



## REGIONE SICILIANA

ASSESSORATO REGIONALE DELL'ENERGIA E DEI SERVIZI DI PUBBLICA UTILITÀ

Dipartimento Regionale dell'Acqua e dei Rifiuti

Servizio 3 - Programmazione ed esecuzione interventi infrastrutture per le acque

**Arch. Ornella Segnalini - Commissario Straordinario ex art. 4 D.L. 32/2019**

# LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT)



## PROGETTO DEFINITIVO

### Costituendo RTP:

 <b>HMR S.r.l. (Capogruppo Mandataria)</b> Piazzale Stazione 7 - PADOVA	 <b>C.&amp;S. Di Giuseppe Ingegneri Associati S.r.l. (Mandante)</b> Via Cavour 45 - PALOMBARO (CH)	 ARCHITETTI INGEGNERI GEOLOGI ASSOCIATI <b>Studio A I G - Architetti Ingegneri Geologi Associati (Mandante)</b> Via D'Azeglio 2/c - PALERMO	 <b>BETA Studio S.r.l. (Mandante)</b> Via Rossa 29/a - PADOVA
 <b>Ingegneria 2P &amp; associati S.r.l. (Mandante)</b> Via Dall'Armi 27 - SAN DONÀ d/P (VE)	 <b>ARTEC ASSOCIATI S.r.l. (Mandante)</b> Via Francavilla 99 - TAORMINA (ME)	 <b>HMR Ambiente S.r.l. (Mandante)</b> Piazzale Stazione 7 - 35131 PADOVA	<b>Dott. Archeologo Eugenio Donato (Mandante)</b> Via del Soccorso 7 - LAMEZIA TERME (CZ)
Coordinatore e Responsabile generale progettazione dott. ing. <i>Hermes Redi</i>	della Responsabile dell'integrazione delle prestazioni specialistiche dott. ing. <i>Sante Di Giuseppe</i>	Responsabile Unico del Procedimento dott. ing. <i>Salvatore Stagno</i>	

TITOLO <b>RELAZIONE GENERALE</b>				CODICE ELABORATO <b>A.02.00</b>	
<b>N° REV.</b>	<b>DATA</b>	<b>MOTIVO DELLA EMISSIONE</b>	<b>ESEGUITO</b>	<b>CONTROLLATO</b>	<b>APPROVATO</b>
00	GIUGNO 2021	PRIMA EMISSIONE	RTP	RTP	RTP



Rev.	data
00	Giugno 2021

## INDICE

1. PREMESSE .....	4
2. RILIEVI E INDAGINI .....	6
2.1 RILIEVO TOPOGRAFICO E RICOSTRUZIONE STATO DI CONSISTENZA.....	6
2.1.1 Rilievo topografico.....	6
2.1.2 Rilievo di consistenza.....	8
2.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	13
2.2.1 Sondaggi Corpo Diga.....	15
2.2.2 Sondaggi Opere accessorie .....	16
2.2.3 Sondaggi dissesti Sponda destra .....	17
2.3 RICERCA DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE .....	18
2.3.1 Materiali provenienti dall'invaso.....	19
2.3.2 Depositi di materiale - Area di ricerca MR1-21 e MR2-21 .....	21
2.3.3 Area di ricerca MR3-21.....	21
2.3.4 Area di ricerca A-21 – Torrente Casalgismondo .....	22
2.3.5 Area di ricerca B-21 e C-21.....	22
2.3.6 Cave di prestito.....	23
2.4 INDAGINI SUI MATERIALI .....	23
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	26
4. STUDI IDROLOGICI ED IDRAULICI.....	32
4.1 RIVALUTAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA .....	32
4.2 VERIFICA IDRAULICA DELLE OPERE.....	35
4.3 ANALISI IDRAULICA DEL CORSO D'ACQUA A VALLE DELLO SBARRAMENTO .....	37
4.4 IPOTETICO COLLASSO DELLO SBARRAMENTO.....	39
4.5 DEFLUSSO MINIMO VITALE.....	40
5. RIVALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA DELLO SBARRAMENTO .....	41
5.1 MODELLAZIONE .....	43
6. RIVALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA DELLE OPERE ACCESSORIE.....	47
7. COMPLETAMENTO CORPO DIGA.....	48
8. INTERVENTI PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL VERSANTE IN SPONDA DESTRA .....	50
8.1 ZONA A1 E ZONA A2.....	51
8.2 INTERVENTO A MONTE DELLO SCARICO DI FONDO "ZONA B" .....	54
8.3 INTERVENTI SUL VERSANTE DESTRO IN CONTRADA SCOPARSO "ZONA C" .....	55

	<b>LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI          COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT)</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale	Rev.	data
		00	Giugno 2021

<b>9. ADEGUAMENTO DELLE OPERE DI PRESA IN DESTRA E SINISTRA IDRAULICA .....</b>	<b>57</b>
<b>9.1 ADEGUAMENTO OPERA DI PRESA IN DESTRA .....</b>	<b>57</b>
<b>9.2 ADEGUAMENTO OPERA DI PRESA IN SINISTRA.....</b>	<b>58</b>
<b>10.ADEGUAMENTO CUNICOLO LONGITUDINALE ESISTENTE .....</b>	<b>59</b>
<b>11.INTERVENTI ELETTROMECCANICI .....</b>	<b>61</b>
<b>11.1 RIPRISTINO APPARECCHIATURE ELETTROMECCANICHE - ORGANI DI INTERCETTAZIONE DEGLI.....</b>	<b>61</b>
<b>11.1.1 Situazione esistente .....</b>	<b>61</b>
<i>11.1.1.1 Intercettazioni interne al pozzo paratoie .....</i>	<i>61</i>
<i>11.1.1.2 Apparecchiature all'esterno del pozzo paratoie .....</i>	<i>63</i>
<i>11.1.1.3 Apparecchiature ausiliarie.....</i>	<i>64</i>
<b>11.1.2 Interventi previsti .....</b>	<b>64</b>
<i>11.1.2.1 Intercettazioni interne al pozzo paratoie .....</i>	<i>64</i>
<i>11.1.2.2 Apparecchiature all'esterno del pozzo paratoie e apparecchiature ausiliarie.....</i>	<i>65</i>
<b>11.2 RIPRISTINO STAZIONE DI SOLLEVAMENTO.....</b>	<b>65</b>
<b>11.2.1 Stato di fatto.....</b>	<b>65</b>
<b>11.2.2 Interventi previsti .....</b>	<b>67</b>
<b>11.3 VASCA DI CARICO IN LOCALITA' PIZZO TRE PUNTE.....</b>	<b>67</b>
<b>11.4 TORRINO DI DISCONNESSIONE .....</b>	<b>68</b>
<b>11.5 INTERVENTI ELETTRICI.....</b>	<b>70</b>
<b>12.SISTEMAZIONI STRADALI .....</b>	<b>72</b>
<b>13.SISTEMA DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>73</b>
<b>13.1 MONITORAGGIO AUTOMATICO DELLA SPONDA DESTRA .....</b>	<b>74</b>
<b>13.2 MONITORAGGIO CORPO DIGA .....</b>	<b>74</b>
<b>13.3 MONITORAGGIO DINAMICO .....</b>	<b>75</b>
<b>13.4 MONITORAGGIO DELLE PERDITE NEL CUNICOLO .....</b>	<b>76</b>
<b>13.5 MISURATORI DEL LIVELLO DELL'INVASO E TEMPERATURA ACQUA.....</b>	<b>77</b>
<b>13.6 MONITORAGGIO METEOROLOGICO .....</b>	<b>77</b>
<b>14.TUTELA ARCHEOLOGICA .....</b>	<b>78</b>
<b>15.ESPROPRI.....</b>	<b>82</b>
<b>16.QUADRO FINALE DI SPESA .....</b>	<b>83</b>



Rev.	data
00	Giugno 2021

## 1. PREMESSE

La presente Relazione Generale si propone di illustrare gli interventi di completamento della diga di Pietrarossa necessari per consentire la messa in esercizio dell'opera, rimasta incompiuta dalla data della sospensione definitiva dei lavori avvenuta nell'ottobre 1997. Per maggiori informazioni sulla storia dell'opera si rimanda alla *Relazione di inquadramento storico*.

La diga di Pietrarossa è ubicata nei territori comunali di Aidone (EN) e Mineo (CT); l'opera di sbarramento è in materiali sciolti e di tipo zonato, con altezza di progetto di 48,5m nel punto più depresso delle fondazioni, con uno sviluppo del coronamento di circa 1,2 km ed un volume di invaso di 45 milioni di mc.

Con Delibera CIPE 28 febbraio 2018 – “Fondo sviluppo e coesione 2014 – 2020 - Secondo Addendum Piano operativo infrastrutture (articolo 1, comma 703, lettera c), della legge n. 190/2014”, è stato disposto il finanziamento della somma di 60 M€ per gli interventi di completamento della Diga di Pietrarossa secondo il seguente quadro di spesa presunto.

<b>QUADRO ECONOMICO PROGETTO</b>	
<b>Somme a base di appalto</b>	
Lavori incluso oneri sicurezza	€ 39.000.000,00
<b>Sommano</b>	<b>€ 39.000.000,00</b>
<b>Somme a disposizione dell'Amministrazione</b>	
IVA sui lavori (22%)	€ 8.580.000,00
Competenze tecniche ed indagini geognostiche incluso IVA	€ 5.670.667,80
Incentivi per funzioni tecniche (art. 113 D.Lgs 50/2016) 2%	€ 780.000,00
Spese pubblicità e commissione gara IVA inclusa	€ 50.000,00
Imprevisti 5% circa in arrotondamento	€ 1.919.332,20
Lavori area archeologica	€ 1.900.000,00
Attivazione procedura VIA	€ 100.000,00
Oneri discarica	€ 1.500.000,00
Collaudi	€ 500.000,00
Prove di laboratorio ed accertamenti	€ 500.000,00
<b>Sommano</b>	<b>€ 21.000.000,00</b>
<b>TOTALE</b>	<b>€ 60.000.000,00</b>

	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale	Rev.	data
		00	Giugno 2021

Il progetto di tali interventi deve comprendere non solo le opere rimaste incompiute ma anche:

- gli interventi di adeguamento sismico che sono risultati necessari sulla base dello studio di rivalutazione sismica del corpo diga e delle opere accessorie;
- gli studi di rivalutazione idrologica ed idraulica degli organi di scarico;
- una rivisitazione degli aspetti tecnici e costruttivi delle opere realizzate al fine di apportare tutti i necessari adeguamenti a favore della durabilità delle opere e della sicurezza degli operatori.

In accordo con quanto sopra nel giugno 2019 è stata bandita dalla Regione Sicilia una gara per l'affidamento dei servizi di architettura e ingegneria relativi all'espletamento delle seguenti prestazioni:

*“Verifiche sismiche del corpo diga e delle opere accessorie, indagini geognostiche, sulle strutture in c.a. e relative prove di laboratorio, ricostruzione dello stato di consistenza delle opere già realizzate, rilievo planoaltimetrico dell'area di invaso, rivalutazione idrologica ed idraulica degli organi di scarico della diga, studio sugli effetti dell'onda di piena sui territori a valle, redazione del progetto di gestione dell'invaso, progettazione definitiva ed esecutiva, direzione dei lavori, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione, con opzione per VIA-VAS per i Lavori di completamento della Diga di Pietrarossa in territorio dei Comuni di Aidone (EN) e Mineo (CT)”.*

Con determinazione dirigenziale n° 464 del 19/05/2020 il servizio è stato affidato al Raggruppamento Temporaneo costituito da HMR S.r.l. (Mandataria), HMR Ambiente S.r.l., BETA Studio S.r.l., Ingegneria 2P & Associati S.r.l., C&S Di Giuseppe Ingegneri Associati S.r.l., ARTEC Associati S.r.l., AIG Architetti Ingegneri Geologi associati, Dott. Archeologo Eugenio Donato (Mandanti).

	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale	Rev.	data
		00	Giugno 2021

## 2. RILIEVI E INDAGINI

### 2.1 RILIEVO TOPOGRAFICO E RICOSTRUZIONE STATO DI CONSISTENZA

#### 2.1.1 Rilievo topografico

Ai fini della progettazione sono stati condotti rilievi geometrici e topografici consistenti nella fattispecie in:

- rilievo plano-altimetrico dei capisaldi di rete;
- rilievi delle sezioni dell'asta fluviale, a valle dell'opera di sbarramento;
- rilievo plano-altimetrico dell'area di invaso e delle opere accessorie.

#### **Caposaldi di rete**

Sulle aree oggetto di intervento sono stati materializzati 7 caposaldi; la collocazione di tali caposaldi è stata tale da assicurare continuità ed omogeneità in tutta l'area oggetto di rilievo.

Detti caposaldi [CS] sono stati acquisiti in unica sessione, condotta con ricevitori GNSS geodetici doppia frequenza in acquisizione statica e dispositivi di centramento forzato.

Per ogni caposaldo è stata redatta una monografia, riportante:

- *codice identificativo del caposaldo;*
- *localizzazione (indirizzo e indicazioni per il ritrovamento);*
- *data del rilievo;*
- *accessibilità;*
- *coordinate plano altimetriche;*
- *indicazione planimetrica su cartografia 1: 25:000 e 1: 5000;*
- *fotografia del punto materializzato.*

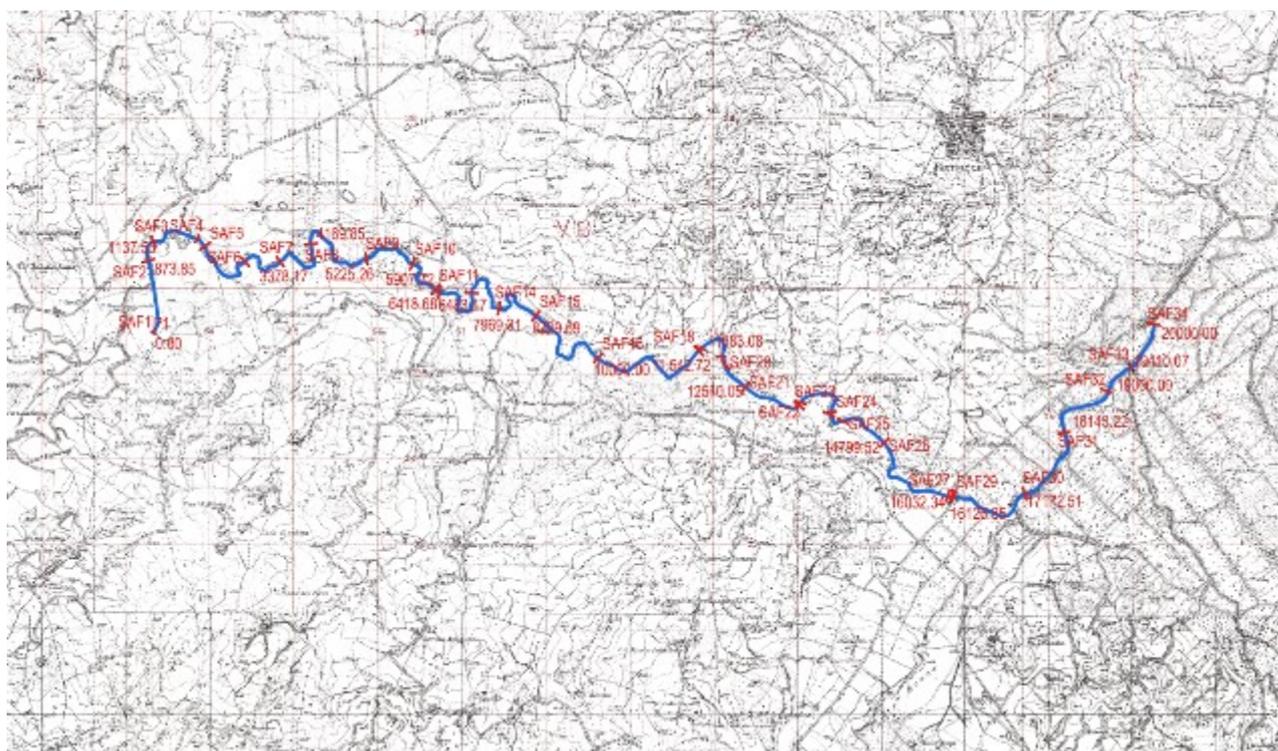
Tali monografie sono riportate nell'elaborato *64.B.22.RDC.CAP.MON – Monografie caposaldi di rete*, relativo alle attività di “*RICOGNIZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE ESISTENTE, RILIEVI INTEGRATIVI, RICOSTRUZIONE DI EVENTUALI DISEGNI DI CONSISTENZA*”.

#### **Rilievo delle sezioni fluviali**

Il rilievo delle sezioni fluviali ha riguardato il F. *Margherito*, corso d'acqua a valle del corpo diga; tale rilievo è stato esteso per una lunghezza dell'asta fluviale pari a 20 km, interessando 34 sezioni ricadenti nei territori dei comuni di *Aidone, Mineo, Ramacca e Palagonia*.



Rev.	data
00	Giugno 2021



Planimetria riportante Area di studio – ubicazione delle sezioni dell'asta fluviale rilevate

Il rilievo è stato eseguito mediante strumentazione GNSS a doppia frequenza operando in *RTK real time* con appoggio sulla rete **Netgeo** e per le aree meno accessibili si è fatto ricorso ai rilievi aerei di prossimità con l'impiego di *A.P.R.*

Gli elaborati redatti sono riportati dalla tavola *46.B.20.1.RDC.MAR.INQ alla tavola 47.B.20.2.C.RDC.MAR.SEZ relative alle attività di "RICOGNIZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE ESISTENTE, RILIEVI INTEGRATIVI, RICOSTRUZIONE DI EVENTUALI DISEGNI DI CONSISTENZA"*.

### **Rilievo dell'area di invaso e delle opere accessorie**

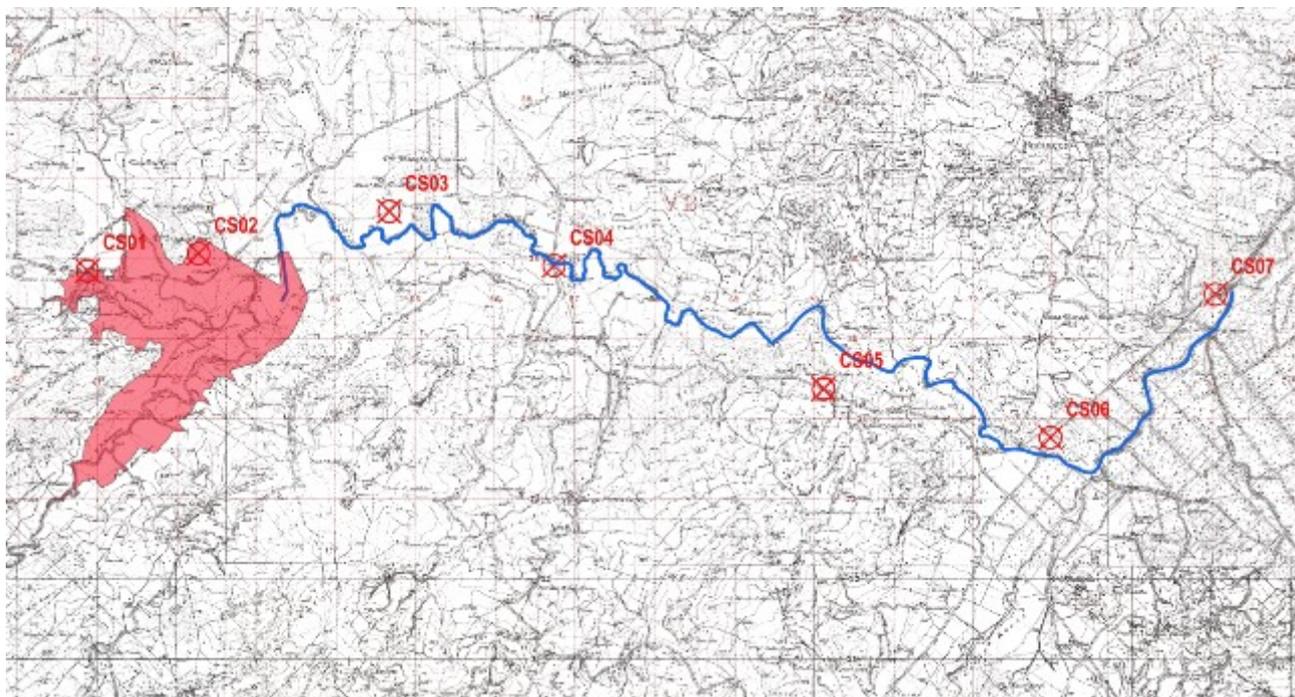
Tale area è stata indagata mediante rilievi aerei di prossimità con l'impiego di *A.P.R.* (*Aeromobili a Pilotaggio Remoto*) integrati a terra con strumentazione GNSS (*Global Navigation Satellite System*), applicando la tecnica fotogrammetrica, basa sull'acquisizione di immagini della area ma da diversi punti di vista e parzialmente sovrapposte, calibrate e georeferenziate mediante il rilievo a terra di *G.C.P.* (*Ground Control Point*), attraverso l'impiego di strumentazione GNSS differenziale a doppia frequenza.

Il rilievo è stato esteso alla superficie racchiusa tra corpo diga e l'area a monte dello stesso corpo diga, mediamente fino alla quota di 192 m s.l.m.m.; tale rilievo ha ricompreso i manufatti



Rev.	data
00	Giugno 2021

già realizzati facenti parte dell'opera idraulica e il tracciato stradale (S.P. 103) compreso tra il corpo diga in sinistra idraulica e l'intersezione con la S.P. 182.



Planimetria schematica dell'area oggetto di rilievo planoaltimetrico e dei caposaldi di rete.

Gli elaborati redatti, relativi all'attività di "RICOGNIZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE ESISTENTE, RILIEVI INTEGRATIVI, RICOSTRUZIONE DI EVENTUALI DISEGNI DI CONSISTENZA", sono riportati dalla tavola 40.B.18.1.RDC.VSP.INQ alla tavola 45.B.19.3.RDC.SVC.SEZ per quanto riguarda le opere accessorie e dalla Tavola 48.B.21.1 RDC.INV.UNI alla tavola 63.B.21.16.RDC.INV.TAV per quanto riguarda l'area di invaso.

## 2.1.2 Rilievo di consistenza

Per tutti i corpo in c.a. esistenti è stato condotto un rilievo di consistenza puntuale i cui risultati sono riportati, negli elaborati relativi alle attività di "RICOGNIZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE ESISTENTE, RILIEVI INTEGRATIVI, RICOSTRUZIONE DI EVENTUALI DISEGNI DI CONSISTENZA"

In detto rilievo sono state esaminate anche attraverso documentazione fotografica e rilievo geometrico, le seguenti tipologie di degrado:

- Espulsione di copriferro ed ossidazione armatura;
- Macchie di umidità;



Rev.	data
00	Giugno 2021

- Efflorescenze saline;
- Formazioni calcaree;
- Calcestruzzo dilavato/ammalorato;
- Segregazione degli inerti;
- Lesioni locali;
- Ripristino locale del copriferro;
- Percolazioni e venute idriche;
- Corrosione degli elementi metallici;
- Deposito di sedimenti.

A titolo esemplificativo di seguito si riporta la tabella riepilogativa degli ammaloramenti relativa al CORPO 17 – Torrino di disconnessione idraulica.

FOTO	TIPOLOGIA / CAUSA DEGRADO [m <sup>2</sup> ]									
	Espulsione copriferro ed ossidazione armatura	Macchie di umidità	Efflorescenze saline	Formazioni calcaree	Calcestruzzo dilavato / ammalorato	Segregazione degli inerti	Lesioni locali	Ripristino locale del copriferro	Percolazioni e venute idriche	Corrosione di elementi metallici
17.1 - 17.2	4,0	50,0	-	-	2,0	-	-	-	-	-
17.3 - 17.5	5,0	35,0	-	-	5,0	-	0,5	-	-	0,5
17.6 - 17.9	15,0	200,0	-	-	12,0	-	-	-	-	-
17.10 - 17.11	25,0	10,0	-	-	2,0	1,0	-	-	-	-
17.12	-	150,0	-	-	-	-	-	-	-	5,0
17.13 - 17.15	-	50,0	-	-	5,0	-	-	-	-	-
17.16 - 17.17	-	40,0	7,0	-	-	-	-	-	-	-
17.18 - 17.19	-	30,0	3,0	-	-	-	-	-	-	0,5
17.20 - 17.21	-	120,0	-	-	-	-	-	-	-	-
17.22 - 17.24	-	30,0	-	-	-	-	-	-	-	1,0
17.25 - 17.30	0,5	100,0	10,0	-	-	-	-	-	-	0,5
17.31 - 17.37	4,0	75,0	5,0	-	-	-	-	-	-	1,0
<b>TOTALE</b>	<b>53,5</b>	<b>890,0</b>	<b>25,0</b>	<b>-</b>	<b>26,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,5</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>8,5</b>

Tabella riepilogativa dei degradi rilevati relativa al Corpo 17 – Torrino di disconnessione idraulica.



Rev.	data
00	Giugno 2021

Gli interventi di ripristino del calcestruzzo, individuati sono quelli riferiti alle seguenti tipologie di degrado;

- a) Espulsione di copriferro ed ossidazione armatura;
- b) Macchie di umidità ed efflorescenze saline;
- c) Calcestruzzo dilavato/ammalorato.

Per le tre tipologie evidenziate, qui di seguito si riportano le immagini relative ad alcuni degradi esistenti.



**Esempio di tipologia di degrado relativo all'espulsione di copriferro ed ossidazione armatura** relativa all'edificio del Corpo 17 - Torrino di disconnessione.





Rev.	data
00	Giugno 2021

Esempio di tipologia di degrado relativa a *macchie di umidità ed efflorescenze saline*, relative al  
Corpo 10 – Galleria dello scarico di fondo.



Esempio di tipologia di degrado relativa al *calcestruzzo dilavato/ammalorato*, relative al  
Corpo 9 – Muri del piazzale antistante lo scarico di superficie.

I degradi riscontrati per tutti i corpi di fabbrica costituenti il complesso della diga sono riassunti nella seguente tabella:



LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI  
COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT)

**PROGETTO DEFINITIVO**

Relazione Generale

Rev.	data
00	Giugno 2021

CORPO D'OPERA	Espulsione copriferro ed ossidazione armatura	Macchie di umidità	Efflorescenze saline	Formazioni calcaree	Calcestruzzo dilatato / ammalorato	Segregazione degli inerti	Lesioni locali	Ripristino locale del copriferro	Percolazioni e venute idriche	Corrosione di elementi metallici	Deposito sedimenti
CORPO 1 - TORRE POZZO PARATOIE	19,00	1 175,00	4,50							20,00	
CORPO 2 - PASSERELLA DI SERVIZIO PER ACCESSO ALLA TORRE POZZO PARATOIE	1,00	500,00			50,00						
CORPO 3 - CABINA E POZZO DI RACCOLTA DEI DRENAGGI	69,90	67,00			16,10					3,60	
CORPO 6 - SCARICO DI SUPERFICIE E CANALE DI SCARICO	80,00	9 100,00			420,00						
CORPO 7 - SCARICO DI SUPERFICIE - VASCA DI SMORZAMENTO											
CORPO 9 - MURI DEL PIAZZALE ANTISTANTE LO SCARICO DI SUPERFICIE	75,00	3 300,00			600,00						
CORPO 10 - GALLERIA SCARICO DI FONDO (*)	97,76	12 257,60	4 700,00		949,40		2,62	2 876,40	19,18		
CORPO 11 - POZZO DI AGGOTTAMENTO	2,70	33,50	1,00		10,30					14,60	
CORPO 12 - CASA DI GUARDIA		400,70	3,50		56,60		4,60				
CORPO 12 - CASA DI GUARDIA		336,90	1,10		15,30		0,30				
CORPO 13 - CABINA DI RICEVIMENTO E GRUPPO ELETTROGENO	8,70	38,80	2,10		10,50	3,60	0,10	1,40		0,60	
CORPO 14 - STAZIONE DI SOLLEVAMENTO - GALLERIA OPERA DI PRESA	0,40	109,40	85,10								601,20
CORPO 15 - STAZIONE DI SOLLEVAMENTO	8,60	164,00	43,60		19,80	0,50	0,10			7,20	
CORPO 16 - VASCA DI CARICO	56,40	740,40	12,50		38,00	6,40				11,20	
CORPO 17 - TORRINO DI DISCONNESSIONE IDRAULICA	53,50	890,00	25,00		26,00	1,00	0,50			8,50	
<b>TOTALE m<sup>2</sup></b>	<b>472,96</b>	<b>29 133,30</b>	<b>4 878,60</b>	<b>-</b>	<b>2 212,00</b>	<b>13,50</b>	<b>8,42</b>	<b>2 877,80</b>	<b>19,18</b>	<b>66,10</b>	<b>601,20</b>
CORPO 23 - CONDOTTA DI ALLACCIAMENTO ALLA RETE OGLIASTRO - MANUFATTI	10,80	140,93	41,19			106,84	5,99				
<b>TOTALE m<sup>2</sup></b>	<b>10,80</b>	<b>140,93</b>	<b>41,19</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>106,84</b>	<b>5,99</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

(\*) Le quantità riportate tengono conto, tramite l'applicazione di un coefficiente amplificativo pari a 1,88, della porzione di superficie della galleria non ispezionabile a causa, a) della presenza elevata di sedimenti e insufficiente tirante idraulico, per l'avanzamento a uomo o con imbarcazione di un tratto della galleria; b) della perenne presenza di un tirante idraulico e/o sedimenti, lungo tutta la galleria.



