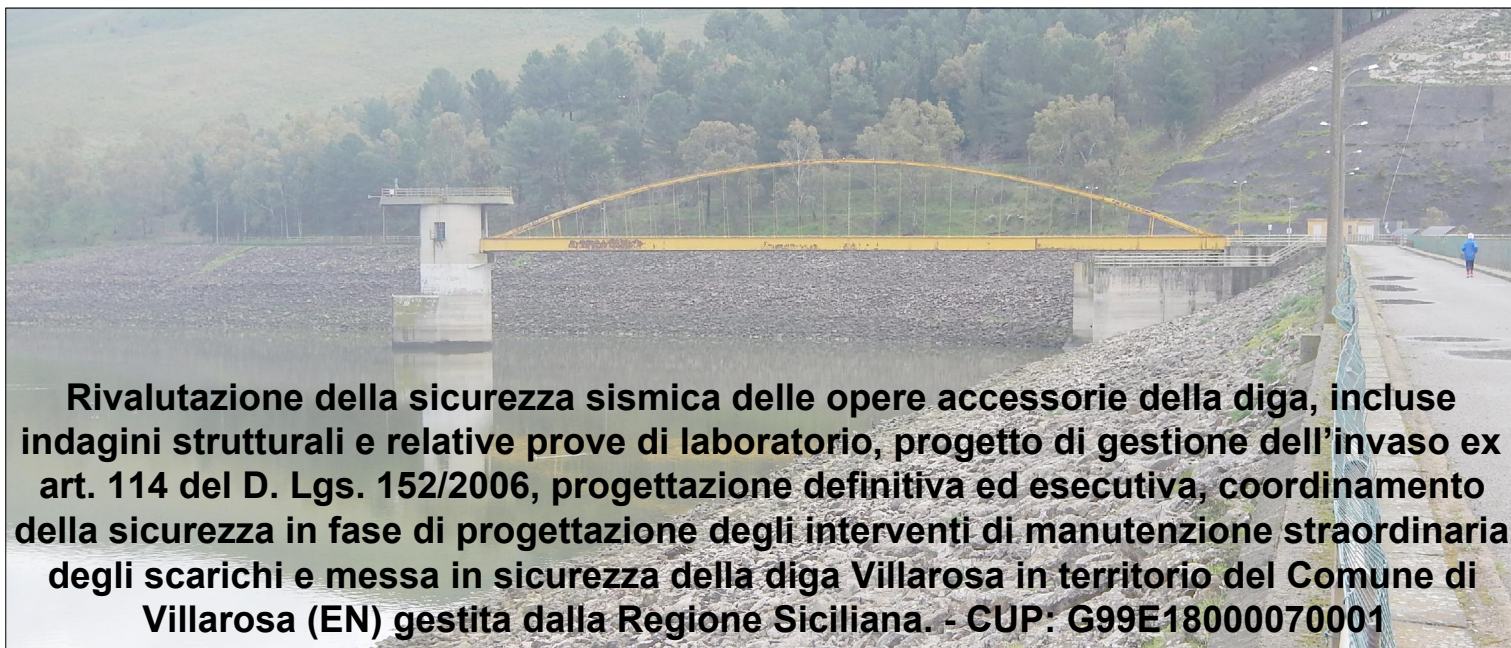




REGIONE SICILIANA  
Assessorato Regionale dell'Energia  
e dei Servizi di Pubblica Utilità  
Dipartimento Regionale dell'Acqua e dei Rifiuti



**Rivalutazione della sicurezza sismica delle opere accessorie della diga, incluse indagini strutturali e relative prove di laboratorio, progetto di gestione dell'invaso ex art. 114 del D. Lgs. 152/2006, progettazione definitiva ed esecutiva, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione degli interventi di manutenzione straordinaria degli scarichi e messa in sicurezza della diga Villarosa in territorio del Comune di Villarosa (EN) gestita dalla Regione Siciliana. - CUP: G99E18000070001**

## FASE I

RESPONSABILE DI PROGETTO:

Dott. Geol. Giuseppe Lombardo

INGEGNERE RESPONSABILE DELLA DIGA:

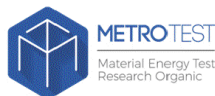
Ing. Davide Galazzo

DIRIGENTE GENERALE DEL DRAR:

Dott. Arturo Vallone

R.T.P. TRA:

Mandataria

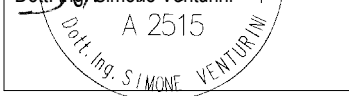


Mandanti



REDAZIONE DELL'ELABORATO

SOCIETA' INGEGNERI VERONA E PRATO  
RESPONSABILE DELL'ELABORATO  
TECHNITAL S.p.A.  
Dott. Ing. Simone Venturini



DIREZIONE DI PROGETTO PER L'RTP :

SERING Ingegneria S.r.l.

Dott. Ing. Gabriele Speciale

TITOLO:

**DIGA VILLAROSA  
PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO  
AI SENSI DELL'ART. 114 DEL D.LGS. 152/2006 E SS.MM.II**

CODICE:

**II118P-PGI-RT-0001-02**

|           |    | REDATTO                     | VERIFICATO | APPROVATO |      |      |
|-----------|----|-----------------------------|------------|-----------|------|------|
| SIGLA     |    | P. Trevisan                 | C. Zago    | A. Rizzo  |      |      |
| REVISIONE | N. | DESCRIZIONE                 |            |           | RED. | VER. |
|           | 00 | Emissione - Febbraio 2021   |            |           | P.T. | A.N. |
|           | 01 | Aggiornamento - Luglio 2025 |            |           | D.A. | C.Z. |
|           | 02 |                             |            |           |      |      |

NOME FILE :

**II118P-PGI-RT-0001-02.pdf**

DATA :

**Luglio 2025**

SCALA :

-

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 1 di 86                                                                                             |

**Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità**  
**Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti**

**DIGA VILLAROSA**

**PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO**  
**AI SENSI DEL DLGS 152/06 E DEL D.M. 30/06/2004**

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III18P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 2 di 86                                                                                             |

## I N D I C E

|        |                                                                                                                     |    |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.     | PREMESSA                                                                                                            | 6  |
| 2.     | NORMATIVA DI SETTORE                                                                                                | 8  |
| 2.1.   | Normativa nazionale                                                                                                 | 8  |
| 2.2.   | Normativa Regionale                                                                                                 | 12 |
| 3.     | CARATTERIZZAZIONE DI BASE                                                                                           | 13 |
| 3.1.   | Descrizione geografica del territorio e ubicazione dell'invaso                                                      | 13 |
| 3.1.1. | Contesto territoriale a monte e a valle dell'invaso                                                                 | 13 |
| 3.1.2. | Anagrafica e Georeferenziazione dell'impianto (dati FCEM)                                                           | 14 |
| 3.2.   | Descrizione dell'opera di sbarramento                                                                               | 15 |
| 3.2.1. | Invaso e diga di Villarosa                                                                                          | 15 |
| 3.2.2. | Schema idraulico con descrizione degli utilizzi                                                                     | 26 |
| 3.2.3. | Programma generale delle attività di svasso/sfangamento                                                             | 26 |
| 3.3.   | Caratteristiche del bacino idrografico                                                                              | 26 |
| 3.3.1. | Inquadramento idrogeologico ed ambientale del bacino sotteso                                                        | 26 |
| 3.3.2. | Concentrazione del materiale solido in sospensione nelle acque del corpo idrico a monte e a valle dello sbarramento | 28 |
| 3.3.3. | Descrizione delle caratteristiche meteorologiche e idrologiche del bacino                                           | 33 |
| 3.4.   | Caratterizzazione dell'invaso                                                                                       | 37 |
| 3.4.1. | Disposizione planimetrica del materiale sedimentato                                                                 | 37 |
| 3.4.2. | Calcolo del volume di materiale solido sedimentato nel serbatoio                                                    | 37 |
| 3.4.3. | Valutazione del volume medio di materiale solido che sedimenta in un anno nel serbatoio                             | 41 |
| 3.4.4. | Stato di interrimento in prossimità degli organi di scarico e presa e del paramento di monte dello sbarramento      | 42 |
| 3.4.5. | Caratterizzazione qualitativa e quantitativa dei sedimenti presenti nell'invaso                                     | 45 |
| 3.4.6. | Caratterizzazione qualitativa e quantitativa delle acque dell'invaso                                                | 50 |
| 4.     | SEZIONE 2 – PARTE OPERATIVA                                                                                         | 56 |
| 4.1.   | Programma generale delle attività di svasso/sfangamento                                                             | 56 |
| 4.2.   | Piano Operativo relativo alla rimozione dei sedimenti in prossimità dello scarico di fondo                          | 57 |

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | <i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità</i><br><i>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i><br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                                   | Pag. 3 di 86                                                                                             |

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.1. Rimozione dei sedimenti mediante escavo                                               | 57 |
| 4.2.2. Aree di stoccaggio dei sedimenti e modalità di refluimento dei materiali              | 62 |
| 4.2.3. Stima tempi e costi                                                                   | 71 |
| 4.2.4. Piano di monitoraggio                                                                 | 74 |
| 4.3. Ulteriori azioni di contenimento del trasporto solido                                   | 75 |
| 4.4. Piano delle operazioni sistematiche                                                     | 76 |
| 4.4.1. Movimentazione degli organi di scarico di fondo con fluitazione dei sedimenti a valle | 78 |
| 4.4.2. Scenari previsionali connessi con le operazioni di manutenzione/ispezione             | 81 |
| 4.4.3. Monitoraggi                                                                           | 82 |
| 4.4.4. Comunicazioni                                                                         | 83 |
| 5. BIBLIOGRAFIA                                                                              | 85 |

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III18P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 4 di 86                                                                                             |

## INDICE DELLE FIGURE

|                                                                                                                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 2-1 DIAGRAMMA DI FLUSSO DEL PROCESSO DECISIONALE                                                                                                                                                                                                        | 11 |
| FIGURA 3-1 ANALISI DELLE PRESSIONI DEI CORPI IDRICI SUPERFICIALI, REPORT 1.B, PIANO DI GESTIONE DELLE ACQUE DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SICILIA.                                                                                                           | 14 |
| FIGURA 3-2 CONFINI COMUNALI                                                                                                                                                                                                                                    | 15 |
| FIGURA 3-3 PLANIMETRIA DELLA DIGA E DELL'INVASO DA PROGETTO.                                                                                                                                                                                                   | 16 |
| FIGURA 3-4 IMMAGINE SATELLITARE DELL'INVASO E DELLA DIGA DI VILLAROSA, 2019 (FOTO: GOOGLE EARTH)                                                                                                                                                               | 17 |
| FIGURA 3-5 FOTO DELLO SCARICO DI SUPERFICIE.                                                                                                                                                                                                                   | 18 |
| FIGURA 3-6 UBICAZIONE DEGLI SCARICHI DI SUPERFICIE E DELLO SCARICO DI FONDO, CHE CONVERGONO A VALLE DELLA DIGA (FOTO GOOGLE EARTH, 2019)                                                                                                                       | 20 |
| FIGURA 3-7 DIAGRAMMA QUOTE-AREE-VOLUMI DEL F.C.E.M (VEDASI TAVOLA 118P-PGI-DT-003-001)                                                                                                                                                                         | 22 |
| FIGURA 3-8 COLLEGAMENTI STRADALI DELL'INVASO                                                                                                                                                                                                                   | 24 |
| FIGURA 3-9 IMMAGINI DELLE STRADE CIRCUMLACUALI (FONTE: GOOGLE EARTH)                                                                                                                                                                                           | 25 |
| FIGURA 3-10 FIUMI E TORRENTI AFFERENTI ALL'INVASO (FONTE: GEOPORTALE NAZIONALE)                                                                                                                                                                                | 27 |
| Figura 3-11 Corine Land cover 2012 per l'area a monte dell'invaso                                                                                                                                                                                              | 29 |
| FIGURA 3-12 – IMMAGINE 3D DEGLI AFFLUENTI ALL'INVASO VILLAROSA E DEI TERRITORI CIRCOSTANTI, DATA 2006 (FONTE: GEOPORTALE NAZIONALE DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE)                                                                                                | 30 |
| FIGURA 3-13 CARTA GEOLOGICA DEL TERRITORIO (FONTE: GEOPORTALE NAZIONALE DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE).                                                                                                                                                          | 32 |
| FIGURA 3-14 PAI, PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA E RETICOLO IDROGRAFICO (FONTE: GEOPORTALE NAZIONALE DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE).                                                                                                                                  | 33 |
| FIGURA 3-15 ANDAMENTO DEL LIVELLO DI INVASO E DELLA PRECIPITAZIONE CUMULATA MENSILE DAL 2008 AL 2020. CON BARRE TRATTEGGIATE IN VERDE SONO INDICATE LE DATE IN CUI È STATO APERTO LO SCARICO DI FONDO PER EVACUARE LE ACQUE A SEGUITO DI EVENTI METEOROLOGICI. | 34 |
| FIGURA 3-16 ANDAMENTO MENSILE DELLE PRECIPITAZIONI, PERIODO 2008-2020                                                                                                                                                                                          | 35 |
| FIGURA 3-17 GRAFICO SUPERFICI-VOLUMI COSÌ COME INDICATI A COLLAUDO.                                                                                                                                                                                            | 39 |
| FIGURA 3-18 CONFRONTO FRA I VOLUMI DI INVASO AL MOMENTO DELLA REALIZZAZIONE DELLA DIGA E AL 2020.                                                                                                                                                              | 40 |

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III18P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 5 di 86                                                                                             |

|             |                                                                                                                                         |    |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 3-19 | PLANIMETRIA DELLO SCARICO DI FONDO COSÌ COME INDICATA NEL PROGETTO ESECUTIVO DEL 1969 (TAVOLA I-10) E A COLLAUDO.                       | 43 |
| FIGURA 3-20 | SEZIONE DELLO SCARICO DI FONDO CON LA QUOTA DI MATERIALE SEDIMENTATO AL 2020.                                                           | 44 |
| Figura 3-21 | Ubicazione delle stazioni di campionamento dei sedimenti                                                                                | 46 |
| Figura 3-22 | Ubicazione dei punti di campionamento per la caratterizzazione delle acque                                                              | 52 |
| FIGURA 4-1  | FOTO DEL CORONAMENTO DELLA DIGA.                                                                                                        | 59 |
| FIGURA 4-2  | FOTO DELLO SCARICO DI SUPERFICIE, PARAMENTO DI VALLE. CON TRATTEGGIO È INDICATA LA POSSIBILE UBICAZIONE DELLA TUBAZIONE DI REFLUIMENTO. | 60 |
| FIGURA 4-3  | PARTICOLARE DELLA TRAMA DRENANTE DEL GEOTUBO                                                                                            | 63 |
| FIGURA 4-4  | POSSIBILI SEZIONI TIPO DEL GEOTUBO                                                                                                      | 65 |
| FIGURA 4-5  | GEOTUBI CON BOCCHETTE PER IL REFLUIMENTO                                                                                                | 66 |
| Figura 4-6  | Possibile stazione di campionamento a valle                                                                                             | 75 |

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III18P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 6 di 86                                                                                             |

## 1. PREMESSA

A seguito dell'adozione del Piano Nazionale per le dighe, la Direzione Generale per le Dighe e le Infrastrutture Idriche ed Elettriche, quale proponente del piano, ha individuato delle attività inerenti agli interventi volti ad incrementare la sicurezza di 101 grandi dighe in Italia da finanziare attraverso l'utilizzo dei Fondi di Sviluppo e di Coesione. Tra le dighe individuate è compresa anche quella di Villarosa.

A seguito di Gara europea a procedura aperta per l'affidamento dei servizi di architettura e ingegneria relativi all'espletamento di "Verifiche sismiche delle opere accessorie della diga, progetto di gestione dell'invaso ex art. 114 del D.Lgs. 152/2006, redazione del progetto definitivo ed esecutivo e coordinamento della sicurezza in fase di progettazione degli interventi di manutenzione straordinaria degli scarichi della diga Villarosa gestita dalla Regione Siciliana" il RTP Sering Ingegneria srl (Mandatara), Technital Spa, Orion Progetti S.r.l.s., GEO R.A.S. S.r.l., Metro Test S.r.l., Ing. Antonio Nastri e A.G.S. S.r.l. (Mandanti) è risultato aggiudicatario dei servizi di Ingegneria succitati.

Nell'ambito della FASE 2 dei servizi di ingegneria sopra indicati, è stata eseguita la valutazione della sicurezza idrologico-idraulica dell'opera. L'esigenza di una nuova verifica, tenuto conto degli anni trascorsi dalla costruzione dell'opera, è fondata su tre aspetti essenziali: a) il target di riferimento sul livello di rischio assegnato basato su un Tempo di Ritorno (1000 anni); b) la disponibilità di dati idrologici più aggiornati e completi rispetto a quelli utilizzati in precedenza; c) la possibilità di utilizzo di metodologie più attendibili per la stima delle portate di piena.

