.7. SISTEMA DI DRENAGGIO E SVUOTAMENTO DELLE CONDOTTE**

All'interno della centrale in caverna è previsto un sistema per il sollevamento dei drenaggi e lo svuotamento delle condotte in caso di manutenzione.

IL sistema di drenaggio e dewatering dell'impianto ha lo scopo di impedire l'accumulo di acque nella Centrale e di poter svuotare le turbine /pompa nonché le tratte di condotte di monte e di valle della Centrale che si trovano sotto alle quote operative del bacino di Castel San Vincenzo in caso di manutenzione.

Lo svuotamento delle tratte di condotte potrà avvenire dopo avere chiuso le paratoie di sezionamento installate sia nel pozzo piezometrico di valle che nel manufatto di intercettazione della presa dal bacino di Castel San Vincenzo.

Per la raccolta delle acque in oggetto sarà realizzato sotto alla Centrale un cunicolo ispezionabile con quota di fondo posta a circa - 9 metri dall'asse della turbina (cioè a ca +621,00 m.s.m.).

Il livello massimo dell'acqua nel cunicolo e nel pozzo di raccolta e di presa delle pompe di

aspirazione e mandata è assunto pari a + 622,80 m.

Assumendosi che il funzionamento delle pompe di sollevamento e svuotamento avvenga in corrispondenza del massimo livello operativo previsto per il bacino di Castel San Vincenzo (+695,30 m. slm.m) la massima prevalenza geodetica delle pompe risulta pari a 72,5 m.

Per quanto concerne la funzione di svuotamento delle vie d'acqua a valle della centrale in occasione di interventi di manutenzione delle turbine/pompa, si prevede che essi vengano effettuati dopo avere chiuso le paratoie ubicate nel pozzo piezometrico di valle (sarà possibile sezionare anche una sola linea, mantenendo in funzione una delle due unità).

Si è assunto di svuotare i volumi d'acqua in un tempo inferiore alle 24 ore: con un sistema in grado di sollevare 200 m<sup>3</sup>/h, il tempo di svuotamento risulta pari a 17,50 ore.

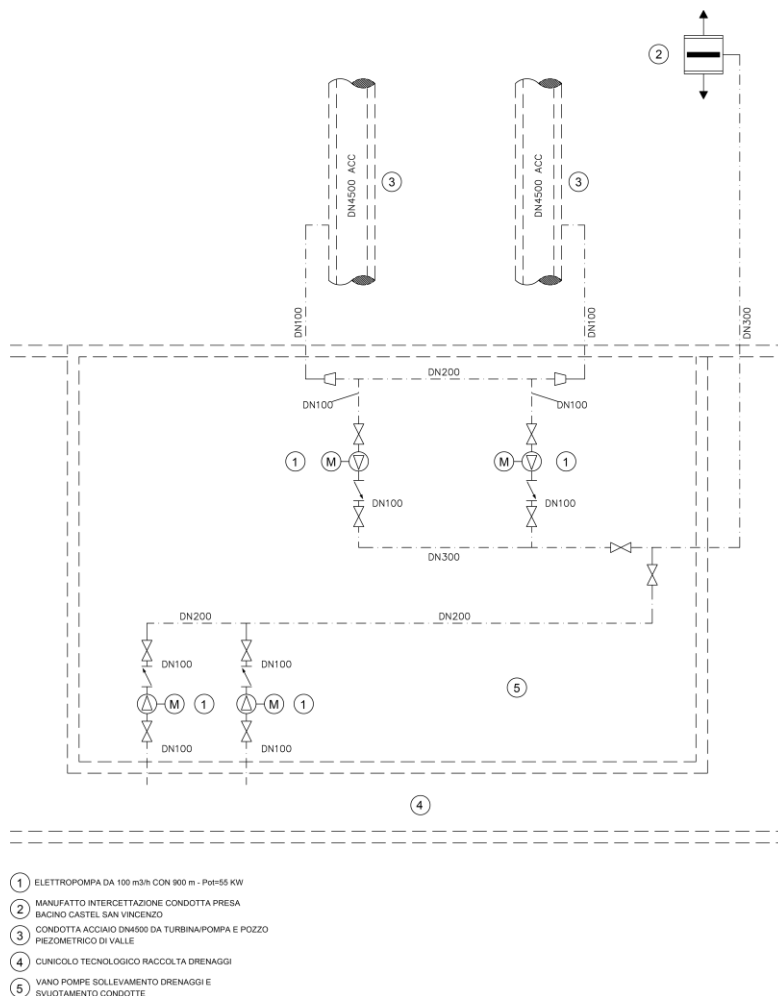
Verranno, dunque, installate due pompe da 100 m<sup>3</sup>/h cad. e prevalenza pari a 94 m, con condotta di mandata in acciaio zincato DN300 lunga ca. 4100 m per il recapito a valle della paratoia di sezionamento nel manufatto di intercettazione della condotta di presa dal bacino di Castel San Vincenzo,

Le pompe saranno dotate di inverter a bordo motore, che consentirà di regolare il funzionamento a velocità variabile.

La alimentazione delle due pompe di svuotamento condotte e turbine avverrà mediante due condotte di presa, DN 100 poste sulle due condotte di mandata DN 4.500, a valle dei due diffusori di uscita dalle turbine.

Per quanto concerne il sistema di drenaggio delle acque filtranti dalle pareti e dalle coperture della caverna della Centrale, dai filtri e separatori di sabbia e dalle altre colature provenienti dalla Centrale, essa verrà effettuata mediante 1+1R ulteriori pompe centrifughe monoblocco aventi le medesime caratteristiche di quelle previste per lo svuotamento delle turbine e cioè elettropompe centrifughe monoblocco in esecuzione asciutta.

Le mandate di queste pompe scaricheranno nella medesima condotta DN 300 di mandata del gruppo di svuotamento.



- ① ELETTROPOMPA DA 100 m<sup>3</sup>/h CON 900 m - Pot=55 KW
- ② MANUFATTO INTERCETTAZIONE CONDOTTA PRESA
- ③ BACINO CASTEL SAN VINCENZO
- ④ CONDOTTA ACCIAIO DN4500 DA TURBINA/POMPA E POZZO PIEZOMETRICO DI VALLE
- ⑤ CIRCOLO TECNOLOGICO RACCOLTA DRENAGGI
- ⑥ VANO POMPE SOLLEVAMENTO DRENAGGIE SVUOTAMENTO CONDOTTE

Figura 8-11. Schema di funzionamento sistema di drenaggio e svuotamento condotte





HGT Design & Execution



GRE CODE

**GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.021.00**

PAGE

93 di/of 112

La selezione di tutte e quattro le pompe e la relativa alternanza sarà gestita in modo automatico da un PLC locale.

La attivazione delle pompe di sollevamento drenaggi sarà comandata da una serie di sensori di livello (min, max, max-max).

Tutte le pompe saranno isolabili e smontabili singolarmente mediante saracinesche di sezionamento.

Saranno inoltre dotate su tutte le linee di valvole di non ritorno all'uscita di ogni pompa e a monte del collegamento tra le condotte di mandata delle due pompe di svuotamento e delle due pompe di drenaggio.

Sulle mandate di ogni pompa saranno installati manometri per verificare il relativo valore di pressione; inoltre, un manometro indicatore a lettura logica consentirà di conoscere sempre la pressione operativa del sistema.

Sulle condotte di mandata saranno inoltre installati due misuratori/totalizzatori di portata.

## 9. CONSIDERAZIONI SUL COMPORTAMENTO STATICO DELLE OPERE ESISTENTI IN RELAZIONE ALL'OPERA PROPOSTA

### 9.1. INVASO DI MONTAGNA SPACCATA

#### 9.1.1. CONDIZIONI GENERALI

Le condizioni generali di funzionamento della Diga Principale e delle due dighe secondarie, nonché dell'invaso ad esse associato, sono sostanzialmente buone, dopo circa 60 anni di esercizio.

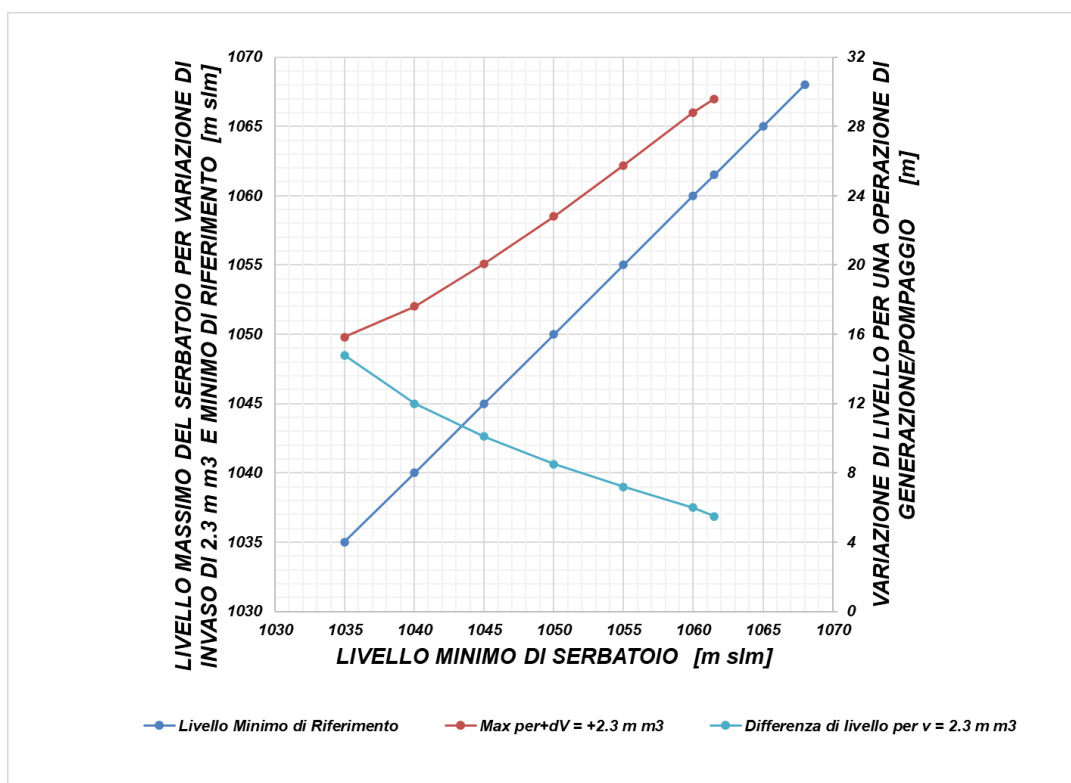
In particolare, tutte le misure, nelle attuali condizioni di esercizio, sono sostanzialmente stabili o con tendenza a stabilizzarsi su un andamento asintotico, con piccole eccezioni che, pur meritando un controllo, non sembrano al momento critiche.