Rev.	data
00	Giugno 2021

## 2.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le indagini di carattere geognostico, geotecnico e geofisico programmate ed eseguite nell'ambito delle attività tecniche di verifica sismica del corpo diga e delle opere accessorie, sono state finalizzate essenzialmente:

- alla ricostruzione del modello geologico di riferimento (**MGR**) in ordine soprattutto alla storia evolutiva del sito interessato dal progetto delle opere di completamento della Diga Pietrarossa, al riconoscimento delle azioni degli agenti morfogenetici e di modellamento, alle vicende geostrutturali, alla ricostruzione della locale configurazione geostratigrafica;
- alla caratterizzazione geotecnica, in campo sia dinamico che statico, dei materiali costituenti il corpo diga e dei terreni di fondazione dello stesso e delle principali opere accessorie ad esso connesse;
- allo studio dei dissesti che hanno interessato sia la sponda destra che le aree da sistemare, ad essa contermini.

Pertanto, con tale intendimento, sono stati eseguiti complessivamente **27 sondaggi meccanici** a rotazione, a carotaggio continuo di profondità compresa tra 25.00 m e 50.00 metri dal p.c. per complessivi **838.00 metri di perforazione**. Su **8 sondaggi**, opportunamente condizionati, sono state eseguite prove sismiche del tipo **DOWN-HOLE** per complessivi 268 metri, **installati 4 inclinometri** per complessivi 165 metri di tubi inclino metrici e **3 piezometri** di cui 2 con 6 celle Casagrande e **1 misto** (con 1 piezometro a tubo aperto e una cella Casagrande) per complessivi 330 metri di tubazione piezometrica di lettura. Nel corso dei sondaggi sono state eseguite **66 prove S.P.T.** del tipo *a punta chiusa* ed eseguite a **26 prove di permeabilità** in avanzamento, in foro, a carico variabile; e prelevati **119 campioni indisturbati** (anche in doppia aliquota) e **124 campioni rimaneggiati**, a contenuto naturale d'acqua (W<sub>n</sub>). Il prodotto di carotaggio è stato conservato in **168 cassette catalogatrici** e depositato temporaneamente in un'area in prossimità della casa di guardia della vicina diga di Ogliastro.

L'ubicazione dei sondaggi è riportata nella seguente planimetria mentre nella tabella, viene riportato il quadro riepilogativo dei sondaggi eseguiti, la strumentazione installata, le prove geotecniche eseguite, i campioni prelevati, ecc..



Rev.	data
00	Febbraio 2021



Stralcio ortofotografico con ubicazione dei sondaggi geognostici eseguiti nella presente campagna di indagini.



Rev.	data
00	Luglio 2021

N	SONDAGGIO	mi	DH mi	INCL mi	PIEZ C N	PIEZ C mi	PIEZ TA mi	CI	CR	SPT	CASSETTE	PROVE PERMEAB.
<b>CORPO DIGA:</b>												
1	SV0	25						8	8	2	5	
2	SV1	48	48					10	6	2	10	
3	SV2	30	30					9	4	2	6	
4	SV3	35	35					8	5	3	7	
5	SV4	40	40					14	5	3	8	
6	SV4BIS	20						2	1	6	4	
7	SV4TER	20						3	5	4	4	
8	SV5	30	30					4	6	2	6	
9	SV8	40	25					0	11	6	8	5
10	SV9	25						3	8	2	5	3
11	SV10	25						4	7	1	5	3
12	SV11	25						1	12	2	5	5
13	SV12	25						7	4	2	5	
14	SV13	30						3	7	3	6	
<b>OPERE ACCESSORIE:</b>												
15	SV6	30	30					6	5	3	6	
16	SV7	30	30					2	3	2	6	
17	S211	25						3	3	1	5	
<b>DISSESTI SPONDA DESTRA:</b>												
18	S201P	25			1	60	20	4	3	3	5	
19	S202I	40		40				3	3	2	8	
20	S203P	30			3	120		3	3	2	6	2
21	S204I	50		50				3	3	2	10	2
22	S205P	30			3	130		3	0	1	6	
23	S206I	45		45				4	2	2	9	4
24	S207	30						3	3	2	6	
25	S208	30						3	3	2	6	2
26	S209I	30		30				3	4	1	6	
27	S210	25						3	0	3	5	
		<b>838</b>	<b>268</b>	<b>165</b>	<b>7</b>	<b>310</b>	<b>20</b>	<b>119</b>	<b>124</b>	<b>66</b>	<b>168</b>	<b>26</b>

**Quadro riepilogativo delle indagini eseguite**

### 2.2.1 Sondaggi Corpo Diga

Complessivamente, sul corpo Diga, sono stati eseguiti n°14 sondaggi geognostici ubicati sia sul coronamento che sulle berme del rinfianchi sia di valle che di monte. In particolare i



Rev.	data
00	Luglio 2021

sondaggi **SV0, SV1, SV4, SV4bis, SV4ter, SV9, SV10, SV11** e **SV12**, di profondità compresa tra 25.00 e 48.00 m p.c., tutti ubicati sull'attuale quota coronamento posta a circa 190.00 metri s.l.m., hanno tutti attraversato i terreni del nucleo di tenuta (**LS2**), e alcuni dei quali **SV1e SV4** hanno raggiunto i terreni di fondazione (**FB**). Altri sondaggi invece, quali **SV2, SV3** e **SV13**, sono stati ubicati sulla berma mediana del rinfiango di valle posta a quota 184.00m s.l.m. ed hanno attraversato sia i terreni (**LS2**) del rinfiango di valle che il complesso argilloso di base fino a fondo foro (**FB**). Mentre il sondaggio **SV8** è stato ubicato sul rinfiango di monte, in corrispondenza della stradella di servizio che corre parallela al coronamento. Il sondaggio ha attraversato i materiali limoso ghiaioso sabbiosi (**LSG**), per tutto il loro spessore, fino ad intercettare il sottostante basamento argilloso (**FB**).

Infine il sondaggio **SV5**, ubicato al piede del rinfiango di valle, in prossimità del pozzo raccolta drenaggi, è posizionato in asse con i sondaggi della sezione maestra, ha interessato per i primi 10 metri circa i materiali di rinterro (**R**) e in successione, un livello di natura alluvionale (**AL**) prima, e a seguire fino a fondo foro, la formazione argillosa di base (**FB**).

I sondaggi **SV1, SV2, SV3, SV4, SV5** e **SV8** sono stati condizionati e attrezzati per l'esecuzione di prove sismiche del tipo **DOWN-HOLE** per complessivi 208 metri.

Prove di permeabilità in foro in avanzamento, a carico variabile, sono state eseguite sia nei terreni (**LS2**), del nucleo di tenuta, in corrispondenza dei sondaggi, **SV9, SV10** e **SV11** che in quelli del rinfiango di monte (**LSG**) in corrispondenza del sondaggio **SV8**, a varie quote. Complessivamente sono state eseguite **n°16** prove, in foro, secondo le raccomandazioni AGI77.

In tutti i sondaggi del corpo diga, sono stati inoltre eseguite, a varie quote, **40 prove S.P.T.** (Standard Penetration Test ) del tipo *a punta chiusa*

## 2.2.2 Sondaggi Opere accessorie

Per la caratterizzazione geostratigrafica e litologica dei terreni interessati dalle principali opere accessorie sono stati eseguiti **4 sondaggi** meccanici a rotazione, a carotaggio continuo, **SV6, SV7, SV10** e **SV11** di profondità compresa tra 25.00 e 30.00 metri p.c.. In particolare il **sondaggio SV6** è stato ubicato in prossimità dello scarico di superficie e del muro di sponda ad esso adiacente oltre il pozzo delle paratoie e della passerella di acceso allo stesso. Dal punto di vista geostratigrafico il sondaggio ha interessato per i primi metri i materiali di rinterro (**R**) e in successione, fino a fondo foro, i terreni del complesso argilloso di base (**FB**). Alla fine



Rev.	data
00	Luglio 2021

della perforazione il sondaggio è stato attrezzato per l'esecuzione di una prova sismica del tipo (DH).

Il sondaggio **SV7** è stato eseguito sul piazzale della Casa di guardia di quota 196.50 m s.l.m., ed è stato ubicato, in particolare, tra la stessa Casa di guardia, la Stazione di Sollevamento e l'adiacente Cabina Elettrica. La perforazione ha attraversato un livello di terreni di riporto (**R**) per i primi due metri. Successivamente fino a circa 7 metri circa dal p.c. i livelli alterati della formazione argillosa di base (**FBa**), i livelli inalterati della stessa (**FB**), con continuità, fino a fondo foro. Il sondaggio, è stato attrezzato per l'esecuzione di una prova sismica del tipo (DH).

I sondaggi **S210** e **S211** di profondità pari a 25.00 metri dal p.c, il primo, e 20.00 dal p.c. metri il secondo sono stati ubicati, rispettivamente, in corrispondenza del Torrino di Disconnessione, il primo; lungo la strada di accesso alla vasca di carico, il secondo. .

Il sondaggio **S210**, ha attraversato un modesto pacco di terreni di riporto (**R**) fino a 2.00 metri p.c., depositi di natura alluvionale fino del tipo (**ALF**) fino metri 9.00 circa dal p.c. e in successione un livello alluvionale grossolano (**ALG**) fino ad incontrare a 13.00 metri dal p.c. il tetto del complesso di base (**FB**), attraversata, quest'ultima fino a fondo for

Il sondaggio **S211**, in particolare è stato ubicato in un tratto in dissesto, prossimo alla stessa vasca di carico. La perforazione ha attraversato per tutta la sua lunghezza i terreni del complesso argilloso (**FB**) alterati (**FBa**) per i primi 10.00 circa dal p.c.

Nel corso dei sondaggi per le opere accessorie sono stati prelevati **11 campioni indisturbati** e **11 campioni rimaneggiati** ed eseguite **6 prove S.P.T.** del tipo *a punta chiusa*.

### 2.2.3 Sondaggi dissesti Sponda destra

Per lo studio dei dissesti in sponda destra sono stati eseguiti **9 sondaggi** meccanici rotazione, a carotaggio continuo, denominati **S201P, S202I, S203P, S204I, S205P, S206I, S207**, ed eseguiti nella c.d. **zona A**, mentre i sondaggi **S208** e **S209I** risultano essere stati eseguiti nella adiacente **zona B**, di profondità compresa tra 25.00 e 50.00 metri p.c. per complessivi **335.00 metri di perforazione**.

Sono stati installati **4 inclinometri** di profondità compresa tra 30 e 50 metri dal p.c. pari a 165.00 metri lineari di tubi inclinometri e **3 piezometri** di cui 2 con 6 celle tipo Casagrande e 1 misto ( un piezometro a tubo aperto e una cella Casagrande.) Nel corso dei sondaggi sono stati prelevati **32 campioni indisturbati** e **24 campioni rimaneggiati** ed eseguite **20 prove S.P.T.**(Standard Penetration Test) del tipo *a punta chiusa*. Sono state infine eseguite **10 prove**



Rev.	data
00	Luglio 2021

di **permeabilità** in foro in avanzamento, a carico variabile, nei sondaggi **S203P, S204I, S206I e S208**, a varie quote.

In sintesi tutti sondaggi eseguiti hanno attraversato per tutta la loro profondità, fino a fondo foro, i terreni del complesso argilloso di base (**FB**) alterato (**FBa**) o parzialmente rimaneggiato (**FBa/ar**) per uno spessore mediamente compreso tra i primi 5.00 e 10.00 circa da p.c.

Le metodologie e le tecniche utilizzate per l'esecuzione dei sondaggi meccanici, delle prove geotecniche, per l'installazione della strumentazione geotecnica, ecc., sono compiutamente illustrati nella relazione tecnica d'impresa Globalgeo s.r.l., subappaltatrice dell'R.T.P. aggiudicatario, alla quale si rimanda per ogni eventuale e più specifico dettaglio (**V. Elab. -D-01-00 Indagini in sito sui terreni**), mentre le stratigrafie di dettaglio dei sondaggi eseguiti sono riportate in Appendice alla presente relazione.

In ordine a questo ultimo aspetto occorre nello specifico osservare che, in analogia con quanto appurato attraverso l'analisi bibliografica ed i rilievi geologici effettuati preliminarmente, l'esame complessivo delle verticali dei sondaggi geognostici eseguiti sia in corrispondenza della superficie di imposta del corpo diga sia delle opere ad esso accessorie che nella zona della sponda destra hanno evidenziato la presenza pressoché continua del substrato di natura argillosa (**FB**) di età Miocenica.

### 2.3 RICERCA DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE

Tra le opere in progetto da completare si annovera il rilevato del corpo diga fermatosi quest'ultimo, al momento della sospensione dei lavori (maggio 1993), alla quota di metri 190.00 s.l.m. rispetto alla quota di 196.50 m s.l.m., fissata in progetto. Pertanto, tenuto conto che lo sbarramento di tipo zonato, risulta realizzato in materiali sciolti provenienti in parte dall'area d'invaso, in parte da cave di prestito, sono state avviate e condotte le necessarie ricerche per individuare quantità e qualità di materiale idoneo al completamento del corpo diga così come previsto in progetto.

La ricerca dei materiali, infatti, è stata indirizzata, preliminarmente:

- verso quelle aree di fondo valle caratterizzate dalla presenza di alluvioni fini quali, in particolare, limi e limi sabbiosi del tipo (**LS1-LS2**), ritenuti idonei per la realizzazione

	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale	Rev.	data
		00	Luglio 2021

sia del nucleo di tenuta che del rinfiamento di valle, o grossolani del tipo **(LS1-LS2)** per la realizzazione del materiale di transizione del rinfiamento di monte;

- b) verso cave di prestito per i materiali di natura calcarea **(C)**, sia sotto forma di blocchi che di tout-venant, per il completamento della scogliera e dello strato di transizione del rinfiamento di monte, che di sabbia calcarenitica **(S)**, per la composizione dei filtri.

Nella tabella seguente si riportano le stime di quantità e la tipologia dei materiali necessari per il completamento del Corpo Diga.

Tipologia di opera	Tipo di materiale	Quantità m <sup>3</sup>
Nucleo di tenuta e rinfiamento di valle	Limi con sabbia e sabbia con limo (LS2)	<b>77.489</b>
Scogliera (rinfiamento di monte)	Calcari in blocchi (C)	<b>20.032</b>
Tout-ventant calcareo (rinfiamento di monte)	Calcare frantumato	<b>60.595</b>
Rinfiamento di monte	Ghiaia fine e grossa in matrice limo-sabbiosa (LSG)	<b>5.654</b>
Filtri (nucleo di tenuta)	Sabbia calcarenitica (S)	<b>12.415</b>

*Tipo e quantità di materiale occorrente per il completamento del rilevato del corpo diga.*

Complessivamente le quantità di materiale necessarie per il completamento del rilevato del corpo diga ammontano a **176.185 mc circa**

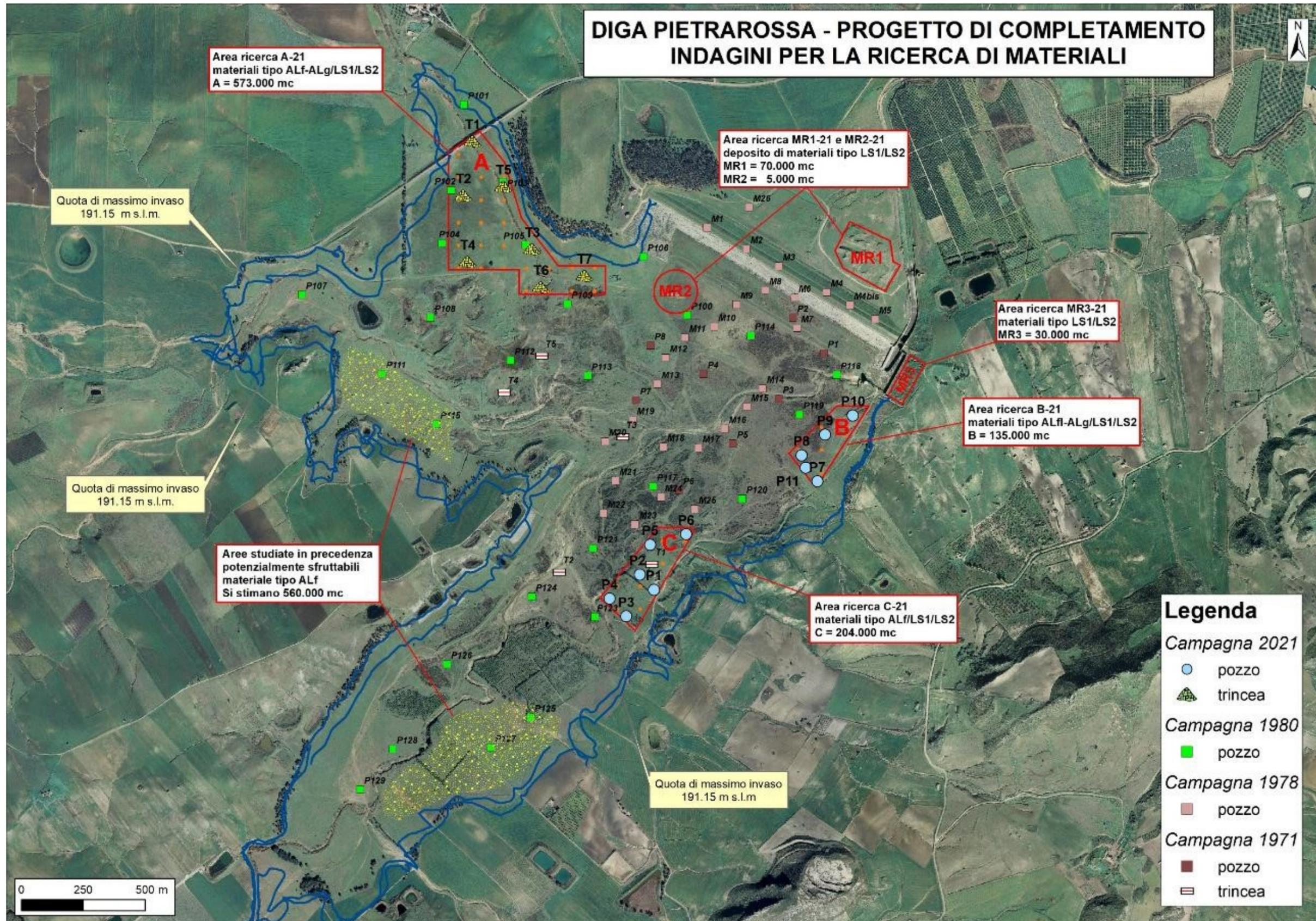
### 2.3.1 Materiali provenienti dall'invaso

L'attività di ricerca dei materiali ha preso, preliminarmente, avvio dalla consultazione degli studi precedenti svolti per la ricerca di materiali nel corso delle varie fasi di progettazione, soprattutto in area invaso e, successivamente, individuando, delimitando e caratterizzando, due depositi di materiali sia a valle del corpo diga che monte dell'avandiga. Nel contempo venivano programmati e avviati, in alcune specifiche aree dell'invaso, una campagna di scavi di Pozzi e Trincee.

Nella planimetria seguente vengono riportate sia le indagini eseguite in precedenza che quelle attuali. Nella stessa planimetria risultano inoltre campite, in coda all'invaso, due aree già oggetto di studi svolti in precedenza; che hanno evidenziato la presenza significativa di depositi di materiale alluvionale, prevalentemente fine del tipo **(LS1-LS2)**. Aree potenzialmente sfruttabili e dalle quali si stimano, per difetto, quantità di materiale alluvionale prevalentemente fine superiore a **500.000 mc**.



Rev.	data
00	Febbraio 2021



Stralcio ortofotografico con ubicazione delle indagini svolte per la ricerca dei materiali da costruzione idonei al progetto di completamento.



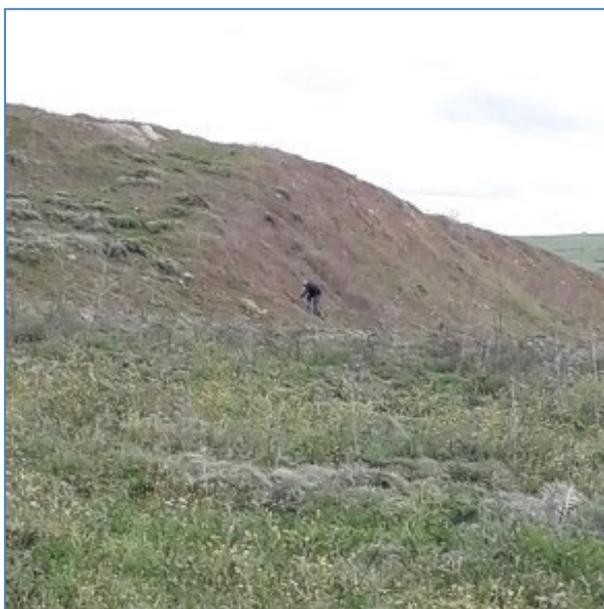
Rev.	data
00	Febbraio 2021

### 2.3.2 Depositi di materiale - Area di ricerca MR1-21 e MR2-21

Si tratta, in particolare, di due depositi di materiale, il primo dei quali, il più esteso, risulta localizzato a valle del corpo diga nelle vicinanze del pozzo raccolta drenaggi. Il deposito è denominato come “**Area di ricerca MR1-21**”, mentre il secondo, di dimensioni più ridotte, è localizzato a monte dell’avandiga ed è denominato “**Area di ricerca MR2-21**”. In entrambi i casi si tratta di depositi di materiali già selezionati nel corso dei lavori e pronti per la posa in opera, destinati entrambi alla realizzazione del rilevato del corpo diga, prima della sospensione dei lavori. I materiali sono stati caratterizzati dalle prove di laboratorio eseguite ed è risultato che entrambi i depositi essere costituiti da materiali appartenenti al **tipo LS1/LS2**, idonei alla realizzazione sia del nucleo di tenuta che del rinfiango di valle. Le quantità disponibili stimate ammontano a circa **70.000 mc** per il deposito **MR1-21** e circa **5.000 mc** per il deposito **MR2-21**.

### 2.3.3 Area di ricerca MR3-21

L’area di ricerca **MR3-21** ha interessato i terreni della sponda destra. Trattasi in particolare della porzione più superficiale e alterata dei terreni appartenenti alla formazione di base (**FB**) e, in prospettiva di un loro eventuale riutilizzo, è stata eseguita la loro caratterizzazione. Dalle analisi di laboratorio eseguite (analisi granulometriche, limiti di consistenza, ecc.) è risultato che tali terreni possono essere attribuiti anch’essi a quelli del tipo (**LS1/LS2**), idonei al completamento sia del nucleo del corpo diga che del rinfiango di valle. Le quantità disponibili di tali materiali si possono stimare, per difetto, in **mc 30.000** circa.



**Deposito di materiali MR1 (LS1-LS2)**



**Deposito di materiali MR2 (LS1-LS2)**



Rev.	data
00	Febbraio 2021

### 2.3.4 Area di ricerca A-21 – Torrente Casalgismondo

Si tratta di un'area già indagata, nel corso della precedente campagna svolta del 1980. In quell'occasione venne avviata una campagna di ricerca materiali attraverso lo scavo di alcuni Pozzi (P101, P102, P103,...). I dati provenienti da tali indagini avevano evidenziato una presenza significativa di materiali alluvionali grossolani del tipo **(LSG)**, oltre a quelli granulometricamente più fini del tipo **(LS1-LS2)**.

In particolare nell'area di ricerca **A-21** (T. Casalgismondo) sono state eseguite **n°7 Trincee** con escavatore a cucchiaio di profondità comprese tra 2.50 e 4.00 metri dal p.c., denominate sequenzialmente **T1-21÷T7-21**, ubicate in planimetria. L'esame delle stratigrafie ha evidenziato che nell'area indagata risultano largamente presenti terreni alluvionali del tipo **(LS1-LS2)**, mentre quelli del tipo **(LSG)** risultano essere presenti in lenti discontinue, di modesto spessore, difficilmente stimabili. Sui materiali prelevati nel corso delle indagini sono state eseguite prove geotecniche di laboratorio che hanno evidenziato l'appartenenza ai materiali di tipo **(LS1-LS2)**.

Nell'area indagata le quantità disponibili stimate ammontano a circa **570.000 mc**. Tuttavia è possibile stimare con sufficiente attendibilità le quantità di materiale granulometricamente più grossolano del tipo **(LSG)**. In considerazione della loro disposizione lentiforme, si ipotizza che potrebbero essere ragionevolmente presenti nella misura compresa tra il 10% e il 20% del volume totale, ossia tra **70.000 e 90.000 mc**. Tali volumi risultano più che sufficienti a garantire le necessità previste dal completamento del corpo diga.

### 2.3.5 Area di ricerca B-21 e C-21

Trattasi, nel complesso, di due aree già indagate nel corso di precedenti campagne di ricerca attraverso lo scavo di pozzi e alcune trincee. I risultati provenienti da tali indagini avevano evidenziato una presenza significativa di materiali granulometricamente fine di tipo **(LS1-LS2)**, sostanzialmente riconfermati dalla odierna campagna di ricerca ad eccezione di qualche livello ghiaioso con rari blocchi del tipo **(LSG)**, disposti in assetto lentiforme, intercettati in alcuni pozzi dell' area di ricerca **B-21**.

Complessivamente sono stati eseguiti **11 pozzi** di profondità comprese tra 6.00 e 8.50 metri dal p.c. denominati **P1-21÷P11-21**, la cui ubicazione è riportata in planimetria.

L'esame delle stratigrafie dei pozzi ha evidenziato che in entrambe le aree indagate risultano significativamente presenti terreni alluvionali a grana prevalentemente fina del tipo **(LS1-LS2)**, soprattutto nell'area di ricerca **C-21**; in misura minore, invece, nell'area di ricerca **B-21** per la



Rev.	data
00	Febbraio 2021

presenza di lenti, discontinue, di materiale grossolano di tipo (**LSG**) di più difficile stima. Tuttavia si può ragionevolmente ipotizzare che le quantità di materiale grossolano del tipo (**LSG**), per la disposizione lenticolare discontinua, possano essere stimate nella misura tra il 10% e il 20% del volume totale, ossia tra **13.500 mc e 27.00 mc** per l'area **B-21**.

Nelle aree indagate le quantità disponibili stimate di materiale a grana fina del tipo (**LS1-LS2**) ammontano pertanto: a **135.00 mc** circa nell'area di ricerca **B-21** ed a circa **204.000 mc** nell'area di ricerca **C-21**.