La Relazione Idrologica Idraulica approvata tiene conto delle osservazioni e delle integrazioni richieste dal M.I.T. a seguito dell'istruttoria redatta dalla Div. 7 del febbraio 2024.

Con nota prot. DRAR n. 48429 del 21/11/2024, in considerazione delle sopravvenute ed ulteriori necessità di reperimento di fonti idriche per i diversi usi, ha richiesto all'Ufficio Tecnico per le Dighe di Palermo e alla Direzione Generale per le Dighe l'autorizzazione all'incremento della quota d'invaso a quota 386,30 metri s.l.m..

Con nota prot. n. 30900 del 23/12/2024, assunta al protocollo del DRAR in pari data al n. 53104, l'Ufficio Tecnico per le Dighe di Palermo ha autorizzato l'incremento della quota d'esercizio dell'invaso Villarosa alla soglia di sfioro dello scarico di superficie posto alla quota di 386,30 metri s.l.m. a condizione, fra l'altro, di ".....*ripristinare la funzionalità delle paratoie dello scarico di fondo, del circuito oleodinamico e dei quadri di manovra* (v. in ultimo nota UTD-PA n° 30718 del 20.12.2024)".

Di conseguenza con Nota del 31/01/2025 prot. 3929 il RUP ha chiesto l'aggiornamento del Progetto di Gestione Invaso già redatto, alla luce delle considerazioni e dei contenuti di quanto sopra esposto.

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 7 di 86                                                                                             |

Il Presente documento si configura quindi come rev.2 del Progetto di Gestione dell'Invaso (PGI) generato dalla diga di Villarosa. Il PGI è redatto ai sensi dell'art.114 del D. Lgs. 03/04/2006, n. 152, e ss.mm.ii., in conformità al D.M. Ambiente e Tutela del Territorio del 30/06/2004, ed ai sensi della D.S.G. n. 185/2020 con le "Prime direttive per la predisposizione, l'approvazione e l'attuazione dei progetti di gestione degli invasi".

Come definito nella D.S.G. n. 185/2020, le finalità del progetto di gestione sono riconducibili a quelle di assicurare:

- 1) il mantenimento della capacità di invaso;
- 2) la salvaguardia della qualità dell'acqua invasata;
- 3) la salvaguardia della qualità dell'acqua del corpo ricettore

Secondo il D.M. Ambiente e Tutela del Territorio del 30/06/2004 il Progetto di Gestione dell'invaso (PGI) "definisce il quadro previsionale delle operazioni di svasso connesse con le attività di manutenzione dell'impianto". In tal senso il PGI rappresenta un valido strumento conoscitivo e di pianificazione integrata degli interventi per il controllo dei sedimenti in ingresso nel serbatoio, il mantenimento o il ripristino della capacità di invaso, la salvaguardia della funzionalità dei dispositivi idraulici di scarico della diga per garantire il necessario livello di sicurezza a favore della popolazione e del territorio a valle dello sbarramento.

Il PGI è stato redatto sulla base dei risultati ottenuti e dei dati di monitoraggio acquisiti.

I contenuti del presente PGI sono strutturati in tre sezioni così distinte:

- 1) Normativa di settore;
- 2) Caratterizzazione di base;
- 3) Parte Operativa.

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 8 di 86                                                                                             |

## 2. NORMATIVA DI SETTORE

### 2.1. Normativa nazionale

I Piani di gestione degli invasi sono normati a **livello nazionale** da:

- DECRETO 30 giugno 2004 del Ministero dell'ambiente e della Tutela Del Territorio “Criteri per la redazione del progetto di gestione degli invasi, ai sensi dell'articolo 40, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, e successive modifiche ed integrazioni, nel rispetto degli obiettivi di qualità fissati dal medesimo decreto legislativo.” – Definisce che il gestore predisponga il Progetto di Gestione, e lo presenti alla Regione, per l’approvazione previo parere preventivo dell'amministrazione competente a vigilare sulla sicurezza dell'invaso e dello sbarramento. Il Progetto di gestione è finalizzato a definire il quadro previsionale delle operazioni di svasso, sfangamento e spurgo per assicurare il mantenimento della capacità utile dell'invaso e per garantire il funzionamento degli organi di scarico e di presa. Le operazioni di svasso, sfangamento e spurgo devono essere eseguite tutelando la risorsa idrica ed in conformità alle prescrizioni contenute nei piani di tutela delle acque e nel rispetto degli obiettivi di qualità dei corpi idrici interessati e nel rispetto della normativa ambientale.
- Per gli aspetti ambientali deve essere rispettato il D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante “Norme in materia ambientale” ed, in particolare, gli articoli 61, 114, 170, 177, 178, 179, 185. – Il suddetto Decreto ribadisce le indicazioni già formulate nel vecchio Decreto legislativo 152/1999 che non assoggettava gli scarichi delle dighe alla disciplina degli scarichi industriali e stabiliva che le operazioni di svasso, sghiaimento e sfangamento fossero finalizzate ad "assicurare il mantenimento della capacità di invaso“ imponendo al gestore la predisposizione di un “Progetto di gestione dell’invaso” da sottoporre a parere preventivo dalla regione competente. Stabilisce che il progetto di gestione debba essere redatto sulla base di criteri che saranno definiti, successivamente, dal Ministero dell’Ambiente e dal Ministero delle Infrastrutture. Stabilisce che, in attesa della definizione dei nuovi criteri, i gestori che abbiano necessità di rimuovere i sedimenti, possano seguire i criteri di cui al decreto del 30 giugno 2004.
- Comma 9 articolo 43 del D.L.201/2011 convertito con L.214/2011 “decreto salva Italia” - Stabilisce che i concessionari o i richiedenti la concessione di derivazione d’acqua da grandi dighe, che non abbiano ancora redatto il progetto di gestione dell’invaso ai sensi dell’articolo 114, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, sono tenuti a provvedere entro il 31dicembre 2012. Questa prescrizione vale per le grandi dighe mentre, per le restanti, si resta in attesa dei criteri di cui all’Articolo 114 Decreto legislativo 152/2006.

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III118P-PGI- RT-0001-02                                                                                  | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 9 di 86                                                                                             |

- Circolare esplicativa n.12710 del 06/11/2012 della DG Dighe contenente l' Allegato con le indicazioni generali sui contenuti dei progetti di gestione per gli aspetti relativi alla sicurezza degli invasi
- Legge n. 164 del 2014, art. 7, comma 8-bis, che modifica l'art 185 del DLgs 152/06:

*“Fatti salvi gli obblighi derivanti dalle normative comunitarie specifiche, sono esclusi dall'ambito di applicazione della Parte Quarta del presente decreto i sedimenti spostati all'interno di acque superficiali o nell'ambito delle pertinenze idrauliche ai fini della gestione delle acque e dei corsi d'acqua o della prevenzione di inondazioni o della riduzione degli effetti di inondazioni o siccità o ripristino dei suoli se è provato che i sedimenti non sono pericolosi ai sensi della decisione 2000/532/CE della Commissione del 3 maggio 2000, e successive modificazioni.”*

Il presente PGI, il cui iter è iniziato nel 2021, deve essere approvato secondo la disciplina e con riferimento ai criteri adottati con il D.M. ambiente e tutela del territorio 30/06/2004, senza considerare il DM 205 del 12/10/2022, intervenuto successivamente.

Secondo quanto previsto dalla legge, il D.M.5/2/1998 e s.m.i. le possibili gestioni dei materiali di esubero prevedono per i fanghi di dragaggio non pericolosi e derivanti da “attività di dragaggio di fondali di laghi, dei canali navigabili o irrigui e corsi d'acqua (acque interne), pulizia di bacini idrici” il recupero con le procedure semplificate se composti da limi, argille, sabbie e ghiaie con contenuto in acqua <80%.

Per quanto riguarda la normativa in merito alla gestione dei sedimenti da dragaggio di acque interne si riporta il seguente schema presentato da ISPRA sul quale, sono indicate le vie di gestione possibili (FIGURA 2-1).

In particolare, si indica che i materiali potranno essere utilizzati (non ancora rifiuti) secondo la direttiva 2008/98/CE per la sistemazione delle sponde, qualora se ne avvisasse la necessità. Infatti l'art. 2 riporta “Esclusioni dall'ambito di applicazione”, comma 3: *“Fatti salvi gli obblighi risultanti da altre normative comunitarie pertinenti, sono esclusi dall'ambito di applicazione della presente direttiva i sedimenti spostati all'interno di acque superficiali ai fini della gestione delle acque e dei corsi d'acqua o della prevenzione di inondazioni o della riduzione degli effetti di inondazioni o siccità o ripristino dei suoli, se è provato che i sedimenti non sono pericolosi.”*

In particolare, nell'art. 2, si indica che i sedimenti possono essere spostati non solo all'interno dello stesso corso d'acqua ma all'interno del sistema acque superficiali.

Tale aspetto comporta indubbi:

- benefici ambientali: i sedimenti dragati possono essere utilizzati come ripristini ambientali o rimodellazioni morfologiche
- benefici economici in quanto vengono riutilizzati materiali a km 0.

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III118P-PGI- RT-0001-02                                                                                  | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 10 di 86                                                                                            |

Le possibilità di riutilizzo possono quindi essere plurime e di vario tipo: accumulo in zone adiacenti al bacino, accantonamento del materiale lungo l'alveo, riprofilatura di versanti, per accumuli in rilevato, mantenimento in situ.

I sedimenti di dragaggio per i quali non sono previsti gli utilizzi indicati nell'art 2 della direttiva 2008/98/CE sono esclusi dalla parte IV del D. Lgs 152/06 (rifiuti) se sono oggetto di attività di escavazione e dragaggio del fondo (comprese le sponde) sommerso dell'alveo o del bacino lacuale, e se rientranti nella definizione di sottoprodotto (D. Lgs.152/2006 Art. 183, comma 1, lettera n, e Direttiva 2008/98/CE del 18 novembre 2008 Art. 5, ancora da recepire).

Come indicato nello schema (FIGURA 2-1), i materiali vegetali, terre e pietrame, derivanti dal dragaggio eseguito nelle parti emerse, non sono soggetti alle disposizioni di cui alla Parte IV del D. Lgs 152/2006, se non contaminati in misura superiore ai limiti stabiliti dalle norme vigenti (D. Lgs. 4/2008, Art. 2, comma 22, lettera c).

Per tali materiali, se in esubero, può essere valutato il trasporto e deposito in cave dismesse come ripristino morfologico, potranno essere utilizzati per bonifiche agrarie (previe specifiche analisi qualora non già disponibili), per formazione di rilevati, per realizzazione di sottofondi per strade o altre opere civili.

I sedimenti di dragaggio con caratteristiche idonee (qualitative e granulometriche) oltre ad essere riutilizzati potranno anche, se ritenuto, consegnati al mercato degli inerti locali.

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br/>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| <p>II118P-PGI- RT-0001-02</p>                                                                                | <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>                                                                                                                                                                      | <p>Pag. 11 di 86</p>                                                                                         |

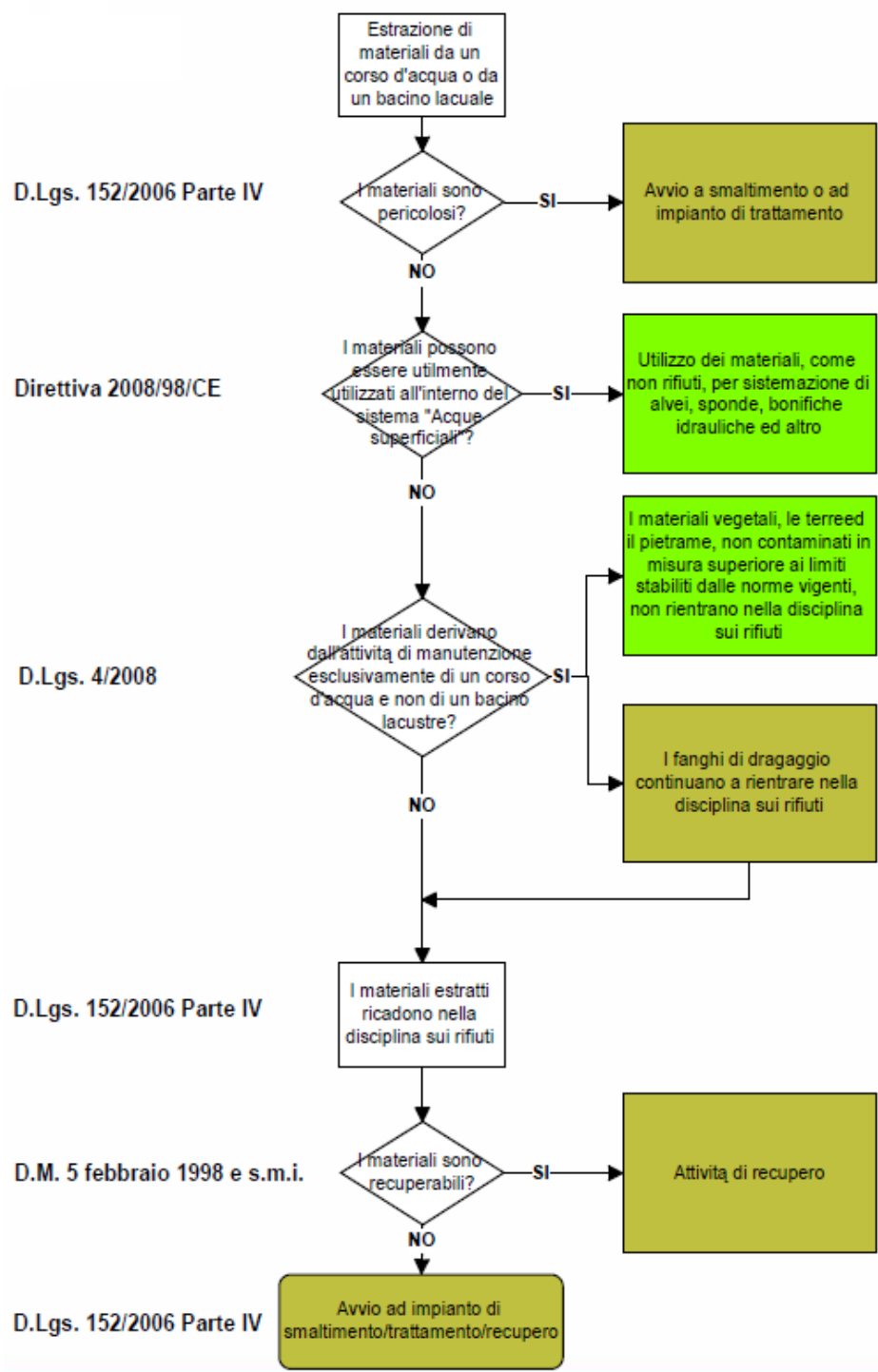


FIGURA 2-1 DIAGRAMMA DI FLUSSO DEL PROCESSO DECISIONALE

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 12 di 86                                                                                            |

## 2.2. Normativa Regionale

- Piano di Tutela delle Acque della Sicilia, redatto nel dicembre 2007 e approvato con Ordinanza n. 333 del 24/12/2008 del Commissario Delegato per l’Emergenza Bonifiche e la tutela delle Acque della Sicilia, nel quale sono contenute le “Direttive per la salvaguardia ed il miglioramento degli idrosistemi regionali-gestione dei serbatoi artificiali della regione siciliana-”, riportanti le modalità generali per la redazione del progetto di gestione degli invasi sottesi da “grandi dighe”, come individuate dalla L. 584/94, in conformità al citato art. 114 del D.lgs 52/2006, nonché delle dighe di competenza regionale.
- Il D.D.G. n. 710 del 7/05/2012 “Norme di attuazione dei progetti di gestione” “Regolamento in materia di sbarramenti di ritenuta fluviali non soggetti a D.P.R. n. 1363/1959 di competenza della Regione Siciliana”.
- Il Decreto disciplina il procedimento di approvazione dei Progetti di Gestione delle operazioni di svaso, sfangamento e spurgo degli invasi. Gli invasi sono classificati in 3 tipologie (invasi e piccole dighe, invasi per la laminazione delle piene e traverse)
- L.R. 8 maggio 2018 n. 8, art. 3 che regola l’istituzione dell’Autorità di bacino del distretto idrografico della Sicilia, con compito fra gli altri di istruire e approvare i Piani di Gestione degli Invasi;
- D.S.G. n. 185/2020 con le “Prime direttive per la predisposizione, l’approvazione e l’attuazione dei progetti di gestione degli invasi”;
- D.S.G. n 1/2021 con “Linee di indirizzo per la predisposizione, l’approvazione e l’attuazione dei progetti di gestione degli invasi.

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III18P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 13 di 86                                                                                            |

### 3. CARATTERIZZAZIONE DI BASE

#### 3.1. Descrizione geografica del territorio e ubicazione dell'invaso

##### 3.1.1. Contesto territoriale a monte e a valle dell'invaso

La diga Villarosa sul torrente Morello (FIGURA 3-3), sottobacino fiume Salso e bacino Imera Meridionale, è stata realizzata, per conto dell'Ente Minerario Siciliano, in base al progetto esecutivo del 10/05/1968. I lavori di costruzione della diga furono iniziati nel giugno del 1968 e completati nel 1973.