Recenti verifiche della vulnerabilità sismica delle dighe sono risultate positive, nel senso che le opere sono state giudicate idonee a sopportare le azioni sismiche di progetto, secondo le più recenti Normative.

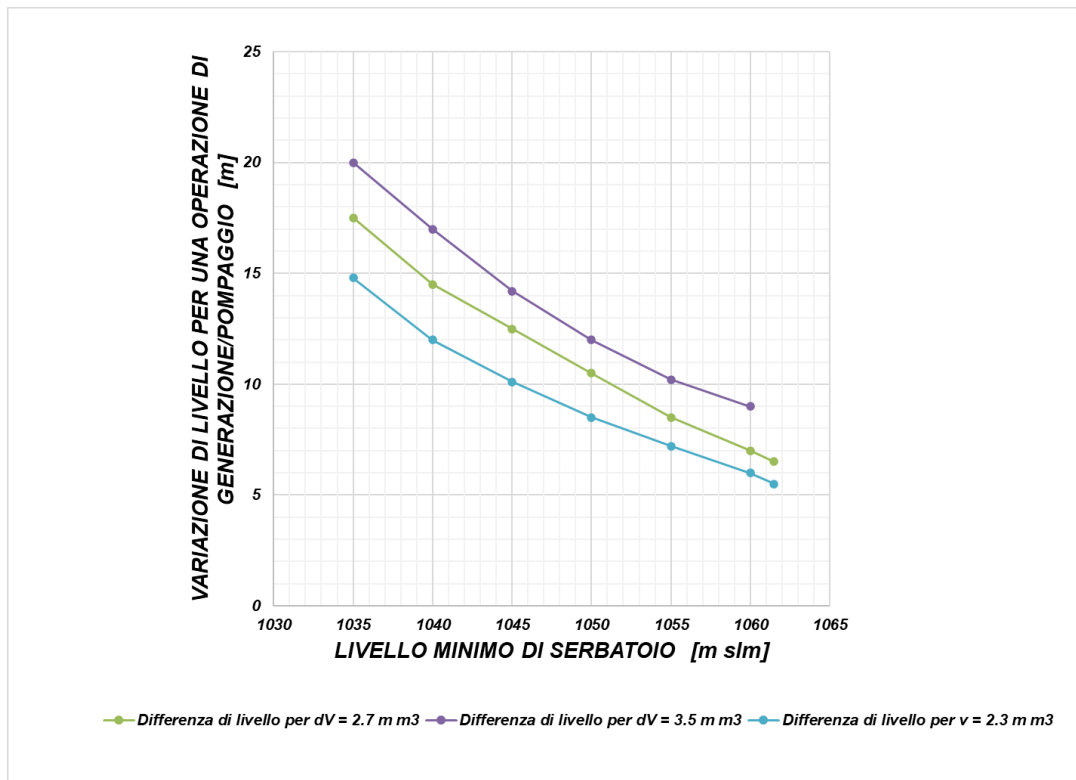
#### 9.1.2. ENTITA' DELLO SVASO APPLICATO

In base ai calcoli dimensionali esposti nei capitoli precedenti, l'Impianto che si propone si basa su un volume scambiato tra un serbatoio e l'altro di circa 2,217 milioni di m<sup>3</sup>/giorno, considerando un funzionamento in pompaggio di 8 h.

Il diagramma di Figura 9-2 offre un quadro riassuntivo dei livelli di invaso che corrispondono a questa variazione di volume e del corrispondente svaso (Grafico A)). Come riferimento, sono stati inoltre aggiunti, separatamente nel Grafico B), gli svasi che corrispondono a variazioni di volume pari a 2.3, 2.7 e 3.5 m m3. Si osserva che nelle condizioni di progetto per l'invaso di Montagna Spaccata, ossia per una variazione di volume 2.2 m m3, l'entità dello svaso può variare nell'intervallo 6-10 m. Chiaramente, con variazioni di volume maggiori, le variazioni di livello risultano nell'intervallo 8-10 fino a 18-20 m.



A)



B)

**Figura 9-1 - Invaso di Montagna Spaccata. A) Livelli massimo e minimo (scala a sinistra) e relativa variazione di livello (scala a destra) per un volume di 2.3 m<sup>3</sup> e B) Diagrammi di variazione di livello per un volume di 2.3, 2.7 e 3.5 m<sup>3</sup>**

Essendo la portata del nuovo schema maggiore di quella dello schema attuale, le variazioni di livello saranno molto più rapide, sia in svasso, che nel successivo invaso. Per ottimizzare la produzione e la capacità di risposta, l'Invaso di Montagna Spaccata dovrebbe essere prevalentemente pieno.

L'impostazione progettuale prevede di regolare il livello nell'invaso all'altezza iniziale pari a 1068 m.s.m con conseguente abbassamento (al netto del contributo naturale di 0,59 m<sup>3</sup>/s che è però marginale nel contesto del bilancio idrico) di 6,50 m (cioè fino a quota di 1061,50 m.s.m., 26,50 m sopra alla quota minima pari a 1035 m.s.m.) al termine della fase di turbinamento, corrispondente ad uno svasso di 2.268.000 m<sup>3</sup> in sette ore.

Lo schema di Figura 9-2, offre un quadro riassuntivo dei livelli di progetto considerati, corrispondenti a tale variazione di volume, per l'invaso di Montagna Spaccata, cui corrisponde, in funzione del livello di invaso previsto, una variazione di livello di 6,5 m.

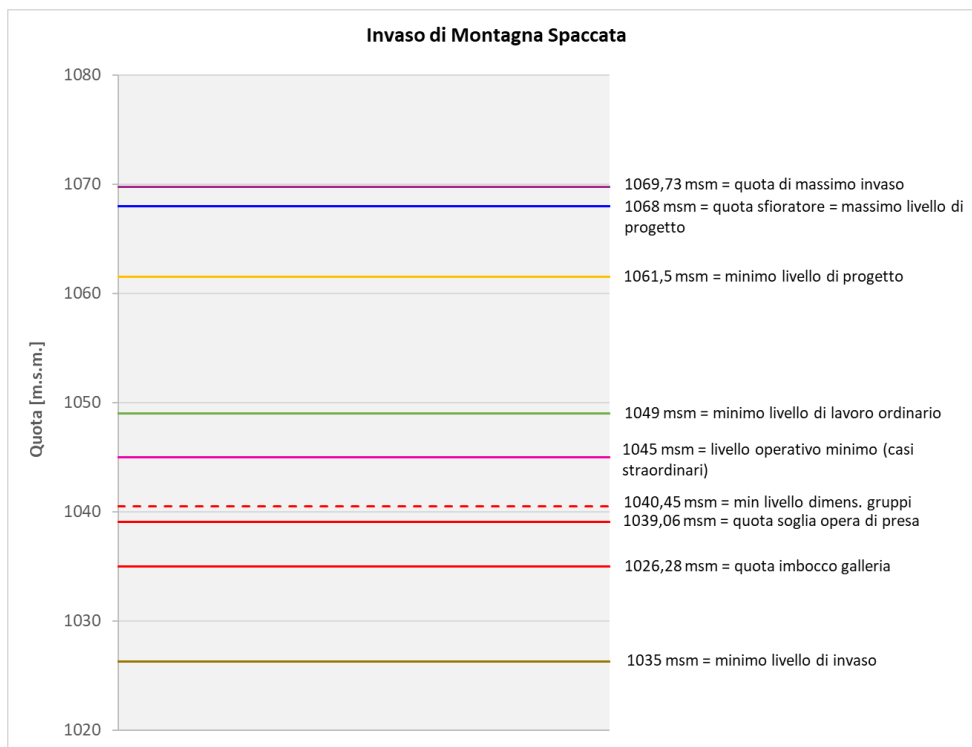


Figura 9-2 - Invaso di Montagna Spaccata. Livelli di riferimento.

### 9.1.3. DIGA PRINCIPALE

La Diga Principale in calcestruzzo a doppia curvatura si presenta in buone condizioni e le misure di monitoraggio non presentano elementi significativi di allarme, nell'ambito dell'attuale esercizio.

È stata discussa l'opportunità di approfondire alcuni aspetti delle misure di monitoraggio che non appaiono totalmente allineati con il contesto, nell'ottica di un esercizio modificato. A questo fine potrebbe essere utile aggiungere qualche controllo sulla piezometria e osservazioni, con misure, se possibile, su eventuali perdite raccolte a valle.