### 2.3.6 Cave di prestito

Nella planimetria con individuazione delle cave di prestito e dei percorsi (V. **Elab. B-05-01**) viene riportata l'ubicazione e la distanza chilometrica delle cave di prestito presenti nella zona rispetto dell'invaso di Pietrarossa. In particolare, sono state identificate 4 cave di calcare e tout venant e 4 cave di sabbia calcarenitica in un areale compreso tra 20 km e 40 km, ricadenti nei comuni di Castel di Iudica, Mirabella Imbaccari, Aidone, Caltagirone e Barrafranca. Tutte le cave individuate sono state tratte dall'elenco delle cave attive al 30 giugno 2015, presenti nelle provincie di Catania ed Enna di cui all'allegato II dei "*Piani Regionali dei Materiali da cava e dei materiali lapidei di pregio*" della Regione Siciliana.

## 2.4 INDAGINI SUI MATERIALI

Ai fini delle verifiche strutturali delle opere esistenti e della progettazione degli interventi di adeguamento sismico è stata condotta una campagna di indagini e prove sui materiali da costruzione strutturali. Tale campagna di indagini è stata eseguita dal Laboratorio Autorizzato CON.GEO S.r.l. di Palermo.

Per la determinazione delle caratteristiche meccaniche dei materiali sono state eseguite, secondo il programma previsto per ogni singola struttura, le seguenti attività:

- determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo mediante prelievo di carote e successivo schiacciamento prelievo dei campioni prelevati nelle varie strutture;
- prove sclerometriche;
- indagini ad ultrasuoni per l'elaborazione di prove SONREB per estendere le indagini sul calcestruzzo;
- determinazione delle caratteristiche delle barre d'armatura mediante prelievo e successiva prova di trazione;
- indagini pacometriche e saggi per la mappatura degli elementi strutturali (numero, posizione e diametro delle barre d'armatura) e la verifica dei dettagli costruttivi.

	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale	Rev.	data
		00	Febbraio 2021

Le indagini sui calcestruzzi sono state effettuate mediante prove distruttive (prelievo di carote) e non distruttive (prove sclerometriche e ad ultrasuoni). Queste ultime sono state opportunamente tarate sui risultati ottenuti dalle prove distruttive.

Il prelievo dei campioni e l'esecuzione delle prove è avvenuto in conformità a quanto disposto dalle NTC2018 e dalle norme UNI di riferimento.

Ai sensi del §8.5.3 delle NTC18, per conseguire un'adeguata conoscenza delle caratteristiche dei materiali e del loro degrado, oltre che sulla campagna di indagini effettuata, ci si è basati sulla documentazione relativa agli elaborati originali di progetto e su verifiche visive *in situ*.

Ai sensi del §8.5.4 del D.M. 17/01/2018, sulla base degli approfondimenti effettuati nelle fasi conoscitive sopra riportate, sono stati individuati i **Livelli di Conoscenza** e definiti i correlati **Fattori di Confidenza**, da utilizzare nelle verifiche di sicurezza.

In particolare le caratteristiche meccaniche dei materiali sono note in base a **prove estese in situ** nonché alle prescrizioni presenti negli elaborati e negli atti del progetto originario.

I risultati delle indagini, la loro ubicazione e la documentazione fotografica sono riportati nel rapporto di prova redatto dall'impresa esecutrice. In allegato al rapporto di indagine sono presenti tutti certificati di prova ufficiali emessi dal laboratorio ufficiale CON.GEO S.r.l. di Palermo.

Per il dettaglio delle prove per ciascuna opera e per i relativi risultati si rimanda ai citati rapporti. Di seguito si riporta la tabella riepilogativa delle indagini eseguite per le varie strutture.



Rev.	data
00	Febbraio 2021

Tabella riepilogativa delle indagini sui materiali da costruzione delle opere accessorie

	Estrazione carota	Estrazione barra armatura	Prove sclerometriche	Indagine ad ultrasuoni	Indagine pacometrica	Prova di compressione	Prova di trazione
Casa di guardia	4	2	8	8	4	4	2
Stazione sollevamento sponda sn	4	1	8	8	4	4	1
Galleria sponda sn	2	1	4	4	2	2	1
Vasca di carico	2	1	4	4	2	2	1
Cabina elettrica sponda sn	2	1	4	4	2	2	1
Presa scarico di fondo	2	1	4	4	2	2	1
Pozzo paratoie	4	1	8	8	4	4	1
Passerella accesso pozzo paratoie	2	1	4	4	2	2	1
Muro piazzale scarico di superficie	4	1	4	4	2	4	1
Scarico di superficie- Sfiatore	2	1	4	4	2	2	1
Scarico di superficie-in asse al coronamento	2	1	4	4	2	2	1
Canale e vasca dissipazione	4	2	6	6	4	4	2
Torrino di disconnessione+ camera di manovra	3	1	6	6	3	3	1
Canale di restituzione	2	1	4	4	2	2	1
Galleria scarico di fondo	2	1	4	4	2	2	1
Cabina raccolta drenaggi	2	1	4	4	2	2	1
Cunicolo trasversale	2	0	4	4	2	2	0
<b>Totale</b>	<b>45</b>	<b>18</b>	<b>84</b>	<b>84</b>	<b>43</b>	<b>45</b>	<b>18</b>

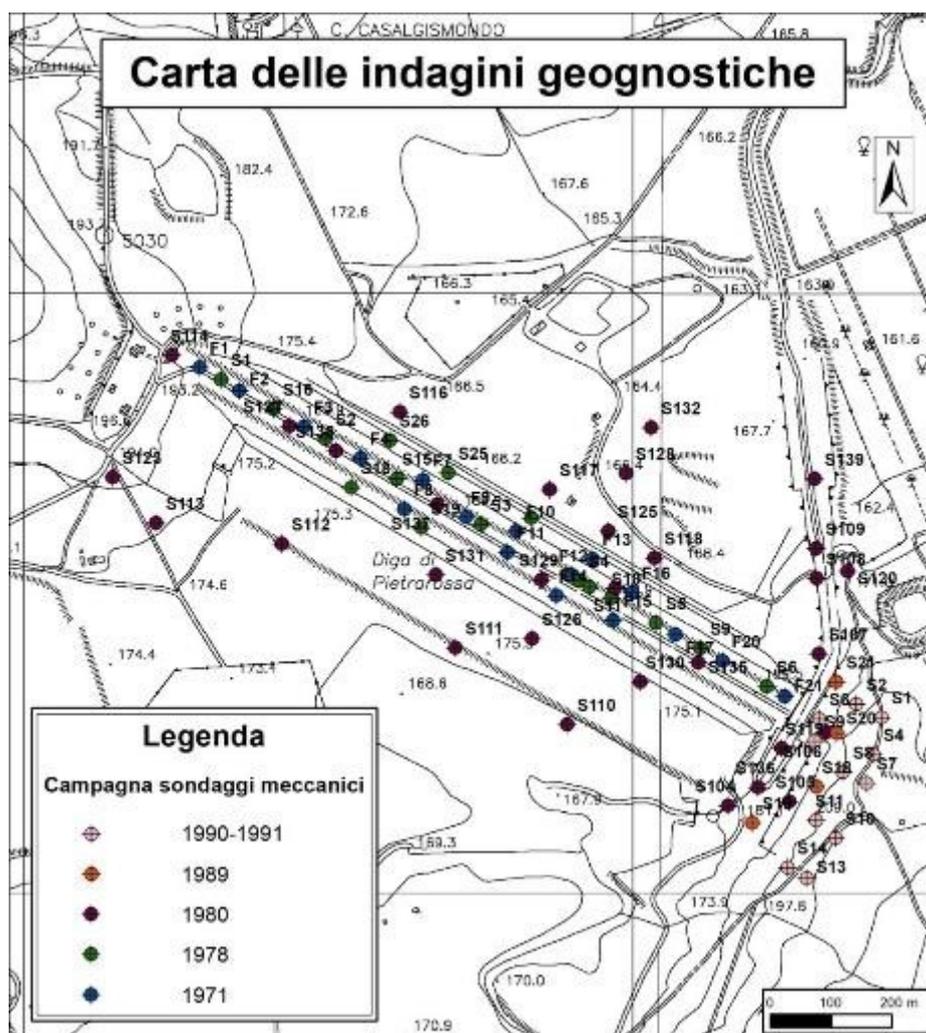


Rev.	data
00	Febbraio 2021

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La definizione delle caratteristiche geologiche dell'area di imposta dello sbarramento Pietrarossa sul F. Margherito è stata articolata attraverso diverse fasi, che hanno comportato, in via preliminare, un'attenta raccolta e studio della bibliografia tecnica e scientifica di questo settore del territorio a cavallo delle province di Enna e Catania, oltre all'analisi della documentazione fornita dalla Committenza inerente agli studi ed alle indagini geologiche e geognostiche effettuate per la progettazione e l'esecuzione dei lavori.

In sede di progettazione e realizzazione dell'opera di sbarramento, in particolare, a supporto degli studi geologici sopra citati, sono state effettuate alcune campagne di indagine geognostica (anni 1971, 1978, 1980, 1990-91, 1995), sviluppate prevalentemente attraverso l'esecuzione di sondaggi meccanici a carotaggio continuo di carattere sia litostratigrafico che geotecnico, così come riportato nella figura seguente.



**Stralcio della cartografia CTR con l'ubicazione dei sondaggi meccanici eseguiti per la redazione delle diverse fasi progettuali.**

	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale		Rev.	data
			00	Febbraio 2021

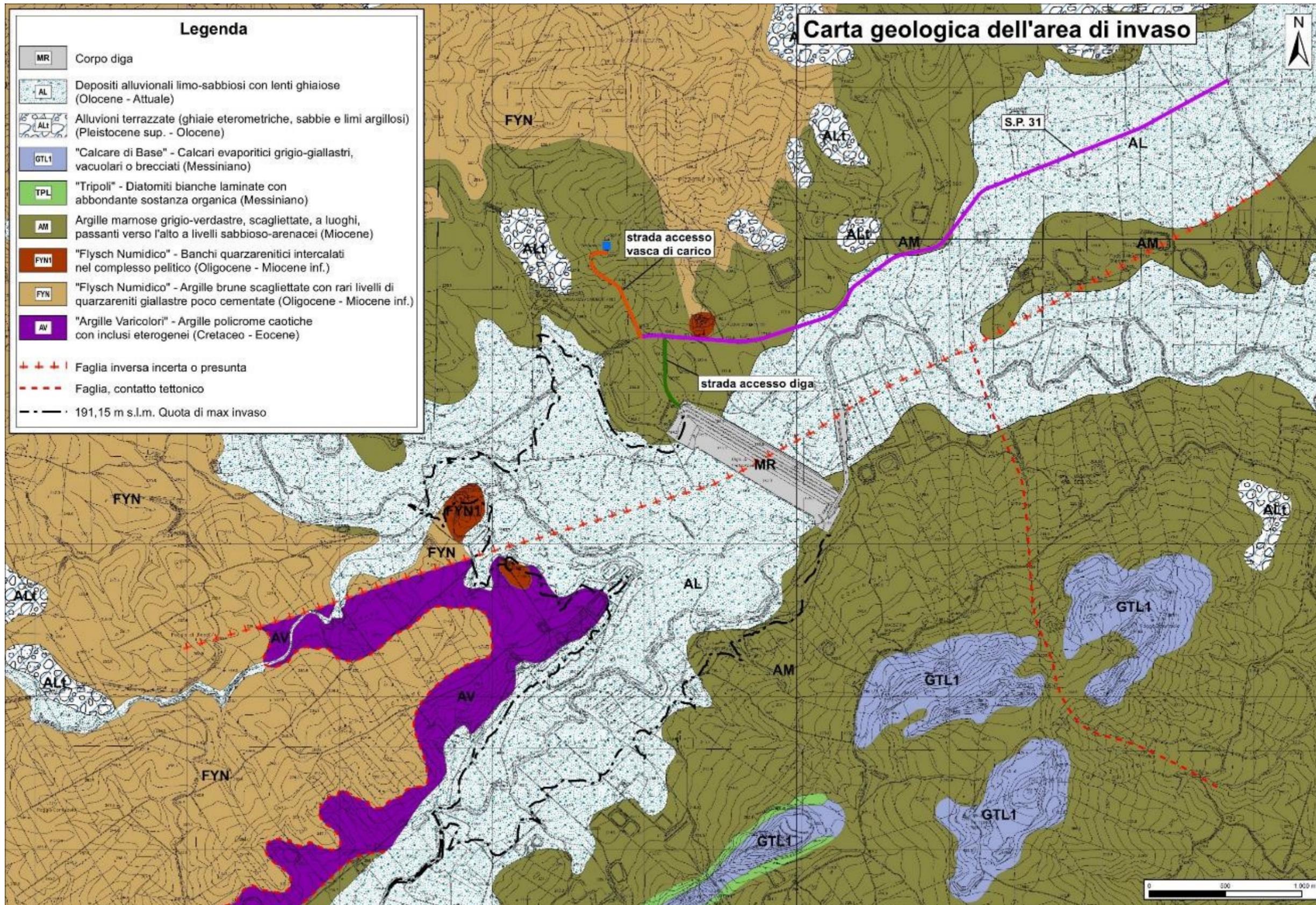
La digitalizzazione ed il trasferimento in ambiente GIS delle basi cartografiche con ubicazione delle indagini in scale native 1:5.000 e 1:2.000, tramite georeferenziazione nel sistema di riferimento coordinate Monte Mario, Italy Zone 2, ha consentito di ricostruire la localizzazione delle verticali dei sondaggi. Nel sistema GIS appositamente realizzato sono state anche riportate le cartografie vettoriali dei rilievi geologici e geomorfologici effettuati e di alcune carte tematiche tratte dalla bibliografia tecnico-scientifica di questo settore di territorio, che hanno consentito di ricostruire con sufficiente affidabilità l'assetto geologico-stratigrafico dell'areale sul quale insiste la diga Pietrarossa come riportato nella figura seguente.

In particolare sono state consultate e utilizzate:

- le carte geologiche realizzate per la caratterizzazione delle componenti abiotiche del Piano Paesaggistico dell'Ambito 12 della provincia di Catania (coordinamento scientifico dell'Università di Catania, consulente geol. L. M. Patané);
- le carte geologiche realizzate per la redazione del Piano Territoriale Provinciale della provincia di Enna;
- la "Carta geologica della Sicilia sud-orientale", redatta dall'Università di Catania, coord. Prof. F. Lentini (1987);
- i rilievi geologici delle tavolette in scala 1:25.000 (F°269III SO "Monte Crunici", F°269 III SE "Ramacca") utilizzate per la realizzazione della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 negli anni '50-60 del secolo scorso.



Rev.	data
00	Febbraio 2021



Carta geologica del territorio dello sbarramento Pietrarossa.

	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale	Rev.	data
		00	Giugno 2021

In sintesi, entro un intorno significativo della diga, sono state riconosciute, a partire dai sedimenti più antichi, le seguenti formazioni litostratigrafiche:

- Argille Varicolori (**AV**) – peliti policrome a grana fina, a struttura caotica, localmente, con inclusi eterogenei, costituiti in prevalenza da calcari marnosi, calcareniti a macroforaminiferi e argilliti selcifere (Cretaceo – Eocene);
- Flysch Numidico (**FN**) – Argille grigio-bluastre e brune scagliettate con rari livelli di arenarie quarzose. Intercalati si riscontrano grossi banchi di quarzareniti a grana fina e di colore rossastro (**FN1**);
- Argille Marnose mioceniche (**AM**) – argille marnose talora siltose, grigio-verdastre, scagliettate, a luoghi, passanti verso l'alto della successione stratigrafica a livelli sabbioso-arenacei di spessore variabile da pochi cm a qualche metro (Miocene). Localmente sono presenti in affioramento argille e argille marnose di colore grigio scuro, giallastre se alterate, a struttura scagliosa, con presenza di livelli di argille sabbiose, sabbie limose e limi sabbiosi grigiastri e frammenti di clasti eterometrici di probabile età tortoniana sup., afferenti alla Fm. Terravecchia;
- Serie Gessoso-Solfifera (Messiniano): è costituita in gran parte dal Tripoli (**TPL**), costituito da diatomiti bianche laminate, giallastre per alterazione, con abbondante sostanza organica, seguiti dal Calcare Evaporitico (**GTL1**), composto da calcari cristallini grigio-biancastri vacuolari o brecciati, massivi o in banchi, talora disarticolati;

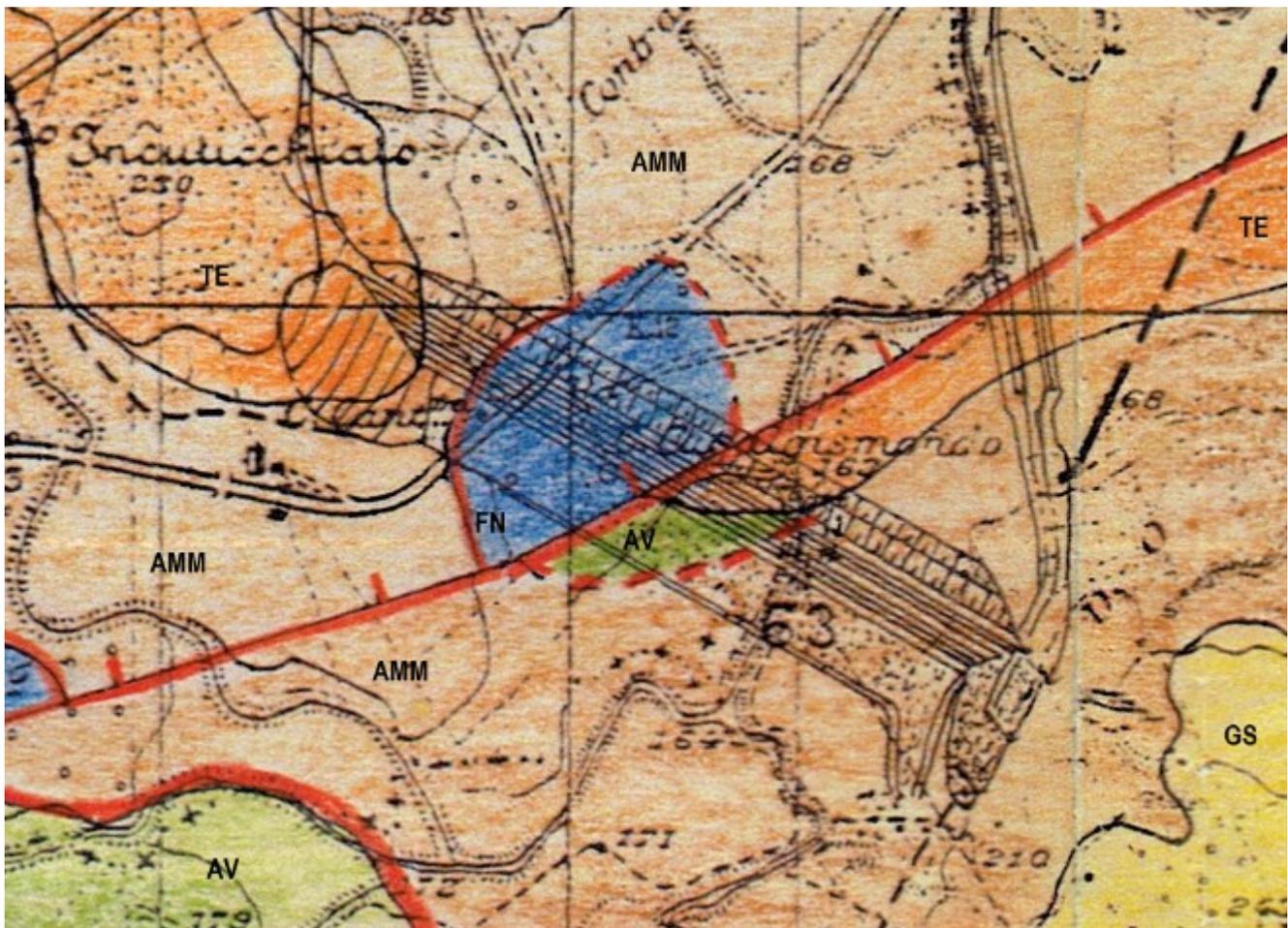
#### *Depositi di copertura*

- Depositi alluvionali (Olocene) di fondo valle (**AL**) e terrazzati (**ALt**). Sedimenti presenti in corrispondenza del reticolo idrografico attuale, costituiti in prevalenza da limi-sabbiosi e sabbie-limose con sporadiche lenti, irregolarmente distribuite di ghiaie, con clasti eterometrici ed eterogenei sub-arrotondati. Presenti in larga misura nella zona di invaso, raggiungono spessori fino a una decina di metri;
- Coltri di alterazione eluvio-colluviale, presenti soprattutto sulle sponde dell'invaso e alla base dei versanti più acclivi, dove possono presentare spessori di qualche metro. Si tratta prevalentemente di argille alterate e rimaneggiate di colore grigio e bruno-giallastro, prodotti della degradazione delle diverse formazioni pelitiche presenti nell'area. Localmente, in articolare sulla sponda destra, includono materiale detritico a grana ghiaiosa proveniente dal disfacimento dei rilievi carbonatici di Cozzo Valenti.



Rev.	data
00	Giugno 2021

I principali aspetti dell'assetto strutturale dell'area di invaso sono costituiti dalla presenza delle unità sicilidi e numidiche a contatto tettonico con le argille marnose mioceniche e del tortoniano sup., delineando anche in questo territorio, lo stile tettonico a scaglie sovrapposte con vergenza meridionale e dirette in senso O-E e OSO-ENE della Catena Siculo-Maghrebide. In particolare nello studio geologico per il progetto esecutivo (v. nota 15) veniva localizzata una presunta faglia inversa sul fondo valle, passante grossomodo al centro dello sbarramento, che rialzava il settore settentrionale dell'invaso rispetto alla sponda destra, in quanto in alcuni sondaggi venivano riconosciuti e distinti i termini pelitici del Flysch Numidico e delle Argille Varicolori dalle argille mioceniche. Assumendo prevalente lo stile tettonico precedentemente descritto, si ipotizzava che il contatto tra Flysch Numidico, Argille Varicolori e argille mioceniche di età tortoniana fosse dovuto ad un sollevamento dell'Unità Numidica rispetto ai litotipi del Tortoniano, in una fase tettonica di età Pliocene medio-sup. come rappresentato nella figura seguente.



	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale	Rev.	data
		00	Giugno 2021

**Stralcio della carta geologica allegata allo studio geologico per il progetto esecutivo - Liguori, 1980. (AV: Argille Varicolori; FN: Flysch Numidico; AMM: argille marnose mioceniche; TE; argille tortoniane, GS: Gessoso Solfifera).**

Pur non concordando pienamente con tale ipotesi di assetto strutturale, che appare poco confortata da dati sperimentali, in quanto le unità più antiche non sono in affioramento e la distinzione, attraverso il carotaggio, dei termini pelitici delle diverse formazioni è molto difficile, anche per lo scarso o nullo contenuto paleontologico, come descritto nella stessa relazione geologica allegata al progetto esecutivo già citata, si segnala che l'eventuale struttura tettonica non creerebbe una discontinuità meccanica di significativo interesse per la presenza in entrambi i lembi della faglia di terreni di natura plastica, dove, inoltre, a detta dello stesso autore, *“i contatti tettonici tra le diverse unità risultano e lungo la faglia sono, comunque, ben saldati*

Studi sismotettonici recenti, ancora non editi, hanno comunque escluso la presenza di faglie attive e capaci nella valle del F. Margherito ed entro lo stretto areale della Diga Pietrarossa, come riportato in dettaglio nell'elaborato **“A.08.01 – Relazione sulla rivalutazione sismica del corpo diga”** redatto dalla società EG4RISK.

	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale	Rev.	data
		00	Giugno 2021

## 4. STUDI IDROLOGICI ED IDRAULICI

### 4.1 RIVALUTAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Per la rivalutazione idrologica/idraulica relativa agli organi di scarico della diga di Pietrarossa nei comuni di Aidone (EN) e Mineo (CT), si è proceduto con le seguenti fasi di studio:

- Analisi statistica delle precipitazioni intense;
- Calibrazione e applicazione del modello idrologico afflussi-deflussi per la stima degli idrogrammi di piene ai fini della verifica degli organi di scarico;
- Verifica del funzionamento dello sfioratore di superficie e determinazione del franco netto della diga.

L'analisi statistica delle precipitazioni intense, ha condotto alla definizione delle curve di possibilità pluviometrica caratterizzate da tempi di ritorno variabili tra 10 e 3000 anni:

Le elaborazioni compiute sono state validate mediante gli opportuni test di raffronto con i dati ricavabili dal Piano Stralcio di Bacino per l'assetto idrogeologico della Regione Siciliana.

Per la quantificazione degli idrogrammi di piena in arrivo alla diga di Pietrarossa, si è implementato un modello idrologico geomorfologico. La presenza della vicina diga dell'Ogliastro, ha permesso la taratura del modello matematico. Si è infatti dapprima implementato un modello di simulazione sul bacino imbrifero afferente alla Diga Ogliastro e si è provveduto alla taratura iterativa dello strumento matematico minimizzando gli scarti tra 4 eventi di piena reali misurati negli anni alla diga esistente e i medesimi eventi risultanti dalla modellazione numerica. La seguente immagine rappresenta gli eventi di portata registrati (in rosso) e quelli simulati (in blu), evidenziando una buona taratura dello strumento predittivo.



Rev.	data
00	Giugno 2021

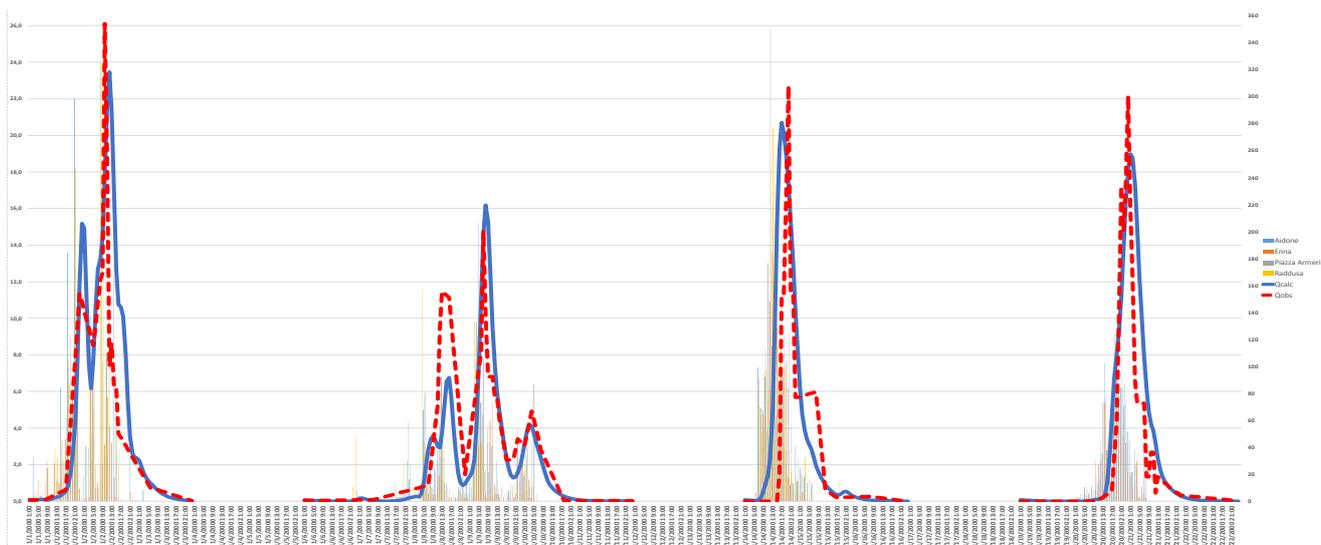


Figura 1 – curve di taratura del modello idrologico

Con lo strumento numerico tarato si sono quindi ricostruiti gli idrogrammi sintetici di piena in arrivo alla diga di Pietrarossa al variare del tempo di ritorno, della durata della precipitazione (rispettando le curve di possibilità pluviometrica ricavate dall'analisi statistica compiuta) e dalla forma dello ietogramma. Ai sensi del D.M. 26.06.2014, per la verifica delle opere si è utilizzato l'idrogramma più gravoso con **tempo di ritorno di 3000 anni** corrispondente ad un evento di pioggia con una durata di precipitazione di 7 ore ed un picco centrale di intensità.