Lo sbarramento fu collaudato, ai sensi del D.P.R. n° 1363 dell'1/11/1959, in data 03/10/1980; allo stato attuale con nota prot. n. 30900 del 23/12/2024, assunta al protocollo del DRAR in pari data al n. 53104, l'Ufficio Tecnico per le Dighe di Palermo ha autorizzato l'incremento della quota d'esercizio dell'invaso Villarosa alla soglia di sfioro dello scarico di superficie posto alla quota di 386,30 metri s.l.m.

In data 29/03/2000 la diga è stata formalmente consegnata dall'Ente Minerario Siciliano alla Presidenza della Regione Siciliana, che ne ha contestualmente affidato la gestione temporanea al Consorzio di Bonifica 6 di Enna.

Il fiume Morello nel suo corso è caratterizzato da meandri a volte anche bruschi, ampi strati minerari zolfiferi, portati alla luce durante millenni di erosione, che nell'Ottocento hanno dato luogo alle attività minerarie.

La presenza della serie gessoso-solfifera nella parte centrosettentrionale del bacino imbrifero è la causa della salinità delle acque invase (1,72-2,84 mS come indicato nel paragrafo 3.4.6), le quali possono essere utilizzate a scopo irriguo solo in relazione a particolari suoli ed a colture tolleranti.

La classe colturale predominante del bacino è il seminativo, sono presenti ampie estensioni coltivate a oliveti e legnose agrarie miste, boschi, pascoli.

All'invaso si accede tramite una strada privata che si innesta sulla S.P.121 Enna-Villarosa a circa 4Km dall'abitato di Villarosa.

Il serbatoio non è attualmente utilizzato a scopi irrigui, potabili o idroelettrici anche se vi sono pendenti presso il Dipartimento regionale Acque e Rifiuti delle richieste per utilizzi diversi (idroelettrico, industriale, agricolo, ecc.).

Per quanto riguarda le potenziali pressioni esistenti all'invaso di Villarosa, il Piano di Gestione delle Acque del Distretto Idrografico della Sicilia indica n.3 pressioni presenti (FIGURA 3-1) di cui due diffuse (altro e agricoltura) e una puntuale (scarico urbano). Le

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 14 di 86                                                                                            |

tre pressioni indicate inducono un potenziale impatto su nutrienti, inquinamento organico e chimico.

L'invaso non risulta incluso in aree SIC ZPS.

| Analisi Pressioni e Impatti dei Corpi Idrici Superficiali |                   |           |                           |                              |
|-----------------------------------------------------------|-------------------|-----------|---------------------------|------------------------------|
| Codice Corpo Idrico                                       | Nome Corpo Idrico | Categoria | Stato Ecologico           | Stato Chimico                |
| IT19LW190729                                              | Villarosa         | Invasi    | Sufficiente               | Informazione non disponibile |
| Numero Pressioni                                          |                   | 3         | Numero Impatti            |                              |
| Tipi di Pressione                                         |                   |           | Tipi di Impatto           |                              |
| 2.10 - Diffuse - Other                                    |                   |           | NUTR - Nutrient pollution |                              |
| 2.2 - Diffuse - Agricultural                              |                   |           | ORGA - Organic pollution  |                              |
| 1.1 - Point - Urban waste water                           |                   |           | CHEM - Chemical pollution |                              |
| Altre Pressioni Significative                             |                   | IPNOA     | CHEM - Chemical pollution |                              |

FIGURA 3-1 ANALISI DELLE PRESSIONI DEI CORPI IDRICI SUPERFICIALI, REPORT 1.B, PIANO DI GESTIONE DELLE ACQUE DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SICILIA.

### 3.1.2. Anagrafica e Georeferenziazione dell'impianto (dati FCEM)

*Denominazione:* Invaso di Villarosa

*Codice di identificazione della regione:* R19072LA003

*Ubicazione:* Comune di Enna, Calascibetta, Villarosa (FIGURA 3-2)

*Concessionario:* Dipartimento Regionale dell'Acqua e dei Rifiuti dell'Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità

*Gestore:* gestione affidata al DRAR.

*Ingegnere Responsabile:* Ing. Davide Galazzo

*Elenco dei Comuni posti a valle dello sbarramento:* Comune di Enna, Villarosa

*Coordinate UTM D50 del baricentro dello sbarramento sono:*

Fuso 33

430070.86 m E

4160146.76 m N

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| REPUBBLICA ITALIANA<br> | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III118P-PGI- RT-0001-02                                                                                  | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 15 di 86                                                                                            |

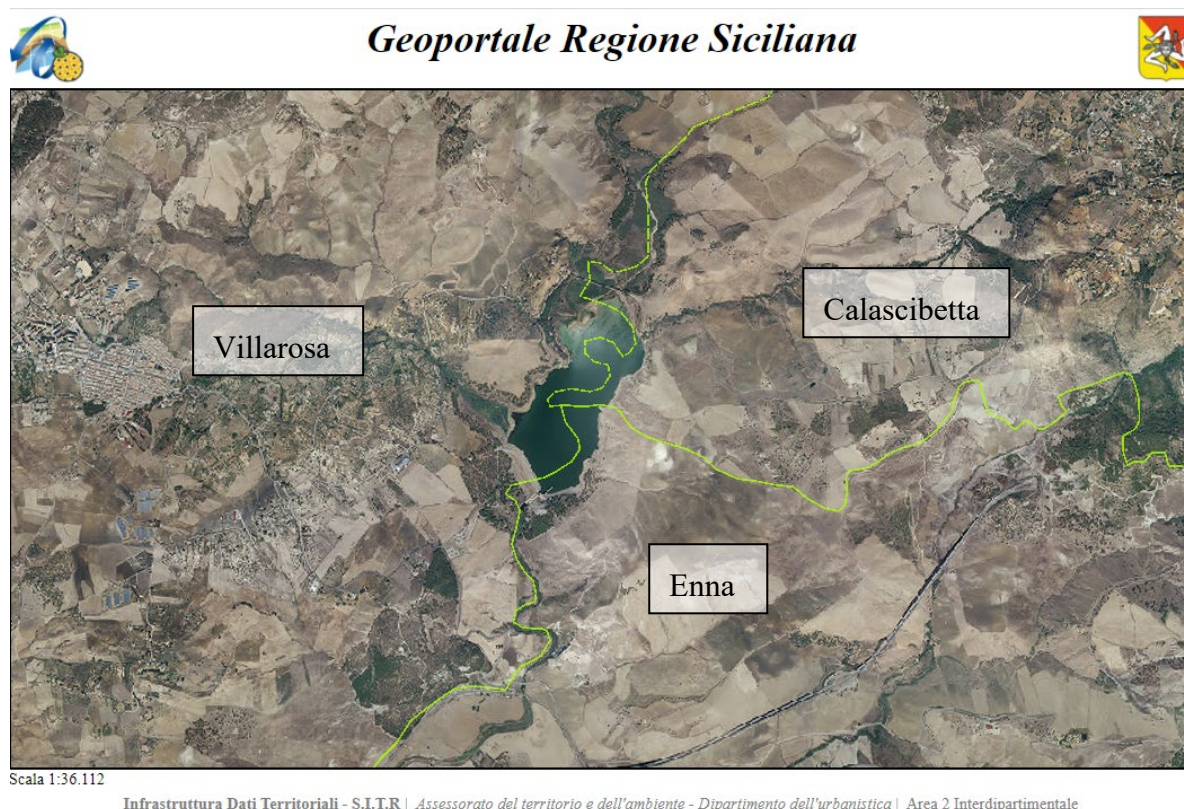


FIGURA 3-2 CONFINI COMUNALI

## 3.2. Descrizione dell'opera di sbarramento

### 3.2.1. Invaso e diga di Villaroseta

La diga Villaroseta sul torrente Morello (FIGURA 3-3; FIGURA 3-4) è stata realizzata, per conto dell'Ente Minerario Siciliano, in base al progetto esecutivo del 10/05/1968. La diga venne realizzata per fornire l'acqua necessaria agli impianti industriali di lavorazione dei sali potassici della vicina Miniera di Pasquasia: con la chiusura di quest'ultima, nel 1992, l'invaso ha perso la sua funzione originale.

I lavori di costruzione della diga furono iniziati nel giugno del 1968 e completati nel 1973.



|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br/>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| <p>II118P-PGI- RT-0001-02</p>                                                                                | <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>                                                                                                                                                                      | <p>Pag. 17 di 86</p>                                                                                         |

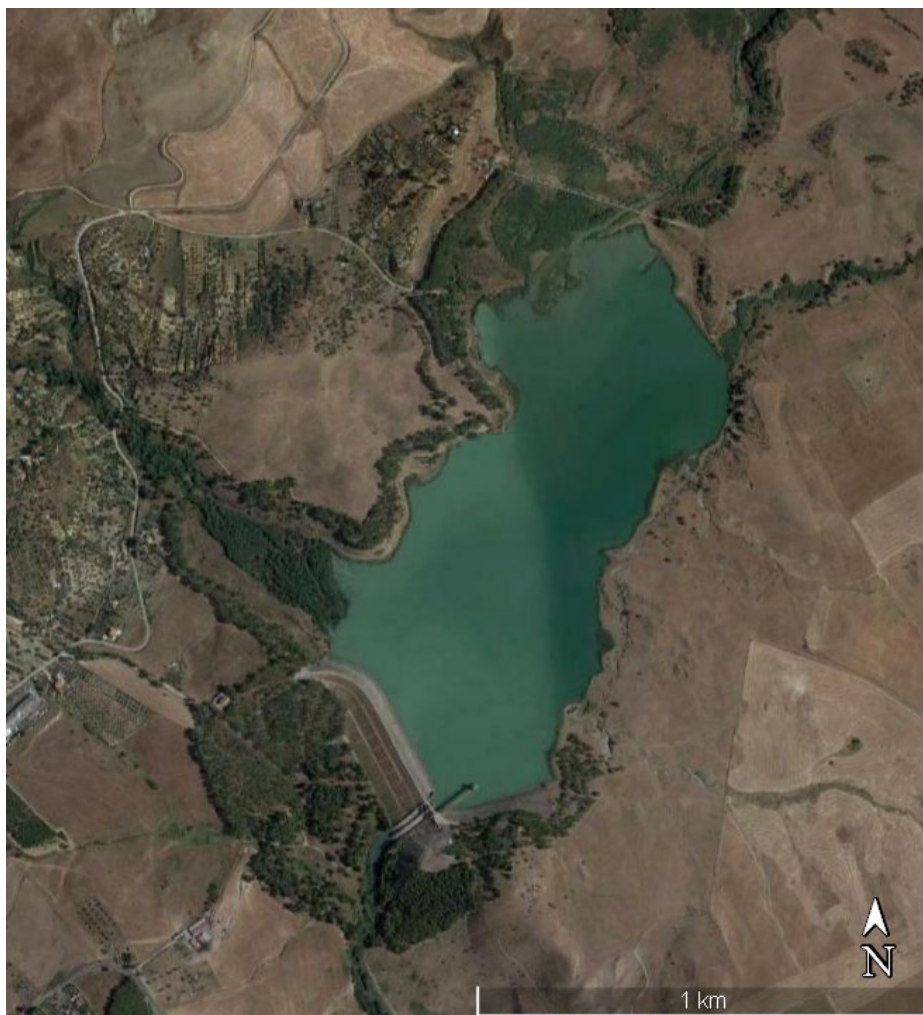


FIGURA 3-4 IMMAGINE SATELLITARE DELL'INVASO E DELLA DIGA DI VILLAROSA, 2019 (FOTO: GOOGLE EARTH)

Lo sbarramento, il cui volume di invaso (L. 584/1994) è di  $15,35 \times 10^6 \text{ m}^3$ , fu collaudato, ai sensi del D.P.R. n° 1363 dell'1/11/1959, in data 03/10/1980; allo stato attuale con nota prot. n. 30900 del 23/12/2024, assunta al protocollo del DRAR in pari data al n. 53104, l'Ufficio Tecnico per le Dighe di Palermo ha autorizzato l'incremento della quota d'esercizio dell'invaso Villarosa alla soglia di sfioro dello scarico di superficie posto alla quota di 386,30 metri s.l.m.

In data 29/03/2000 la diga è stata formalmente consegnata dall'Ente Minerario Siciliano alla Presidenza della Regione Siciliana, che ne ha contestualmente affidato la gestione temporanea al Consorzio di Bonifica 6 di Enna.

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br/>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| <p>II118P-PGI- RT-0001-02</p>                                                                                | <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>                                                                                                                                                                      | <p>Pag. 18 di 86</p>                                                                                         |

La diga Villarosa sbarrà l'alveo del torrente Morello. È una struttura in terra zonata con nucleo centrale.

Lo sfioratore di superficie è ubicato in sponda sinistra. È una doppia soglia sfiorante munita di paratoie che si collega con uno scivolo alla vasca di smorzamento e poi scarica nell'alveo. Le portate esitabili dallo scarico di superficie sono paria a 835,6 mc/s e 1007,0 mc/s quando il livello d'invaso nel serbatoio è rispettivamente di 392,50 m s.m. (massima ritenuta) e 393,71 m s.m. (massimo invaso) (Progetto Definitivo allegato 4.b).

Le paratoie, fuori uso dal 2003, sono bloccate in posizione di completa apertura su prescrizione dell'ex R.I.D. La soglia dello scarico di superficie è alla 386,30 m slm (FIGURA 3-5 e TAVOLA 118P-PGI-DT-004).



FIGURA 3-5 FOTO DELLO SCARICO DI SUPERFICIE.

La torre che contiene lo scarico di fondo e le prese della derivazione è ubicata in sponda sinistra e attraversa il paramento di monte della diga sopra la quota 374,00 m slm.

Lo scarico di fondo è a quota 372 m slm, al quale si accede con un canale che taglia il piede della diga a quota 372 m slm. Più in alto sono ubicate le prese della derivazione. Lo scarico di esaurimento è costituito da un cunicolo in calcestruzzo avente

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 19 di 86                                                                                            |

sezione interna 1,80x1,20 m, imbocco a quota 365,51 m s.m. Si innesta sulla torre di presa a quota 364,40 m s.m. a monte della paratoia dello scarico di fondo ed è privo di organi autonomi di intercettazione (Vedasi Tavola II118P-PGI-DT-004 e Tavola II118P-PGI-DT-007).

Lo scarico di fondo si collega ad una galleria con diametro interno 6,20 m nel primo tratto, poi a sezione policentrica con diametro 7m fino alla vasca di dissipazione. Le condotte di presa sono due che convergono in una sola tubazione inserita nella galleria dello scarico di fondo. La torre di presa è collegata alla diga con una passerella metallica. L'imbocco della torre di presa è posta a quota 372,00 m s.m.; la portata, con serbatoio a quota di 392,5 m s.m., è di 123 m<sup>3</sup>/s.

Le verifiche eseguite circa la sicurezza idraulica delle opere di scarico hanno consentito di affermare che, per la portata con tempo di ritorno 1000 anni (valore al colmo 1.190,4 m<sup>3</sup>/s), la verifica regolamentare circa **il valore minimo del franco netto è rispettata nella condizione in cui lo scarico di superficie a soglia fissa sia a quota compresa tra 386,3 m s.m.m. (quota attuale) e 386,6 m s.m.m. (quota massima che richiederebbe un intervento sulla soglia di sfioro) con le paratoie totalmente aperte o rimosse.**

Dato che il beneficio che si ottiene innalzando di 30 cm la quota di sfioro non è compensato dai costi di intervento, nella Relazione Idrologico Idraulica si suggerisce di mantenere lo sfioratore alla quota attuale e di fissare le paratoie nella posizione di massima apertura, per cui il bordo inferiore delle stesse si trova alla quota di 392,5 m s.m.m.

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br/>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| <p>II118P-PGI- RT-0001-02</p>                                                                                | <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>                                                                                                                                                                      | <p>Pag. 20 di 86</p>                                                                                         |



FIGURA 3-6 UBICAZIONE DEGLI SCARICHI DI SUPERFICIE E DELLO SCARICO DI FONDO, CHE CONVERGONO A VALLE DELLA DIGA (FOTO GOOGLE EARTH, 2019)

Le portate caratteristiche degli scarichi nonché la portata massima transitabile in alveo a valle ( $Q_{Amax}$ ) è indicata nel Documento di Protezione Civile (DPC) approvato dalla Prefettura di Enna con Decreto n. 28964 del 12/08/2020.