Il sistema di fessure parallele all'asse dell'incisione in cui scorre inizialmente il Rio Torto, origine o conseguenza della formazione della valle stessa, potrebbe generare un accumulo di pressione che associata a cicli di invaso-svaso rapidi potrebbe portare a sovrappressioni laterali sulle spalle dell'arco.

In ogni caso non appaiono evidenze che possano influire sulla fattibilità progettuale, ma solo una eventuale necessità di migliorare l'impermeabilità delle spalle per ridurre il potenziale flusso d'acqua in ingresso, fino alla linea di tenuta.

L'approfondimento di analisi in fase di progettazione esecutiva dovrà essere esteso anche a tutte le spalle, sia verso sinistra che verso destra, per indagare sull'eventuale presenza di fratture e vie d'acqua preferenziali oltre che analizzare lo stato di salute dei trattamenti eseguiti con la realizzazione delle opere.

### 9.1.4. DIGA 2 IN MURATURA A GRAVITÀ CON SPERONI

La Diga 2 in muratura a gravità con speroni si presenta in buone condizioni e le misure di monitoraggio non presentano elementi significativi di allarme, nell'ambito dell'attuale esercizio.

Nell'ambito di un cambio del regime di esercizio, le misure clinometriche richiedono un approfondimento, specie per i dati rilevati nei conchi 9, 10, 11 e 12. È pensabile che la



anomalia registrata rispetto ai conchi adiacenti possa essere attribuita alla presenza della faglia, nonostante la bonifica del piano di posa, eseguita in sede di realizzazione.

Questa apparente anomalia non appare essere tale da mettere in dubbio la fattibilità del Progetto di Potenziamento, anche se potrebbero essere necessari locali lavori di miglioramento della fondazione, con trattamenti e/o con locali diaframature, presumibilmente corte.

Si osserva che appena a valle della Diga 2 si trova un pendio abbastanza ripido, in parte su calcari e in parte, forse verso o oltre l'estremità meridionale della diga, su flysch. Si ritiene importante, nell'ambito della progettazione esecutiva dei lavori di potenziamento dell'impianto, investigare le condizioni del pendio rispetto alla filtrazione. L'installazione di alcuni piezometri e di punti fissi per il rilievo topografico è raccomandabile.

Anche in questo caso, se da un lato non sembrano esistere evidenze di criticità rispetto alla presente progettazione, potrebbe essere necessario eseguire lavori locali per il miglioramento della tenuta o più in generale del controllo delle filtrazioni.

#### **9.1.5. DIGA 3 – IN MURATURA A SECCO**

La Diga 3 in pietrame a secco si presenta in buone condizioni e le misure di monitoraggio non presentano elementi significativi di allarme, nell'ambito dell'attuale esercizio.

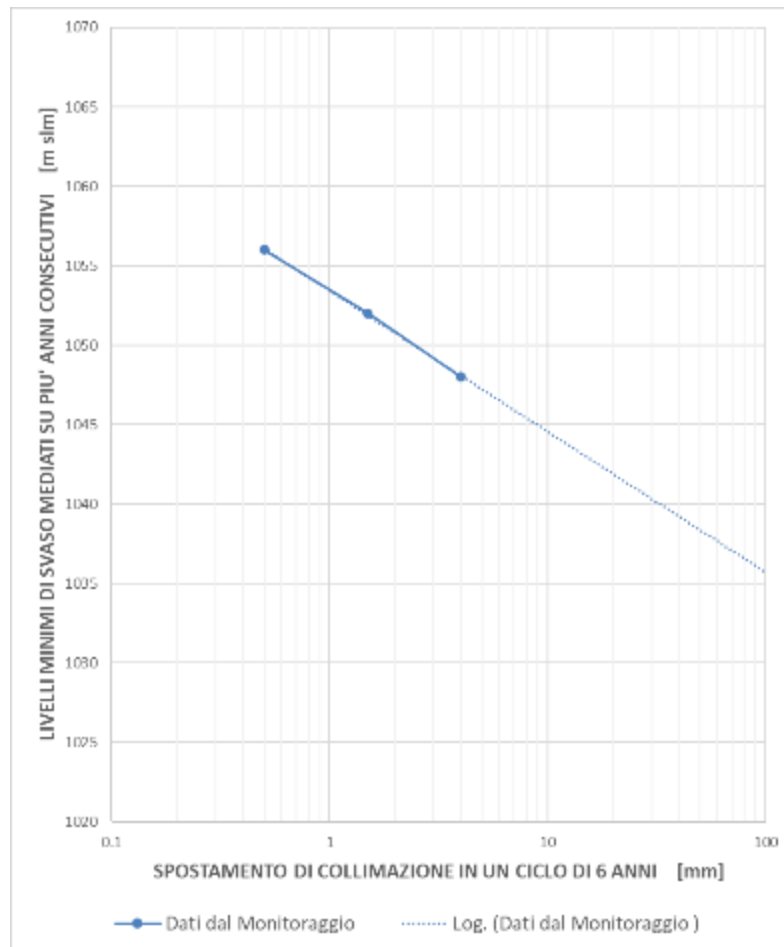
Esistono tuttavia due elementi che meritano attenzione, ossia la deriva delle misure di collimazione, che a distanza di 60 anni dall'entrata in esercizio, non sembrano diminuire e inoltre le misure delle perdite raccolte in sponda destra, che sono aumentate rispetto ai valori nella prima metà di vita dell'opera.

Per quanto riguarda le misure di collimazione una estrapolazione lineare nel diagramma semilogaritmico di Figura 9-3 suggerisce che all'abbassarsi dei livelli di invaso, al di sotto della quota 1045 m slm, potrebbero nascere significativi spostamenti verso valle.

È pensabile che, specie se si volesse utilizzare tutta la potenzialità del serbatoio fino a quote più basse, sarebbe necessario presumibilmente intervenire sulla tenuta della fondazione, approfondendo il taglione o adottando provvedimenti equivalenti.

Un provvedimento di questo tipo recherebbe benefici anche rispetto alle filtrazioni, in quanto consentirebbe di allungare i percorsi di filtrazione verso i drenaggi e le uscite, limitando i gradienti e il potenziale pericolo che si instaurino fenomeni evolutivi sotto ai maggiori carichi applicati. Non va dimenticato che è stata osservata una significativa reattività delle perdite, rispetto a repentini e veloci cambi di livello dell'invaso, cosa implicitamente inclusa nello schema di pompaggio proposto.

Complessivamente, i due elementi qui analizzati non appaiono incompatibili con la fattibilità dell'opera, ma richiedono adeguate attenzioni in fase di progettazione esecutiva, per una loro migliore definizione e individuazione dei sistemi di controllo ottimali.



**Figura 9-3 - Invaso di Montagna Spaccata. Correlazione tra incrementi dei valori di collimazione e livelli minimi di invaso. La curva di estrapolazione lineare potrebbe essere eccessivamente conservativa allontanandosi dai valori misurati**

## 9.2. CASTEL SAN VINCENZO

### 9.2.1. CONDIZIONI GENERALI

Le condizioni generali di funzionamento della Diga di Castel San Vincenzo e dell'invaso associato sono buone, dopo circa 60 anni di esercizio. In particolare, tutte le misure, nelle attuali condizioni di esercizio, tendono a stabilizzarsi su un andamento asintotico.

È stata notata una forte dipendenza delle misure dai livelli di invaso e dalle condizioni di esercizio, con risposta che si mantiene in genere lineare nelle condizioni che sono state applicate in questo ultimo decennio. In ogni caso livelli superiori a 693 – 696 m s.l.m. e inferiori a 683-684 m s.l.m., in funzione del tipo e ubicazione della misura, tendono a far uscire la risposta dal campo di linearità.

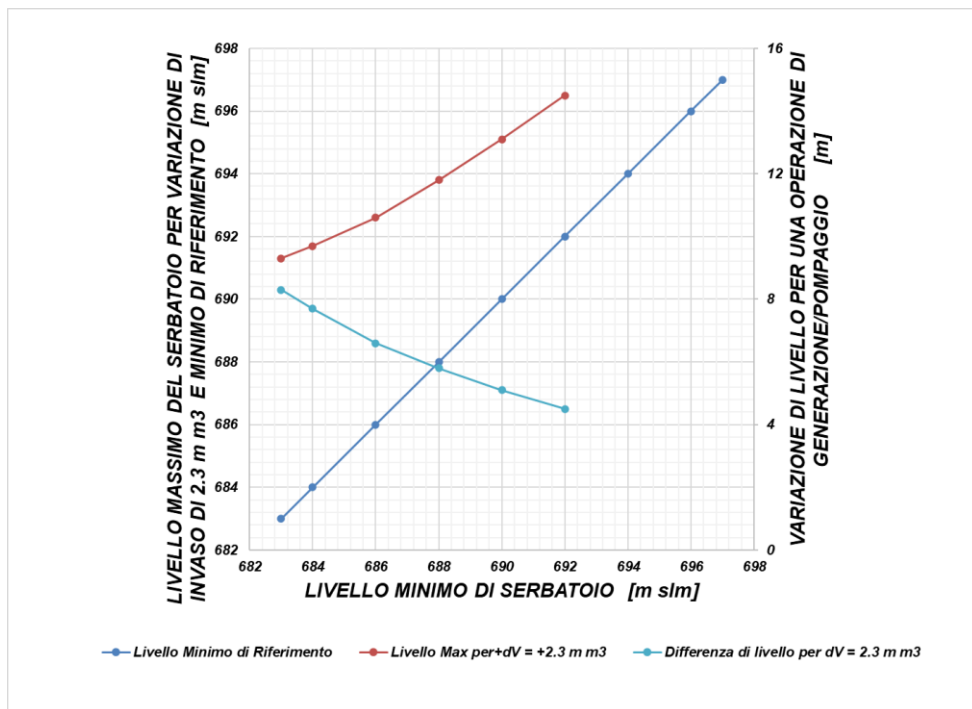
L'impostazione progettuale prevede di regolare il livello nell'invaso alla altezza iniziale pari a 695,30 m.s.m con conseguente abbassamento (al netto del contributo naturale di 0,33 m<sup>3</sup>/s che è però marginale nel contesto del bilancio idrico) di 7,8 m (cioè fino a quota di 687,50 m.s.m., al termine della fase di turbinamento, corrispondente ad uno svaso di 2.268.000 m<sup>3</sup> in sette ore).