La portata massima al colmo risulta pari a **1454 m<sup>3</sup>/s**.

Le elaborazioni compiute sono state quindi raffrontate con la portata di riferimento calcolata con la metodologia regionalizzata contenuta nel documento "Valutazione delle piene in Sicilia" (V.A.P.I) del CNR e risultata pari a **1284 m<sup>3</sup>/s**; si ritiene quindi di confermare la portata massima ottenuta dal modello di calcolo in quanto superiore a quella di riferimento ottenuta dallo studio V.A.P.I. Si è quindi considerato l'**effetto di laminazione** dell'invaso a monte della Diga che riduce la **portata al colmo in uscita dallo scarico di superficie a 1343 m<sup>3</sup>/s**.

Il carico sullo sfioratore di superficie, con ciglio posto alla **quota di massima regolazione di 188,35 m slm**, corrispondente alla massima portata è pari a 2,10 m, per cui la **quota di massimo invaso è pari a 190,45 m slm**.



Rev.	data
00	Giugno 2021

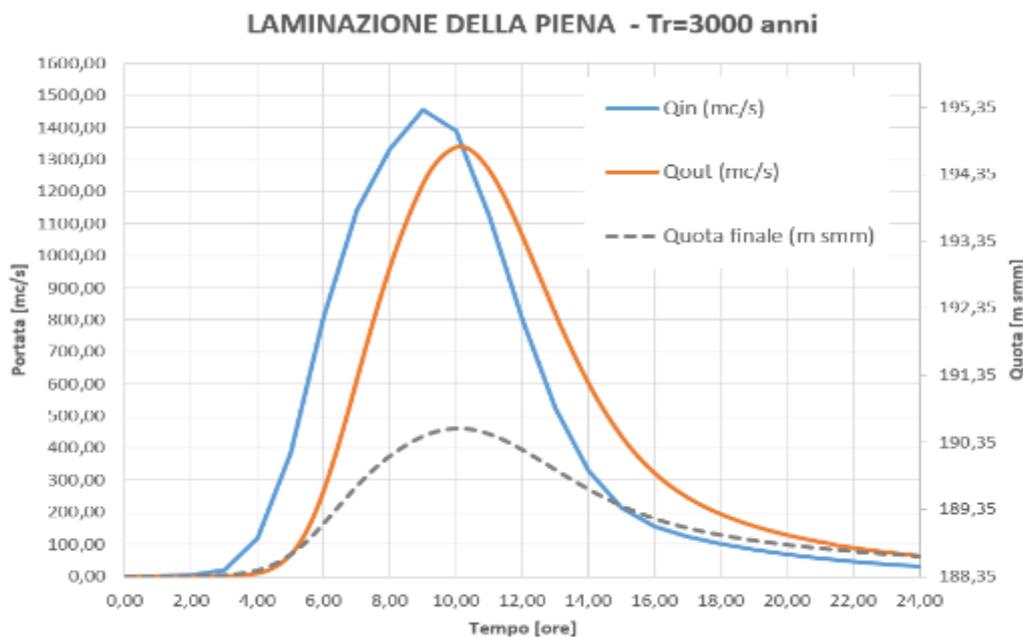


Figura 2 – idrogrammi di piena

Dalla conoscenza della quota di massimo invaso, si è proceduto al calcolo del franco netto come stabilito dal D.M. 26.06.2014 al fine di verificare che il dimensionamento dello sfioratore di emergenza della diga sia compatibile con i requisiti di sicurezza imposti dalla normativa attualmente vigente.

Il franco netto nel caso specifico viene calcolato come differenza tra la **quota del piano di coronamento** e quella di massimo invaso incrementata della semialtezza dell'onda generata dal vento, del run-up, dei cedimenti per assestamento del corpo in materiale sciolto e degli abbassamenti per effetto del sisma. Si hanno pertanto i seguenti valori:

- Quota di coronamento: 196,50 m smm
- Quota massimo invaso: 190,45 m smm
- Altezza della diga: 48,5m
- Franco netto minimo da rispettare: 2,40 m
- Semionda da vento: 0,49 m
- Run-up: 0,10 m
- Cedimenti: 0,39 m
- Abbassamento sismico: 0,24 m
- **Franco netto:**  $196,50 - 190,45 - 0,49 - 0,10 - 0,39 - 0,24 = 4,83 \text{ m}$

	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale	Rev.	data
		00	Giugno 2021

Valore largamente superiore al franco minimo di legge di 2,40 m

#### 4.2 VERIFICA IDRAULICA DELLE OPERE

L'obiettivo è quello di verificare le opere idrauliche della diga per un tempo di ritorno di 3000 anni, come stabilito dalla D.M. 156/2014 "Gli scarichi di superficie della diga devono essere dimensionati per l'onda con portata al colmo di piena ... di 3000 anni per le dighe di materiali sciolti, tenendo conto dell'effetto di laminazione esercitato dal serbatoio." Sono stati previsti degli interventi per ripristinare l'efficienza idraulica del tratto terminale del canale di restituzione. (tavola B.18.01).

Viene quindi effettuata un'analisi idraulica del corso d'acqua a valle della diga considerando i tre tempi di ritorno 50, 100 e 300 anni, come fatto nel Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della regione Sicilia per perimetrare le aree potenzialmente allagabili (tavola B.18.02).

Viene infine fatto un calcolo della portata prodotta da un ipotetico collasso dello sbarramento e vengono analizzate le aree allagate da tale onda di piena (tavola B.18.03).

La verifica idraulica delle opere è stata effettuata con le seguenti condizioni al contorno (relazione A.06.00):

- a) canale di restituzione libero dai sedimenti;

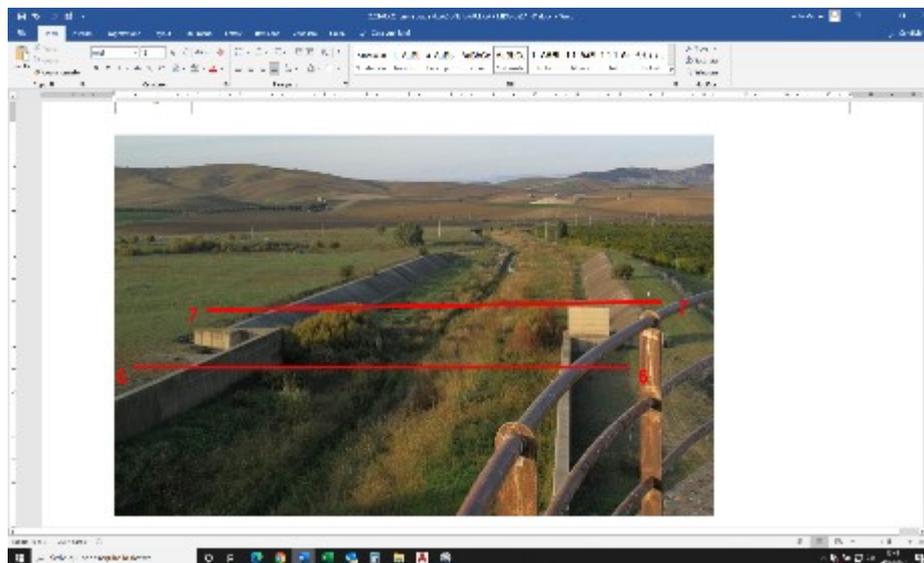


Figura 4.3 Foto effettuata durante il sopralluogo di settembre 2020 raffigurante la vasca di dissipazione ed il canale di restituzione trapezoidale

- b) collegamento del canale di restituzione all'alveo naturale mediante l'adeguamento della pendenza del fondo per circa 1.1 km (da S8 a SAF4; Figura 4.4);



Rev.	data
00	Giugno 2021

- c) adeguamento della cunetta dell'alveo naturale dagli attuali 10 m a 25 m, seguendo peraltro lo schema della sistemazione finale del progetto esecutivo (rev 1995, tav n. D.3.1), per un tratto di circa 500 m (da S8 a SAF3)
- d) collegamento graduale alla cunetta naturale di 10 m al successivo tratto di circa 610m (da S10-SAF3 a S11-SAF4)
- e) difesa della sponda esterna della curva tra S09-SAF2 a S10-SAF3, per un tratto di circa 150 m, a protezione della strada di accesso alla diga

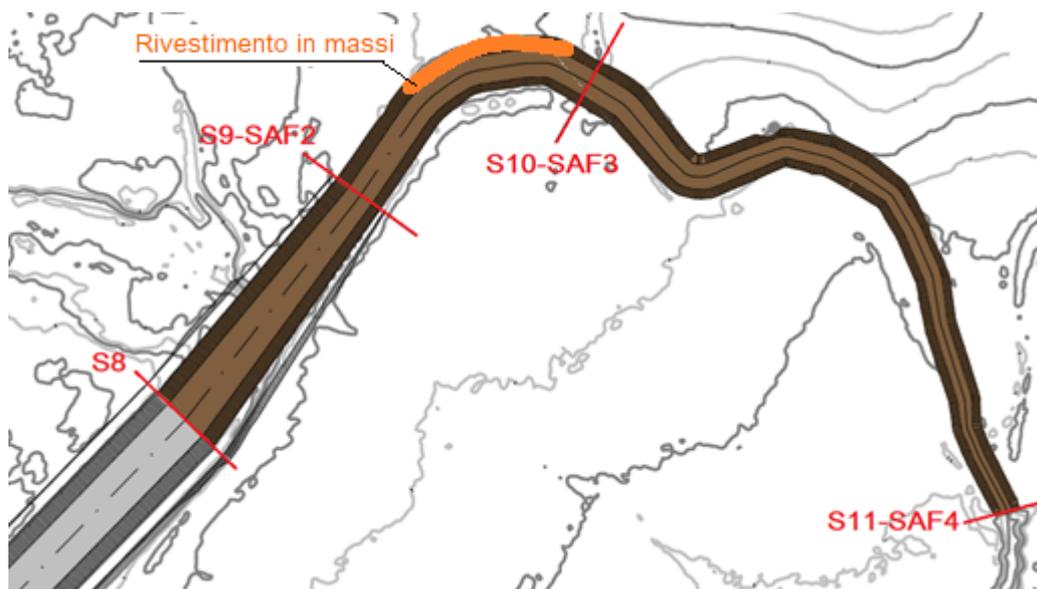
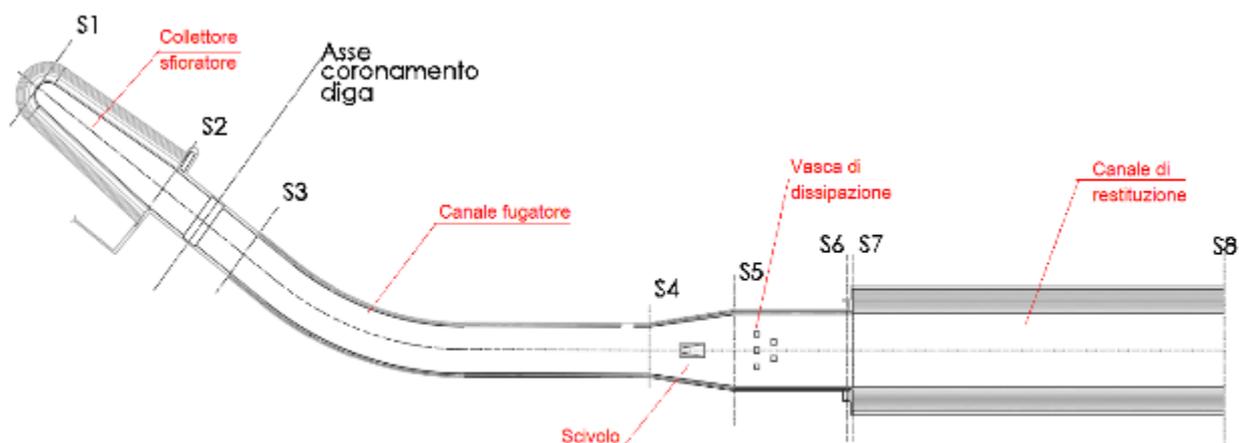


Figura 4.4 Planimetria del tratto del corso d'acqua naturale soggetto a sistemazione

- f) chiusura del tratto di muro in sponda sinistra del canale fuggatore.

La situazione di verifica è presentata nella tavola B.18.01.

Le verifiche idrauliche delle opere riguardano il canale collettore della portata sfiorata, il canale fuggatore, lo scivolo, la vasca di dissipazione ed il canale di raccordo con l'alveo naturale.





Rev.	data
00	Giugno 2021

Figura 4.5 Rappresentazione in pianta delle opere di scarico superficiale

Il software utilizzato per la verifica è HEC-RAS. I risultati prodotti dalla simulazione con la portata di picco scaricata pari a 1344 m<sup>3</sup>/s corrispondente a un tempo di ritorno di 3000 anni è illustrato in Figura 4.6. Lungo tutto il tratto analizzato viene garantito un franco di sicurezza rispetto ai muri di sponda di circa 1m.

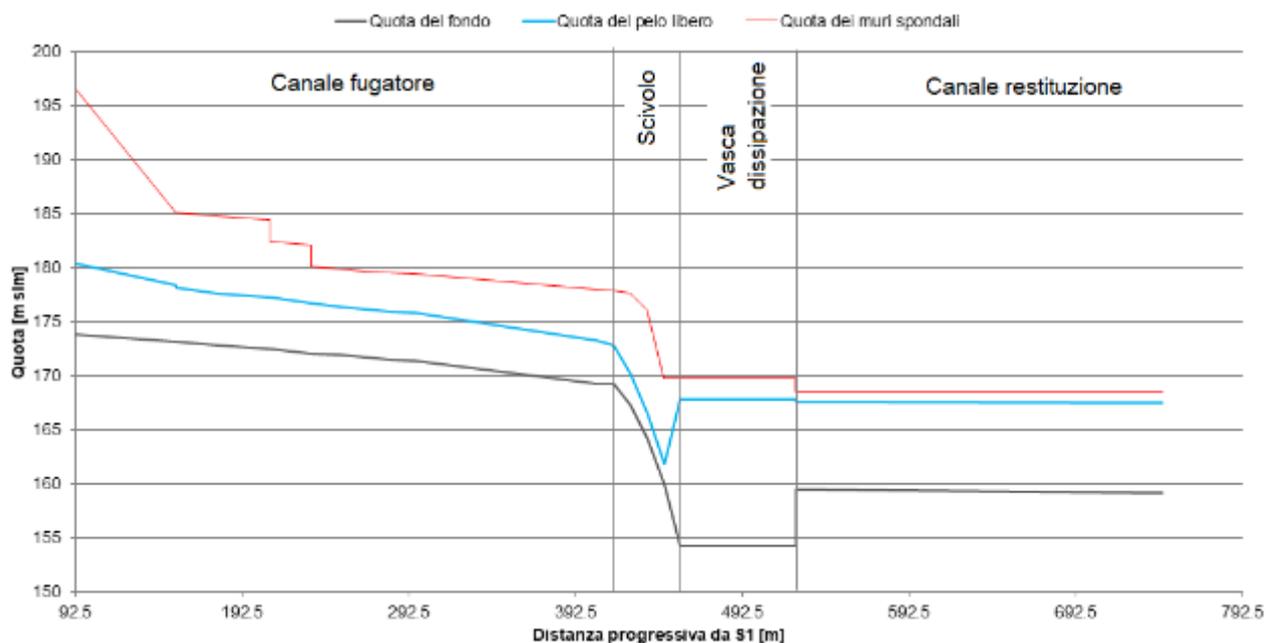


Figura 4.6 Profilo HEC-RAS dello scarico superficiale

### 4.3 ANALISI IDRAULICA DEL CORSO D'ACQUA A VALLE DELLO SBARRAMENTO

Nella tavola B.18.02 Effetti dell'onda di piena sui territori di valle:  $T_r=50$  anni,  $T_r=100$  anni e  $T_r=300$  anni vengono perimetrare le aree potenzialmente inondabili.

Il software utilizzato per le simulazioni è Infoworks ICM il quale restituisce l'andamento dei livelli e delle velocità in tutto il dominio di calcolo al variare del tempo.

Gli idrogrammi utilizzati sono quelli esposti nella relazione A.05.00 Relazione di rivalutazione idrologica e idraulica.

Viene utilizzato un modello accoppiato 1D-2D utilizzando le geometrie:

- Per la parte 1D le sezioni rilevate del corso d'acqua per il presente progetto;
- Per la parte 2D il modello digitale del terreno 2012/2013 della Regione Sicilia;



Rev.	data
00	Giugno 2021

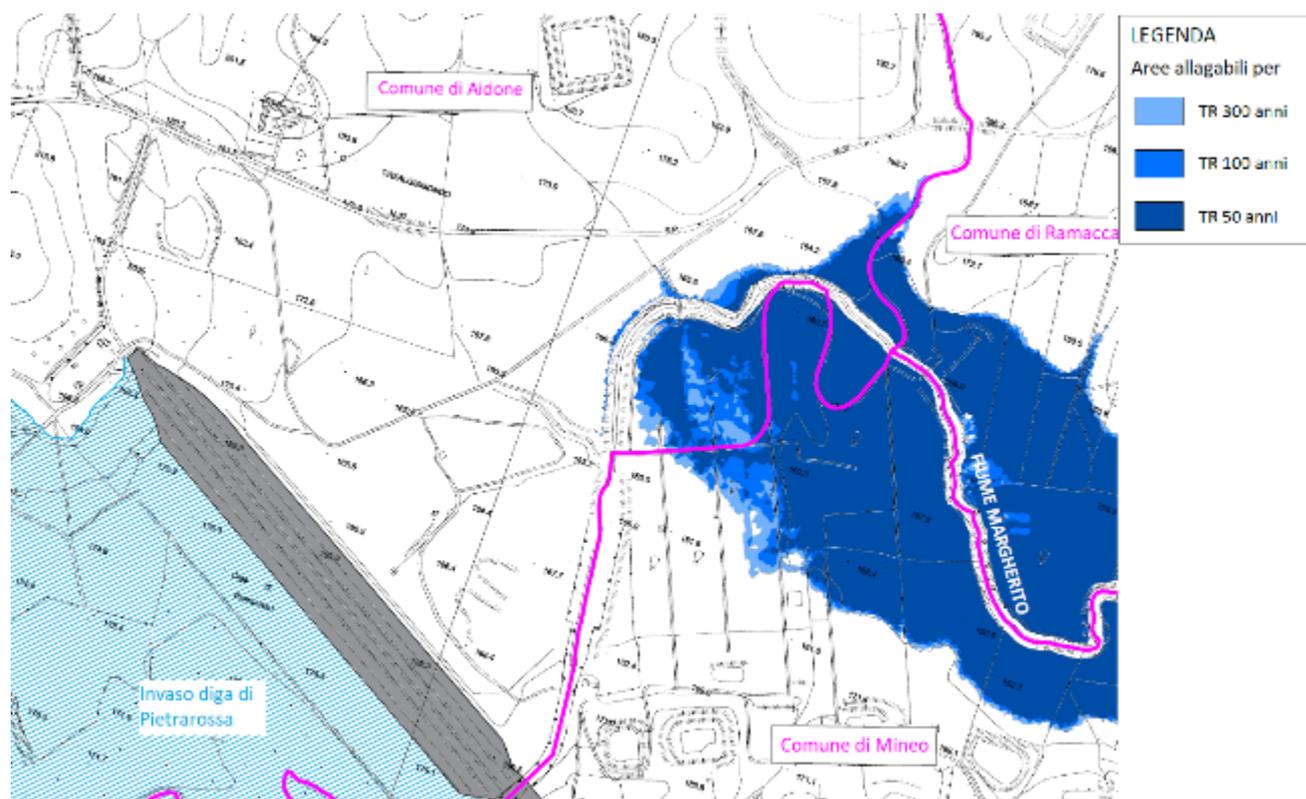


Figura 4.7 Stralcio della tavola B.18.02 con le aree allagabili per tempi di ritorno 50, 100, 300 anni in prossimità della diga di Pietrarossa

Viene analizzato il corso d'acqua per circa 24 km.

Si analizzano alcune sezioni significative lungo il corso d'acqua in corrispondenza delle strade provinciali e statali nelle quali si riportano i tiranti e le velocità massime raggiunte.



Rev.	data
00	Giugno 2021

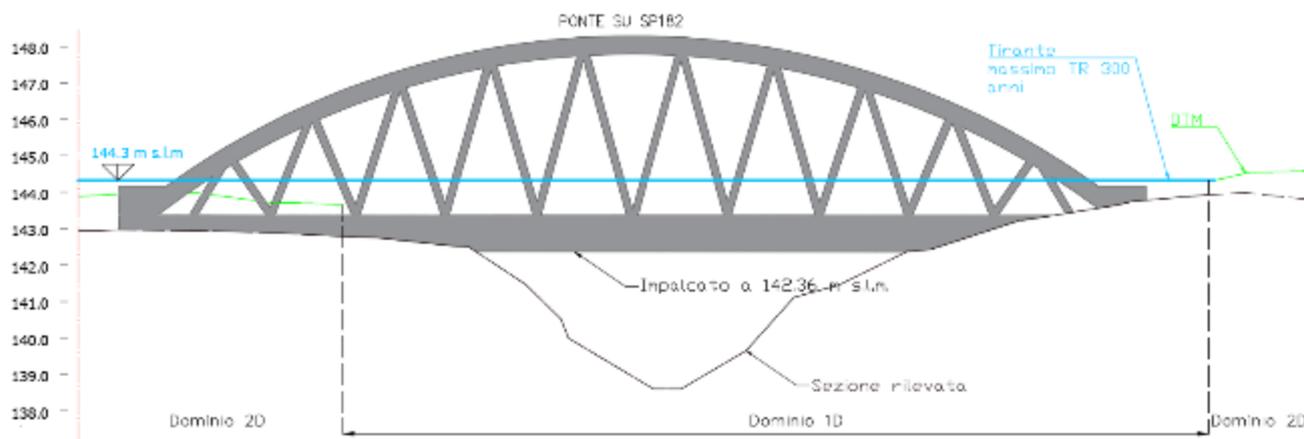


Figura 4.8 Livello idrico massimo raggiunto per TR 300 anni nella sezione SAF12 in corrispondenza del ponte sulla SP182

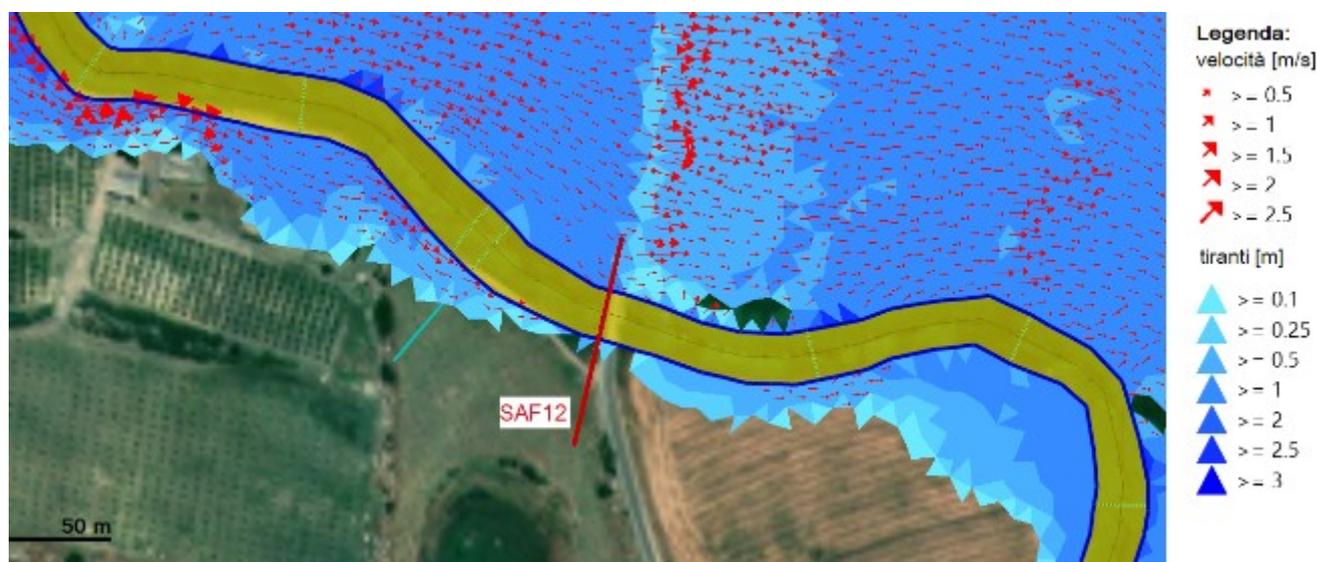


Figura 4.9 Andamento di velocità e tiranti risultati della simulazione in Infoworks in prossimità della sezione SAF12 con tempo di ritorno 300 anni

Si evince che nelle condizioni di piena analizzate le strade SP 182, SS417 e SP25i non sono accessibili mentre rimane in sicurezza la strada di accesso alla diga, raggiungibile dal centro di Ramacca.

#### 4.4 IPOTETICO COLLASSO DELLO SBARRAMENTO

Dai calcoli effettuati nella relazione A.06.00 il collasso dello sbarramento di Pietrarossa in condizioni di massima regolazione (188.35 m s.l.m.) genera un idrogramma con picco di circa 4'020 m<sup>3</sup>/s dopo 1.5 ore dall'inizio della rottura.

Nella tavola B.18.03 si riportano le aree allagate, i tiranti massimi raggiunti e il tempo di arrivo del picco di piena in alcune sezioni significative.

	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale	Rev.	data
		00	Giugno 2021

#### 4.5 DEFLUSSO MINIMO VITALE

Con Decreto n. 30/STA del 13 febbraio 2017 il Direttore Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare sono state approvate le “Linee guida per l’aggiornamento dei metodi di determinazione del deflusso minimo vitale al fine di garantire il mantenimento, nei corsi d’acqua, del deflusso ecologico a sostegno del raggiungimento degli obiettivi ambientali definiti ai sensi della Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000”, con le quali sono stati forniti gli indirizzi metodologici volti a assicurare che la quantificazione operativa dei deflussi minimi vitali avvenga coerentemente con l’esigenza di garantire nei corsi d’acqua il deflusso ecologico, a sostegno del raggiungimento degli obiettivi di qualità definiti ai sensi della Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE (DQA) del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000. Lo stesso Decreto prevede che le Autorità di Bacino distrettuali adeguino ai criteri di cui alle suddette linee guida gli approcci metodologici da utilizzare nei territori di rispettiva competenza, per la determinazione del deflusso minimo vitale, assicurando la coerenza tra tali approcci e le misure assunte nell’ambito dei Piani di Gestione delle Acque.

Facendo riferimento al Distretto Idrografico della Sicilia, allo stato attuale l’attività per la determinazione dei valori dei deflussi minimi vitali è ancora in corso da parte dell’Autorità di Bacino. A livello progettuale è stato comunque già previsto un sistema per garantire l’erogazione della portata che verrà stabilita e ciò mediante idonea condotta valvolata che, derivandosi dal torrino piezometrico di disconnessione esistente a valle del serbatoio, vada ad alimentare il corso d’acqua immediatamente a valle della vasca di dissipazione.



Rev.	data
00	Giugno 2021

## 5. RIVALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA DELLO SBARRAMENTO

Lo studio di rivalutazione della sicurezza sismica del corpo diga dello sbarramento di Pietrarossa ha richiesto un inquadramento sismotettonico e l'analisi in condizioni sismiche del corpo diga dello sbarramento di Pietrarossa.

Le analisi e le verifiche sono state svolte con riferimento alla normativa vigente (NTC2018, NTD2014) utilizzando i principi della progettazione agli Stati Limite di Esercizio (SLO e SLD) e Stati Limite Ultimi (SLV e SLC). Ai fini di tali verifiche sono stati assunti terremoti di progetto con severità dell'azione sismica variabile in funzione del periodo di ritorno ( $T_r$ ) per la vita di riferimento ( $V_r$ ) dell'opera in oggetto.

L'analisi ha richiesto una revisione dei dati sismo-tettonici disponibili e accolti anche tramite contatti con enti di ricerca coinvolti nell'aggiornamento della cartografia geologica e nell'identificazione di faglie capaci. Successivamente si è proceduto con l'analisi critica e la rielaborazione dei risultati delle indagini geofisiche realizzate in sito ed infine con la realizzazione delle analisi dinamiche per scenari di comportamento della diga.