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III118P-PGI- RT-0001-02                                                                                  | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 21 di 86                                                                                            |

TABELLA 3-1 PORTATE DEGLI SCARICHI DEFINITE NEL DPC DEL LUGLIO 2020.

|    |                                                                                                                        |                         |                   |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------|
| m) | <b>Portate caratteristiche degli scarichi</b>                                                                          |                         |                   |
| -  | Portata massima scarico di superficie <i>alla quota di massimo invaso</i>                                              | 1007                    | m <sup>3</sup> /s |
| -  | Portata massima scarico di fondo <i>alla quota di massimo invaso</i>                                                   | 126                     | m <sup>3</sup> /s |
| -  | <b>Portata massima transitabile in alveo a valle contenuta nella fascia di pertinenza idraulica (Q<sub>Amax</sub>)</b> | 2,00                    | m <sup>3</sup> /s |
|    | Data studio del Gestore di determinazione di Q <sub>Amax</sub>                                                         | anno 2019               |                   |
|    | Estremi dell'atto dell'Autorità idraulica di convalida di Q <sub>Amax</sub>                                            | Prot. 6876 - 11.10.2019 |                   |
| n) | <b>Portata di attenzione scarico diga (Q<sub>min</sub>)</b>                                                            | 1,00                    | m <sup>3</sup> /s |
|    | Estremi dell'atto dell'Autorità idraulica di convalida di Q <sub>Amax</sub>                                            | Prot. 6876 - 11.10.2019 |                   |
| -  | <b>Portata di attenzione scarico diga – eventuali soglie incrementali (ΔQ)</b>                                         | Non individuate         |                   |

Al fine di identificare la **portata massima transitabile in alveo** contenuta nelle fasce di pertinenza fluviale, nella relazione Idrologico Idraulica, è stato implementato il modello idraulico bidimensionale HEC RAS per un tratto a valle della diga di 2,2 km. Per la descrizione di HEC-RAS si rimanda al sito web della USACE (<https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>).

I risultati evidenziano che, nel tratto a valle della diga, per 1,85 km fino all'attraversamento della linea ferroviaria Palermo Catania, il fiume Morello non è arginato, e le aree allagabili interessano una zona vegetata, non antropizzata. A valle della linea ferroviaria sono presenti dei muri spondali, entro cui è contenuta la portata massima rilasciata dallo scarico di fondo.

Le caratteristiche principali del serbatoio, indicate nei documenti di collaudo, sono le seguenti:

- Quota di massimo invaso: 393,71 m s.m.
- Quota massima di regolazione: 392,50 m s.m.
- Quota minima di regolazione: 372,00 m s.m.
- Quota massima autorizzata (UTD-Palermo del 23/12/2024): 386,30 m s.m.
- Superficie specchio liquido quota di massimo invaso: 1,43 Km<sup>2</sup>
- Superficie specchio liquido quota di massima regolazione: 1,34 Km<sup>2</sup>
- Superficie specchio liquido quota di minima regolazione: 0,20 Km<sup>2</sup>
- Volume totale di invaso (D.M. 24/3/1982): 17,16 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>
- Volume di invaso (L. 584/1994): 15,35 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>
- Volume utile di regolazione: 14,80 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>
- Volume di laminazione: 1,81 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br/>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| <p>II118P-PGI- RT-0001-02</p>                                                                                | <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>                                                                                                                                                                      | <p>Pag. 22 di 86</p>                                                                                         |

- Superficie bacino imbrifero sotteso: 102,00 Km<sup>2</sup>
- Portata di massima piena di progetto: 1350 m<sup>3</sup>/s

Si rimanda alle seguenti Tavole per la descrizione delle condizioni così come desunti dai documenti di collaudo: da Tavola II118P-PGI-DT-001 a Tavola II118P-PGI-DT-007.

Il volume utile attuale alla quota massima autorizzata (386,3 m slm), così come derivato dalle tavole di collaudo (Tavola 118P-PGI-DT-003-001) e riportato nella figura seguente, ed è pari a  $8,5 \times 10^6$  m<sup>3</sup>.

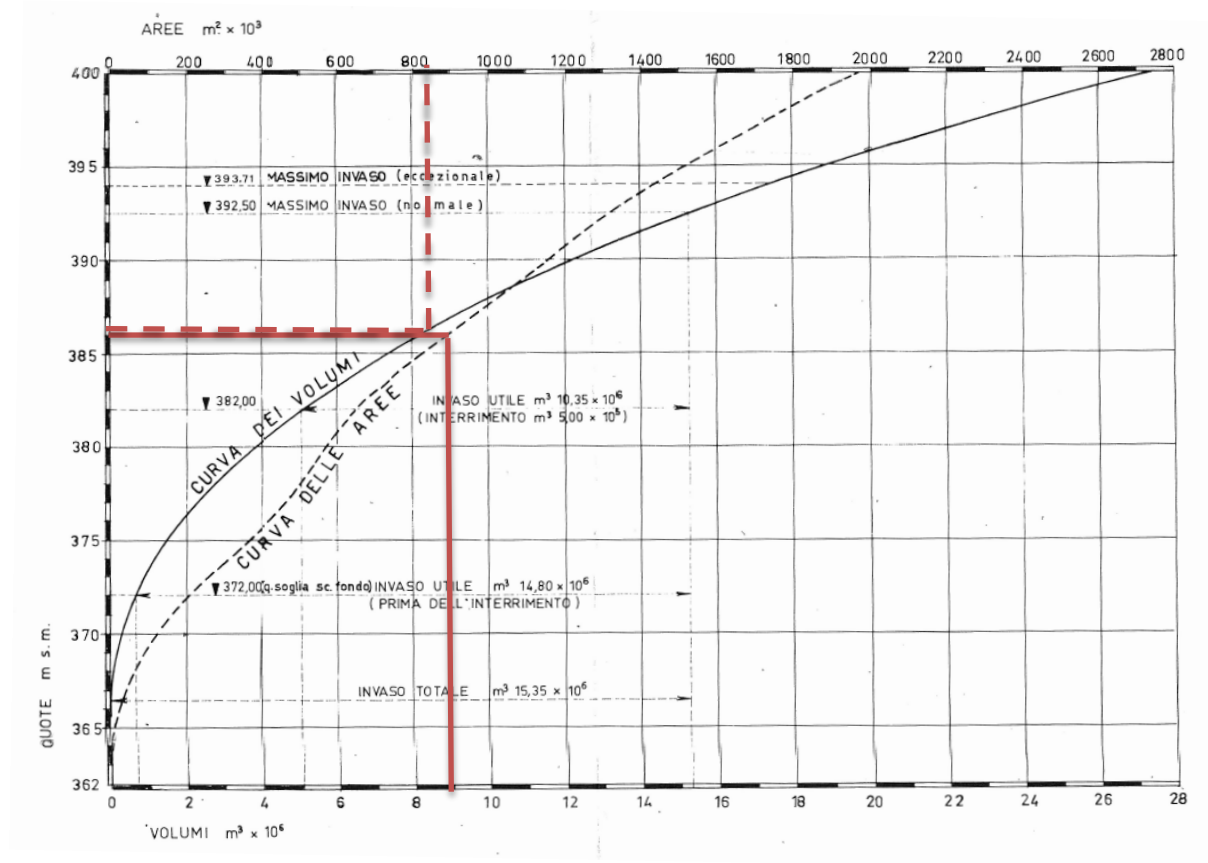


FIGURA 3-7 DIAGRAMMA QUOTE-AREE-VOLUMI DEL F.C.E.M (VEDASI TAVOLA 118P-PGI-DT-003-001)

Le superfici e volumi di invaso alle quote di interesse per l'invaso e non già indicate nella Tabella allegata al F.C.E.M. (TAVOLA 118P-PGI-DT-003-001) possono essere ottenute per interpolazione lineare. I valori così ottenuti sono riportati nella tabella che segue ed indicati in colore rosso.

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 23 di 86                                                                                            |

TABELLA 3-2. SUPERFICI E VOLUMI DI INVASO INDICATI NEL F.C.E.M. (IN NERO). IN ROSSO SONO RIPORTATI I VALORI DEI LIVELLI DI INVASO OTTENUTI PER INTERPOLAZIONE LINEARE. IL VALORE DEL VOLUME ALLA MINIMA REGOLAZIONE È STATO OTTENUTO PER DIFFERENZA DAL VOLUME

|                     | quota  | area           | volume collaudo |
|---------------------|--------|----------------|-----------------|
|                     | m slm  | m <sup>2</sup> | m <sup>3</sup>  |
|                     | 366    | 22456          | 0               |
|                     | 370    | 119200         | 283492          |
| Minima regolazione  | 372    | 215835         | 550000          |
|                     | 375    | 360787         | 1483462         |
|                     | 380    | 568719         | 3807272         |
|                     | 385    | 820160         | 7279427         |
| Quota autorizzata   | 386,3  | 905941         | 8560243         |
|                     | 390    | 1150080        | 12205027        |
| Massima regolazione | 392,5  | 1336740        | 15350000        |
| Massimo invaso      | 393,71 | 1425000        | 17160000        |
|                     | 395    | 1523399        | 18888727        |
|                     | 400    | 1963693        | 27618957        |

L'invaso di Villarosa è collegato solamente da piccole strade secondarie o poderali che comunque collegano l'invaso solo in destra idraulica. Dal bivio con la SS121 la diga dista circa 1,6 Km percorrendo una via comunale. Oltre lo sbarramento, per raggiungere la parte a monte dell'invaso, i collegamenti sono costituiti prevalentemente da strade minori in destra idraulica che si interrompono all'altezza della passerella a monte invaso (passerella che non è carrabile). Alla sponda sinistra dell'invaso si accede solamente dal coronamento della diga, passato il quale la stradina diventa in terra e si interrompe poco dopo lungo le sponde dell'invaso (FIGURA 3-8).

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br/>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| <p>II118P-PGI- RT-0001-02</p>                                                                                | <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>                                                                                                                                                                      | <p>Pag. 24 di 86</p>                                                                                         |

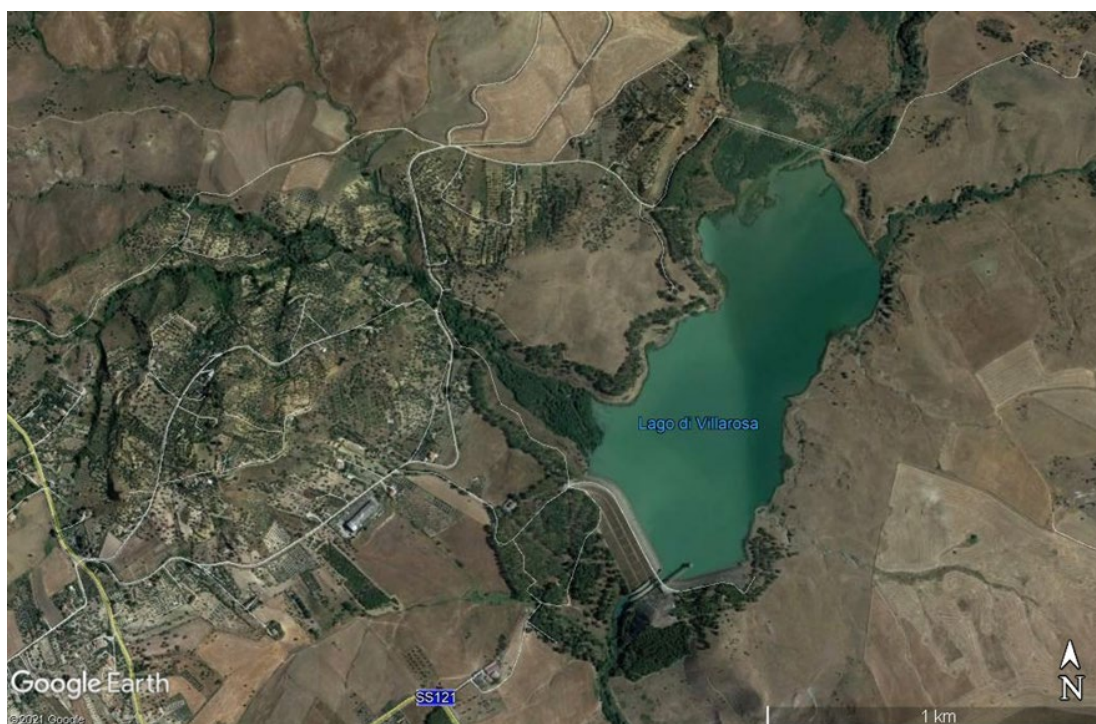
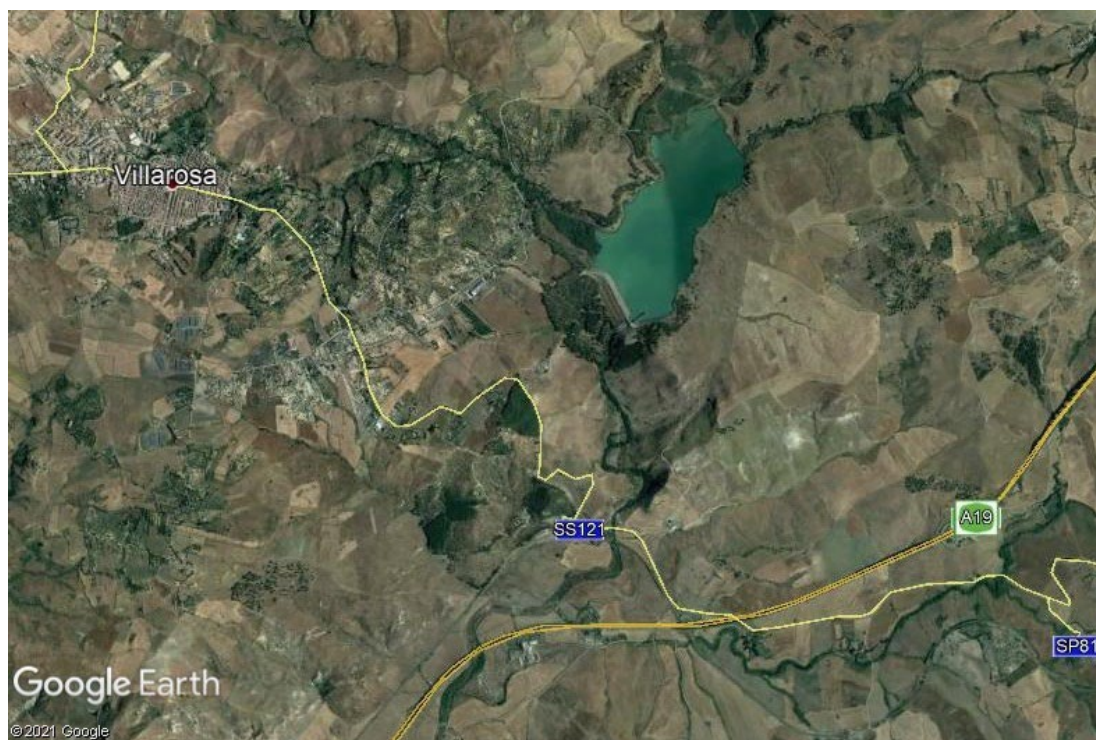


FIGURA 3-8 COLLEGAMENTI STRADALI DELL'INVASO

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br/>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| <p>II118P-PGI- RT-0001-02</p>                                                                                | <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>                                                                                                                                                                      | <p>Pag. 25 di 86</p>                                                                                         |



FIGURA 3-9 IMMAGINI DELLE STRADE CIRCUMLACUALI (FONTE: GOOGLE EARTH)

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 26 di 86                                                                                            |

### 3.2.2. Schema idraulico con descrizione degli utilizzi

L'invaso generato dallo sbarramento era stato realizzato per destinarlo ad usi industriali per il trattamento industriale dei sali potassici della vicina miniera di Pasquasia che ha definitivamente interrotto le sue attività nel 1992.

In atto l'utilizzo della risorsa idrica invasata dalla diga Villarosa è molto marginale, anche se vi sono in itinere, per così come rappresentato nei precedenti capitoli, delle ipotesi di attività di sfruttamento.

L'invaso e lo sbarramento non prevedono un Deflusso Minimo Vitale al Fiume Morello.

### 3.2.3. Programma generale delle attività di svaso/sfangamento

Non è al momento presente alcun piano di attività di svaso o sfangamento.

Non sono mai state eseguite attività di svaso o sfangamento.

Sono previsti controlli mensili dell'operatività dello scarico di fondo con aperture delle paratoie dello scarico di fondo per evacuare le acque in occasione di eventi meteorici.

Lo scarico di fondo funziona regolarmente.

## 3.3. Caratteristiche del bacino idrografico

### 3.3.1. Inquadramento idrogeologico ed ambientale del bacino sotteso

Dal punto di vista idrografico l'invaso ricade all'interno del Fiume Imera Meridionale.

Il regime dell'Imera Meridionale è caratterizzato, nonostante l'ampio bacino di raccolta, da modestissime portate medie annue (appena 5,1 m<sup>3</sup>/s.) che diventano poi quasi nulle nella stagione secca. Il toponimo deriva dall'elevato grado di salinità che caratterizza le acque, determinato da processi di contatto delle stesse con i depositi delle argille salate e di salgemma del Miocene.