Recenti verifiche della vulnerabilità sismica della diga sono risultate positive, nel senso che l'opera è stata giudicata idonea a sopportare le azioni sismiche di progetto, secondo le più recenti Normative.

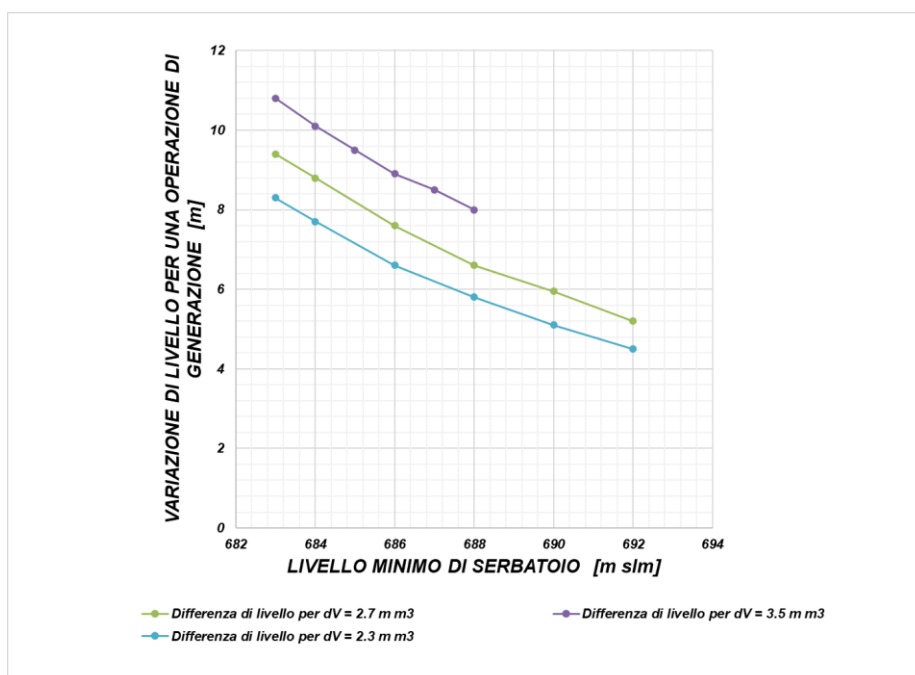
### 9.2.2. ENTITA' DELLO SVASO APPLICATO

In base alle considerazioni esposte, l'Impianto che si propone si basa su un volume scambiato tra un serbatoio e l'altro di circa 2,217 milioni di m<sup>3</sup>/giorno.

I diagrammi di Figura 9-5, offrono un quadro riassuntivo dei livelli corrispondenti a tale variazione di volume, per l'invaso di Castel San Vincenzo, unitamente alla corrispondente variazione di livello nel lago. Si osserva che le variazioni di livello per un volume di 2.2 m m<sup>3</sup>, oscillano nell'intervallo 4 -7 m. Con volumi scambiati maggiori, di 2.7 e 3.5 m m<sup>3</sup>, riportati come riferimento nel Grafico B), le variazioni di livello risultano nell'ordine di 7.5 - 10.5 m.



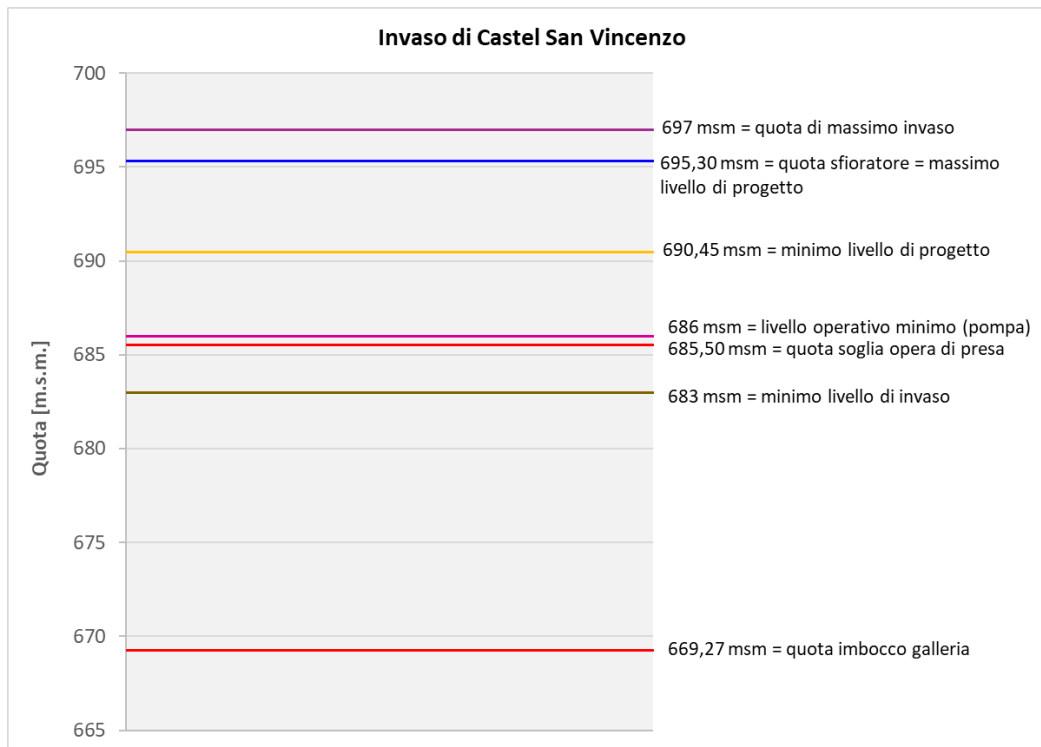
A)



B)

**Figura 9-4 - Invaso di Castel San Vincenzo. A) Livelli massimo e minimo (scala a sinistra) e relativa variazione di livello (scala a destra) per un volume di 2.3 m m<sup>3</sup> e B) Diagrammi di variazione di livello per un volume di 2.3, 2.7 e 3.5 m m<sup>3</sup>**

Lo schema di Figura 9-5, offre un quadro riassuntivo dei livelli di progetto considerati, corrispondenti a tale variazione di volume, per l'invaso di Castel San Vincenzo, cui corrisponde, in funzione del livello di invaso previsto, una variazione di livello di 4,85 m.



**Figura 9-5 - Invaso di Castel San Vincenzo. Livelli di riferimento.**

### 9.2.3. CONSIDERAZIONI SUL COMPORTAMENTO DEL CORPO DIGA

Dal diagramma di Figura 9-5 si può osservare che secondo l'impostazione progettuale, ovvero impostando il livello massimo a 695,30 m s.l.m., il livello minimo si mantiene alla quota 690,45 m s.l.m., ossia una quota tale per cui il comportamento della maggior parte dei piezometri e manometri di monte si mantiene lineare.

Va notato tuttavia che la portata di trasferimento dell'acqua da un serbatoio all'altro è nell'ordine di 90 (produzione) -77 (ripompaggio) m<sup>3</sup>/s, per 7-8 ore, con frequenza teorica quotidiana, mentre nell'esercizio odierno la portata di scarico è mediamente nell'ordine di 3-4 m<sup>3</sup>/s, con punte di 6 m<sup>3</sup>/s. Le nuove portate sono dunque mediamente 20 volte più grandi delle attuali e quindi la variazione mediamente attesa in una giornata, nell'esercizio attuale richiederebbe 10-20 giorni.

Le condizioni di svasso rapido applicate nella nuova configurazione sono dunque più gravose di quelle esistenti.

Sono state condotte alcune analisi di stabilità in forma preliminare, per verificare comunque quali margini di sicurezza siano associati a questa situazione.

Le verifiche sono state condotte all'equilibrio limite, con il Programma SlopeW di GEOSLOPE. È stato impiegato il Metodo di Morgenstern-Price su superfici circolari generate automaticamente dal programma, entro limiti imposti.

È stata analizzata una sezione tipo, sottoposta a 2 diverse condizioni di svasso, ossia invaso iniziale alla 696.5 m.s.m. e svasso di 7.5 m e invaso iniziale alla 694 m s.l.m e svasso di 10.5 m. In considerazione delle misure disponibili, le condizioni di svasso sono state conservativamente modellate con 2 diverse piezometriche, una alta, al livello di massimo invaso, per i materiali di fondazione e una che segue lo svasso all'esterno, mentre all'interno



del corpo diga resta alta, per i contronuclei. Queste assunzioni rappresentano una estremizzazione delle condizioni di carico e possono essere considerate rappresentative di condizioni operative più gravose di quelle previste in progetto.