La diga di Pietrarossa è situata a nord del fronte sepolto della Falda di Gela della catena Appenninico-Maghrebide costituita da un sistema a thrust con vergenza SE.

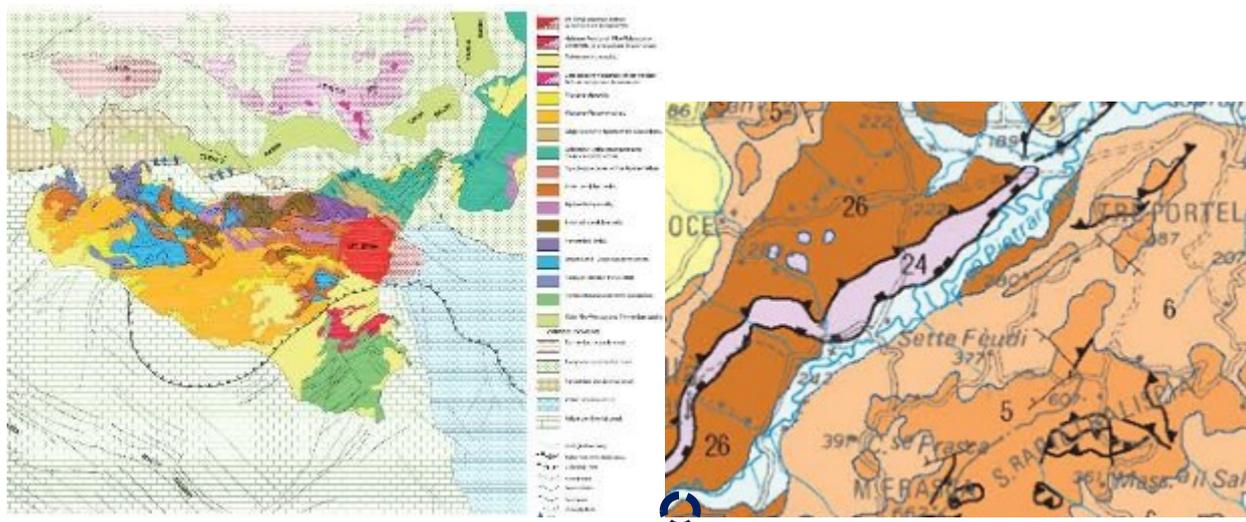


Figura 10: Schema strutturale della Regione Sicilia (Lentini et al., 2004) e carta geologica dell'area di interesse (Carta Geologica della Sicilia 1:250'000, Lentini e Carbone, 2014.)

Presso l'imposta della diga sono presenti le Argille varicolori inferiori, Formazione di Polizzi e argille varicolori superiore (Cretacico-Oligoceniche), le Unità numidiche interne (26, Flysch numidico "alloctono") e le coperture neogenico-quaternarie. Le strutture tettoniche mappate



Rev.	data
00	Giugno 2021

includono sovrascorrimenti, faglie inverse e ricoprimenti tettonici persistenti litologiche con stratigrafia normale lungo le spalle dove poggia la diga, talvolta smembrate ed embriciate poiché coinvolte da tettonica recente. Secondo gli studi più recenti eseguiti dall'Università di Catania il sovrascorrimento presente lungo la valle del torrente Pietrarossa non è da considerarsi attivo, a partire dal Pliocene-Pleistocene inferiore (ca. 2.5 Ma).

Lo studio e la caratterizzazione sismo tettonica dell'area sono avvenuti, come suggerito nelle "Linee guida per la redazione e le istruttorie degli studi sismotettonici relativi alle grandi dighe (INGV)", a partire dalle banche dati geologiche e geofisiche (DISS e ITHACA, ITaly Hazard from Capable faults)).

La diga di Pietrarossa è posta in corrispondenza della sorgente sismogenica composta Gela-Catania (DISS-ID: ITCS029, sistema a thrust Siculo-Maghrebide esterno S-vergente).

*Tabella 1 Caratteristiche della sorgente sismogenica composta Gela-Catania (DISS-ID: ITCS029)*



*Figura 11: Estratti dal database DISS e dal database ITHACA con l'ubicazione della diga di Pietrarossa*

La diga di Pietrarossa (cerchio giallo nell'immagine seguente) è posta a circa 15 km dalle faglie capaci più prossime; gli ultimi studi dell'Università di Catania condotti nell'area confermano l'assenza di faglie capaci entro 15 km di distanza dalla diga di Pietrarossa.

Il Database Macrosismico Italiano (DBMI15) è stato inoltre analizzato per la caratterizzazione macrosismica dell'area. Dall'inquadramento sismotettonico, precedentemente descritto, seguendo le NTD2014 si è svolto lo studio di disaggregazione che restituisce le coppie Magnitudo – distanza ai fini della scelta degli accelerogrammi spettrocompatibili. Le accelerazioni massime su affioramento roccioso orizzontale e probabilità di superamento del 10% in 50 anni ( $T_r = 475$  anni) sono risultate pari a 0.1583g. Tale informazione è da incrociare

con quella riguardante l'assenza di faglie capaci e l'inattività del sovrascorrimento a partire dal limite Pliocene Pleistocene inferiore, come da recenti studi dell'Università di Catania. Allo stato limite di danno ( $T_r = 151$  anni) corrisponde ad un'accelerazione di  $0.081g$  e allo stato limite di collasso ( $T_r = 1462$ anni) un valore di  $ag$  di  $0.34g$ . A partire da tali dati si è operata la scelta degli accelerogrammi spettrocompatibili.

## 5.1 MODELLAZIONE

Il periodo proprio di oscillazione in direzione monte valle della diga è stato ottenuto considerando la sezione trasversale del corpo diga sia tramite un metodo analitico a partire dai valori di  $V_s$  che uno numerico per l'analisi modale agli autovalori. Al modo 1 e al 3 dell'analisi numerica corrispondono rispettivamente tempi di vibrazione di  $0.47$  s e  $0.33$  s e quindi l'intervallo di periodo per la spettrocompatibilità (tramite codice Rexel) è stato imposto tra  $0.3$  e  $0.8$ .

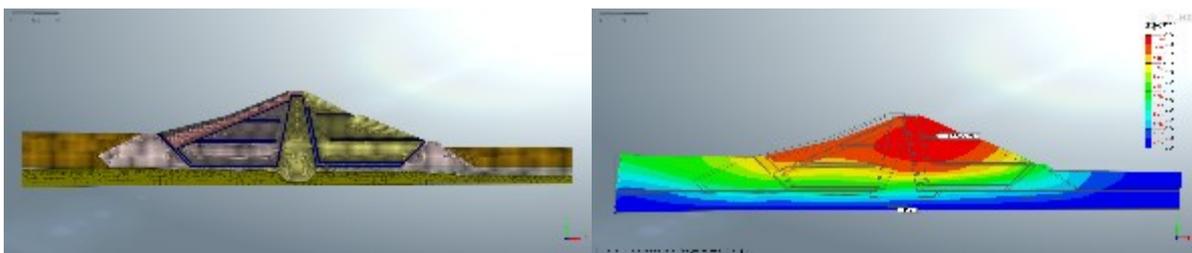


Figura 12 – Modello numerico per gli autovalori

Dopo la selezione dei segnali registrati su roccia affiorante (per sottosuolo tipo A e categoria topografica T1) gli stessi segnali sono stati riportati alla strato di base tramite impiego dei risultati delle prove geofisiche in sito e il software libero STRATA sia agli SLD che agli SLC considerando in entrambi i casi separatamente la componente orizzontale e quella verticale del sisma. La distribuzione delle pressioni interstiziali all'interno del corpo diga è stata ottenuta tramite un'analisi di filtrazione in due condizioni limite.

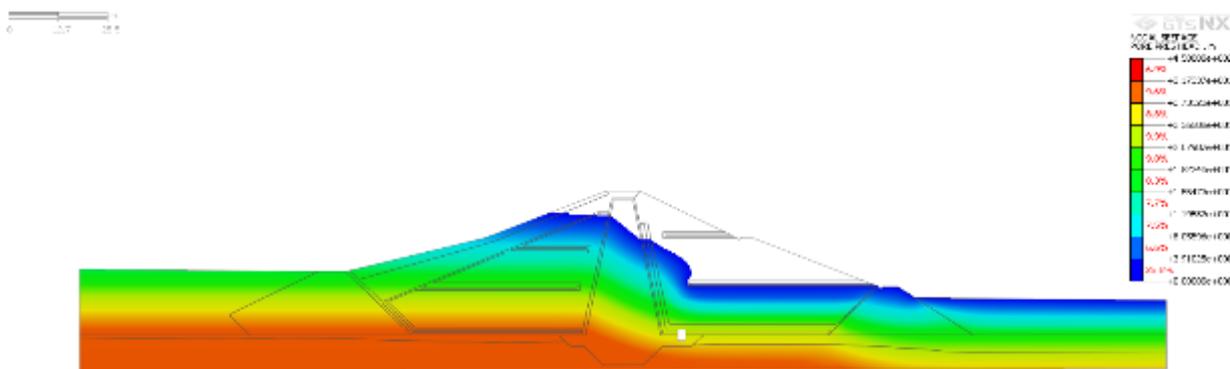


Figura 13 – Pressione nodale, livello massimo d'invaso



Rev.	data
00	Giugno 2021

Le analisi dinamiche al passo sono state condotte poi sul modello geometrico bidimensionale dell'opera a partire dalla sezione maestra fornita in base alle indagini in sito. Il modello costitutivo impiegato è il "Modified UBC sand". La modellazione ha incluso una fase di inizializzazione degli sforzi e una di sollecitazione dinamica con 7 gruppi di accelerogrammi per ogni stato limite.

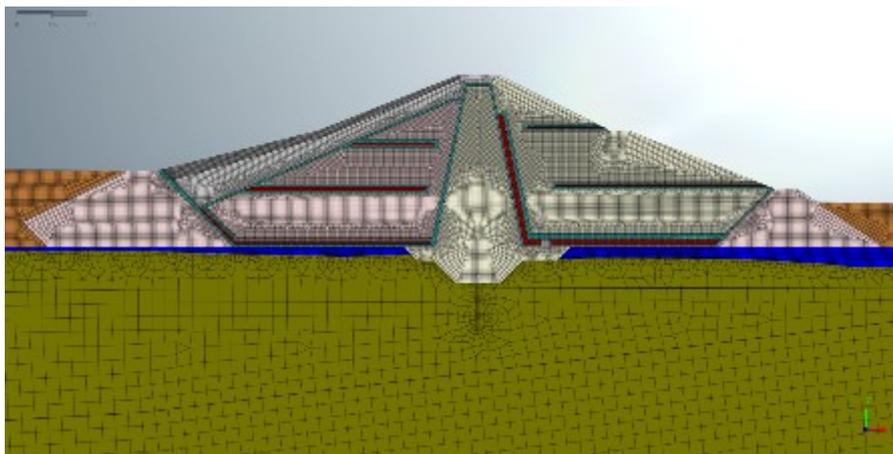


Figura 14 - Mesh 2D, zoom corpo diga

I risultati sono riportati in relazione in termini di spostamenti relativi, tensioni efficaci verticali, deformazioni plastiche effettive e rapporto di liquefazione (tra sforzi efficaci e totali).

A conclusione delle analisi e partendo dai valori di spostamento residuo valutato a fine evento (simulazione) il giudizio di ammissibilità è stato espresso in funzione di due approcci proposti in letteratura (Swaisgood, 2003; Pells e Fell, 2002). Secondo l'approccio di Swaisgood i punti calcolati rispettano il trend previsto per eventi di magnitudo 6.7 e si attende sempre un grado di danno "moderato".



Rev.	data
00	Giugno 2021

Valutazione SLD\_Swaisgood

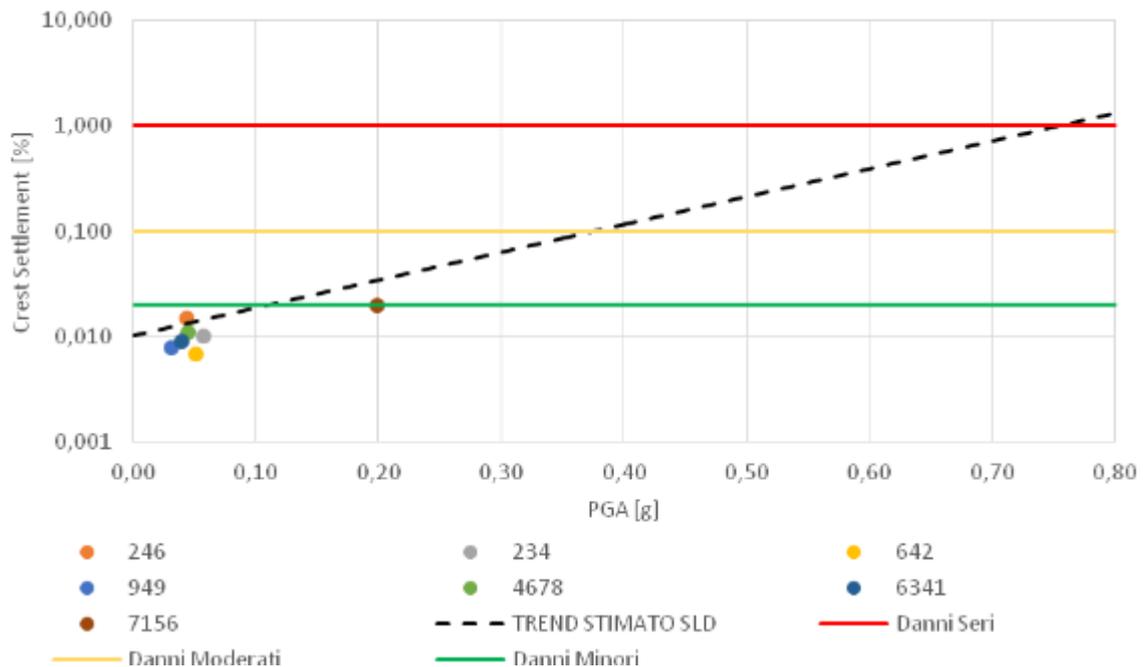


Figura 15 – Grafico valutazione danni eventi SLD sulla base dell'approccio di Swaisgood (2003)

Valutazione SLC\_Swaisgood

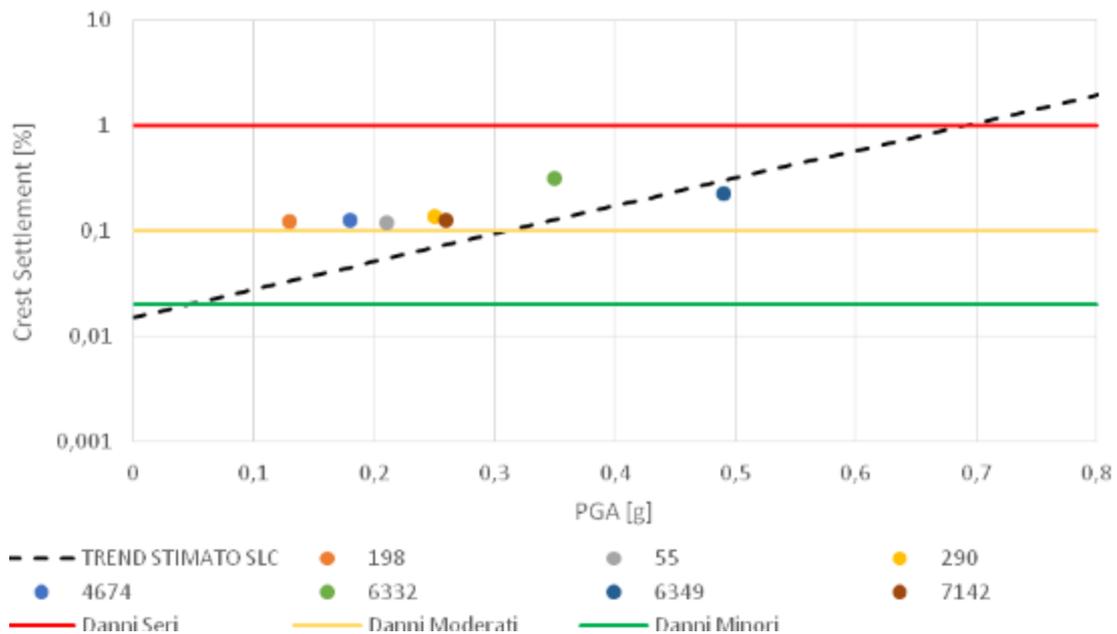


Figura 16 - Valutazione danni eventi SLC sulla base dell'approccio di Swaisgood (2003)



Rev.	data
00	Giugno 2021

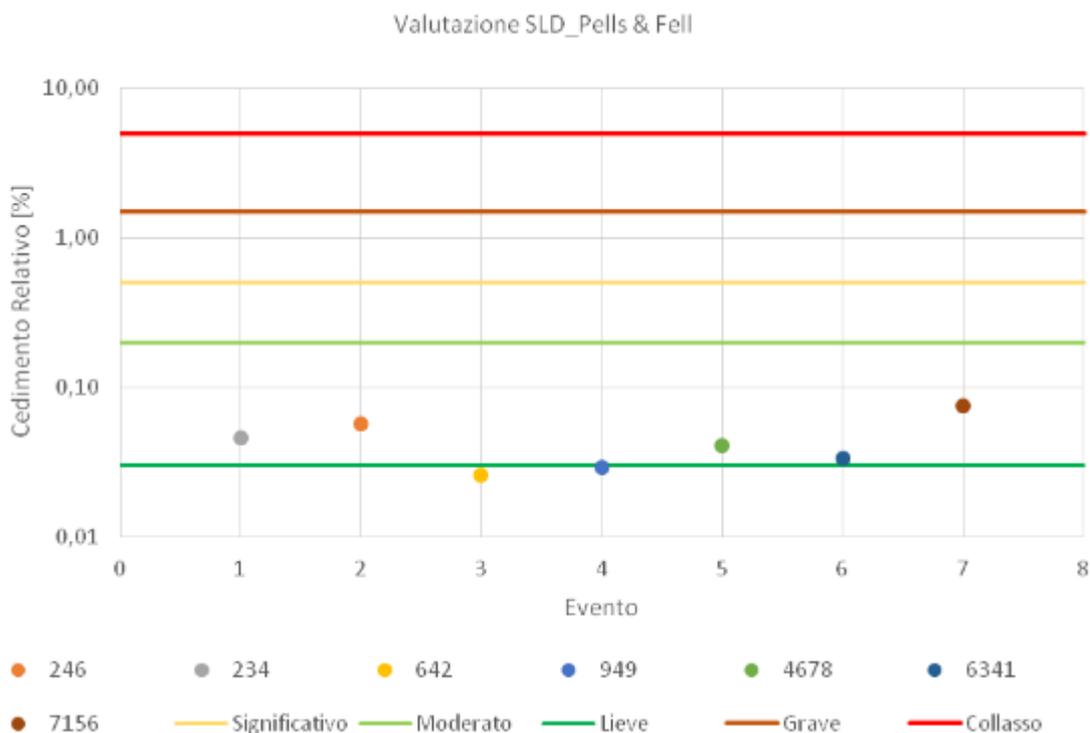


Figura 17 - Grafico valutazione danni eventi SLD sulla base dell'approccio di Pells e Fell (2002)

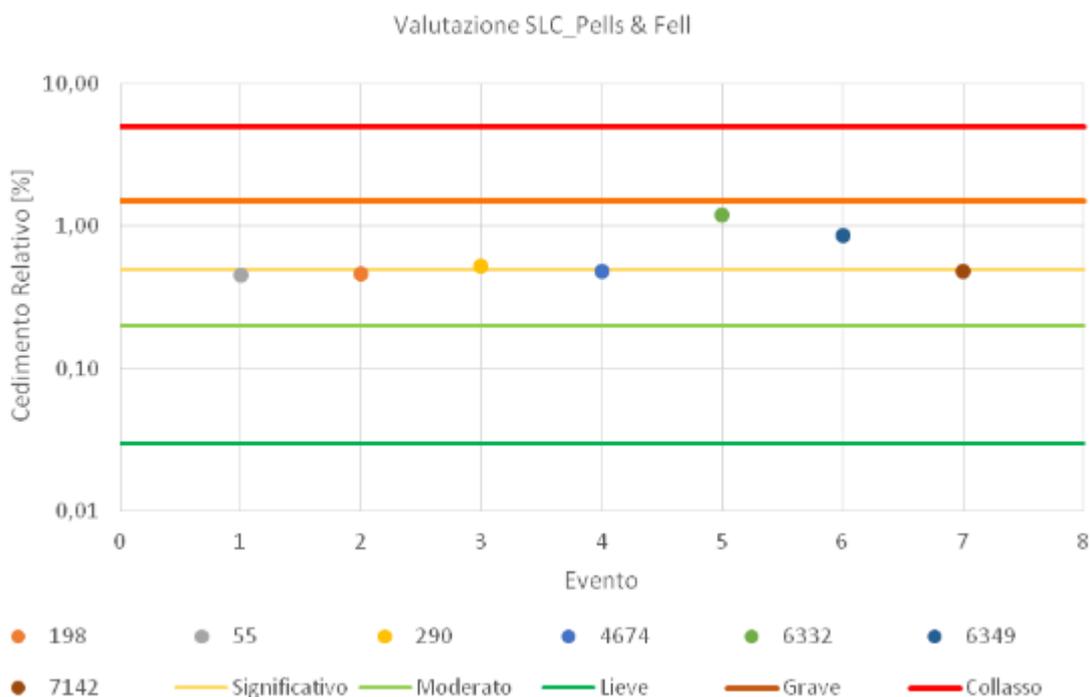


Figura 18 - Grafico valutazione danni eventi SLC sulla base dell'approccio di Pells e Fell (2002)

I risultati di danno atteso ottenuti con la classificazione di Pells e Fell (2003) rivelano per lo SLD nessun tipo di danno o un danno lieve, mentre per SLC i danni attesi variano da significativo a moderato e in un solo caso grave.



Rev.	data
00	Giugno 2021

## 6. RIVALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA DELLE OPERE ACCESSORIE

Nel prospetto che segue sono riassunti gli esiti dell'attività di rivalutazione sismica delle opere accessorie, per il cui dettaglio si rimanda alla specifica Relazione A.08.02.

OPERA	ESITO DELL'ATTIVITA' DI RIVALUTAZIONE SISMICA	
	negativo	positivo
	NECESSARIO ADEGUAMENTO STRUTTURALE	NESSUN INTERVENTO NECESSARIO
CUNICOLO DI ACCESSO TRASVERSALE		X
CABINA E POZZO DI RACCOLTA DRENAGGI		X
SCARICO DI SUPERFICIE: imbocco a vascone	X	
SCARICO DI SUPERFICIE: canale di scarico		X
SCARICO DI SUPERFICIE: vasca di dissipazione		X
SCARICO DI SUPERFICIE: muri del piazzale antistante		X
SCARICO DI FONDO: imbocco a pipa e tratto di collegamento		X
SCARICO DI FONDO: galleria di scarico		X
TORRE POZZO PARATOIE		X
PASSERELLA DI SCAVALCAMENTO CANALE DI SCARICO	necessità di totale rifacimento della struttura	
PASSERELLA DI ACCESSO ALLA TORRE	necessità di totale rifacimento della struttura	
TORRINO DI DISCONNESSIONE PER LA RETE DI OGLIASTRO	X	
CASA DI GUARDIA	necessità di totale rifacimento della struttura	
CABINA DI RICEVIMENTO E GRUPPO ELETTRICO		X
OPERA DI PRESA E GALLERIA RETTANGOLARE IN SX:		X
STAZIONE DI SOLLEVAMENTO PER L'IRRIGAZIONE DEI TERRENI A MONTE	X	
VASCA DI CARICO E COMPENSAZIONE	X	
SOVRALZO OPERA DI PRESA IN DESTRA IDRAULICA	opera ex-novo	
SOVRALZO OPERA DI PRESA IN SINISTRA IDRAULICA	opera ex-novo	
POZZI DI SPINTA PER COLLEGAMENTO AL CUNICOLO LONGITUDINALE	opera ex-novo	
PARATIE STRUTTURALI IN SPONDA DESTRA	opera ex-novo	

	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale	Rev.	data
		00	Giugno 2021

## 7. COMPLETAMENTO CORPO DIGA

Con i lavori eseguiti sino all'interruzione del 1997 il rilevato diga fu costruito sino ad una quota di circa 191 m s.m., a fronte di una quota coronamento prevista in 196,50 m s.m.

In seguito allo studio di rivalutazione idrologica ed idraulica svolto nel quadro delle attività per il presente progetto definitivo, rispetto a tale quota è risultato un franco netto di 4,83 m, che avrebbe anche consentito l'abbassamento del rilevato. Tuttavia, in considerazione di un eventuale futuro innalzamento dello scarico di superficie atto a guadagnare capacità d'invaso, si è ritenuto opportuno conservare la quota di coronamento originariamente prevista.

I rilievi topografici effettuati hanno permesso di ricavare lo stato di consistenza del rilevato diga. La ricognizione della superficie esposta alla quota attuale ha d'altra parte evidenziato la necessità di una scarifica del materiale in posto, così da realizzare una ripresa ottimale dei lavori di posa. La profondità della scarifica è stata prevista nella misura media di 1 m (in linea con quanto indicato nella Relazione – aprile 1996 dell'Ufficio Geotecnico del Servizio Dighe relativamente al progetto esecutivo delle opere di sistemazione e completamento). Nel tecnico è stato stabilito che il piano di posa effettivo venga comunque approvato dall'Autorità tutoria in materia di dighe.

Per quanto riguarda la zonatura dei materiali, è stata conservata quella del progetto originario. In prossimità della quota coronamento si è previsto un innalzamento della quota della sommità del nucleo. Mediante l'introduzione di un muro frangionde (alto 1 m rispetto al coronamento) fondato a questa quota si sono ottenuti i seguenti vantaggi:

- realizzazione di una barriera impermeabile tra monte e valle (mediante la continuità nucleo-muro);
- incremento del franco;
- realizzazione di due cavidotti per le linee elettriche e di trasmissione segnali, ospitati nella soletta del muro ed ispezionabili in corrispondenza di pozzetti collocati ad opportuni intervalli.

Per una larghezza di 5 m la superficie del coronamento sarà finita con una pavimentazione stradale (spessore totale 50 cm), avente pendenza trasversale del 2% per l'allontanamento sul paramento di valle delle acque di pioggia.

Si riporta a seguire una sezione tipo del corpo diga con l'evidenziazione dell'intervento di completamento previsto.



Rev.	data
00	Giugno 2021

**AREE**

Scogliera	33,42m <sup>2</sup>
Scogliera L516	18,74m <sup>2</sup>
LS2	6,16m <sup>2</sup>
LS2	72,41m <sup>2</sup>
C	45,50m <sup>2</sup>
Filtro	11,53m <sup>2</sup>

**LEGENDA**

	Scogliera		F10 - Formazione argillosa di base
	LS16 - Alluvioni a grana grossa		Tappeto drenante
	LS2 - Alluvioni a grana fine sabbio-argilla		Filtro sub-verticale
	C - Trati venanti calcareo		Intonaco di progetto
	AL - Alluvioni		Bonifica (area 1.00m)
			Muro tangenziale di progetto



**SEZIONE 4**

	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale		Rev.	data
			00	Giugno 2021

## 8. INTERVENTI PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL VERSANTE IN SPONDA DESTRA

Nell'elaborato B.06.01-Planimetria generale con indicazione delle aree di intervento in sponda destra sono indicati gli interventi di messa in sicurezza e di sistemazione che interessano il versante destro dell'invaso a monte della spalla destra. Le zone di intervento erano già state individuate nel Progetto Esecutivo del 1995: la Zona A, ubicata a monte del primo tratto del canale fugatore dello scarico di superficie e del muro di sostegno del pendio a monte dello stesso; la Zona B, che interessa il pendio a monte dello scarico di fondo a partire dal risvolto del muro citato; la Zona C a monte della zona B che si sviluppa nella contrada Scoparso.