Il fiume Morello, a regime intermittente, è tra i maggiori tributari del Fiume Imera Meridionale sia per sviluppo del corso d'acqua che per estensione del bacino di drenaggio; nasce nel territorio comunale di Nicosia e confluisce ad una quota di circa 270 metri nell'Imera Meridionale, poco a valle del Ponte Capodarso. Nei pressi di Monte di Cozzo Ferrara, al confine tra il territorio di Villarosa ed Enna, il fiume presenta uno sbarramento che dà origine al serbatoio Villarosa (FIGURA 3-10).

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br/>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| <p>II118P-PGI- RT-0001-02</p>                                                                                | <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>                                                                                                                                                                      | <p>Pag. 27 di 86</p>                                                                                         |

La parte del fiume Morello che entra nell'invaso viene chiamata Torrente Morello ed anch'esso ha regime intermittente, come il fiume da cui si genera. Nel Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia (Allegato 01-a Tipizzazione dei corpi idrici superficiali – fiumi) il codice di questo tratto è R 19 072 13, con morfologia di alveo GM1 (meandriforme, sinuoso e in alveo confinato)

Il bacino del Fiume Morello interessa il territorio della provincia di Enna, attraversando i territori comunali di Nicosia, Calascibetta, Villarosa ed Enna.

Comprende interamente l'abitato di Villarosa e parzialmente quello di Calascibetta, la cui restante parte ricade nel bacino del Fiume Simeto.

Il bacino ha una forma piuttosto allungata ed un'estensione di circa 178 km<sup>2</sup>; l'altitudine massima è di circa 1192 m.s.m. che corrisponde alla cima di Monte Altesina, nel territorio comunale di Nicosia, dalle cui pendici si origina l'asta principale con il nome di Vallone Altesinella. L'altitudine media è di circa 582 m.s.m. e la minima di circa 270 m.s.m., che si ha alla confluenza con l'Imera Meridionale nei pressi di Ponte Capodarso.

Il bacino risulta caratterizzato dalla presenza di vasti affioramenti della serie gessoso solfifera nella porzione centro-settentrionale e da termini della serie pliocenica, in trasgressione sulla precedente, nel settore centro-orientale.



0  1,24 km

FIGURA 3-10 FIUMI E TORRENTI AFFERENTI ALL'INVASO (FONTE: GEOPORTALE NAZIONALE)

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III118P-PGI- RT-0001-02                                                                                  | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 28 di 86                                                                                            |

Il Fiume Morello, il cui sviluppo è di circa 31 Km, scorre in direzione E-W nella zona montana, dove drena le acque del Vallone Pietre Lunghe, unico affluente di testata di una certa importanza. Nei pressi dell'abitato di Villapriolo si ha un cambiamento di direzione in senso N-S sino alla confluenza con l'Imera.

Secondo il Regolamento Provinciale per la determinazione e l'uso delle acque pubbliche e per l'esercizio della pesca nelle acque interne "Regolamento provinciale per la determinazione e l'uso delle acque pubbliche e per l'esercizio della pesca nelle acque interne (del. c.p. n. 10/2007)" l'invaso di Villarosa ed il fiume Morello sono classificati come "Acque Principali".

### 3.3.2. Concentrazione del materiale solido in sospensione nelle acque del corpo idrico a monte e a valle dello sbarramento

La copertura del suolo, secondo il Corine Land Cover del 2012 presenta a monte dell'invaso suoli per la maggior parte costituiti da seminativi in aree non irrigue (codice 2.1.1) seguiti da piante sclerofile (codice 3.2.3 tipiche di terreni semiaridi).

Come indicato nel paragrafo precedente il fiume/Torrente Morello ha regime intermittente, con alveo GM1, a cielo aperto con sponde naturali. Pertanto, la sedimentazione in vaso, più che essere caratterizzata da un costante trasporto solido in sospensione è legata all'erosione e al dilavamento dei versanti durante i periodi in cui il fiume ha maggiore portata o durante eventi di forti piogge. Erosione e dilavamento sono dovuti a molteplici cause, quali la natura del materiale costituente l'alveo e gli argini, fattori morfologici, fattori climatici, il tipo di copertura vegetale e fattori antropici. Nel territorio studiato sono intensi i processi erosivi dovuti alle acque dilavanti ed ai corsi d'acqua.

L'erosione idrica dei versanti è un importante elemento di dissesto superficiale e talvolta innesca, o evolve in modo rapido, movimenti di massa coinvolgendo l'erosione laterale e di fondo lungo le aste torrentizie e fenomeni erosivi diffusi lungo i versanti. I fenomeni di ruscellamento diffuso e di erosione concentrata di fondo lungo gli impluvi si manifestano spesso associati e portano ad un dilavamento dei versanti con l'asportazione della coltre di suolo superficiale, specie nei tratti più acclivi, laddove incidono litotipi teneri o coltri di versante.

Come si vede nell'immagine di FIGURA 3-12 i versanti degli affluenti dell'invaso e dell'invaso stesso, sono caratterizzati da assenza di vegetazione con terreni potenzialmente dilavabili. Vegetazione è invece presente lungo l'alveo, perimetralmente all'invaso e sulle aree emerse dell'invaso.

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br/>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| <p>II118P-PGI- RT-0001-02</p>                                                                                | <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>                                                                                                                                                                      | <p>Pag. 29 di 86</p>                                                                                         |

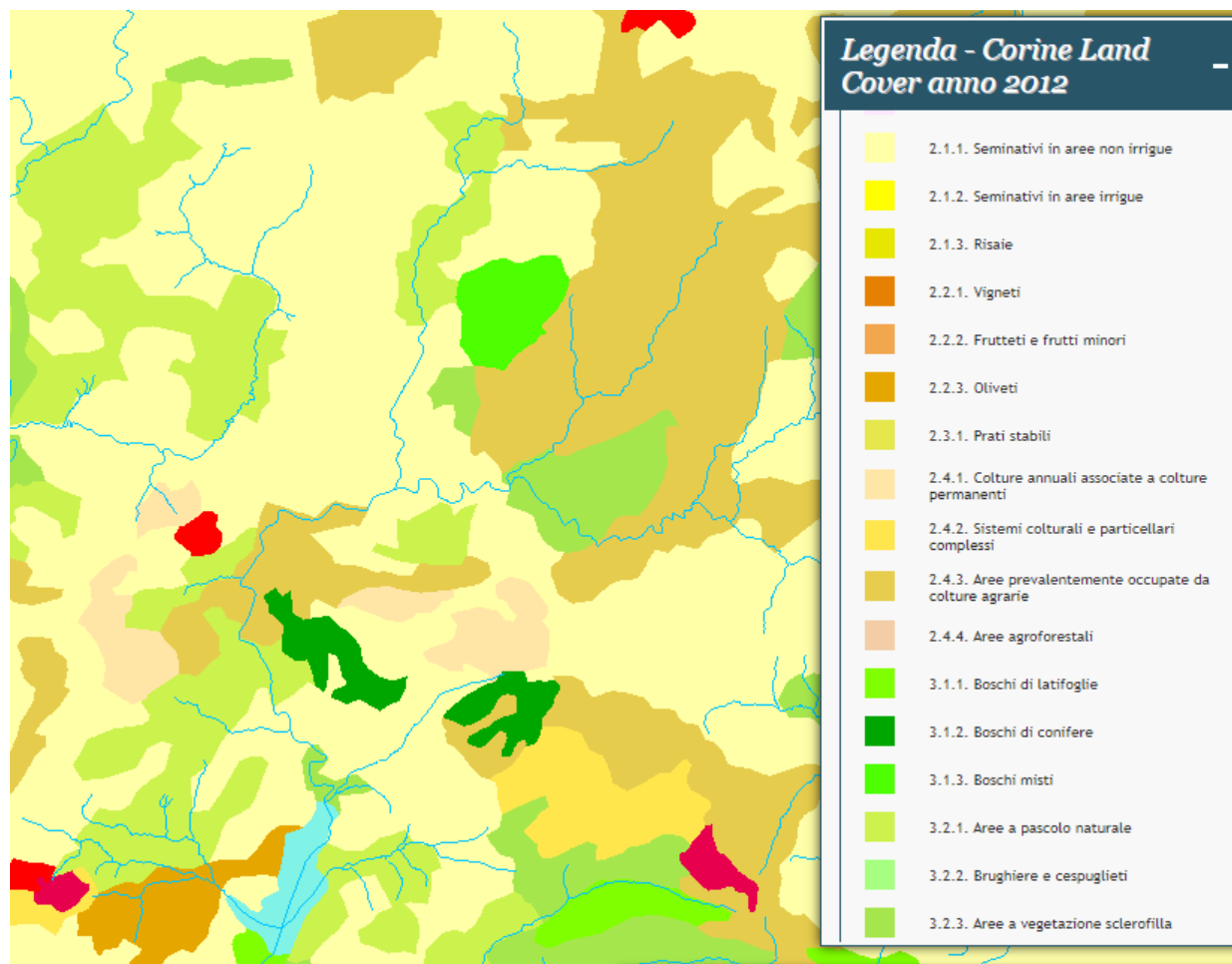


FIGURA 3-11 CORINE LAND COVER 2012 PER L'AREA A MONTE DELL'INVASO

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p><i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità</i><br/> <i>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i></p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| <p>II118P-PGI- RT-0001-02</p>                                                                                | <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>                                                                                                                                                                                     | <p>Pag. 30 di 86</p>                                                                                         |

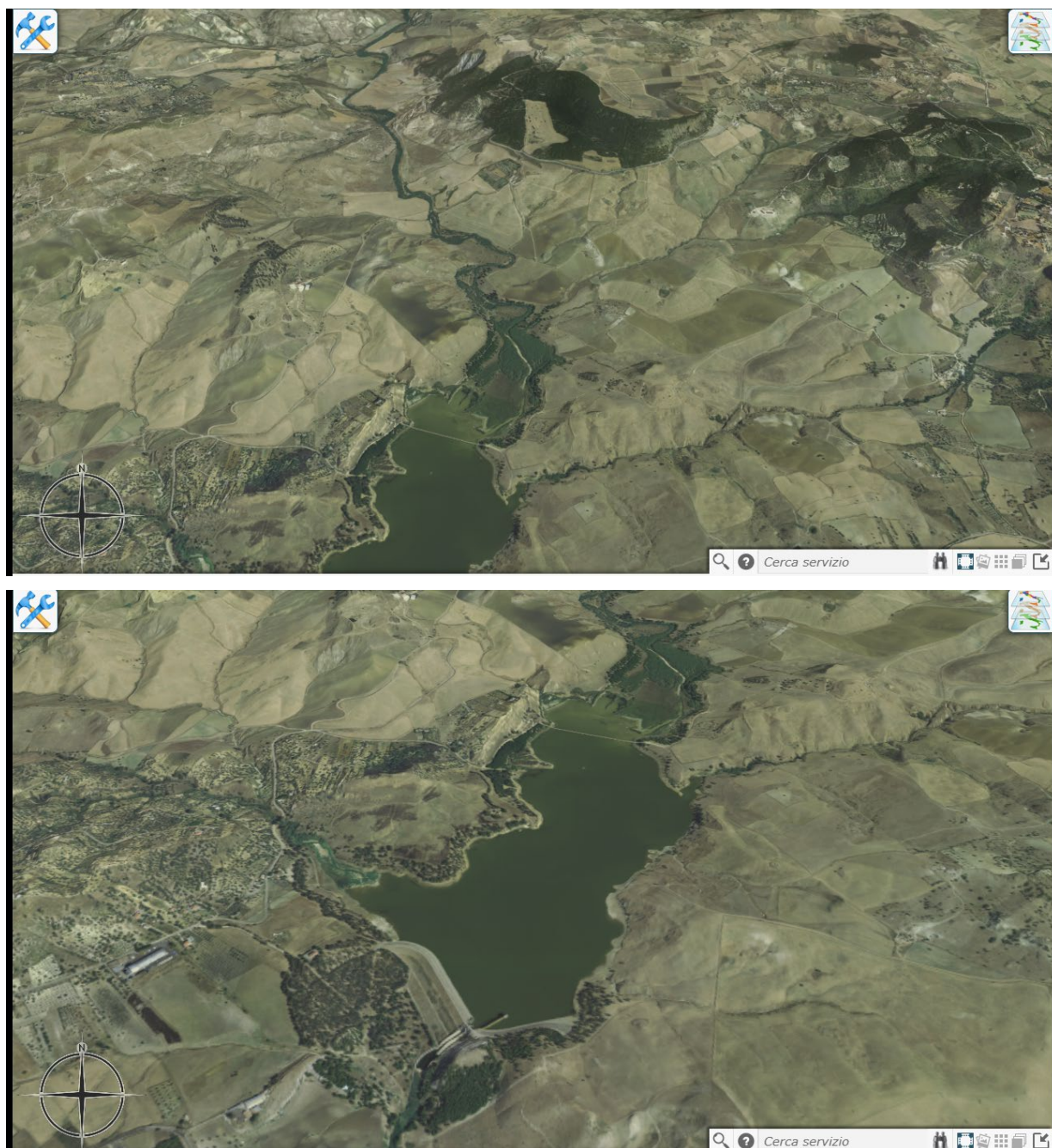


FIGURA 3-12 – IMMAGINE 3D DEGLI AFFLUENTI ALL'INVASO VILLAROSA E DEI TERRITORI CIRCOSTANTI, DATA 2006 (FONTE: GEOPORTALE NAZIONALE DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE)

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 31 di 86                                                                                            |

La carta geologica del territorio in esame è riportata in Figura 3-13. Risulta evidente la presenza di argille ed arenarie nel territorio con inserimenti di formazioni sabbiose e gessoso solfifere. Il territorio limitrofo all'invaso ben si presta, quindi, a fenomeni erosivi e di dilavamento.

Tale situazione concorda anche con quanto indicato nella mappatura del PAI (Figura 3-14) che evidenzia negli alvei degli affluenti minori, di sinistra e destra idrografica dell'invaso, aree a pericolosità media per frana. Sicuramente i materiali erosi dalle sponde e trasportati da questi affluenti hanno contribuito a portare materiale solido invaso.

La quantificazione del rapporto tra sedimentazione invaso ed erosione dal bacino idrografico è complicata dalla presenza di torrenti a regime intermittente ed in condizioni climatiche che favoriscono rapidi ed intensi fenomeni atmosferici, quale è il caso dell'invaso di Villarosa. Anche avendo a disposizione dati di trasporto solido di lunga durata le stime del tasso di deposizione invaso potrebbero risultare sottostimate. Queste stime sono spesso imprecise e molti serbatoi hanno, di fatto, accumulato sedimenti più rapidamente di quanto non fosse in origine pianificato da dati del trasporto solido in sospensione (Morris and Fan, 2010). La maggior parte dei sedimenti viene infatti esportata dai bacini idrografici durante periodi relativamente brevi di scarico delle piene e talvolta il dilavamento è diretto invaso dai pendii ad esso afferenti.

Al fine di valutare il trasporto solido nel tempo, nel caso in esame è meglio riferirsi all'analisi delle batimetrie attuali e storiche ed ottenere un dato complessivo nel tempo.