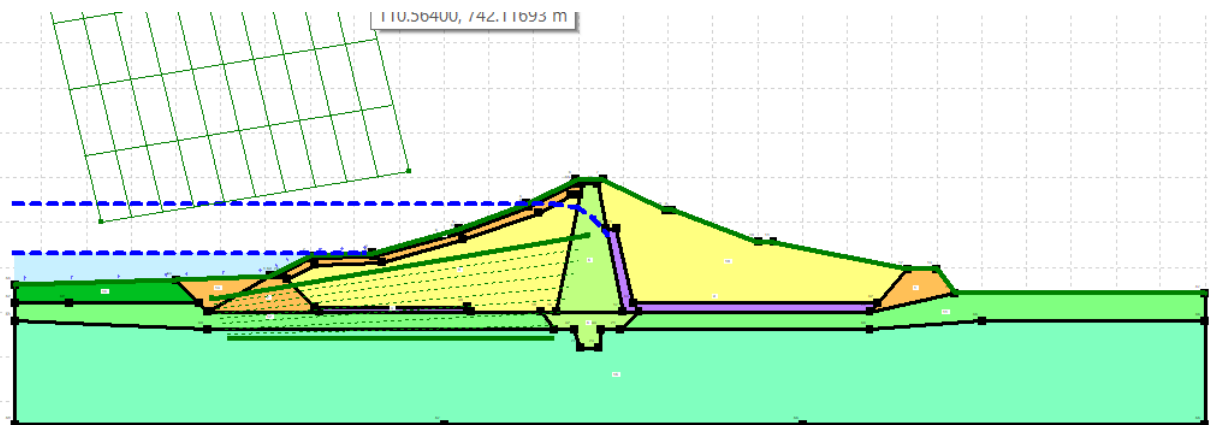
Le effettive condizioni di carico andranno modellate in modo più raffinato, nelle successive fasi della progettazione esecutiva, una volta stabilito in modo definitivo le sequenze operative degli invasi e ricorrendo a analisi di filtrazione nel transitorio per la determinazione delle effettive sovrappressioni che si possono generare.

La geometria e la distribuzione dei materiali, adottate nelle analisi, è presentata in Figura 9-6. Da notare che per la verifica a svaso rapido si è conservativamente adottato il solo primo tratto dell'involuppo bilineare, che corrisponde alla resistenza drenata.

I Fattori di Sicurezza preliminari, pur con le ipotesi cautelative adottate per i carichi e le resistenze, sono risultati nell'ordine di  $F_s = 1.423$ , con svaso 694 -683 m slm, e  $F_s = 1.543$ , con svaso 696 - 688 m slm (Figura 9-7 e Figura 9-8). Tali valori offrono ampi margini di sicurezza come del resto logico attendere tenuto conto della geometria della diga. Anche estremizzando la possibilità di svaso, ossia portandolo tra 697 e 683 m slm, con volumi associati superiori a 3.5 milioni di  $m^3$ , il fattore di sicurezza si mantiene ancora al di sopra dell'unità.

Tali valori consentono di ottenere valori di sicurezza superiori all'unità nel momento in cui si aggiunge la sollecitazione sismica. In queste condizioni, sono potenzialmente attendibili quindi trascurabili, o al massimo modeste, deformazioni sismiche del contronucleo di monte, che non pregiudicano il comportamento globale e la funzionalità della diga di Castel San Vincenzo.

Indipendentemente da questi risultati, rimane comunque la raccomandazione di prevedere lavori di manutenzione straordinaria del paramento di monte dell'opera, nell'ambito dei lavori per il nuovo schema.



Materials

- Contronucleo
- Nucleo
- Fondazione Superficiale
- Fondazione Profonda
- Pietrame
- Riempimento
- Filtro

gamma	c	f	cu
kN/m <sup>3</sup>	kPa	°	kPa
21.5	0	38	
21	5	30	
19.5	0	22	15+0.25 sigmav
19.5	15	24	350
21.5	0	40	
19.5	10	24	
20	0	33	

**Figura 9-6 - Invaso di Castel San Vincenzo. Verifiche di Stabilità Preliminari della Diga. Geometria e materiali**

Analysis Explorer

KeyIn Analyses

- Castel S.Vincenzo Dam
  - Slope Stability
  - Slope Stability (obis)
  - Slope Stability 694-683**
  - Slope Stability 696-688
  - Slope Stability 697-683

Solve Manager

Start Stop

Analysis Name	Status
Slope Stability	Solved 12/6/2021 1:27:46 AM
Slope Stabili...	Solved 12/6/2021 1:27:48 AM
Slope Stabili...	Solved 12/6/2021 1:45:46 AM
Slope Stabili...	Solved 12/6/2021 1:45:46 AM
<b>Slope Stabili...</b>	<b>Solved 12/6/2021 1:46:10 AM</b>

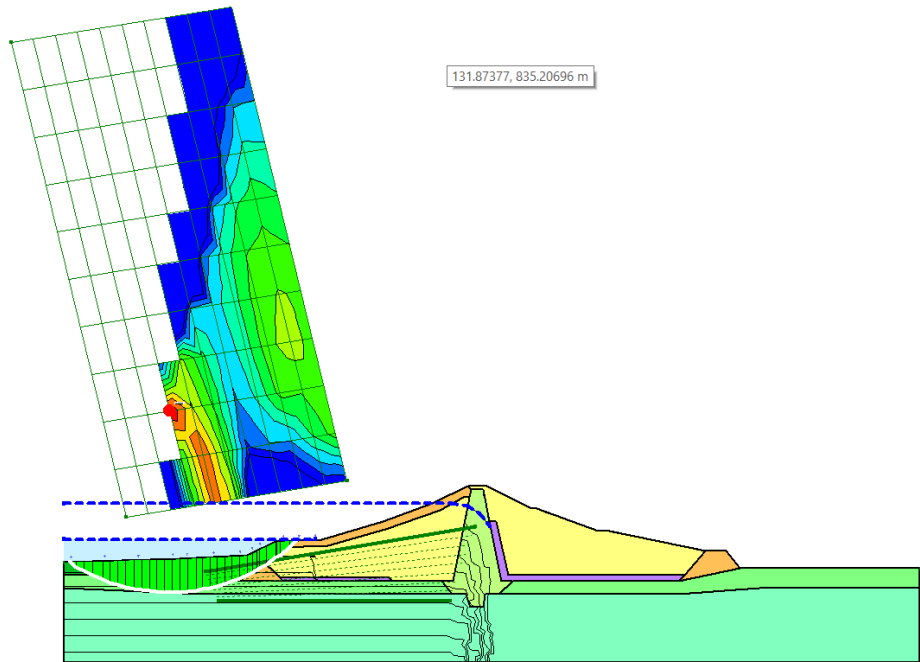
Slip Surfaces

All slip surfaces

Select Slip Surface

231  Auto select critical

Slip #	F of S	X Center	Y Center	Radius	Detail
231	1.423	66.774	722.77	56.207	Critical
142	1.524	77.205	709.2	43.076	
43	1.547	80.786	694.5	28.226	
230	1.634	66.774	722.77	55.237	
141	1.665	77.205	709.2	41.949	
240	1.712	73.624	723.9	56.859	
42	1.732	80.786	694.5	27.038	
387	1.767	104.29	744.22	80.217	
52	1.792	87.636	695.62	29.029	
339	1.796	70.043	738.6	71.77	
486	1.816	100.71	758.92	94.917	
297	1.823	114.72	730.64	66.641	



**Figura 9-7 - Invaso di Castel San Vincenzo. Verifiche di Stabilità Preliminari della Diga. Svasso rapido tra le quote 694 e 683 m slm**

Analysis Explorer

KeyIn Analyses

- Castel S.Vincenzo Dam
  - Slope Stability
  - Slope Stability (obis)
  - Slope Stability 694-683
  - Slope Stability 696-688**
  - Slope Stability 697-683

Solve Manager

Start Stop

Analysis Name	Status
Slope Stability	Solved 12/6/2021 1:27:46 AM
Slope Stabili...	Solved 12/6/2021 1:27:48 AM
Slope Stabili...	Solved 12/6/2021 1:45:46 AM
Slope Stabili...	Solved 12/6/2021 1:45:46 AM
<b>Slope Stabili...</b>	<b>Solved 12/6/2021 1:46:10 AM</b>