Le proposte progettuali per la sistemazione del versante nella Zona A, a monte della spalla destra della diga e del canale di scarico, sono in parziale modifica alla proposta di intervento già sottoposta all'esame del S.N.D. e maturate anche a seguito delle osservazioni formulate in sede di parere dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici che con Voto n.17, espresso nell'adunanza del 26.09.1996, ha ritenuto il progetto meritevole di approvazione con condizioni e prescrizioni e tra l'altro, per l'intervento di stabilizzazione in spalla destra ha rilevato: "... omissis ... L'ipotesi assunta per il dimensionamento di stabilizzazione, sempre per quanto attiene la zona A, appare la più sfavorevole possibile e pertanto l'intervento proposto risulta piuttosto cautelativo. ... omissis ..."

Le proposte progettuali prendono le mosse dallo studio e dall'esame della grande mole di dati disponibili, acquisiti con i precedenti studi svolti in fase di progettazione esecutiva della diga ed in corso d'opera nonché delle nuove indagini svolte e dalle interpretazioni delle stesse nel loro complesso, che hanno portato alla rappresentazione della configurazione geologica rappresentata nella RELAZIONE GEOLOGICA del presente PROGETTO DEFINITIVO (Maggio 2021) redatta dal Geologo Giovanni Ventura Bordenca.

Il modello geologico del dissesto, ricostruito nelle sezioni riportate negli elaborati di progetto B.06.03, ha individuato la superficie di scorrimento nel versante a monte della spalla destra a circa 8-10 m dal piano campagna.

Per migliore comprensione del fenomeno, nelle tavole di progetto B.06.05/06 è riportata la ricostruzione temporale dell'evoluzione dei fenomeni di dissesto - con riferimento alle Sezz. di progetto 1-1 e 6-6 aggiornata al 2021.

Risulta evidente che il fenomeno si è esteso in maniera retrogressiva, coinvolgendo porzioni a monte del pendio soprastante, in destra del canale di scarico e a monte del muro di sostegno del pendio a monte di piano dello scarico di superficie.



Rev.	data
00	Giugno 2021

Oggi i movimenti sono cessati, sono presenti assestamenti superficiali. In ampi tratti, alle deformazioni di naturale assestamento del piano di campagna, si sovrappongono i segni di una progressiva erosione prodotta dallo scorrimento disordinato delle acque di superficie.

La dimensione planimetrica del dissesto ha uno sviluppo lineare, parallelamente al muro di sostegno esistente e al primo tratto del canale fugatore, pari a circa 400 m ed una estensione areale pari a circa a quattro ettari.

Oggi si può confermare che le opere in c.a. - muro di sostegno e canale fugatore dello scarico di superficie - non sono state coinvolte nel dissesto, se si fa eccezione del modesto spostamento che ha subito un concio del canale di scarico che non ha avuto alcuna evoluzione oltre i 2, 3 cm iniziali.

Sulla base dei risultati delle indagini ed in considerazione delle diverse geometria e caratteristiche delle opere realizzate, la Zona A è stata divisa in:

- Zona A1, a valle del diaframma di tenuta idraulica in asse diga ed in "prosecuzione" del nucleo, oltre in canale di scarico;
- Zona A2, a monte del citato diaframma di tenuta e fino al risvolto del muro di sostegno del piano su cui è stato realizzato lo scarico di superficie. A confine con la Zona B.

## 8.1 ZONA A1 E ZONA A2

Nella parte alta del versante è prevista la realizzazione di un canale di gronda in c.a. a sezione trapezia, che intercetta le acque provenienti da monte per tutto sviluppo del Zone A1, A2 e B e le recapita nel fosso esistente, del quale è prevista la sistemazione a sezione trapezia con materassi in rete metallica, riempiti con pietrame calcareo.

Nella Zona A1 è prevista la realizzazione di una paratia di "alleggerimento", ad una distanza minima dal canale di scarico pari a circa 10 m, scalettata per tenere conto dell'aumento di quota del terreno attuale.

La paratia sarà realizzata con pali  $\phi$  1000, disposti su due file con interasse pari a 1.50 m. L'interasse dei pali su ciascuna fila è pari a 2,00 m. In testa alla paratia sarà realizzato cordolo di collegamento della dimensione di 1.00 x 2.70. La paratia è interrotta in corrispondenza della interferenza con il diaframma di tenuta idraulica. Il riempimento a tergo del canale ed a monte della paratia, con profilatura di raccordo con l'attuale profilo del versante, è previsto con materiale LS1/LS2, cavabile dalle aree individuate entro l'area di invaso, fino a raccordarsi con



Rev.	data
00	Giugno 2021

l'attuale profilo del versante. Per la stabilizzazione del versante a monte della paratia è prevista una preliminare semplice riprofilatura, la realizzazione di un sistema di trincee drenanti "a zampa di gallina" e, a completamento, la stesa di terreno vegetale e la piantumazione di essenze arboree.

Nel tratto in cui l'altezza del muro in destra del canale di scarico è maggiore (in corrispondenza dell'attraversamento della strada di coronamento per l'accesso al piazzale a monte e quindi al pozzo paratoie), per alleggerire la spinta sulla parete del canale, è prevista una parziale bonifica con tout-venat calcareo di cava a partire dalla attuale quota, corrispondente con quella della mensola stabilizzante presente nella parete di monte del muro del canale.

Nella zona A2 è prevista la realizzazione di una paratia di "alleggerimento", ad una distanza di 16 m dal ciglio interno del muro di sostegno. Sarà realizzata con pali  $\phi$  1000, disposti su due file con interasse pari a 1.5 m. L'interasse dei pali su ciascuna fila è pari a 1.2 m. In testa alla paratia sarà realizzato cordolo di collegamento della dimensione di 1.00 x 2.70.

La paratia consentirà la bonifica, per asportazione e sostituzione del terreno franato dal versante. Sarà effettuato uno scavo di 7 m circa la paratia ed il muro, in modo da alleggerire le spinte su di esso. Il terreno franato sarà sostituito con tout venat calcareo di cava fino alla quota di fondazione del muro e fino alla quota di testa della paratia. Anche in questo caso, il riempimento a tergo del muro ed a monte della paratia è previsto con materiale LS1/LS2, cavabile dalle aree individuate entro l'area di invaso, fino a raccordarsi con l'attuale profilo del versante.

La paratia è estesa per il tratto strettamente necessario per garantire la stabilità del muro in presenza delle più gravose condizioni di esercizio (massimo invaso, rapido svaso, sisma). Planimetricamente sarà estesa a monte del muro di sostegno per circa 190 m dal risvolto dello stesso.

La soluzione individuata consente di ridurre grandemente l'entità degli scavi e segnatamente di evitare di interessare con sbancamenti e risagomature l'intero versante a monte fino a quote prossime a 210 m s.m.m., per volumi pari a circa 500 m<sup>3</sup>.

Nell'elaborato B.06.02-Planimetria generale degli interventi è riportata la disposizione delle opere previste e la traccia delle sezioni; nelle tavole di progetto B.06.07 e B.06.08- sezioni di progetto sono riportati gli interventi previsti.

Lo scavo è stato limitato, nei vari tratti, tra il canale e la paratia di alleggerimento e la testa del muro di sostegno dell'area dello scarico di superficie in modo tale da assicurare la stabilità del



Rev.	data
00	Giugno 2021

pendio con adeguato margine di sicurezza. Il pendio a monte dei vari tratti di paratia sarà risagomato con andamento prossimo all'attuale profilo del p.c.

I calcoli e le verifiche geotecniche e il dimensionamento strutturale delle paratie sono riportati nel II tomo della presente relazione e nei tabulati riportati nella appendice.

L'intervento sul versante a monte dei vari tratti di paratia della Zona A1 sarà completato e stabilizzato con trincee drenati.

Al di sopra della quota di massimo invaso è previsto lo stendimento di terreno vegetale e un intervento di piantumazione con essenze arboree.

Per i materiali di bonifica si è previsto di fare ricorso al tout-venant calcareo di cava, per lo strato di transizione alle sabbie calcarenitiche, utilizzate per i filtri del corpo diga, o calcaree di cava. Per il riempimento della parte superiore è previsto l'impiego del materiale da costruzione LS2, le cui caratteristiche sono richiamate in precedenza e la cui disponibilità è stata accertata in sufficiente quantità nella zona di fondovalle del serbatoio.

La ricerca progettuale, supportata da un'ampia analisi numerica relative alle verifiche di sicurezza a breve termine, in fase di scavo, e a lungo termine, in fase di esercizio, ha consentito di definire e dimensionare gli interventi previsti.

L'intervento di stabilizzazione del versante a monte della spalla in sponda destra sarà completato con il dispositivo di tenuta idraulica in asse diga, previsto nel progetto esecutivo del 1995. E' stato realizzato solamente il tratto solidale con la parete del canale di scarico.

Il diaframma di tenuta sul versante destro è stato progettato in prosecuzione con il previsto diaframma da realizzare nell'ultimo tratto del nucleo per una lunghezza di 20, prosegue al di sotto delle pareti del primo tratto del canale di scarico dello sfioratore di superficie e dello stesso sfioratore.

Nel presente progetto definitivo, per garanzia assoluta della tenuta idraulica della sponda destra della diga a monte del canale fagatore, si prevede di mantenere il previsto immorsamento nella formazione argillosa in posto. Si prevede una mantenere il diaframma in sponda destra, così come previsto nel progetto 1995 e suggerito nell'elaborato - R4.RELAZIONE GEOTECNICA facente parte dello stesso progetto.

Il diaframma di tenuta è composto da 57 pannelli di c.a. di sezione orizzontale 2,50 x 1,00 m, e di lunghezza variabile fra 22 e 38 m circa, per uno sviluppo di 142,50 m.

Lungo i giunti dei pannelli in fase di getto sarà calato un tubo in PVC pesante che servirà da guida per la perforazione e la successiva iniezione di sigillo.

	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale	Rev.	data
		00	Giugno 2021

Nella tavola di Progetto B.06.02 è riportato il previsto andamento planimetrico del diaframma di tenuta e nella tavola B.06.08 è riportata la sezione con indicazione dell'andamento dei pannelli del diaframma.

Preliminarmente alla realizzazione del diaframma di immersione nella formazione argillosa di base FB nel versante si prevede di realizzare un piano a gradoni, previa parziale bonifica per asportazione dei terreni più superficiali FBa e loro sostituzione con i materiali LS2, utilizzati per la realizzazione del nucleo del corpo diga e messi in opera con le stesse modalità. La bonifica con materiali LS2 è prevista dal risvolto del muro di sostegno del piano dello scarico di superficie, verso valle oltre il diaframma di tenuta sul versante. Al termine dei lavori di preparazione del piano di realizzazione del diaframma si attenderà che la strumentazione indichi che si sia già sviluppata un'importante aliquota dei cedimenti di consolidazione del materiale posto in opera. Solo una volta soddisfatta tale verifica si potrà avviare la costruzione del diaframma attraverso il rilevato, a partire dalla parte già realizzata, in corrispondenza del prolungamento dell'asse diga.

## 8.2 INTERVENTO A MONTE DELLO SCARICO DI FONDO “ZONA B”

Nell'area adiacente (Zona B) in continuazione con la precedente, a monte del risvolto del muro di sostegno, la coltre argillosa presenta evidenti e diffusi segni di rimaneggiamento e di dissesto superficiale, caratterizzati da accentuate ondulazioni della superficie topografica nonché da accumuli detritici al piede del versante.

Tale zona è ubicata poco a monte dell'area interessata dagli scavi per l'imbocco della galleria dello scarico di fondo. Un eventuale movimento nel versante potrebbe occluderne l'imbocco con gravi conseguenze per la sicurezza dell'invaso. Pertanto, in accordo con il consulente geologo, è stato ricostruito il modello geologico-geotecnico per verificare le condizioni di stabilità di stabilità del versante.

Le verifiche di stabilità condotte con riferimento alla sezione di progetto 8-8 che riporta la ricostruzione del modello geologico, nelle attuale configurazione e con riferimento alle condizioni di massimo vaso ha fornito valori del coefficiente di sicurezza di poco superiori all'unità ( $F_s = 1.16$ ) e in condizioni di rapido svaso valori inferiori all'unità ( $F_s=0.92$ ). Pertanto, si rende necessario intervenire con interventi di stabilizzazione.

Si prevede di eseguire una riprofilatura del versante con banchinamento al piede con una scogliera di pietrame calcareo della estensione in pianta pari 150 x 50 m e di altezza media

	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale		Rev.	data
			00	Giugno 2021

pari a 8 m e l'esecuzione di trincee drenanti per ridurre le pressioni neutre nell'ammasso in condizioni di rapido svasso. L'intervento progettuale, oltre alla protezione a monte del fosso di guardia, prevede la realizzazione di trincee drenanti, la risagomatura del versante e il banchinamento al piede con materiali di idonee caratteristiche fisico-meccaniche.

Nella configurazione di progetto il versante risulta stabile ed il coefficiente di sicurezza risulta superiore a  $F_s = 1.22$ .

L'intervento è rappresentato negli elaborati di progetto B.06.02-Planimetria generale degli interventi e B.06.07- Sezioni di progetto.

Per quanto riguarda il tratto di versante della Zona B compreso tra l'intervento descritto e la Zona C (c.da Scoparso) nella tavola B.06.03 di progetto sono riportate le sezioni E'-E' e F'-F' con la ricostruzione della successione stratigrafica e dei terreni in base al quale è stato ricostruito il modello geotecnico per le verifiche di stabilità del versante.

L'assetto del versante in tale tratto è meno acclive e appare, in buone condizioni di stabilità. Sono tuttavia diffusamente presente fenomeni di erosione superficiale, in specie nella zona sommitale al di sotto del boschetto. I risultati delle verifiche geotecniche di stabilità hanno fornito valori del coefficiente di sicurezza sempre rappresentativi di condizioni di stabilità. Pertanto in tale area non si prevede alcun intervento di stabilizzazione. Si prevedono soltanto interventi di sistemazioni a verde e di alberatura.

### 8.3 INTERVENTI SUL VERSANTE DESTRO IN CONTRADA SCOPARSO "ZONA C"

Il tratto di versante della Zona C ubicato a monte delle opere di scarico (C.da Scoparso) è interessato da rapida erosione con forme che tendono alla formazione di calanchi.

Al fine di tenere sotto controllo le principali forme di erosione e di degrado del suolo è prevista la realizzazione di un fosso di guardia a mezza costa di lunghezza pari a circa 430 m, costituito di una cunetta in c.a. a sezione trapezia di larghezza al fondo pari all'altezza di 1,20 m, con scarpa 1/1. La pendenza del fondo variabile fra circa lo 0,8 e il 2%, degrada dalla zona pressoché centrale verso i fossi 1 e 3 di estremità nei si immette. I 3 fossi principali sono sistemati con interventi di ingegneria naturalistica con salti di fondo realizzati con una doppia fila di paletti di castagno di diametro mino pari a  $D = 15$  cm e lunghi 3 m, disposti a quinconce con interposti cilindri in rete romboidale in fil di ferro zincato.

	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale	Rev.	data
		00	Giugno 2021

In tale zona è, altresì, previsto un intervento di ingegneria naturalistica con piantumazione di essenze vegetali (robinie, pini, frassini, etc.), integrata con adeguate essenze arbustive che contribuiscono alla stabilizzazione della coltre superficiale. Si prevede la disposizione delle piante con interasse di circa 5 m.



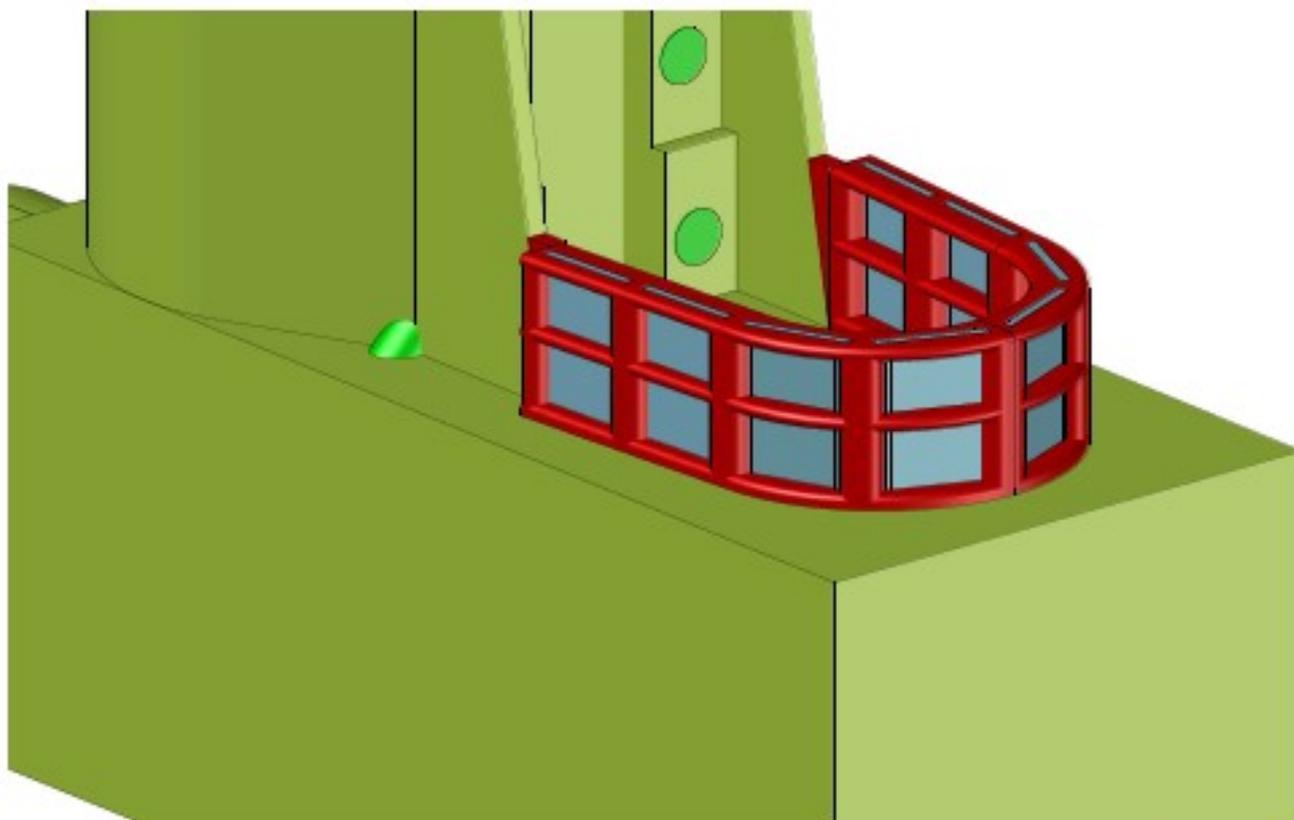
Rev.	data
00	Giugno 2021

## 9. ADEGUAMENTO DELLE OPERE DI PRESA IN DESTRA E SINISTRA IDRAULICA

### 9.1 ADEGUAMENTO OPERA DI PRESA IN DESTRA

L'opera esistente consiste in un canale rivestito di larghezza alla base 3,60 m, con muri laterali con pendenza interna 5:1, di altezza variabile da 0 a 4,50 m, di lunghezza 30 m e quota di fondo 175,50 m s.m., che imbecca in una galleria anch'essa di larghezza 3,60 m, di altezza 3,00 m con sezione a fondo orizzontale, piedritti retti e calotta semicircolare.

Al fine di evitare che nel corso degli anni la diga possa essere definita "a rischio ostruzione" ai sensi delle vigenti norme, è stata prevista la predisposizione del progressivo innalzamento dello scarico di fondo dall'attuale quota di 176.00 m s.m. a quota 179,60 m s.m., con possibilità di ulteriore sovrizzo sino a quota 180.60 m s.m, il tutto a mezzo di pannellature in c.a. da installarsi all'occorrenza, cioè una volta che i sedimenti abbiano raggiunto la quota attuale dello scarico di fondo. Essendo la portata immessa in galleria di valore ridotto ( $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ), il nuovo manufatto di presa (sopraelevabile nel tempo con panconi) è stato configurato su un perimetro ridotto rispetto all'intero sviluppo del canale, prevedendo una luce frontale (con due luci sovrapposte) e 4 luci laterali, 2 su ogni lato (corrispondenti alla luce frontale superiore).





Rev.	data
00	Giugno 2021

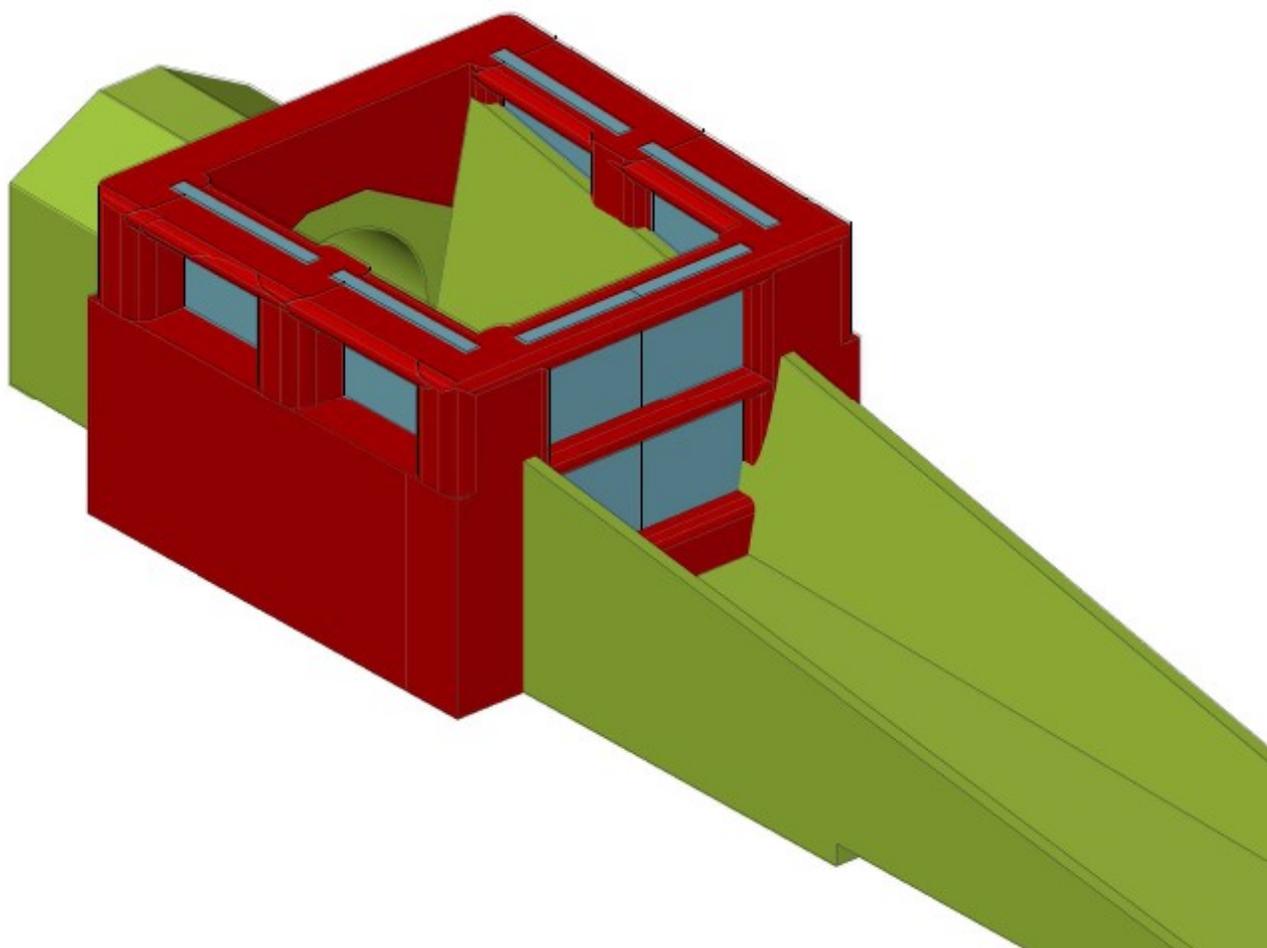
## 9.2 ADEGUAMENTO OPERA DI PRESA IN SINISTRA

L'opera esistente consiste in un canale rivestito di larghezza alla base 3,60 m, con muri laterali con pendenza interna 5:1, di altezza variabile da 0 a 4,50 m, di lunghezza 30 m e quota di fondo 175,50 m s.m., che imbecca in una galleria anch'essa di larghezza 3,60 m, di altezza 3,00 m con sezione a fondo orizzontale, piedritti retti e calotta semicircolare.

In ragione delle stesse motivazioni che hanno condotto all'adeguamento della presa in destra, ne è stato progettato l'adeguamento, con la possibilità di innalzamento progressivo della soglia di imbocco sino a 180,60 m s.m.

Essendo la portata immessa in galleria di valore ridotto ( $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ), il nuovo manufatto di presa (sopraelevabile nel tempo con panconi) è stato configurato su un perimetro ridotto rispetto all'intero sviluppo del canale, prevedendo una luce frontale (con due luci sovrapposte) e 4 luci laterali, 2 su ogni lato (corrispondenti alla luce frontale superiore).

Pile e panconi risultano identici a quelli del manufatto della presa in destra.



	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale	Rev.	data
		00	Giugno 2021

## 10. ADEGUAMENTO CUNICOLO LONGITUDINALE ESISTENTE

Al fine della sicurezza sui luoghi di lavoro ex D. Lgs. n. 81/2008 è stata ravvisata la necessità di assicurare al cunicolo longitudinale esistente un'adeguata sicurezza in fase di esercizio in termini di:

- vie di fuga.
- aerazione.

A tale scopo si sono previsti due cunicoli trasversali ulteriori, ciascuno lungo 160 m e collegato ad una delle estremità del cunicolo longitudinale.

La soluzione di un collegamento suborizzontale è stata preferita a quella di un collegamento verticale mediante pozzi in ragione

- sia del maggior disturbo che questi ultimi avrebbero arrecato in una zona delicata come quella del filtro a valle del nucleo;
- sia della minor agevolezza di un percorso in verticale per un'altezza di oltre 30 m rispetto ad uno suborizzontale di 160 m, sia pure seguito, allo sbocco a valle, da un percorso di 10 m in verticale (v. in seguito).

Sono state pertanto progettate due gallerie da realizzare con la tecnica del microtunnelling.

Entrambe le gallerie saranno scavate a partire dalla colmata di valle della diga, che in corrispondenza degli imbocchi ha una quota di 170 m s.m., in fregio ad una pista esistente che consente una buona operatività in fase di costruzione ed un facile accesso in fase di esercizio. Ne risulta appunto uno sviluppo di 160 m per ciascuna galleria, con un andamento planimetrico obliquo rispetto all'asse diga (e di conseguenza non parallelo al cunicolo trasversale esistente). Uno sviluppo più breve avrebbe richiesto fosse di spinta (e quindi manufatti di accesso) più profondi, e quindi comportato disagi in fase di esercizio.

La configurazione scelta realizza viceversa un buon compromesso tra un agevole utilizzo in esercizio ed una ottimale esecuzione dello scavo (essendo la copertura sul cervello del tunnel all'imbocco dell'ordine dei tre diametri).

Le gallerie saranno realizzate con tubi in c.a. di spessore 25 cm, diametro interno 2,50 m ed esterno 3,00 m; a lavori ultimati il fondo verrà pareggiato con una gettatina in cls di spessore massimo 10 cm, così da ottenere un fondo piano di larghezza 1 m; l'altezza residua sarà perciò di 2,40 m.