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br/>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| <p>II118P-PGI- RT-0001-02</p>                                                                                | <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>                                                                                                                                                                      | <p>Pag. 32 di 86</p>                                                                                         |

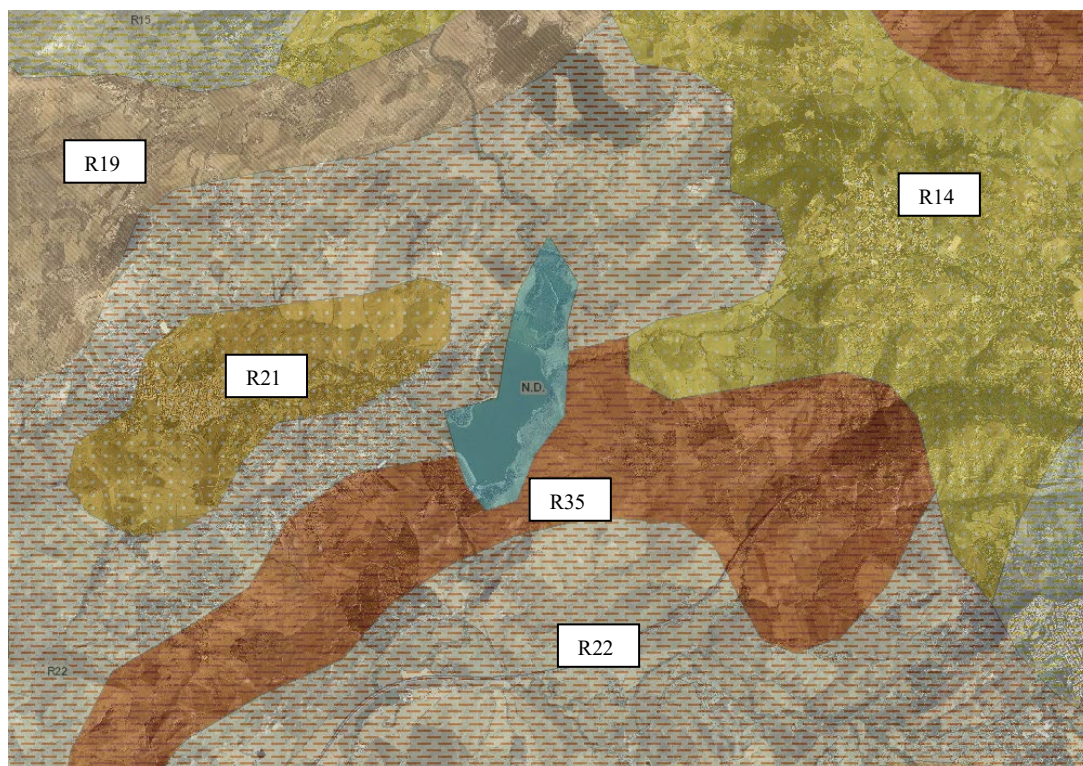


FIGURA 3-13 CARTA GEOLOGICA DEL TERRITORIO (FONTE: GEOPORTALE NAZIONALE DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE).  
N.D.= INVASO; R14 = SABBIE E CONGLOMERATI; R19 = FORMAZIONE GESSOSO-SOLFIFERA; R21 = ARENARIE E CONGLOMERATI, TALORA TORBIDITICI; R22 = ARGILLE E MARNE; R35 = UNITÀ ARGILLOSE ED ARGILLOSO-CALCAREE

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br/>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| <p>III118P-PGI- RT-0001-02</p>                                                                               | <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>                                                                                                                                                                      | <p>Pag. 33 di 86</p>                                                                                         |

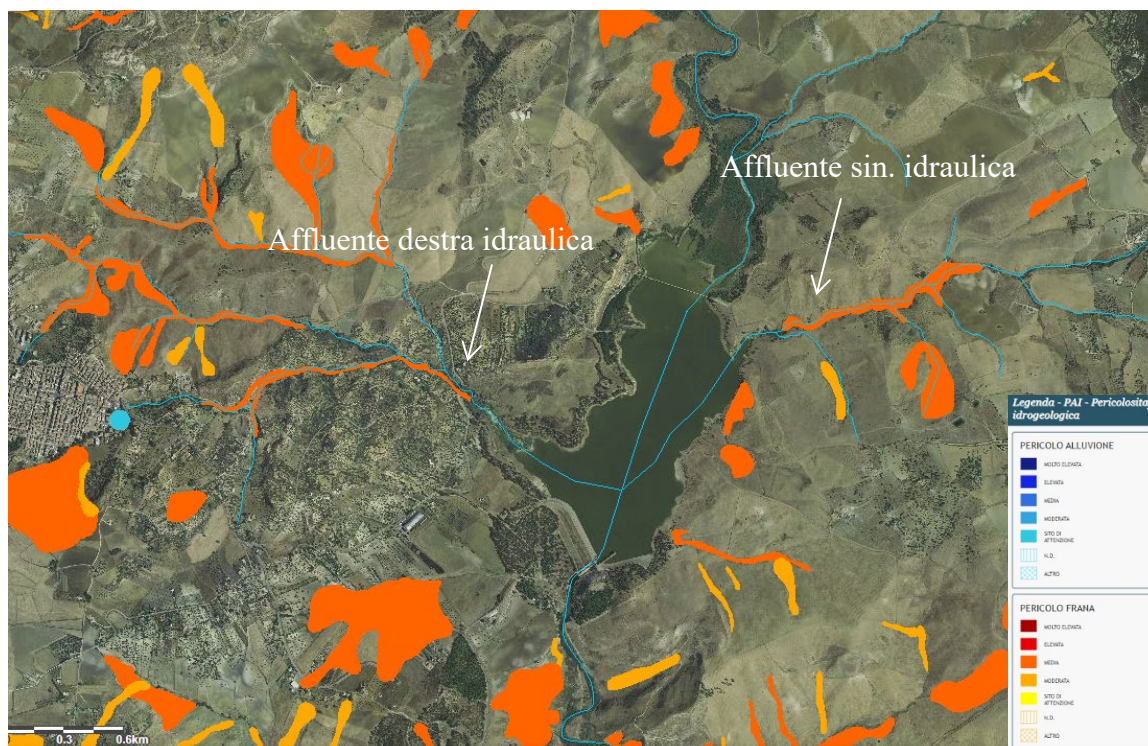


FIGURA 3-14 PAI, PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA E RETICOLO IDROGRAFICO (FONTE: GEOPORTALE NAZIONALE DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE).

### 3.3.3. Descrizione delle caratteristiche meteorologiche e idrologiche del bacino

Il lago di Villaroseta è riconducibile da un punto di vista termico alla categoria dei laghi monomittici caldi (PTA, Regione Siciliana, Sogesid 2007).

Nella FIGURA 3-15 sono indicati i livelli di invaso dal 2008 al 2020 ed i valori di pioggia (valori cumulati mensili) registrati dalla stazione meteo presente sul coronamento della diga. In figura è indicato il livello di quota massima autorizzata che in 12 anni è stato sporadicamente superato.

Dato che lo scarico di superficie ha quota di sfioro (386,30 m s.l.m.), superiore a quella consentita (384 m s.l.m.), ed in assenza di DMV, le acque in ingresso all'invaso devono essere periodicamente evacuate dallo scarico di fondo. Nella FIGURA 3-15 sono indicate con linea tratteggiata in verde i periodi, a partire dal 2013, in cui si è operato con apertura dello scarico di fondo per evacuare le acque in ingresso all'invaso in occorrenza di eventi meteorici intensi.

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br/>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| <p>III18P-PGI- RT-0001-02</p>                                                                                | <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>                                                                                                                                                                      | <p>Pag. 34 di 86</p>                                                                                         |

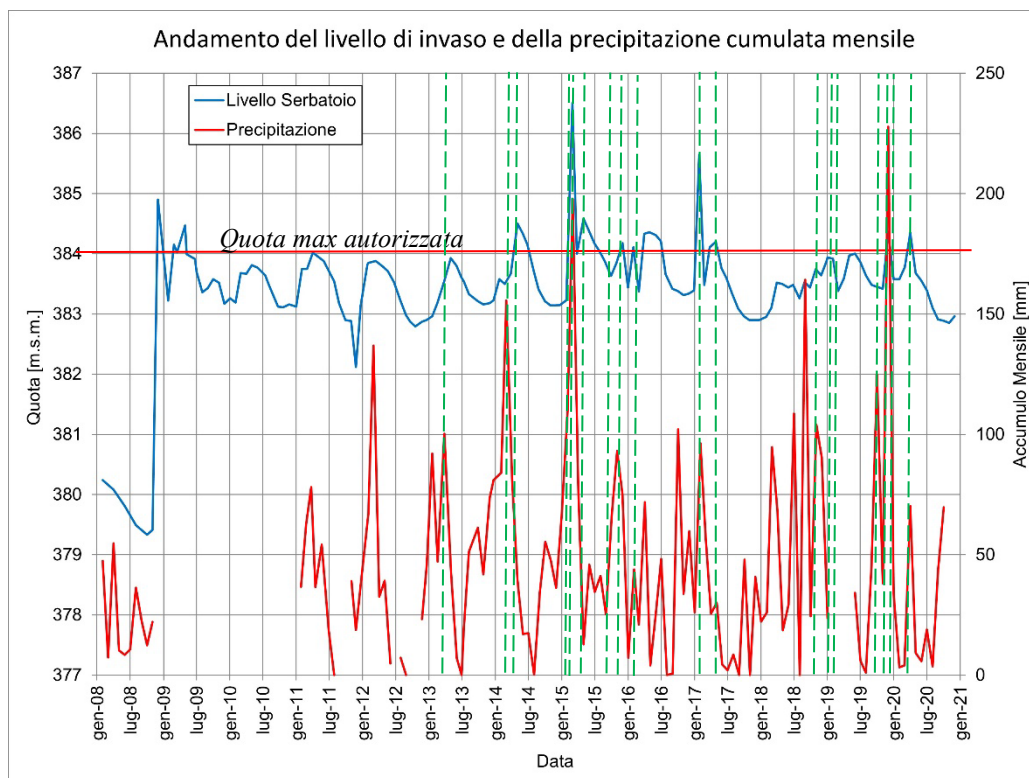


FIGURA 3-15 ANDAMENTO DEL LIVELLO DI INVASO E DELLA PRECIPITAZIONE CUMULATA MENSILE DAL 2008 AL 2020. CON BARRE TRATTEGGIATE IN VERDE SONO INDICATE LE DATE IN CUI È STATO APERTO LO SCARICO DI FONDO PER EVACUARE LE ACQUE A SEGUITO DI EVENTI METEOROLOGICI.

Le aperture non hanno mai superato la portata di evacuazione di 2 mc/sec ed hanno avuto una durata di 7-15gg a seconda dell'evento meteorico.

Dalla FIGURA 3-15 si evince che il massimo livello raggiunto dal 2008 è stato registrato il 27 Febbraio 2015 (quota 386,50 m slm), unico evento in cui si è superata la quota dello scarico di superficie. L'apertura dello scarico di fondo ha consentito di evacuare velocemente le acque riportandole alla quota consentita. Si evidenzia che nel dicembre 2008, nel febbraio 2015 e nel gennaio 2017 si verificarono rapidi innalzamenti del livello dell'invaso a seguito di forti precipitazioni.

Per quanto riguarda la distribuzione mensile delle precipitazioni, in Tabella 3-3 e FIGURA 3-16 sono presentati i valori medi delle precipitazioni cumulate mensilmente (mm) per il periodo 2008-2020 e le relative deviazioni standard. In linea con quanto osservato da Sogesid per il periodo 1988-1998 (rif. in Bibliografia), dal grafico si osserva una concentrazione delle precipitazioni durante i mesi autunnali e invernali ed una forte contrazione dei livelli pluviometrici durante i mesi estivi, fino ad arrivare ad un quasi azzeramento in

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br/>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| III18P-PGI- RT-0001-02                                                                                       | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                             | Pag. 35 di 86                                                                                                |

corrispondenza del mese di Luglio. Generalmente i mesi autunno-invernali sono i più piovosi.

Nello stesso rapporto di Sogesid si osserva che nel periodo 1988-1998 la pioggia affluita annualmente in corrispondenza del serbatoio di Villarosa era pari a 595,2 mm. Nel periodo 2008-2020 (Tabella 3-3) la pioggia affluita annualmente è pari a  $594,2 \pm 177$  mm/anno, in linea con il periodo precedente.

TABELLA 3-3 PRECIPITAZIONI CUMULATE MENSILI NEL PERIODO 2008-2020  
(DATI DRAR)

|         | PRECIPITAZIONI CUMULATE MENSILI (MM) |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          | Pioggia<br>annuale |
|---------|--------------------------------------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|----------|----------|--------------------|
|         | gennaio                              | febbraio | Marzo | aprile | maggio | giugno | luglio | agosto | settembre | ottobre | novembre | dicembre |                    |
| 2008    | 47,4                                 | 7,4      | 54,68 | 10,2   | 8,4    | 10,6   | 36,2   | 22,4   | 12,4      | 22      | -        | -        | -                  |
| 2009    | -                                    | -        | -     | -      | -      | -      | -      | -      | -         | -       | -        | -        | -                  |
| 2010    | -                                    | -        | -     | -      | -      | -      | -      | -      | -         | -       | -        | -        | -                  |
| 2011    | 36,6                                 | 62,6     | 78,0  | 36,5   | 54,2   | 18,4   | 0,0    | -      | -         | 39,1    | 18,8     | 38,6     | -                  |
| 2012    | 67,1                                 | 136,8    | 32,6  | 39,2   | 4,8    |        | 7,2    | 0,0    | -         |         | 23,2     | 46,0     | -                  |
| 2013    | 92,0                                 | 47,2     | 100,2 | 42,4   | 7,0    | 0,0    | 19,4   | 51,2   | 61,2      | 41,8    | 73,6     | 81,0     | 617,0              |
| 2014    | 84,0                                 | 155,6    | 81,6  | 39,4   | 17,0   | 17,4   | 0,2    | 34,4   | 55,4      | 47,8    | 36,2     | 67,5     | 636,5              |
| 2015    | 110,2                                | 197,6    | 79,4  | 12,8   | 45,8   | 34,6   | 41,2   | 25,2   | 66,0      | 93,0    | 74,8     | 7,2      | 787,8              |
| 2016    | 43,8                                 | 21,0     | 71,8  | 4,0    | 25,2   | 48,2   | 0,0    | 0,6    | 102,1     | 33,8    | 59,8     | 26,0     | 436,3              |
| 2017    | 96,2                                 | 57,8     | 25,5  | 30     | 4,4    | 2      | 8,5    | 0      | 48        | 0       | 40,8     | 22,2     | 335,4              |
| 2018    | 26,1                                 | 94,6     | 68,2  | 18,6   | 29,3   | 108,6  | 0      | 164,2  | 24,5      | 104     | 90,3     | 23,6     | 752,0              |
| 2019    | -                                    | -        | -     | -      | 34,1   | 6      | 1      | 46,2   | 124,6     | 38,1    | 227,7    | 33,8     | -                  |
| 2020    | 3,2                                  | 4        | 70,2  | 9,2    | 5,8    | 18,9   | 3,6    | 43,3   | 69,7      | -       | -        | -        | -                  |
| media   | 60,7                                 | 78,5     | 66,2  | 24,2   | 21,5   | 26,5   | 10,7   | 38,7   | 62,7      | 46,6    | 71,7     | 38,4     | 594,2              |
| dev std | 34,7                                 | 66,1     | 22,8  | 14,8   | 17,6   | 32,4   | 15,1   | 48,2   | 34,8      | 32,7    | 63,4     | 23,3     | 177,0              |

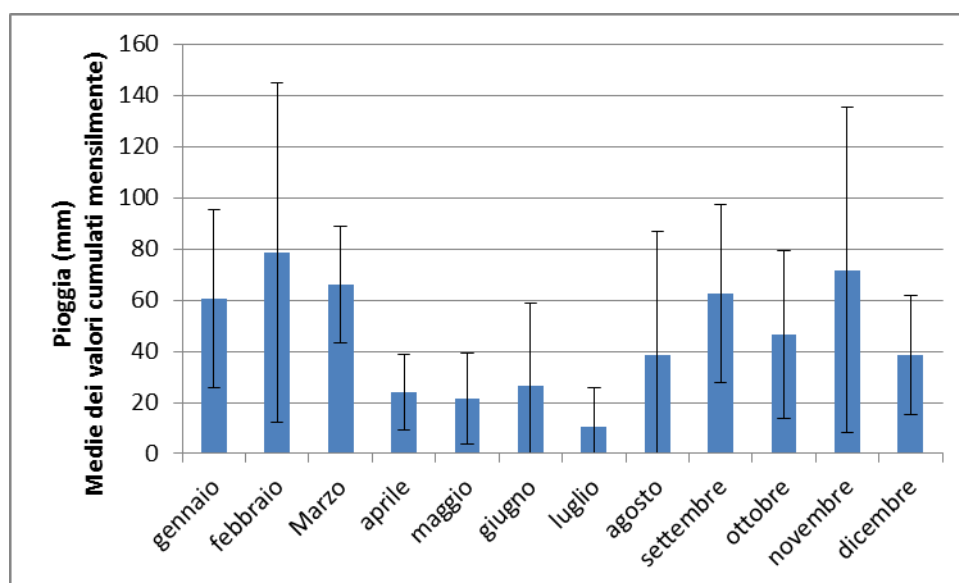


FIGURA 3-16 ANDAMENTO MENSILE DELLE PRECIPITAZIONI, PERIODO 2008-2020

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III18P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 36 di 86                                                                                            |

Al fine di stimare, dai valori di pioggia registrati in invaso, le portate in ingresso dal bacino è stata fatta una valutazione basata sulla superficie di bacino a monte e della tipologia prevalente di terreni presenti nel bacino a monte dell'invaso, principalmente terreni incolti o sterrati non compatti (FIGURA 3-12).

L'afflusso medio annuo in invaso indicato nel Progetto Esecutivo del 1968 era stimato pari ad una media annua di 530 l/sec, ovvero un media annuale di circa 16.7Ml di m<sup>3</sup>/anno simile a quella ottenuta in Tabella 3-4.