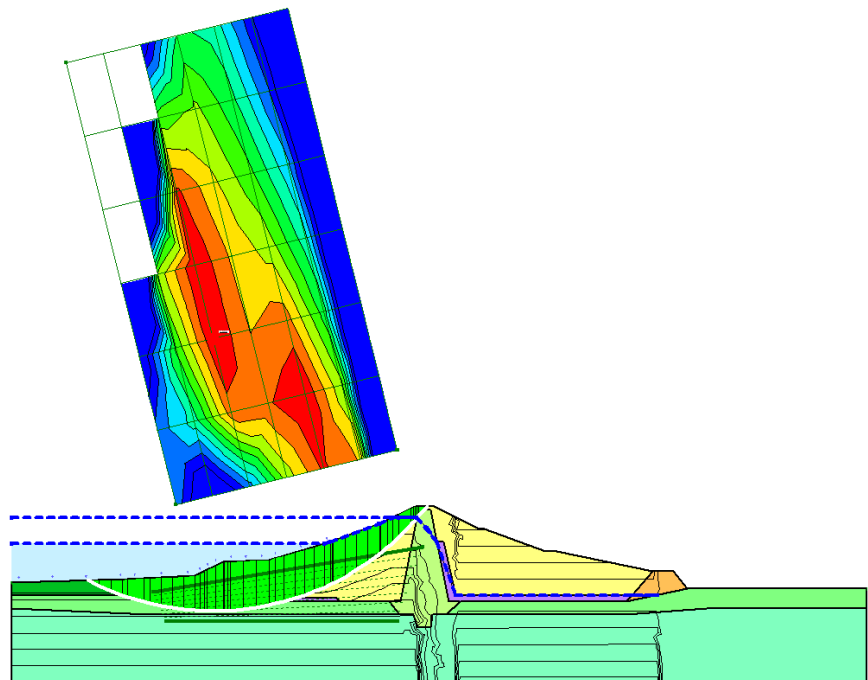
Slip Surfaces

All slip surfaces

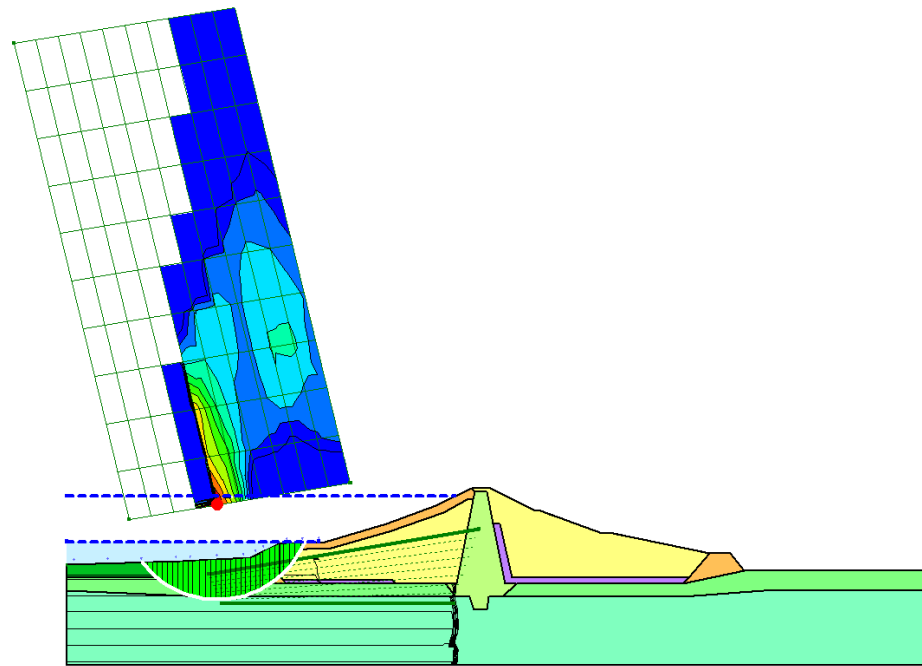
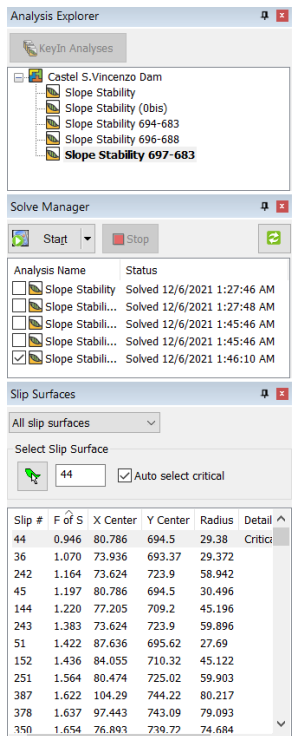
Select Slip Surface

151  Auto select critical

Slip #	F of S	X Center	Y Center	Radius	Detail
151	1.543	96.667	751.33	84.261	Critical
100	1.546	125.33	734.17	52.553	
214	1.549	91	774.17	107.33	
152	1.552	96.667	751.33	85.823	
153	1.599	96.667	751.33	87.333	
215	1.610	91	774.17	108.78	
277	1.619	85.333	797	130.41	
37	1.625	131	711.33	29.099	
98	1.657	113.83	731.33	65.42	
90	1.680	102.33	728.5	64.5	
213	1.681	91	774.17	105.82	
216	1.682	91	774.17	110.17	



**Figura 9-8 - Invaso di Castel San Vincenzo. Verifiche di Stabilità Preliminari della Diga. Svasso rapido tra le quote 696 e 688 m slm**



**Figura 9-9 - Invaso di Castel San Vincenzo. Verifiche di Stabilità Preliminari della Diga. Svasso rapido tra le quote 697 e 683 m slm**

### 9.3. CONCLUSIONI CIRCA L'UTILIZZABILITÀ DEGLI INVASI ESISTENTI NEL NUOVO SCHEMA

Alla luce delle analisi svolte e dei risultati ottenuti, il comportamento delle opere appare compatibile con l'impiego delle stesse all'interno del nuovo schema di potenziamento dell'Impianto, pur con l'aggravio di sollecitazione legato all'applicazione di cicli di svasso e invaso molto ampi e molto più rapidi di quanto fino a oggi sperimentato dalle opere.

È necessario quindi prendere in considerazione con studi specifici gli effetti dei livelli di invaso massimi e minimi, e gli effetti della velocità di invaso e svasso.

Solo a seguito degli studi specifici di cui sopra potrà essere verificata la eventuale necessità di eseguire alcuni lavori di manutenzione straordinaria, come ad esempio un aumento della tenuta delle spalle e della fondazione nell'invaso di Montagna Spaccata o il riordino della protezione del paramento della Diga di Castel San Vincenzo, che a oggi potrebbero apparire opportuni.

Una integrazione più o meno estesa della rete di monitoraggio esistente potrà quindi essere prevista, nell'ambito e nei tempi compatibili con i nuovi lavori.

## 10. FASI REALIZZATIVE E CANTIERIZZAZIONI

Il piano di cantierizzazione per realizzare la complessa opera in progetto viene sviluppato al fine di garantire la migliore soluzione tecnica ed ambientale nelle condizioni, modalità e tempi previsti. Per ottimizzare l'esecuzione dei lavori e allo stesso tempo minimizzare gli impatti negativi sul territorio e sulla rete stradale esistente, il Programma dei Lavori ed il Sistema di Cantierizzazione si basano sull'ipotesi di affrontare le lavorazioni su diversi fronti operativi.

L'organizzazione ed il dimensionamento di ogni cantiere si basa sulla tipologia d'opera o di opere che ognuno di esso dovrà servire, sui caratteri geometrici delle stesse opere, sulle scelte progettuali e di costruzione.

Nell'individuare le aree da adibire ai cantieri, si è tenuto conto dei seguenti requisiti:

- dimensioni areali sufficientemente vaste;
- prossimità a vie di comunicazioni importanti o strade adeguate al transito dei mezzi pesanti;
- preesistenza di strade minori per gli accessi, onde evitare il più possibile la realizzazione di nuova viabilità di servizio;
- buona disponibilità idrica ed energetica;
- adiacenza alle opere da realizzare;
- vincoli e prescrizioni limitative dell'uso del territorio (da P.R.G., Piano Paesistico, vincoli archeologici, naturalistici, idrogeologici, ecc.);
- morfologia (evitando, per quanto possibile, pendii o luoghi eccessivamente acclivi in cui si rendano necessari consistenti lavori di sbancamento o riporto);
- esclusione di aree di rilevante interesse ambientale, laddove possibile.

Ulteriori dettagli in merito alle caratteristiche delle aree di cantiere sono riportati nella GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.028.00 *Relazione di cantiere generale*.

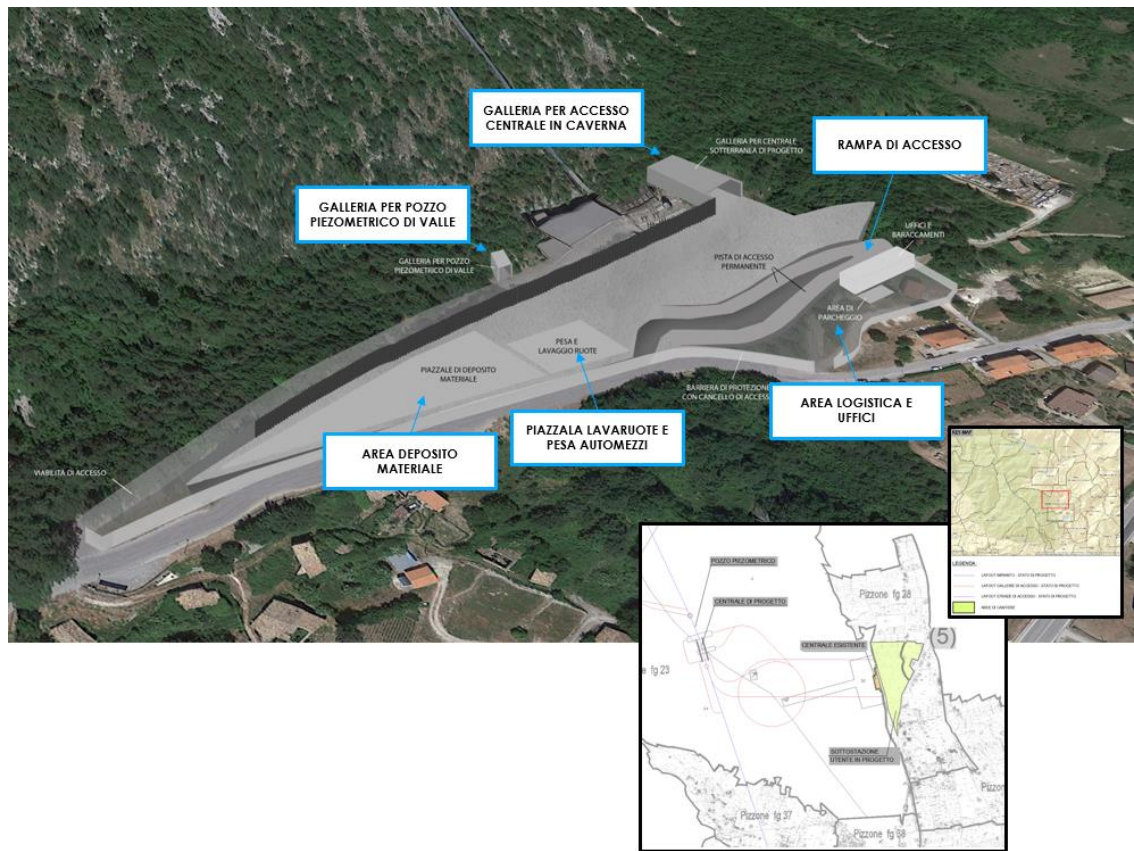
### 10.1. AREE DI CANTIERE

Le aree di cantiere previste attualmente sono le seguenti:

- Area in prossimità opera di presa di monte nei pressi del lago della Montagna Spaccata (Area n. 1)
- Area in prossimità zona parcheggi dighe Montagna Spaccata (Area n. 2)
- Area ingresso galleria pozzo piezometrico superiore (Area n. 3)
- Area cantiere strada collegamento con tornante 10 (Area n. 4)
- Area ingresso principale centrale di Pizzone (Area n. 5)
- Area in prossimità abitato di Pizzone (Area n. 6)
- Area in prossimità lago Castel San Vincenzo (Area n. 7)
- Area in prossimità scavo galleria inferiore (Area n. 8)

Il cantiere principale sarà l'Area n. 5, da realizzare in prossimità dell'abitato di Pizzone, in corrispondenza dell'imbocco delle gallerie di servizio della centrale in caverna.

Nella Figura 10-1 è rappresentata l'area n. 5 con gli allestimenti e le viabilità previsti.



**Figura 10-1 - Area di cantiere n. 5 nei pressi del Comune di Pizzone**

Le aree di cantiere n. 1, n. 3 e n. 7 saranno le principali aree a servizio rispettivamente dell'opera di presa, del pozzo piezometrico di monte e dell'opera di restituzione.

Le aree n. 2, n. 4 e n. 8 sono aree aggiuntive a servizio rispettivamente dell'Area n. 1, dell'Area n. 4 e dell'Area n. 7, utili per l'eventuale deposito temporaneo di materiale derivante dalle attività di scavo, stoccaggio attrezzature e aree di ricovero mezzi.

Per quanto concerne l'Area n. 6 (che complessivamente ricopre un'area di circa 3 ha), essa sarà la principale area di deposito del materiale derivante dagli scavi e delle opere elettromeccaniche.

Infine, nelle aree di cantiere n. 1, n. 3 e n. 5 verranno installati impianti per la produzione di inerti per calcestruzzo.

Per la gestione del materiale di risulta dalle attività di scavo sono state inoltre previste n. 4 aree diffuse di deposito permanenti (A - B - C - D).

Per ulteriori informazioni si rimanda alla GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.028.00 *Relazione di cantiere generale* e alla GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.046.00 *Piano di utilizzo terre e rocce da scavo*.

## 10.2. OCCUPAZIONI TEMPORANEE ED ESPROPRI

Per la realizzazione delle aree di cantiere, relativamente alle particelle catastali che non risultano essere di proprietà di Enel, sarà necessario effettuare un'occupazione temporanea delle stesse.

Per quanto riguarda invece le particelle catastali interessate dalle nuove viabilità previste a progetto, relativamente alle particelle catastali che non risultano essere di proprietà di Enel, si renderà necessario effettuare una procedura di esproprio delle stesse.



Per ulteriori informazioni si rimanda alla GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.028.00 *Relazione di cantiere generale*.

### 10.3. FASI DI LAVORO

In questo paragrafo si descrivono sinteticamente le fasi di lavoro necessarie alla realizzazione dell'opera. Per una descrizione più dettagliata si rimanda alla GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.028.00 *Relazione di cantiere generale* e al *Cronoprogramma* (GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.033.00).

La prima fase riguarderà l'allestimento delle n. 8 aree di cantiere, le cui lavorazioni potranno essere effettuate in parallelo, fruendo di più squadre di lavoro, e la cui durata varierà dai 3 ai 6 mesi, in funzione delle dimensioni delle diverse aree.

La realizzazione dell'intero impianto può essere suddivisa nelle seguenti macro-lavorazioni:

- realizzazione della via d'acqua nel tratto compreso tra il pozzo paratoie e il pozzo piezometrico di monte (durata 58 mesi)
- realizzazione centrale in caverna (durata 58 mesi)
- realizzazione pozzo paratoie e opera di presa di monte (durata 51 mesi)
- realizzazione pozzo piezometrico di valle (durata 16 mesi)
- realizzazione della via d'acqua nel tratto tra il pozzo piezometrico di valle e la galleria a servizio del cantiere di Castel San Vincenzo (durata 53 mesi)
- realizzazione del manufatto di sezionamento di valle, dell'opera di presa di valle e del tratto terminale della via d'acqua (durata 54 mesi)
- collaudi e messa a servizio impianto (durata tre mesi)

Fruendo di più squadre di lavoro, le macro-lavorazioni sopra esposte potranno essere avviate in parallelo, a termine dell'allestimento dell'area di cantiere afferente alla macro-lavorazione considerata.

La fase di collaudo sarà invece realizzata a ultimazione di tutte le altre macro-lavorazioni.

Per una valutazione accurata delle tempistiche necessarie alla realizzazione delle fasi sopra descritte, si rimanda al *Cronoprogramma* (GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.033.00).

## 11. PRESCRIZIONI AMBIENTALI PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA

Si riportano in questo paragrafo le raccomandazioni da recepire nella successiva fase esecutiva, fermo restando che dovranno essere integrate con quanto emergerà in fase di approvazione del presente progetto:

- La valutazione dei potenziali impatti generati dalle attività in progetto sulle diverse componenti analizzate nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale (GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.155.00, GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.156.00, GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.157.00 e GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.158.00) sulla base degli studi specialistici implementati e della letteratura di settore, oltre che delle esperienze pregresse maturate nel corso dello svolgimento di analoghe attività, ha rilevato che nel complesso sussistono alcuni potenziali impatti di natura non trascurabile, che tuttavia potranno essere in parte annullati e in parte mitigati sviluppando idonee misure di prevenzione e mitigazione nelle successive fasi di progetto. Si rimanda allo Studio di impatto ambientale sopra citato.
- Dallo studio eseguito per la procedura di VINCA (GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.160.00 - Valutazione di incidenza ambientale - Relazione di incidenza) emerge la necessità di eseguire nelle successive fasi, ispezioni di campo finalizzate alla verifica della presenza delle diverse specie e alla redazione di un Piano di Monitoraggio Ambientale AO, CO, PO i cui contenuti saranno condivisi con gli Enti e le Amministrazioni competenti in fase di progettazione esecutiva. Nello stesso elaborato GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.160.00, al Capitolo 10 (Misure di mitigazione e compensazione), a cui si rimanda, sono previsti interventi di mitigazione e compensazione ambientale; di particolare importanza (all'attualità) sarà l'adattamento del cronoprogramma dei lavori impattanti (es. taglio del bosco) al rispetto delle fasi riproduttive dell'orso marsicano e di svezamento della sua prole (febbraio - luglio). Il progetto esecutivo terrà, inoltre, conto delle esigenze della chiroterofauna, indirizzando la scelta dei corpi illuminanti da utilizzare nelle aree esterne, limitandoli alle sole postazioni effettivamente necessarie.
- La relazione paesaggistica evidenzia che il progetto riguarda per lo più la realizzazione di opere interrato e che le interferenze tra "Beni Paesaggistici" e opere previste in superficie sono ridotte alla realizzazione di nuove strade di accesso e alle aree di cantiere (ripristinate allo stato ante-operam al termine della realizzazione del progetto), ad un piccolo manufatto quasi completamente interrato per l'accessibilità al pozzo paratoie di monte, alla struttura di mascheramento delle opere elettromeccaniche sporgenti dal pozzo paratoie di valle e agli edifici elettrici nell'area già antropizzata della centrale del Pizzone. Conformemente all'analisi effettuata nell'elaborato GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.161.00, cui si rimanda, si ritiene che l'inserimento dell'opera nel contesto territoriale sia compatibile con gli obiettivi di tutela del Paesaggio previsti dagli strumenti di pianificazione vigenti.
- Secondo le conclusioni della Relazione forestale (GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.162.00), oltre alle indagini integrative di campo che si rendessero necessarie per aggiornare lo studio del soprassuolo sono previste attività complementari funzionali al recupero floristico e vegetazionale delle coltri escavate descritte nel Capitolo 8 della GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.162.00.
- Dallo Studio meteo diffusionale (GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.163.00) è emerso che i valori di concentrazione di NO<sub>2</sub> e PM10 sono compatibili con gli standard di qualità dell'aria sia in fase di cantiere che di esercizio; si consiglia di adottare tutti gli accorgimenti atti a ridurre la produzione e la diffusione delle polveri elencati nelle conclusioni della relazione stessa;
- Dall'analisi effettuata in sede di Valutazione previsionale di impatto acustico (GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.164.00) emerge che le stime previsionali sonore sono

conformi ai limiti previsti dalla legislazione vigente sia per la fase di cantiere che per quella di esercizio. In relazione alla fase di progetto esecutivo ed alle eventuali modificazioni delle attività di cantiere e del cronoprogramma dovrà essere rivalutata la presente valutazione di impatto considerando anche la procedura di deroga per cantieri temporanei e mobili prevista dalla normativa vigente. Inoltre, si ritiene necessario svolgere misurazioni strumentali in campo a seguito dell'installazione dei nuovi impianti e della messa in marcia degli stessi per verificare il reale impatto degli stessi e l'efficacia delle misure di mitigazione previste.