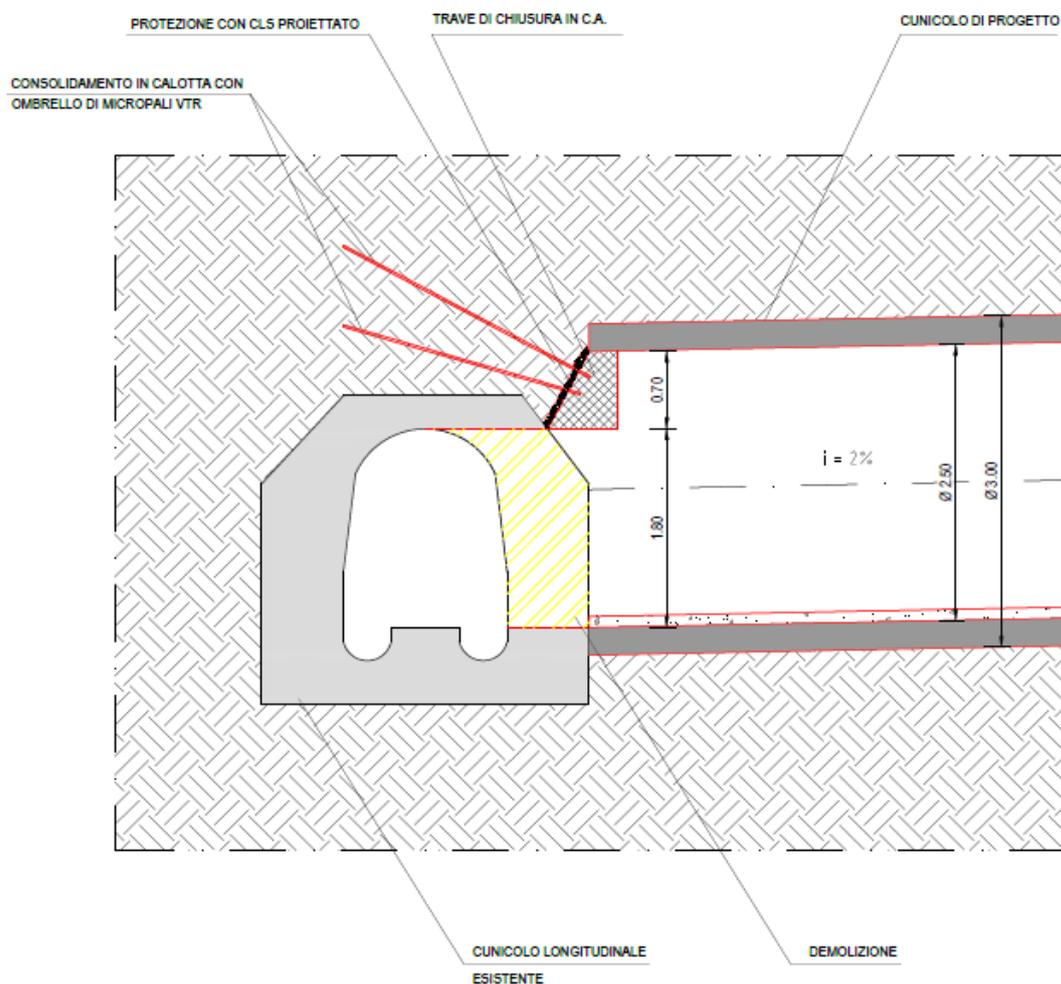
Rev.	data
00	Giugno 2021

Con le quote esistenti alle estremità del cunicolo longitudinale esistente ed una quota di fondo tubo all'imbocco di 160,45 m s.m. risulteranno pendenze longitudinali dell'ordine del 2% (a salire dall'interno all'esterno); l'andamento in salito è necessario per l'aerazione.

Le fosse di spinta per l'infissione – di 7 m in larghezza, 7,5 m in lunghezza e circa 10 m in profondità - saranno costituite con una palificata a micropali di diametro 250 mm, irrigidita da tre ordini di travi metalliche di ripartizione, con saette agli angoli, e da una soletta di fondo. Il rivestimento provvisorio sarà completato con calcestruzzo proiettato armato con rete.

A lavori di scavo ultimati le fosse saranno trasformate in manufatti di accesso (spessore delle pareti di 1,10 m, inglobante travi di ripartizione e calcestruzzo proiettato) muniti di scale.

Il collegamento con le estremità del cunicolo longitudinale avverrà previa la realizzazione di un ombrello di pali in VTR in calotta e la chiusura dello spazio frontale residuo tra il cervello del cunicolo longitudinale e la calotta del microtunnel con calcestruzzo proiettato. Se risulterà più agevole potrà anche essere utilizzata una parte (quella in calotta) dello scudo di perforazione, che dovrà necessariamente essere scomposto per poterlo allontanare (in mancanza di una fossa di arrivo).





Rev.	data
00	Giugno 2021

## 11. INTERVENTI ELETTROMECCANICI

All'interno dei lavori di completamento della diga sono comprese le opere di revisione e completamento dei componenti elettromeccanici, in particolare delle paratoie di intercettazione degli scarichi all'interno del pozzo diga nonché di manutenzione straordinaria del piping del torrino di disconnessione.

La stazione di sollevamento delle acque derivate in sponda sinistra già realizzata è stata completamente vandalizzata per cui si rende necessario il completo rifacimento delle apparecchiature e del piping; si prevede, inoltre, la manutenzione straordinaria del piping anche della vasca di carico realizzata in località Pizzo Tre Punte dove vengono recapitate le acque sollevate dal succitato impianto.

### 11.1 RIPRISTINO APPARECCHIATURE ELETTROMECCANICHE - ORGANI DI INTERCETTAZIONE DEGLI

#### 11.1.1 Situazione esistente

##### 11.1.1.1 Intercettazioni interne al pozzo paratoie

Le luci di efflusso della diga sono costituite da:

- n. 1 scarico di fondo intercettato da due paratoie;
- n. 3 prese, ciascuna intercettata da due paratoie;
- n. 2 scarichi di esaurimento, ciascuno intercettato da due paratoie.

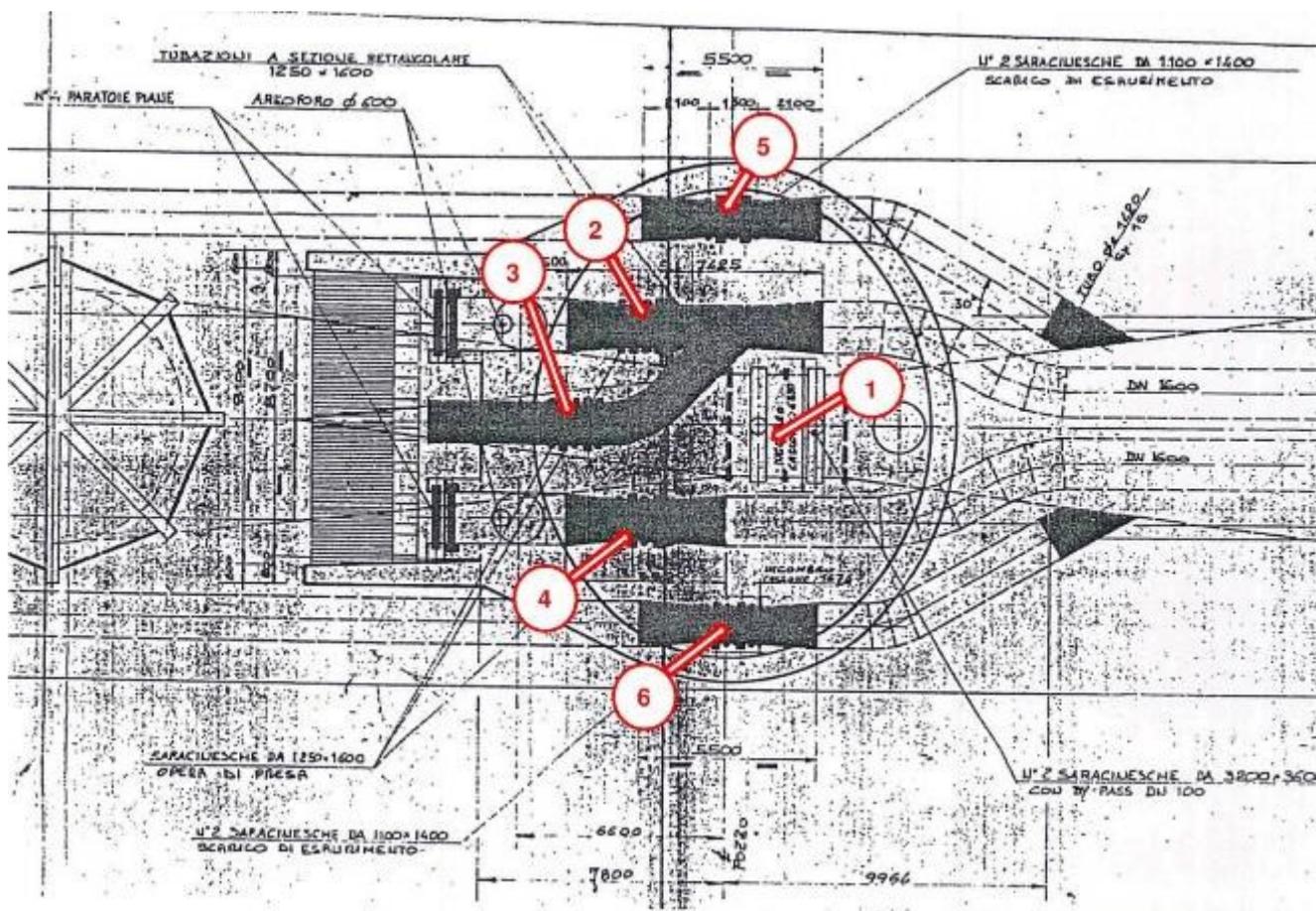
Tutte le paratoie sono state posizionate in modo tale che i coperchi delle casse si trovino immediatamente sopra alla quota 172.00 m s.l.m., corrispondente al getto di completamento del fondo del torrino. Tutte le paratoie sono azionate da meccanismi a cilindro oleodinamico, già installati sulle stesse; non vi è traccia dei sistemi di comando, quali centraline, quadri elettrici, tubazioni oleodinamiche e linee elettriche. L'assenza di olio all'interno dei cilindri per circa 25 anni ha sicuramente causato l'ossidazione delle pareti interne della camicia, dei coperchi e delle superfici dei pistoni; tutte le guarnizioni, lasciate all'asciutto, saranno danneggiate e inutilizzabili. Le aste dei cilindri e di segnalazione mostrano ancora lo strato di cromo superficiale; in alcune zone, però, hanno perso la lucentezza e non sembra possibile eliminare la patina sovrastante, costituita da guano di uccelli, fortemente presente all'interno del torrino.

I dispositivi indicatori di posizione sono limitati all'asta di collegamento alla paratoia e, in qualche caso, alla barra graduata, mancano ovunque i trasmettitori e i fine-corsa elettrici.

Nella figura che segue sono indicati gli scarichi, identificati con un numero.



Rev.	data
00	Giugno 2021



Ad essi corrispondono:

- 1 Scarico di fondo
- 2 Presa in sinistra idraulica (con bocche di presa sul torrino)
- 3 Presa sussidiaria centrale (con luce di imbocco sul cielo della galleria a monte delle paratoie)
- 4 Presa in destra idraulica (con bocche di presa sul torrino)
- 5 Scarico di esaurimento in sinistra idraulica
- 6 Scarico di esaurimento in destra idraulica

Lo stato di conservazione esterno di tutti gli scarichi è identico e non si notano danni superficiali su alcuna delle superfici visibili; probabilmente la permanenza in ambiente coperto e l'assenza di umidità hanno preservato le verniciature. Si può presumere che anche le paratoie all'interno delle casse siano in condizioni analoghe.



Rev.	data
00	Giugno 2021

Le foto riportate che seguono mostrano l'interno della galleria dello scarico di fondo in corrispondenza delle relative paratoie, puntellate in posizione prossima alla completa apertura. Oltre all'interno dei rivestimenti metallici, sono visibili le travi di soglia degli elementi mobili; le superfici sono ben conservate, prive di danni e di ossidazione.



Per quanto riguarda le derivazioni, si nota che:

- ciascuna delle prese laterali (n. 2 e n. 4) può prelevare dal lago a due quote diverse (177,00 e 182,00 m s.l.m.) per mezzo di una coppia di paratoie posizionate in fregio al torrino;
- la presa centrale (n. 3) viene derivata dalla galleria dello scarico di fondo attraverso una luce ricavata sul cielo della galleria di scarico, a monte delle paratoie.

All'interno del torrino è contenuto anche il tubo aeroforo dello scarico di fondo, di diametro circa 1.6 m, che si estende dalla galleria dello scarico fino alla curva verso l'esterno del manufatto, immediatamente sotto alla quota del piano di calpestio superiore (196.70 m s.l.m.). Visivamente la superficie esterna della tubazione è in buono stato per cui non si prevede alcun intervento sulla stessa.

#### 11.1.1.2 Apparecchiature all'esterno del pozzo paratoie

Ognuna delle due condotte di derivazione consta di due bocche di presa (posizionate tutte sullo stesso lato del torrino) poste a quote 177,00 m s.l.m. e 182,00 m s.l.m.; lo scarico di fondo parte da un'apertura circolare ad asse verticale di diametro 8 m, seguita da una curva che porta alla galleria orizzontale dello scarico, in cui sono installate le paratoie.



Rev.	data
00	Giugno 2021

Ciascuna delle derivazioni laterali è sezionata da una coppia di paratoie in fregio sulla parete esterna del torrino, la cui apertura o chiusura permette di prelevare acqua a due livelli diversi dell'invaso. Ciascuna asta, al momento, termina con una vite di manovra; le viti, esposte alle intemperie, risultano notevolmente ossidate e non risultano installati evidentemente i rispettivi attuatori. Le aste sono guidate da rompitratta e terminano sulle paratoie con un attacco incernierato. Lo stato di conservazione di questi ultimi elementi è accettabile, previa opportuna manutenzione. Anche le parti fisse, comprendenti le superfici di scorrimento, sono ben conservate; la tenuta delle paratoie è realizzata con guarnizioni in gomma che, considerando il lungo periodo di inattività e l'esposizione agli agenti atmosferici, è opportuno sostituire

### 11.1.1.3 Apparecchiature ausiliarie

All'interno del torrino è presente un carroponete installato a quota 203.70 m s.l.m. con portata di 6.5 t; da quanto si può dedurre in questa fase, la struttura può ruotare su vie di corsa circolari aventi un diametro di circa 11.5 m; l'argano di sollevamento trasla poi su una trave diametrale supportata alle estremità dalla suddetta struttura.

Sempre all'interno del pozzo è già installata una scala d'accesso per il personale; non si notano danni o corrosioni particolari ma è comunque opportuno ripristinarne il trattamento protettivo e intervenire per completare alcune parti mancanti (brevi tratti di parapetti e battipiede, alcuni grigliati e gradini) e, soprattutto, eseguire gli interventi di adeguamento resisi necessari a seguito della sua rivalutazione sismica.

### 11.1.2 Interventi previsti

Vengono di seguito indicati gli interventi ritenuti necessari al completamento e alla revisione delle opere esistenti per renderle collaudabili e operative. In questa sede ci si limita alla loro elencazione, rimandando alla specifica "Relazione tecnica apparecchiature elettromeccaniche", elaborato analitico A.11.00 del presente progetto, per tutti gli approfondimenti e gli aspetti di dettaglio.

#### 11.1.2.1 Intercettazioni interne al pozzo paratoie

Essendo la tipologia costruttiva e lo stato di conservazione pressochè identici per tutte le paratoie, gli interventi di seguito indicati sono comuni a tutte le unità.

- a. Revisione delle paratoie e dei cilindri oleodinamici
- b. Rinnovamento del trattamento protettivo dei coperchi delle casse e sostituzione delle guarnizioni statiche e tutta la bulloneria

	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale	Rev.	data
		00	Giugno 2021

- c. Sostituzione completa dei gruppi degli indicatori di posizione
- d. Sostituzione dei gruppi di tenuta acqua aria con nuovi gruppi costruiti in acciaio inox AISI 304
- e. Completamento dei by-pass
- f. Ripristino della verniciatura nelle sole zone ossidate delle parti fisse e dei rivestimenti metallici della galleria di scarico
- g. Realizzazione e installazione dell'impianto oleodinamico e dell'impianto elettrico locale a servizio degli organi di regolazione
- h. Installazione sul fondo del pozzo di una pompa di aggotamento perdite

#### 11.1.2.2 *Apparecchiature all'esterno del pozzo paratoie e apparecchiature ausiliarie*

- a. Revisione delle paratoie di imbocco delle derivazioni
- b. Manutenzione e integrazione delle aste di manovra delle paratoie delle derivazioni e installazione degli attuatori
- c. Installazione di un secondo quadro elettrico posto in cima al torrino
- d. Manutenzione straordinaria del carroponete installato all'interno della cabina di sommità del pozzo paratoie
- e. Completamento, adeguamento e ripristino del trattamento protettivo della scala in acciaio interna al pozzo
- f. Installazione di un gruppo elettrogeno

## 11.2 RIPRISTINO STAZIONE DI SOLLEVAMENTO

### 11.2.1 Stato di fatto

L'impianto di sollevamento è finalizzato a sollevare le acque derivate dall'invaso in sponda sinistra nella vasca di carico e compensazione realizzata sul Pizzo Tre Punte, nelle vicinanze della diga di Pietrarossa, da utilizzare per l'irrigazione dei terreni agricoli a monte del lago.



Rev.	data
00	Giugno 2021

La stazione di sollevamento era stata installata all'interno di un manufatto in c.a. realizzato sulla sponda sinistra dell'invaso ma, come evidenziato dalla foto che segue, attualmente risulta completamente vandalizzata.



L'impianto risulta costituito da:

- Opera di presa dall'invaso realizzata in pozzo il cui fondo è posto a quota 175,50 m s.l.m.;
- Stazione di sollevamento e condotta metallica di mandata L= 1200 m con diam. 600 mm per i primi 20 m e diam. 1000 mm per i restanti 1800 m;
- Vasca di carico con quota massima dell'acqua invasata pari a 283,00 m s.l.m. e fondo vasca a quota 275,00 m s.l.m..

La presa è ubicata in sponda sinistra nelle vicinanze del piazzale della casa di guardia e risulta formata da un pozzo verticale di diam. interno pari a 3,60 m collegato all'invaso mediante una galleria a sezione rettangolare di dimensione 3,6 m x 3,00 m (h) lungo circa 160 m e da un breve tratto di canale all'aperto.

	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale	Rev.	data
		00	Giugno 2021

### 11.2.2 Interventi previsti

La soluzione progettuale individuata prevede l'installazione di un nuovo impianto di sollevamento costituito da n. 1 + 1 elettropompe centrifughe radiali ad asse verticale a colonna, da una cassa d'aria completa di elettrocompressori e dai necessari componenti, accessori (giunti di dilatazione, valvole, saracinesche) e tubazioni.

Per alimentare e comandare l'impianto di sollevamento sarà realizzato il relativo impianto elettrico e saranno installati i quadri elettrici principali ed ausiliari mentre per il rilevamento continuo dei principali parametri in campo sono previste apparecchiature e trasmettitori di misura che permettono la regolare acquisizione dei dati.

All'interno della stazione di sollevamento risulta installato un carro ponte che sarà anch'esso oggetto di manutenzione straordinaria.

Si rimanda alla "Relazione tecnica stazione di sollevamento", elaborato analitico A.12.00 del presente progetto per tutti gli approfondimenti e le informazioni di dettaglio.

### 11.3 VASCA DI CARICO IN LOCALITA' PIZZO TRE PUNTE

Come sopra indicato, l'impianto in oggetto in oggetto recapita le acque sollevate ad una vasca di carico realizzata nelle vicinanze della diga, in località Pizzo Tre Punte. (vedasi la foto che segue).

La vasca è stata realizzata in c.a. ed ha una pianta quadrata; in un manufatto, anch'esso in c.a., adiacente ad un lato della vasca stessa sono installati la condotta di arrivo dalla stazione di sollevamento, la presa per la condotta di derivazione irrigua, lo sfioratore e lo scarico di fondo per lo svuotamento.

Quest'opera è stata realizzata nel corso dei lavori di costruzione della diga e, a seguito del rilievo del loro stato di conservazione, è emerso che il piping e gli organi di regolazione installati necessitano di un intervento di manutenzione straordinaria.



Rev.	data
00	Giugno 2021



Si è previsto, pertanto, il controllo degli attuatori, delle tenute e la verniciatura in officina delle valvole a farfalla e dei giunti di smontaggio e il ripristino in opera nelle zone ossidate della verniciatura sulle superfici esterne delle tubazioni.

#### **11.4 TORRINO DI DISCONNESSIONE**

Le acque prelevate dall'invaso dal sistema di derivazione vengono convogliate in un torrino di disconnessione posto in sponda destra, nei pressi del canale dello scarico di superficie, mediante una condotta metallica posizionata nel cielo della galleria dello scarico di fondo.

Il torrino fissa il livello piezometrico a quota 183,00 m s.l.m., la stessa del torrino a valle della diga Ogliastro; in questo modo si possono immettere le acque della diga di Pietrarossa nelle rete irrigua dipendente dalla diga Ogliastro alle stesse condizioni di funzionamento idraulico.



Rev.	data
00	Giugno 2021

Esso risulta costituito da una vasca in c.a. (vedasi foto che segue) nella quale sbocca la condotta di derivazione, intercettata da n. 3 valvole a galleggiante.



Essa è dotata di uno sfioratore di superficie che fissa la quota massima della piezometrica; dalla stessa vasca si diparte la condotta adduttrice che nel suo tratto iniziale è dotata degli organi di regolazione e controllo 8misuratore di portata e valvola a farfalla.

Anche in questo caso dal rilievo dello stato di conservazione del piping e degli organi di regolazione è emersa la necessità di una loro manutenzione straordinaria.

Si procederà, quindi, al controllo degli attuatori, delle tenute e alla verniciatura in officina delle valvole a farfalla e a galleggiante e dei giunti di smontaggio; sarà installato un nuovo misuratore di portata elettromagnetico DN 1000 completo di elettronica e saranno realizzati i ripristini in opera della verniciatura sulle superfici esterne delle tubazioni, nelle zone che risultano ossidate.



Rev.	data
00	Giugno 2021

A completamento dell'intervento saranno ripristinati e completati il portone d'ingresso, i grigliati di calpestio, le passerelle, le scale e i parapetti.

## 11.5 INTERVENTI ELETTRICI

Gli impianti elettrici utilizzatori in esame saranno alimentati tramite una cabina di trasformazione media/bassa tensione (MT/BT), posta all'esterno, in prossimità dei fabbricati principali della Diga ed alimentati da una fornitura in media tensione.

All'interno della cabina saranno installati 2 trasformatori, funzionanti uno di riserva all'altro, del tipo in resina, per una migliore affidabilità e facilità di manutenzione, dimensionato per soddisfare ad un fabbisogno di almeno il 20% maggiore del richiesto, per far fronte a parte dei futuri ampliamenti e quindi maggiori richieste di potenza.

Un gruppo elettrogeno, installato in prossimità della cabina elettrica, garantirà l'alimentazione della totalità dei servizi nel caso di mancanza dell'alimentazione di rete. Per garantire la massima sicurezza anche in caso di avaria del primo gruppo, è stata prevista l'installazione di un secondo gruppo elettrogeno per l'azionamento degli impianti elettromeccanici necessari a garantire le operazioni di emergenza nel caso di situazioni di attenzione dell'invaso.

Dalla cabina verranno alimentati tutti i corpi di fabbrica funzionalmente collegati alla gestione della diga ed il cui funzionamento assicura il corretto esercizio e la verifica delle condizioni di sicurezza.

Unica zona non servita dalla cabina elettrica è la zona della vasca di carico, per la quale, vista la distanza e la sporadicità degli interventi da parte degli operatori, è stata prevista l'installazione di un gruppo elettrogeno di potenza sufficiente a garantire l'illuminazione dell'area e l'alimentazione di quadri prese CEE per poter alimentare apparecchiature necessarie per le operazioni di gestione e manutenzione.

La distribuzione principale esterna avviene mediante cavidotti e cunicoli portacavi interrati.

La distribuzione secondaria all'interno è effettuata in tubazioni sottotraccia nella casa di guardia ed in canali portacavi e tubazioni rigide a vista in tutti i locali tecnici e di manovra.

Ciascun corpo di fabbrica sarà alimentato da un quadro elettrico per la protezione ed il comando delle utenze presenti.

	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale	Rev.	data
		00	Giugno 2021

Il progetto prevede l'alimentazione di tutti i servizi per la gestione della diga ed il mantenimento della sicurezza di esercizio, nonché l'illuminazione delle aree esterne, con particolare riferimento a quelle dalle quali è necessario intervenire per verifiche ed ispezioni.

Grande attenzione è stata posta alla possibilità di gestire da postazione centralizzata tutte le apparecchiature elettromeccaniche della diga, connettendo mediante fibra ottica tutte le strutture di manovra dell'invaso (torre di presa, cunicoli, vasca di carico, etc.).

Tale infrastruttura di rete, per altro, consente di poter fruire di una rete di videosorveglianza che consente di verificare la presenza di personale non autorizzato, ma anche di poter verificare visivamente, e con solo mediante sistemi di misura e controllo, le condizioni di esercizio dell'invaso.

Grande attenzione è stata posta alla possibilità di mantenere costantemente in contatto l'ufficio di guardia con il personale operante in uno qualsiasi dei punti della struttura, ivi compresi i cunicoli di ispezione e le aree nelle quali il contatto radio o telefonico è difficile. Tale possibilità è garantita mediante l'installazione di access point doppia banda di tipo mesh che consentono agli operatori, ovunque si trovino, di poter contattare gli operatori mediante collegamento alla rete wi-fi interna, e di poter inviare fotografie e video durante le ispezioni.

Nella casa di guardia, inoltre, sono stati previsti tutti gli impianti necessari a garantire l'accoglienza ed il confort sia agli ambienti di lavoro, ma anche alla foresteria. Ci si riferisce in particolare all'impianto di riscaldamento e climatizzazione e all'impianto idrico-sanitario e di scarico.

Per tali impianti, grande attenzione è stata posta al risparmio energetico, garantendo impianti di grande efficienza energetica e utilizzo di fonti energetiche rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria.

	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale	Rev.	data
		00	Giugno 2021

## 12. SISTEMAZIONI STRADALI

Tra i lavori di completamento della diga sono ricompresi anche quelli relativi alla sistemazione e all'adeguamento della viabilità di accesso alla diga stessa.

In particolare le strade interessate dai lavori saranno tre:

- La strada provinciale n. 103, nel tratto ricompreso tra l'incrocio con la strada provinciale n. 182 e la strada di accesso alla diga;
- La strada di collegamento tra la strada provinciale n. 103 e l'area di sedime della vasca di carico in località Pizzo Tre Punte
- La strada di accesso alla diga che si diparte dalla succitata strada provinciale n. 103.

Tutti gli interventi previsti sono indicati nell'elaborato analitico A.13.00 "*Relazione tecnica sulle strade*" e negli elaborati grafici da B.14.01 a B.14.13 ai quali si rimanda per la loro puntuale descrizione, lo studio del tracciato e per l'individuazione delle planimetrie di progetto e di tracciamento, dei profili e delle sezioni, nonché delle opere di protezione e di sostegno.

Si prevede, inoltre, la realizzazione della strada di accesso al piazzale in sponda destra (già inclusa nel progetto originario ma mai realizzata) che, partendo in destra idraulica del canale di restituzione, risale verso il torrino di disconnessione e con un andamento pressochè parallelo al canale dello scarico di superficie raggiunge l'area prevista per la realizzazione del piazzale in sponda destra della diga.

	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale		Rev.	data
			00	Giugno 2021

### 13. SISTEMA DI MONITORAGGIO

Per completare il quadro delle informazioni necessarie per la redazione del progetto definitivo, si è proceduto ad una ricognizione della strumentazione geotecnica installata nell'ambito dei lavori di costruzione delle opere, per il controllo del comportamento del corpo diga e del versante sede del dissesto occorso nel gennaio 1992 durante la costruzione ed in esercizio. Si ricorda che i lavori sono stati sospesi nel 1993 per essere ripresi brevemente nel 1995, nuovamente sospesi nello stesso anno e mai più ripresi.

Dall'esame dell'elaborato "Allegato R5 - Misure agli strumenti installati nel corpo diga", redatta nell'ambito del progetto esecutivo 1995 si evince che il sistema di monitoraggio era stato realizzato strumentando le sezioni 3, 6, 9, 9bis e 12 del corpo diga. Tale sistema era costituito da: n.56 celle di tipo elettrico per la misura della pressione totale agente sul piano orizzontale e sui due piani verticali parallelo e perpendicolare all'asse diga; n.46 piezometri elettrici per la misura della pressione neutra e n.12 assestimetri con anelli magnetici per la misura degli spostamenti verticali nel terreno di fondazione e nel rilevato.