TABELLA 3-4 COEFFICIENTI DI DEFLUSSO PER TIPOLOGIA DI SUPERFICIE DI TERRENO, VALORI DI PRECIPITAZIONE NEL BACINO AFFERENTE ALL'INVASO E STIMA DELLE PORTATE IN INGRESSO ALL'INVASO

| Esempi di coefficienti di deflusso per tipologia di superficie |                    |
|----------------------------------------------------------------|--------------------|
| Tipologia                                                      | coeff. di deflusso |
| Superfici agricole, prati, verde su suolo profondo             | 0,10-0,15          |
| Terreni incolti o sterrati non compatti                        | 0,20-0,30          |
| Superfici inghiaiate                                           | 0,30-0,50          |
| Sterrato compatto                                              | 0,50-0,60          |
| Coperture di tetti, superfici asfaltate                        | 0,85-1,00          |

|                                                                      |            |                 |
|----------------------------------------------------------------------|------------|-----------------|
|                                                                      | u.m.       |                 |
| Sup. Bacino a Villarosa                                              | 102        | Km <sup>2</sup> |
| Precipitazione mm Media Annua                                        | 594,2      | mm              |
| Precipitazione mm Media autunno inverno (ott-marzo)                  | 396        | mm              |
| Precipitazione totale Media Annua bacino a monte                     | 60.608.400 | m <sup>3</sup>  |
| Precipitazione totale Media autunno-inverno bacino a monte           | 40.392.000 | m <sup>3</sup>  |
| Coefficienti di deflusso per terreni incolti o sterrati non compatti | 0,25       |                 |
| Acqua in ingresso a Villarosa -media annuale                         | 15.152.100 | m <sup>3</sup>  |
| Acqua in ingresso a Villarosa -media autunno inverno                 | 10.098.000 | m <sup>3</sup>  |

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 37 di 86                                                                                            |

### 3.4. Caratterizzazione dell'invaso

La disposizione planimetrica del materiale sedimentato è data dal rilievo batimetrico eseguito dal DRAR nel 2020. Il rilievo batimetrico è stato quindi raccordato per le parti a terra con il rilievo topografico eseguito con drone ed i risultati sono presentati in Tavola II118P-PGI-DT-0010.

La planimetria di invaso allegata ai dati di collaudo (tavola II118P-PGI-DT-002) è risultata molto approssimativa. È stato effettuato un tentativo di digitalizzazione 3D della mappa originaria e produzione di un modello per il calcolo dei volumi invasati. Purtroppo, la bassa qualità della mappa iniziale comportava un errore nel calcolo del modello per superfici e volumi molto elevato se confrontati con quelli da collaudo, soprattutto per le quote al di sotto della 380 m slm, che sono quelle più di interesse per il Progetto di Gestione dell'Invaso.

Si è optato quindi per la valutazione delle superfici e volumi dei materiali invasati da confronto del grafico superfici-volumi allegato a collaudo con quello ottenibile dalla batimetria 2020.

#### 3.4.1. Disposizione planimetrica del materiale sedimentato

La disposizione planimetrica del materiale sedimentato è riportata nella Tavola II118P-PGI-DT-008. Nella Tavola sono state raccordate le batimetrie rilevate al 2020 per le quote al di sotto della 384 m slm con il rilievo topografico con drone per le quote emerse.

Per l'analisi degli spessori sedimentati in invaso alle diverse quote di livello si rimanda al paragrafo successivo.

Dall'analisi batimetrica recente risulta che il livello di interrimento alla quota 378 m slm è esteso alla maggior parte dell'invaso. D'altra parte, la geometria del bacino fin dalle sue origini presentava un profilo batimetrico pressoché pianeggiante (II118P-PGI-DT-002)

#### 3.4.2. Calcolo del volume di materiale solido sedimentato nel serbatoio

Il volume d'interrimento è stato determinato come differenza tra il risultato della batimetria eseguita nel 2020 ed i volumi indicati nel diagramma quote-aree-volumi allegati al collaudo FIGURA 3-7.

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III118P-PGI- RT-0001-02                                                                                  | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 38 di 86                                                                                            |

**Il Grado di Interrimento (GI) percentuale del serbatoio**, definito come il rapporto, espresso in percentuale, tra il volume di interrimento presente nell'invaso ed il corrispondente volume di invaso al tempo iniziale è dato da:

$$GI = \frac{(V_{Int})_{\Delta T}}{V_{Ti}} \times 100$$

Dal F.C.E.M. si osserva che l'interrimento osservato, dal 1973 (data di realizzazione della diga) al 2020, può essere così valutato:

| Quota<br>(m slm) | Nota                                                   | Volume<br>liquido da<br>F.C.E.M. | Volume<br>liquido al<br>2020 | Interrimento     | GI %         |
|------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------|--------------|
| <b>386,3</b>     | <b>livello massima<br/>regolazione<br/>autorizzato</b> | <b>8.560.000</b>                 | <b>4.717.088</b>             | <b>3.843.155</b> | <b>44,9%</b> |
| 392,5            | livello massima<br>regolazione<br>(L. 584/94)          | 15.350.000                       | 10.846.185                   | 4.503.815        | 29,3%        |
| 393,71           | livello massimo<br>invaso                              | 17.160.000                       | 12.373.929                   | 4.786.071        | 27,9%        |

Essendo il volume totale di invaso ex L.584/94 indicato nel F.C.E.M pari a 15,35 Mm<sup>3</sup> (vedi Tavola III118P-PGI-DT-003) comprensivo di 0,55 Ml di m<sup>3</sup> di volume morto, la perdita di capacità utile al 2020 è di circa 4,5 Ml m<sup>3</sup>. Si ricorda che comunque il livello di massima regolazione non è al momento raggiungibile per le limitazioni in corso.

La perdita calcolata sul livello di massima regolazione autorizzato è invece pari a 3,84 Ml m<sup>3</sup>.

Di seguito si riportano le superfici e volumi alle quote di riferimento così come rilevato nella batimetria del 2020:

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br/>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| <p>II118P-PGI- RT-0001-02</p>                                                                                | <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>                                                                                                                                                                      | <p>Pag. 39 di 86</p>                                                                                         |

| Quota<br>(m slm) | Area<br>(m <sup>2</sup> ) | Volume<br>(m <sup>3</sup> ) |
|------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 375              | 123                       | 91,15                       |
| 377              | 5627                      | 2581                        |
| 380              | 407.725                   | 675.373                     |
| 384              | 669.325                   | 2.768.358                   |
| 385              | 725.113                   | 3.464.788                   |
| 386,30           | 947.270                   | 4.717.088                   |
| 390              | 1.076.080                 | 7.960.532                   |
| 392,5            | 1.231.929                 | 10.846.185                  |
| 393,71           | 1.327.074                 | 12.373.929                  |

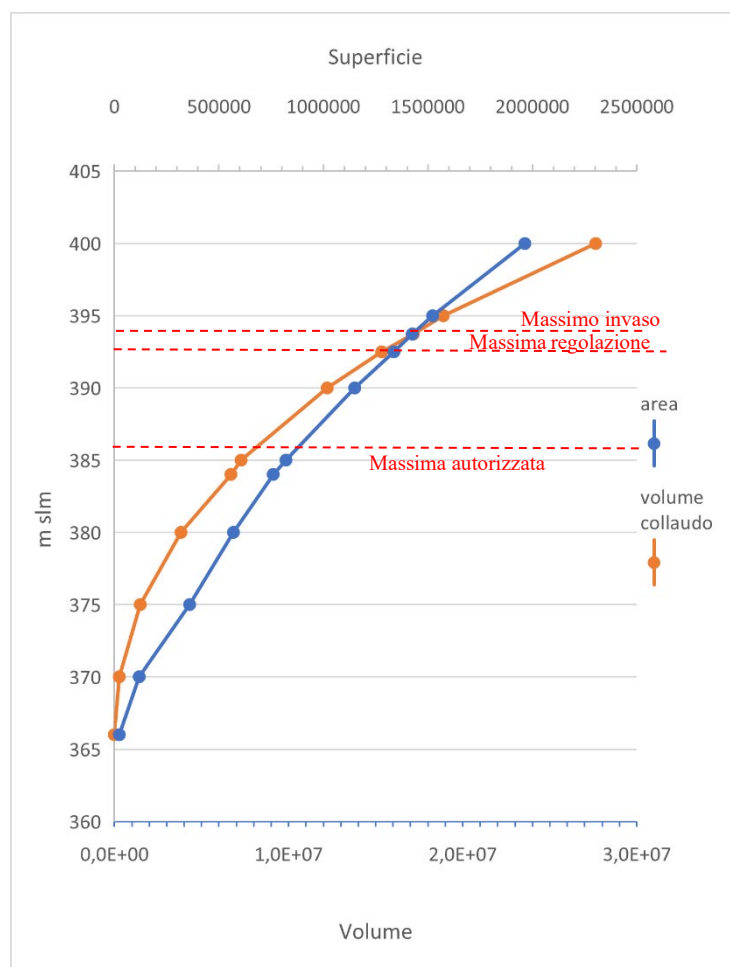


FIGURA 3-17 GRAFICO SUPERFICI-VOLUMI COSÌ COME INDICATI A COLLAUDO.

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br/>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| <p>II118P-PGI- RT-0001-02</p>                                                                                | <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>                                                                                                                                                                      | <p>Pag. 40 di 86</p>                                                                                         |

Dalla FIGURA 3-18 si evidenzia che l'interrimento si è genericamente distribuito in tutto l'invaso con spessori di sedimentazione più elevati al di sopra della 380 m slm (FIGURA 3-18). Avendo al 2020 depositati in invaso 4.717.088 m<sup>3</sup> alla 386,30 m slm, con una corrispondente superficie liquida paria 947.270 m<sup>2</sup>, lo spessore medio sedimentato è pari a circa 5 m, come peraltro evidente dalla figura sottostante.

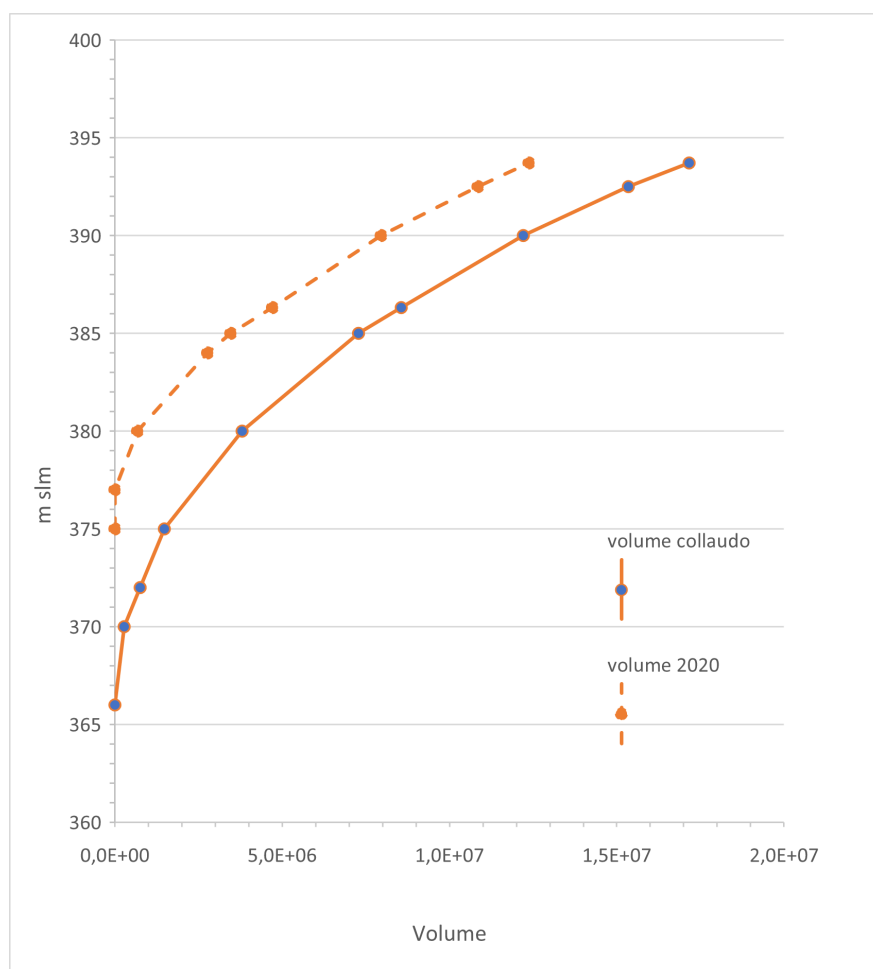


FIGURA 3-18 CONFRONTO FRA I VOLUMI DI INVASO AL MOMENTO DELLA REALIZZAZIONE DELLA DIGA E AL 2020.

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III18P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 41 di 86                                                                                            |

### 3.4.3. Valutazione del volume medio di materiale solido che sedimenta in un anno nel serbatoio

Nota la data di termine lavori della diga (1973) ed avendo una valutazione dei solidi sedimentati al 2020 di circa 4.717.088 m<sup>3</sup> (alla quota autorizzata di 386,3 m slm), si può stimare un rateo di sedimentazione medio annuo, dal 1973 al 2020 ovvero 47 anni, pari a circa 81.769 m<sup>3</sup>/anno.

Si osserva che il rateo aumenta per quote superiori di invaso.

| anni | Volume autorizzato<br>(386,3 m slm) | Periodo 1973-2020 |                                    |
|------|-------------------------------------|-------------------|------------------------------------|
|      |                                     | Perdita volume    | rateo annuo<br>(m <sup>3</sup> /a) |
| 1973 | 8.560.243                           | 3.843.155         | 81.769                             |
| 2020 | 4.717.088                           |                   |                                    |

| anni | Livello massima regolazione<br>(392,5 m slm) | Periodo 1973-2020 |                                    |
|------|----------------------------------------------|-------------------|------------------------------------|
|      |                                              | Perdita volume    | rateo annuo<br>(m <sup>3</sup> /a) |
| 1973 | 15.350.000                                   | 4.503.815         | 95.826                             |
| 2020 | 10.846.185                                   |                   |                                    |

| anni | Massimo invaso<br>(393,71 m slm) | Periodo 1973-2020 |                                    |
|------|----------------------------------|-------------------|------------------------------------|
|      |                                  | Perdita volume    | rateo annuo<br>(m <sup>3</sup> /a) |
| 1973 | 17.160.000                       | 4.786.071         | 101.831                            |
| 2020 | 12.373.929                       |                   |                                    |

Il volume depositato al 2025 in invaso al livello di massima regolazione autorizzato, è quindi stimabile pari a  $3.843.155 \text{ m}^3 + 81.769 \text{ m}^3/\text{anno} \times 5 = \underline{4.252.000 \text{ m}^3}$

Il volume idrico al 2025 per la quota autorizzata è di conseguenza pari a 4.308.424 m<sup>3</sup>.

Come indicato nel capitolo 3.3.1 il tasso di interrimento osservato, che si attesta a valori importanti, non è quindi solamente attribuibile al solo trasporto solido degli affluenti ma anche al dilavamento dei terreni afferenti all'invaso.

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 42 di 86                                                                                            |

**Il Tasso percentuale medio annuo di Interrimento (TI) o perdita di capacità di invaso**” che è il rapporto tra il volume di interrimento medio annuo e il volume d’invaso al tempo iniziale:

$$TI \% = \frac{(V_{int})_{medio\ annuo}}{V_{ti}} \times 100$$

è valutato al **livello massimo autorizzato** pari a:  $(81.769 \text{ m}^3/\text{anno}) / 8.560.243 \text{ mc} \times 100 = 0,96\%$ .

Essendo al 2025 il volume liquido disponibile (al livello di massimo invaso autorizzato) pari a  $4.308.424 \text{ m}^3$ , con il tasso di interrimento osservato, in 53 anni il volume liquido sarà esaurito se non si attuano opportune attività di gestione.

Infine, la producibilità specifica media annua di sedimenti del bacino imbrifero risulta pari a  $802 \text{ m}^3/\text{km}^2 \text{ anno}$ .

#### 3.4.4. Stato di interrimento in prossimità degli organi di scarico e presa e del paramento di monte dello sbarramento

L’organo di scarico di fondo così come realizzato con le quote di origine è indicato nelle tavole II118P-PGI-DT004 e II118P-PGI-DT007 e FIGURA 3-19.

L’organo di scarico di fondo viene attualmente movimentato mensilmente per mantenere in efficienza le paratoie. Tale attività finalizzata attualmente solo al buon funzionamento degli organi di scarico (e non alla evacuazione dei sedimenti) ha consentito di mantenere la quasi completa funzionalità delle paratoie.

Lo scarico di fondo viene inoltre movimentato per gestire gli apporti meteorici in invaso.

Lo spessore di materiale sedimentato nell’intorno della torre dello scarico di fondo, e del paramento di monte, è di 2 m (rispetto il fondo del canale di invito allo scarico alla 372 m slm) ed arriva a 5-6m a breve distanza (Tavola II118P-PGI-DT-008) avendo raggiunto il fondale la quota 378 m slm. In FIGURA 3-20 è riportata la quota di materiale sedimentato nell’immediato intorno dello scarico di fondo e per una piccola superficie, oltre la quale lo spessore di materiale sedimentato aumenta rapidamente. Come si evince dalla Tavola II118P-PGI-DT-008 a breve distanza gli spessori sedimentati aumentano infatti considerevolmente.

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| REPUBBLICA ITALIANA<br> | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 43 di 86                                                                                            |

Come si vede dalla Figura, e più in dettaglio dalla Tavola II18P-PGI-DT-007, le condotte di adduzione prelevano acqua a diverse quote da griglie ubicate sul lato della torre, che hanno quote anche più superficiali alla quota di interrimento. Questo aspetto, unito alla frequente movimentazione delle paratoie, ha consentito la non ostruzione dello scarico di fondo.