- Area di vicinanza con parchi – zone archeologiche. L'area dei nuovi impianti prevede l'interessamento di diverse aree protette, tra cui il Parco Nazionale d'Abruzzo, aree EUAP e aree IBA, nonché aree sottoposte ai vincoli ambientali ex Legge 42/2004, si trova in prossimità di siti di rilevanza archeologica e pertanto, non si può escludere che le autorità competenti in fase autorizzativa richiederanno indagini e studi di approfondimento per valutare l'impatto ambientale e sociale dell'impianto. Nell'area sono, inoltre, presenti ritrovamenti Archeologici importanti e le due Soprintendenze Archeologiche, Belle Arti e Paesaggio del Molise e delle Province dell'Aquila e Teramo potrebbero richiedere ulteriori approfondimenti sull'area.

## 12. GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO

Nell'ambito della realizzazione dell'opera verranno prodotte ingenti quantità di terre e rocce da scavo, prevalentemente di tipo lapideo, provenienti dagli scavi della caverna per l'alloggiamento della centrale, dalle gallerie e dalle altre opere, quali i pozzi piezometrici.

Le stime effettuate nell'ambito della progettazione hanno portato ad individuare un quantitativo di terre e rocce da scavo pari a circa 975.000 mc (calcolati in banco).

Opera di scavo	volume stimato (mc)	tipologia di scavo assunta
Aree di accesso		
Centrale e pozzo piezometrico di valle	194 000	esplosivo
Galleria principale e pozzo piezometrico di monte	71 000	esplosivo
Galleria Tornante n. 10	60 000	esplosivo
Imbocco gallerie lato centrale Pizzone esistente (materiale sciolto)	60 000	meccanico
Galleria principale		
	184 000	meccanico (esplosivo)
	76 000	meccanico (esplosivo)
	124 000	esplosivo
	14 000	esplosivo/meccanico
Pozzi		
Pozzo paratoie di monte	3 000	meccanico
Pozzo piezometrico di monte	33 000	esplosivo/meccanico
Pozzo piezometrico di valle	22 000	esplosivo/meccanico
Pozzo paratoie di valle	8 000	meccanico
Centrale in caverna		
	80 000	esplosivo
Manufatti di presa		
Montagna Spaccata	23 000	meccanico
Castel San Vincenzo	23 000	meccanico
<b>TOTALE</b>	<b>975 000</b>	

**Tabella 3. Stima dei volumi di materiale derivante dagli scavi dell'opera. Con sfondo verde sono indicati i volumi di materiale calcareo.**

Per lo scavo della condotta forzata e relativo tratto di valle a monte della centrale verrà utilizzata la tecnica del raise borer.

È intenzione di Enel procedere al recupero/riutilizzo di tutto il materiale derivante dagli scavi, dal momento che si presuppone che abbia buone qualità sia di tipo meccanico sia di tipo chimico, derivando da roccia vergine. Tali caratteristiche saranno oggetto di verifica a mezzo di indagini dirette che saranno eseguite prima delle successive fasi progettuali. In un'ottica di economia circolare e di corretto utilizzo delle risorse, è intenzione di Enel non inviare il materiale proveniente dagli scavi a impianti di smaltimento.

Come emerge dalla tabella sopra riportata, si stima che durante le fasi di scavo saranno prodotti circa 975.000 mc di terre e rocce da scavo.

Il materiale costituito da calcare con caratteristiche tecnico-qualitative potenzialmente buone e, quindi, più facilmente reimpiegabile è pari a circa 590.000 mc in banco (corrispondenti a circa 710.000 mc in cumulo).

Il restante materiale (325.000 mc in banco corrispondenti a circa 390.000 mc in rilevato compattato) è proveniente dalle formazioni calcarenitiche e flyschoidi, con caratteristiche tecnico-qualitative meno pregiate rispetto al calcare.

L'attività di recupero/riutilizzo verrà eseguita nel rispetto di quanto previsto dal DPR 120/2017, previa predisposizione di un Piano di Utilizzo (Titolo II-Capo II del DPR 120/2017 "Terre e rocce da scavo prodotte in cantieri di grandi dimensioni"), che sarà aggiornato prima della fase operativa di cantiere.

Allo stato attuale è stato possibile identificare i potenziali flussi di recupero/riutilizzo, che dovranno essere oggetto di verifica e conferma prima della predisposizione del Piano di Utilizzo; nel citato documento saranno meglio dettagliati tali flussi, definendo anche le tempistiche di completamento delle attività di recupero e individuando anche le aree di eventuale deposito intermedio.

Sulla base delle verifiche effettuate, sono stati definiti i seguenti potenziali flussi di recupero/riutilizzo:

1. Reimpiego delle rocce calcaree come inerti per il confezionamento dei calcestruzzi da impiegare nella realizzazione delle opere quali, a titolo di esempio, rivestimento delle gallerie e della caverna, formazione delle fondazioni degli impianti e altri manufatti analoghi.
2. Ricollocazione presso aree di tipo forestale che richiedono una rimodellazione dei versanti.
3. Ricollocazione presso strade forestali per il consolidamento dei tracciati.
4. Ricollocazione presso le aree di imbocco/portale delle gallerie per la sistemazione topografica.
5. Ricollocazione in aree che richiedono protezioni e adeguamenti in corrispondenza dei laghi artificiali esistenti.
6. Ricollocazione presso siti di bonifica ambientale dove siano necessari materiale di riempimento degli scavi.
7. Cessione ad impianti di produzione inerti collocati nelle vicinanze delle aree di cantiere.

Prima del reimpiego i materiali verranno sottoposti, presso le aree di cantiere, ad attività rientranti nella cosiddetta "normale pratica industriale" (Allegato 3 del DPR 120/2017), consistente, essenzialmente, nella frantumazione del materiale di scavo a mezzo di impianto mobile.

Ulteriori dettagli sono riportati nel Piano di Utilizzo Terre e rocce da scavo (cfr. GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.046.00).



### **13. GESTIONE DELLE ACQUE EMUNTE IN FASE DI SCAVO**

Sarà necessario procedere all'aggottamento delle acque sotterranee che verranno incontrate localmente in fase di scavo delle gallerie e delle altre opere in progetto. In tali zone si procederà con aggottamento delle acque e accumulo in vasche di decantazione, preliminari allo scarico in corpo idrico superficiale.

Prima delle successive fasi progettuali è già previsto un piano di caratterizzazione delle acque sotterranee al fine di conoscerne preventivamente lo stato qualitativo. Tali dati serviranno a confermare la possibilità di scarico in corpo idrico superficiale senza preventivo trattamento.

Lo scarico dovrà avvenire nel rispetto dei limiti previsti nella Tabella 3, Allegato 5, Parte III del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

Durante la fase operativa del cantiere, il rispetto dei limiti citati verrà verificato a cadenza mensile mediante prelievo ed analisi chimica di laboratorio con riferimento ai limiti sopra citati.

**14. DISMISSIONE DELLE OPERE DI PROGETTO**

Una volta che l'opera giungerà al termine della sua vita utile o al termine della sua concessione, si procederà alla dismissione delle strutture/impianti di progetto.

La maggior parte delle opere è sotterranea, quindi non visibile dalla superficie e poco impattante a livello paesaggistico e ambientale. Vista la loro natura e posizione, risultano quindi facilitare le operazioni di dismissione.

Le modalità di dismissione previste si pongono come obiettivo quello di introdurre il minore effetto negativo possibile per l'ambiente circostante. Con riferimento ad alcune opere di progetto (es. opere civili sotterranee, condotte forzate, ecc.) si precisa che la loro dismissione comporterebbe lavori importanti di scavo, movimentazione e modificazione del terreno; per tale motivo si ritiene meno impattante la sola chiusura e messa in sicurezza delle stesse.

Concluse le attività di smantellamento e rimozione dei componenti dell'impianto, si procederà con le opere di ripristino ambientale dello stato dei luoghi. Gli interventi si concentreranno in particolare in corrispondenza delle due opere di presa di Montagna Spaccata e Castel San Vincenzo e della porzione a piano campagna del pozzo paratoie.

Per quanto riguarda i componenti rimossi e i materiali derivanti dalle attività di smantellamento/demolizione si prevede una selezione e differenziazione, come previsto dal D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., al fine di procedere ad un corretto riciclo, riutilizzo in altri impianti, invio ad impianti di smaltimento autorizzati.

Si riportano nella seguente tabella i codici C.E.R. (Catalogo Europeo dei Rifiuti) dei possibili materiali derivanti dalla dismissione dell'impianto.

C.E.R.	Descrizione
13.01.12*	oli per circuiti idraulici, facilmente biodegradabili
16.02.16	macchinari ed attrezzature elettromeccaniche
17.03.02	miscele bituminose
17.04.01	rame, bronzo, ottone
17.04.05	ferro e acciaio
17.04.07	metalli misti
17.04.11	cavi elettrici
17.09.04	rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione non pericolosi

La relazione specialistica *Piano di dismissione* (cfr. GRE.EEC.R.14.IT.H.16071.00.166.00) fornisce una descrizione delle attività che verranno svolte per smantellare le opere, dei materiali e dei rifiuti generati dalle varie attività e delle opere di ripristino dei luoghi allo stato naturale.