Sulla scorta dei documenti disponibili è stata effettuata una ricognizione dei luoghi osservando che, sull'attuale coronamento alla quota di 191 m s.m.m., gli strumenti erano stati "protetti" con dei castelletti metallici cubici realizzati con tondini di acciaio per c.a. dipinti di rosso. La quasi totalità di tali protezioni è stata divelta ed i tondini di acciaio sono stati utilizzati per realizzare le chiudende delle recinzioni delle zone di pascolo degli animali.

**Per quanto riguarda il corpo diga, non è stato possibile individuare gran parte degli strumenti a suo tempo installati; la totalità di quelli individuati è risulta essere danneggiata e dunque inservibile.**

**Per quanto riguarda il versante in sponda destra**, la strumentazione installata nel corso della campagna di indagine condotta negli anni 1991-92 comprendeva n.5 tubi inclinometrici della profondità di 30 m, contraddistinti con le sigle S4, S7, S9, S10, S14 e n.3 piezometri, nei fori di sondaggio S2, S11 e S14.

Dal sopralluogo effettuato non è stata rinvenuta traccia della strumentazione a suo tempo installata, sicuramente oramai nascosta al di sotto dell'attuale piano di campagna a seguito di colamenti della coltre superficiale e delle continue arature dei terreni intervenute nel tempo.



Rev.	data
00	Giugno 2021

Per soddisfare la imprescindibile necessità di dotare l'infrastruttura di un efficiente sistema di monitoraggio e controllo delle opere, è stato quindi redatto un progetto di strumentazione ex-novo per il quale, nel seguito, si forniscono tutti i dettagli utili.

### 13.1 MONITORAGGIO AUTOMATICO DELLA SPONDA DESTRA

Sulla sponda destra della diga a monte del canale fuggatore, nell'ambito delle indagini condotte per il presente progetto, sono già state installate n.4 tubazioni inclinometriche della lunghezza compresa tra 40 e 50 m per le quali sono in corso le letture con sonda manuale per il monitoraggio con cadenza mensile/bimensile.

Nel presente progetto è invece previsto il monitoraggio automatico continuo attraverso l'installazione di inclinometri fissi all'interno delle tubazioni esistenti. In tal modo si potrà tenere conto anche dello storico delle misure manuali effettuate prima della loro automazione.

Nel corso della campagna di indagine 2020/2021 sono state installate anche n.8 tubazioni piezometriche (una a tubo aperto e le altre di tipo Casagrande) per le quali sono in corso le letture con sonda manuale con cadenza mensile/bimensile. Anche per questa strumentazione è stata prevista l'automazione delle letture, raggruppando le tubazioni in gruppi di 2 o 3 e utilizzando n.3 acquisitori.

Nella zona in cui sarà realizzato il diaframma di tenuta idraulica è stato altresì, previsto di installare n.4 nuove tubazioni in ABS ognuna da strumentare con n.4 sonde assesto-inclinometriche digitali a lettura automatica per misurare i movimenti orizzontali (x-y) ed i cedimenti verticali (z). Analoga strumentazione sarà installata in n.2 pali

Tutta la strumentazione sarà collegata a n.9 acquisitori, alimentati a 220V, che saranno in grado di inviare dati e allarmi alla postazione di controllo. L'invio sarà effettuato tramite un modem e i dati saranno visibili tramite il servizio di gestione WMS.

### 13.2 MONITORAGGIO CORPO DIGA

Per il monitoraggio del corpo diga si è scelto di strumentare le stesse sezioni di monitoraggio precedentemente attrezzate al momento della realizzazione, pertanto saranno strumentate le sezioni 3, 6, 9, 12 effettuando delle perforazioni dal coronamento, monitorandone la verticale.

	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale	Rev.	data
		00	Giugno 2021

E' previsto un monitoraggio piezometrico di tutte e 4 le sezioni con n.3 piezometri a corda vibrante per ogni sezione, installati alla profondità di 25, 45 e 60m, per la misura delle variazioni delle pressioni interstiziali.

Tutte e 4 le sezioni saranno strumentate con colonne inclino-assestometriche in ABS approfondite fino a 54m e con anelli magnetici ogni metro. Prima della loro automazione si prevede una lettura di zero con sonda inclinometrica e sistema assetimetrico.

Le tubazioni saranno strumentate con due tipologie differenti di strumenti. Le sezioni centrali 6 e 9 saranno strumentate ognuna con 16 sonde assesto-inclinometriche digitali, mentre le sezioni 3 e 12 saranno attrezzate ciascuna con 15 sonde inclinometriche digitali. Le sonde assesto-inclinometriche misureranno i movimenti orizzontali (x-y) ed i cedimenti verticali (z), mentre le sonde inclinometriche registreranno solo gli spostamenti orizzontali.

Tutti i sensori che monitorano il corpo diga saranno automatizzati; un acquirente posizionato nella sezione 9, alimentato a 220V, sarà in grado di inviare i dati e gli allarmi, in caso di superamento delle soglie preimpostate. L'invio sarà effettuato tramite un modem. I dati saranno visibili tramite il servizio di gestione dati WMS.

Nella figura di pagina seguente è rappresentata schematicamente la strumentazione prevista con riferimento alla sezione Sez. 9.

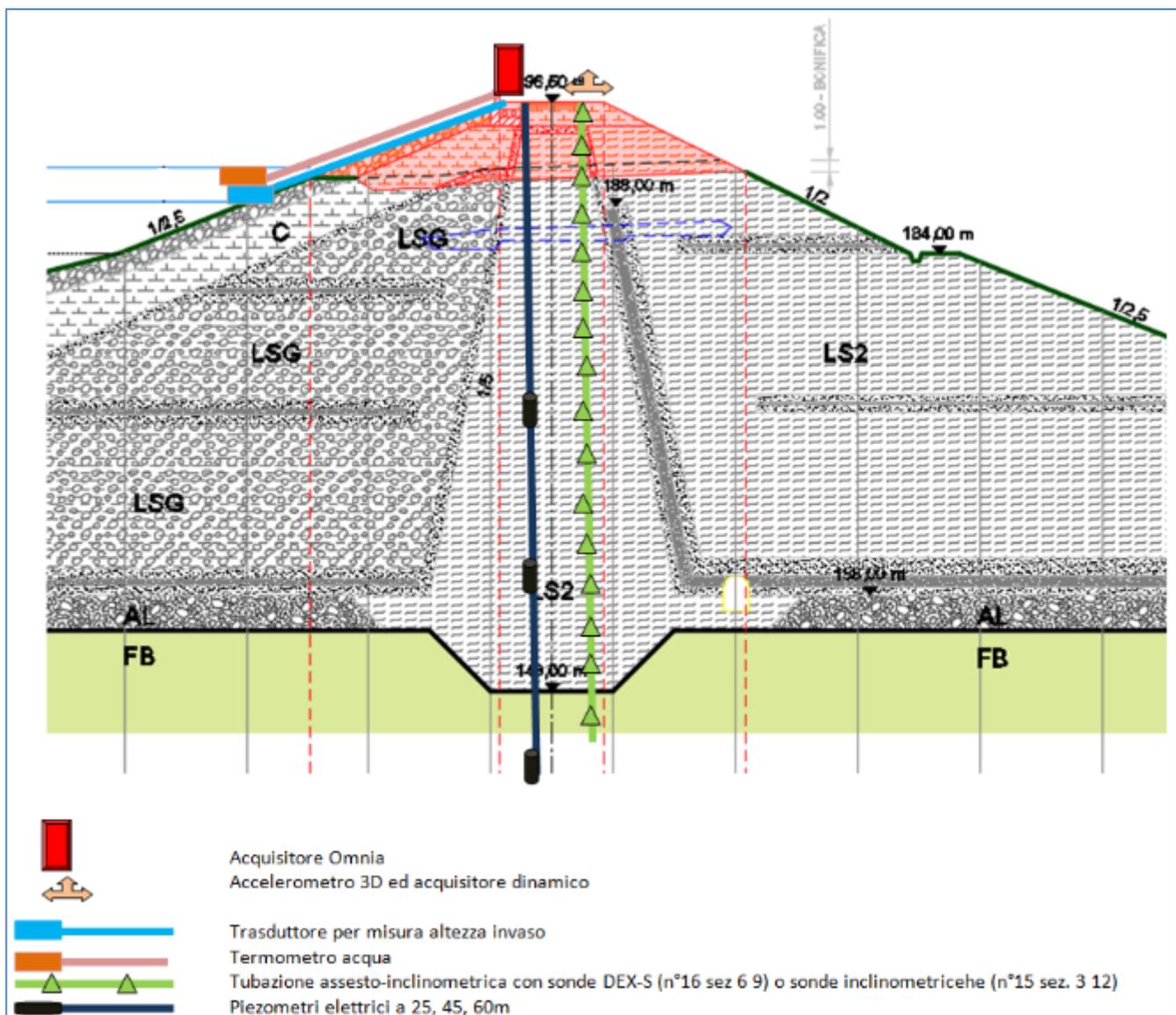
### 13.3 MONITORAGGIO DINAMICO

La presente proposta prevede di installare in campo n.3 accelerometri triassiali muniti di acquirente, posti rispettivamente uno al piede diga, uno sul coronamento in corrispondenza dalle sezione 9 ed uno in corrispondenza della casa di guardia.

Gli acquisitori saranno alimentati con corrente di rete a 220V e registreranno gli eventi a cui la diga verrà sollecitata inviando gli stessi tramite un modem. I dati saranno visibili tramite il servizio di gestione dati WMS.



Rev.	data
00	Giugno 2021



**Sezione 9 – Schema della strumentazione installata**

### 13.4 MONITORAGGIO DELLE PERDITE NEL CUNICOLO

Per monitorare la quantità d'acqua raccolte nel cunicolo di drenaggio, nelle canalette di raccolta laterali in corrispondenza della sezione terminale dello stesso, saranno installati due stramazzi con stadia millimetrata, per una misura manuale, ed un trasduttore di livello.

Le letture strumentali verranno registrate in continuo su un acquirente, alimentato a batterie, che sarà in grado di inviare i dati e gli allarmi, in caso di superamento delle soglie impostate. L'invio sarà effettuato tramite un modem e i dati saranno visibili tramite il servizio di gestione dati WMS.

	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale	Rev.	data
		00	Giugno 2021

### 13.5 MISURATORI DEL LIVELLO DELL'INVASO E TEMPERATURA ACQUA

In corrispondenza delle sezioni 6 e 9 saranno posizionati, per ciascuna sezione, un termometro per la misura della temperatura dell'acqua nell'invaso ed un trasduttore di pressione relativo per la misura delle variazioni del livello dell'acqua dell'invaso

I due strumenti verranno calati dentro tubazioni di protezione ancorate saldamente alla scogliera, mentre i cavi raggiungeranno l'acquisitore posto nella sezione 9.

### 13.6 MONITORAGGIO METEOROLOGICO

In progetto è previsto di installare in campo una stazione meteo in modo da poter correlare le misure strumentali con gli eventi meteorologici.

Saranno misurati la quantità di pioggia, la velocità e la direzione del vento, la temperatura, l'umidità. La stazione sarà posizionata in prossimità della casa di guardia.

Tutti i sensori saranno automatizzati e l'acquisitore, alimentato con corrente di rete a 220V, sarà in grado di inviare i dati e gli allarmi, in caso di superamento delle soglie impostate. L'invio sarà effettuato tramite un modem. I dati saranno visibili tramite il servizio di gestione dati WMS.



Rev.	data
00	Giugno 2021

## 14. TUTELA ARCHEOLOGICA

Dal punto di vista archeologico, la diga di Pietrarossa ricade in un comprensorio con un ruolo assolutamente centrale rispetto alle grandi problematiche storico archeologiche che caratterizzano l'insediamento in questa parte della Sicilia fin dai tempi più remoti. Decenni di studi e ricerche sono confluiti in una consistente bibliografia e nell'attività di tutela delle Istituzioni concretizzata nel Piano Paesistico delle provincie di Enna e Catania, con numerose aree di interesse archeologico (art.142, lett. m, D.lgs.42/04) e a vincolo diretto (Art. 10 D. Lgs. 42/04).

L'area di realizzazione dell'infrastruttura in oggetto, posta al confine tra l'entroterra di Catania e quello di Enna, è nota soprattutto per il rinvenimento di una *statio* romana in contrada Casalгимondo, situata ai margini di una collinetta ad est del torrente *Acquabianca*, affluente del Pietrarossa, ricadente all'interno dell'area oggetto dell'invaso della diga (**fig. 1**).



**Figura 1 – Lo scavo della *statio romana*.**



Rev.	data
00	Giugno 2021

Gli scavi archeologici del 2005 hanno indagato alcuni ambienti rettangolari con piani pavimentali in malta e muri perimetrali conservatisi fino alla quota di 50 cm dal p.d.c., databili alla fase tarda di occupazione del sito (III-IV sec. d.C.). A breve distanza furono rinvenuti resti riconducibili a un edificio termale (colonne, vasca in malta idraulica, *suspensurae*) del I e II sec. d.C. e una fornace della stessa cronologia. A N del peristilio, due ambienti sembrano aver avuto la funzione di stalle. Il rinvenimento rimanda verosimilmente, nella prima fase, alla presenza di una *statio* dell'Itinerarium Antonini, mentre alla seconda fase di occupazione del sito sarebbero da attribuirsi gli impianti produttivi.

In merito a tale evidenza, il progetto a base di gara ha già predisposto una serie di attività confluite nel “Progetto per la conoscenza, conservazione e valorizzazione mediatica della *statio romana*” di Casalgrismondo in territorio di Aidone-Enna”<sup>1</sup>, mirato a “salvaguardare il sito archeologico, esaurendo in un’ultima campagna di scavo l’indagine dell’area e assicurandone la conservazione fisica dei resti e una fruizione se pur indiretta degli stessi”.

La relazione archeologica redatta nell’ambito della progettazione definitiva<sup>2</sup> è stata effettuata allo scopo di inquadrare il sito nell’ambito delle conoscenze archeologiche di tipo bibliografico-archivistico nelle porzioni delle provincie di Enna e Catania interessate dai lavori, anche in rapporto alle problematiche relative alla viabilità antica.

Nella relativa carta archeologica (**fig. 2**) si osserva, in particolare, la prossimità dell’invaso con numerose presenze antiche, databili dalla preistoria al medioevo, che confermano come l’area di realizzazione della diga sia parte integrante di un contesto ad alta vocazione insediativa con un notevole sviluppo diacronico.

Tra queste (oltre al già citato sito della *statio* romana, **fig. 2 n. 13**) si segnalano quella di Contrada Pietrarossa nel comune di Mineo (**fig. 2, n. 09**), nel quale è segnalata la presenza di un insediamento tardoantico, quella delle località Poggio Russotto - M. Alfone - S. Cataldo (**fig. 2, n. 08**), con resti di frequentazione dall’età preistorica a quella medievale, e quella di località C.da Tre Portelle - Cozzo Valenti, con tombe a grotticella artificiale di età preistorica reimpiegate tra tarda antichità ed età bizantina (**fig. 2, n. 07**).

<sup>1</sup> Redatto a cura dell’ Assessorato dei Beni Culturali e dell’IS; Dipartimento dei Beni Culturali e dell’IS; S15 - Servizio Soprintendenza Beni Culturali ed Ambientali di Enna; S15.4 / U.O.di Base - Sezione per i Beni Archeologici di Enna. Perizia del 22 febbraio 2021.

<sup>2</sup> Cfr. elaborato con codifica A.09.00, al quale si rimanda per ulteriori approfondimenti.



Rev.	data
00	Giugno 2021

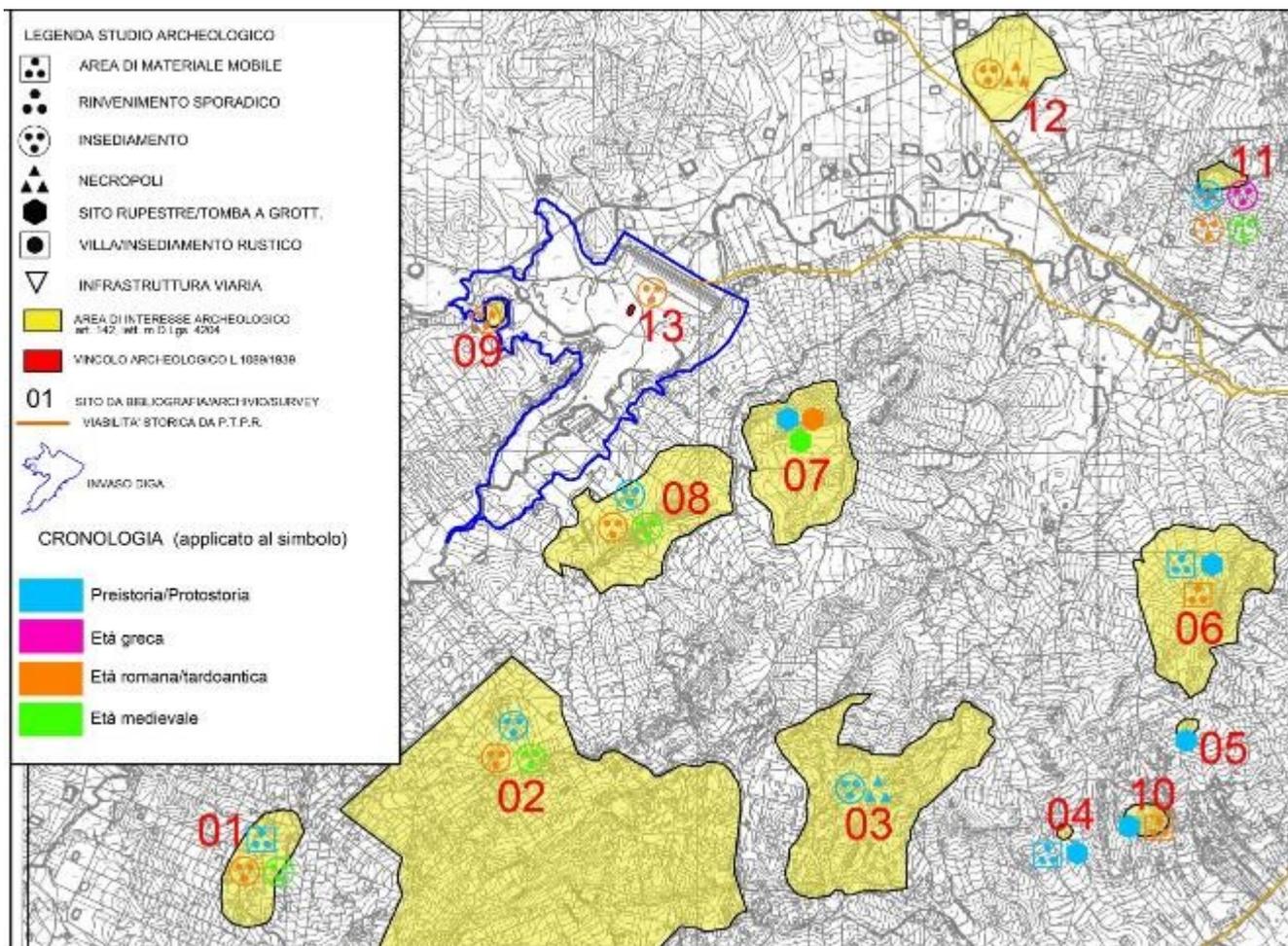


Figura 2 – Presenze archeologiche nell’area della diga di Pietrarossa.

In merito alle problematiche relative alla viabilit  antica,   stato proposto di identificare il sito con la *mansio* Capitoniana, riconoscendovi un sicuro ruolo di stazione di sosta almeno per la fase di I-II sec. d.C.. Pur escludendo l’identificazione dell’area con *Capitoniana* a causa dell’eccessiva distanza da Catania (circa km 48 rispetto ai 35 traditi nell’*It. Ant.*), sembra, tuttavia, innegabile l’esistenza a Pietrarossa di struttura relativa al *cursus publicus*, forse precedente alla riorganizzazione della viabilit  tardoantica.



Rev.	data
00	Giugno 2021

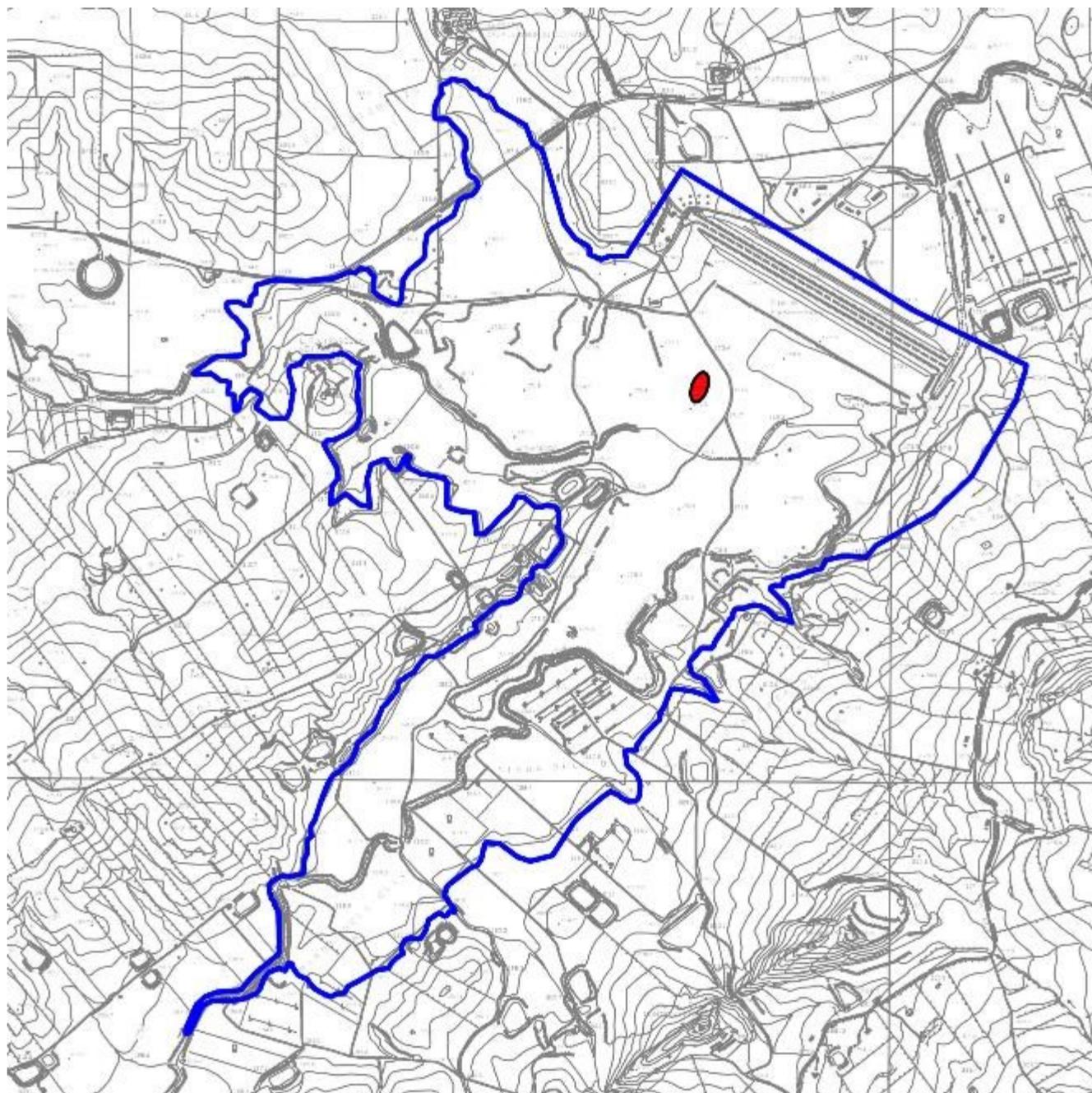


Figura 3 – L'area dell'invaso della diga (in blu) rispetto al sito archeologico attualmente indagato.

	LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> Relazione Generale	Rev.	data
		00	Giugno 2021

## 15. ESPROPRI

Gli interventi previsti in progetto relativi alla sistemazione funzionale dell'esistente S.P. 103, prevedono l'adeguamento del tracciato, con conseguente variazione dell'area d'impronta dell'esistente infrastruttura stradale. Tali variazioni impegnano aree private, rendendo necessario il ricorso a procedure di esproprio.

Le aree oggetto di esproprio risultano essere del tipo non edificabile e prettamente ad uso agricolo, per tali aree la normativa di riferimento attualmente in vigore è rappresentata dall'art. 40, *Testo Unico - Espropriazioni per pubblica utilità* D.P.R. n. 327/2001 e ss.mm.ii.

Al fine di stimare il più probabile valore agricolo dei terreni da espropriare, si è fatto riferimento al "Listino dei valori immobiliari dei terreni agricoli – Provincia di Enna" (Listino 2020) e al "Listino dei valori immobiliari dei terreni agricoli – Provincia di Catania" (Listino 2021), contenente le quotazioni dei valori di mercato dei terreni agricoli per le principali colture presenti nei territori comunali di Aidone (EN) e Ramacca (CT).

Gli importi relativi all'indennità di esproprio e agli oneri per le procedure espropriative e catastali sono riportati nella tabella seguente.

<b>Indennità di esproprio</b>	<b>€ 55.399,40</b>
<b>Eventuale indennità aggiuntiva proprietario coltivatore diretto</b>	<b>€ 27.699,70</b>
<b>Oneri per procedure espropriative e pratiche catastali</b>	<b>€ 17.000,00</b>
<b>TOTALE</b>	<b>100.099,10</b>

Per l'individuazione delle ditte e il calcolo analitico delle indennità, si rimanda all'elaborato di progetto denominato "A.18.03 - Stima indennità di esproprio - Relazione".

Per l'individuazione grafica delle aree da espropriare si rimanda all'elaborato di progetto denominato "A.18.04 - Piano particellare di esproprio".



Rev.	data
00	Giugno 2021

## 16. QUADRO FINALE DI SPESA

### DIGA DI PIETRAROSSA - QUADRO ECONOMICO

<b>A</b>	<b>SOMME A BASE DI APPALTO</b>	
1	Completamento corpo diga	4 926 398,17
2	Interventi per la messa in sicurezza dal versante in sponda destra	13 782 283,88
3	Adeguamento opere di presa e scarico di fondo	233 262,30
4	Nuove gallerie al cunicolo drenaggi	2 020 003,68
5	Interventi elettromeccanici	2 445 511,00
6	Impianti elettrici	5 422 370,13
7	Impianti speciali	422 298,12
8	Sistemazioni stradali	2 925 917,60
9	Interventi di ripristino degli organi di manovra sulla condotta adduttrice dal serbatoio Pietrarossa alla rete irrigua Ogliastro	15 556,55
10	Sistema di monitoraggio	610 140,47
11	Interventi di adeguamento sismico	1 990 934,99
12	Interventi generali di manutenzione	17 355,00
13	Risanamento calcestruzzi ammalorati	1 646 301,72
14	Viadotti	385 367,70
15	Sistemazione tratto di alveo a valle della diga	929 372,21
16	Oneri della sicurezza	811 887,63
	<b>SOMMARIO</b>	<b>38 564 961,15</b>
<b>B</b>	<b>SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE</b>	
1	IVA	8 484 291,45
2	Competenze tecniche ed indagini geognostiche incluso IVA	3 300 000,00
3	Incentivi per funzioni tecniche	771 299,22
4	Spese pubblicità	50 000,00
5	Imprevisti	2 203 272,99
6	Lavori area archeologica	1 900 000,00
7	Attivazione VIA	100 000,00
8	Oneri discarica	150 000,00
9	Struttura commissariale	876 175,18
10	Collaudi	1 000 000,00
11	Prove laboratorio ed accertamenti	1 000 000,00
12	Indennità di esproprio	1 600 000,00
	<b>SOMMARIO</b>	<b>21 435 038,85</b>
	<b>TOTALE A + B</b>	<b>60 000 000,00</b>