Si ravvisa la necessità di rimuovere i sedimenti accumulati in prossimità dell'organo di scarico per consentire un suo completo ripristino e rifunzionalizzazione. Il mantenimento dell'efficienza dello scarico di fondo è imprescindibile per gestire gli apporti degli eventi meteorici in invaso.

La soglia dello scarico di superficie è sempre libera e aperta dal 2003 con portate esitabili alla quota 386,30 m slm (FIGURA 3-5).

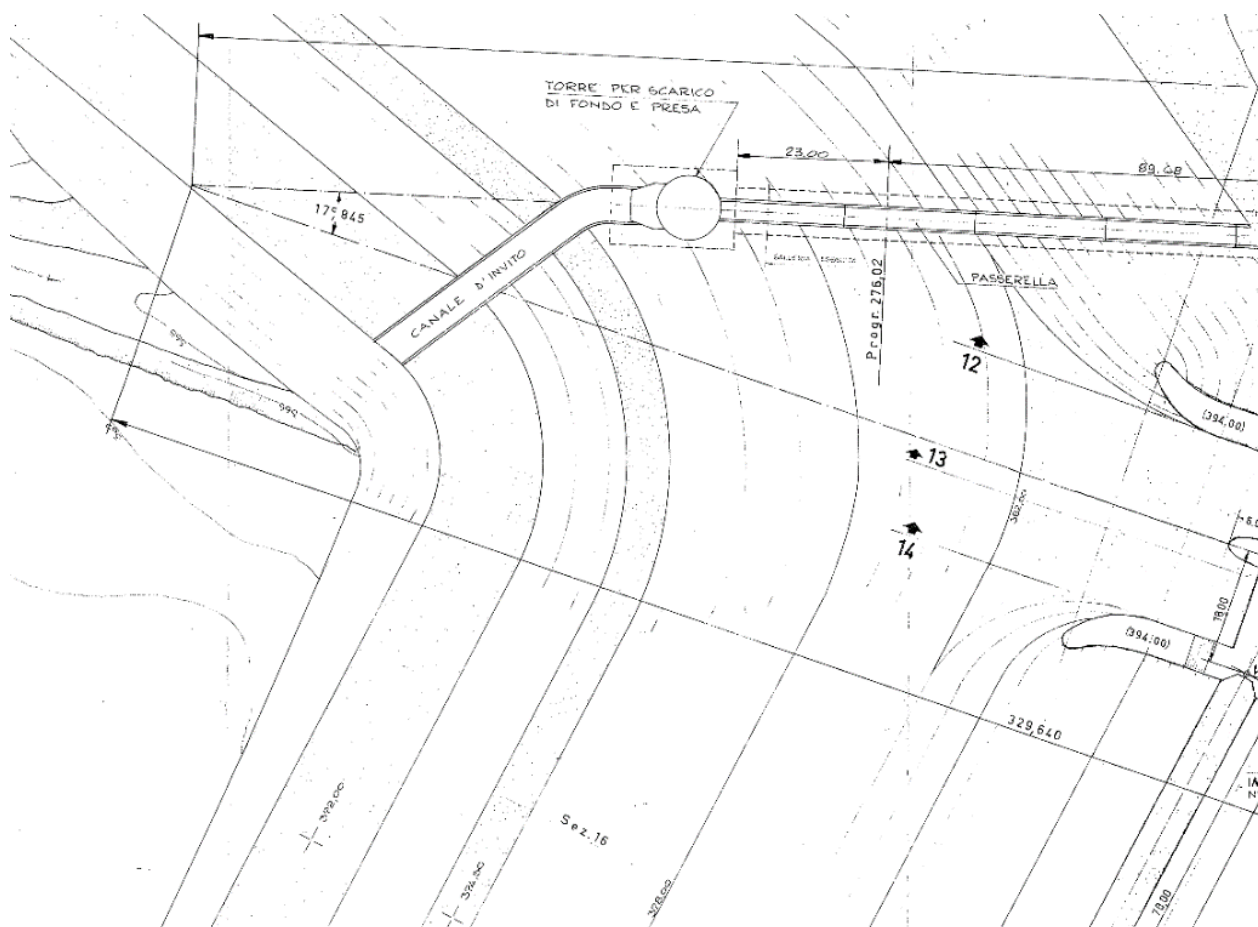


FIGURA 3-19 PLANIMETRIA DELLO SCARICO DI FONDO COSÌ COME INDICATA NEL PROGETTO ESECUTIVO DEL 1969 (TAVOLA I-10) E A COLLAUDO.



|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 45 di 86                                                                                            |

### 3.4.5. Caratterizzazione qualitativa e quantitativa dei sedimenti presenti nell'invaso

Per il report di indagine ambientale si rimanda alla relazione II118P-PGI-RT-0003.

Sono stati analizzati 6 punti di campionamento di cui 2 nell'attuale area umida di invaso e 3 nelle aree in cui i sedimenti hanno raggiunto quote sopra il livello di invaso (384 m slm). Nei campioni 1, 2 e 3 sono anche state eseguite carote stratigrafiche.

Tutti i campioni sono risultati con concentrazioni inferiori alla colonna A, tab.1, all'5 del Dlgs. 152/06 (destinazione d'uso residenziale o verde pubblico).

Tutti i campioni sono inoltre risultati inferiori al limite L2 previsto per i sedimenti nel DM 173/06.

Anche la caratterizzazione chimica svolta ai sensi del DM 05/02/1998, test di eluzione, non ha rilevato superamento di valori limite ad eccezione della domanda chimica di ossigeno (COD) per i campioni S1 ed S2, seppur con valori poco significativi e trascurabili nel contesto generale.

Pertanto, dalle analisi svolte, risulta che i campioni sono ampiamente “non pericolosi” e possono essere utilizzati come dalle indicazioni contenute nell'art.185 del D.Lgs 152/06 e s.m.i al comma 3 ed esclusi dalla gestione dei rifiuti: “3. *Fatti salvi gli obblighi derivanti dalle normative comunitarie specifiche, sono esclusi dall'ambito di applicazione della Parte Quarta del presente decreto i sedimenti spostati all'interno di acque superficiali o nell'ambito delle pertinenze idrauliche ai fini della gestione delle acque e dei corsi d'acqua o della prevenzione di inondazioni o della riduzione degli effetti di inondazioni o siccità o ripristino dei suoli se è provato che i sedimenti non sono pericolosi ai sensi della decisione 2000/532/CE della Commissione del 3 maggio 2000, e successive modificazioni.*”

I sedimenti sono risultati con concentrazioni inferiori a quelle previste per i metalli nell'Allegato I A al D. Lgs. 27/01/92, n. 99. L'utilizzazione dei fanghi per uso agronomico, secondo il D.D.G. 311 del 2015, è consentita qualora la concentrazione di uno o più metalli pesanti nel suolo non superi i valori limite fissati nell'Allegato I A al D. Lgs. 27/01/92, n. 99. I fanghi possono essere applicati sui terreni in dosi non superiori a 15 t/ha di sostanza secca nel triennio, purché i suoli presentino le seguenti caratteristiche:

- capacità di scambio cationico (C.S.C.) superiore a 15 meq/100 g;
- pH compreso tra 6,0 e 7,5.

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br/>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| <p>II118P-PGI- RT-0001-02</p>                                                                                | <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>                                                                                                                                                                      | <p>Pag. 46 di 86</p>                                                                                         |

I sedimenti dell'invaso di Villarosa sono quindi potenzialmente utilizzabili come ammendante in agricoltura, qualora ve ne fosse la richiesta e previa verifica dei terreni riceventi per quanto riguarda il pH e lo scambio cationico.

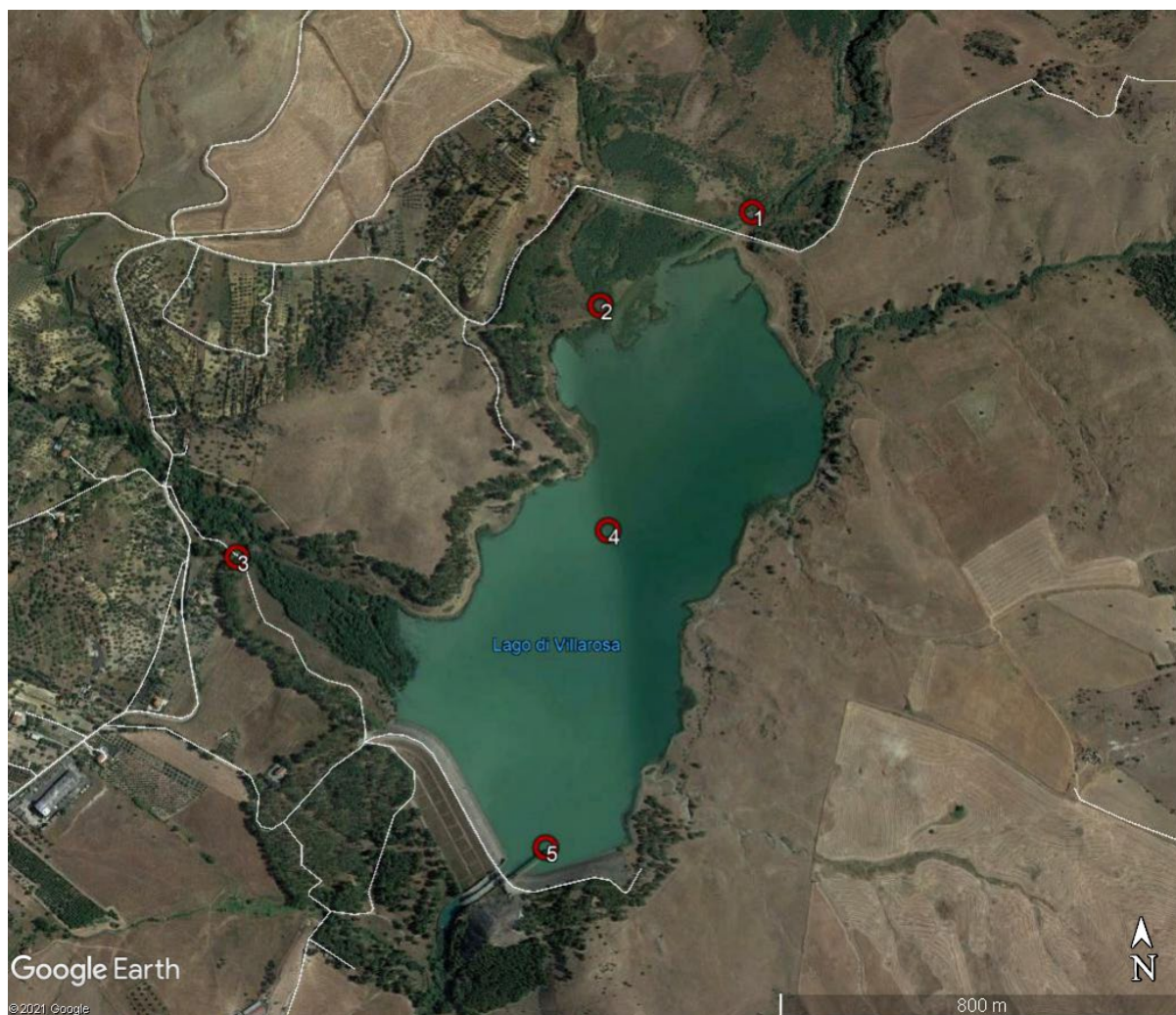


FIGURA 3-21 UBICAZIONE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO DEI SEDIMENTI

I risultati della classificazione granulometrica in 5 classi, prelevata con benna van veen, ha evidenziato la presenza di sedimenti grossolani con la maggior parte dei materiali classificabili nella frazione ruditica o sabbiosa (Tabella 3-5).

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III18P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 47 di 86                                                                                            |

TABELLA 3-5      RISULTATI DELLA CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA MEDIANTE BENNA VAN VEEN

|                                                                    |                 |      |     |      |     |       |       |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------|------|-----|------|-----|-------|-------|
| Frazione granulometrica rudite<br>> 2 mm                           | ICRAM- Scheda 3 | %p/p | 91  | 90,1 | 96  | 99,5  | 99,8  |
| Frazione granulometrica sabbia<br>2 mm > x > 0,063 mm              | ICRAM- Scheda 3 | %p/p | 8,3 | 7,1  | 2,5 | 0,3   | 0,2   |
| Frazione granulometrica pelitica<br>< 0,063 mm                     | ICRAM- Scheda 3 | %p/p | 0,7 | 2,8  | 1,5 | 0,2   | < 0,1 |
| Frazione granulometrica pelitica - silt<br>0,063 mm > x > 0,004 mm | ICRAM- Scheda 3 | %p/p | 0,4 | 1,5  | 0,7 | 0,2   | < 0,1 |
| Frazione granulometrica pelitica - argilla<br>< 0,004 mm           | ICRAM- Scheda 3 | %p/p | 0,3 | 1,3  | 0,8 | < 0,1 | < 0,1 |

Le indagini stratigrafiche eseguite nei punti 1, 2, 3 di Figura 3-21, hanno evidenziato granulometrie decisamente più fini:

#### Sondaggio S1

**0.0-0.6 m** dal p.c.: Limo sabbioso di colore grigiastro, inglobante elementi lapidei di varia natura, a spigoli vivi, del  $d_{max} = 2$  cm. Presenza di filamenti vegetali.

**0.6-3.0 m** dal p.c.: Argilla limosa di colore marrone giallastro, poco consistente,  $W_N > W_P$ .

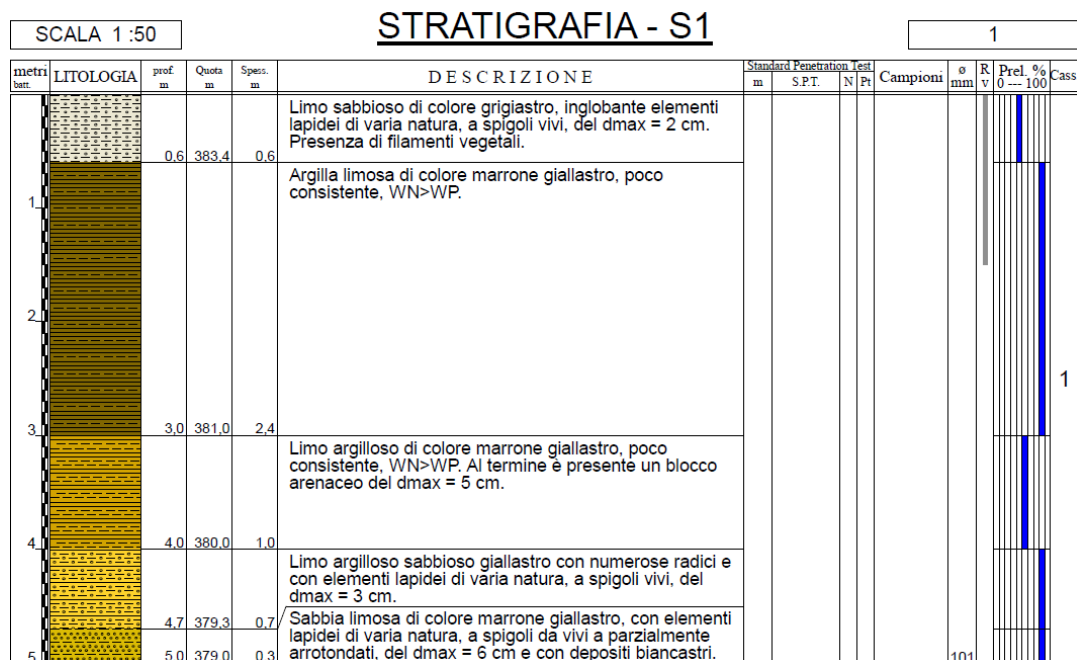
**3.0-4.0 m** dal p.c.: Limo argilloso di colore marrone giallastro, poco consistente,  $W_N > W_P$ . Al termine è presente un blocco arenaceo del  $d_{max} = 5$  cm.

**4.0-4.7 m** dal p.c.: Limo argilloso sabbioso giallastro con numerose radici e con elementi lapidei di varia natura, a spigoli vivi, del  $d_{max} = 3$  cm

**4.5-5.0 m** dal p.c.: Sabbia limosa di colore marrone giallastro, con elementi lapidei di varia natura, a spigoli da vivi a parzialmente arrotondati, del  $d_{max} = 6$  cm e con depositi biancastri (probabilmente di origine gessosa)

A 4 m dal p.c. sembra riscontrare la presenza dell'originario piano campagna. La parte sovrastante dovrebbe essere interrimento a seguito del trasporto a monte dell'invaso. I materiali trasportati presentano quindi una granulometria limo-argillosa.

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| REPUBBLICA ITALIANA<br> | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III18P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 48 di 86                                                                                            |



### Sondaggio S2

**0.0-3.0 m** dal p.c.: Limo argilloso e limo sabbioso, di colore marrone, con numerose radici, poco consistente, WN>WP. Tra 1.5-1.8 m e 2.2-2.5 m argilla limosa poco consistente. Intorno a 2.2 m presenza di ghiaia minuta biancastra.

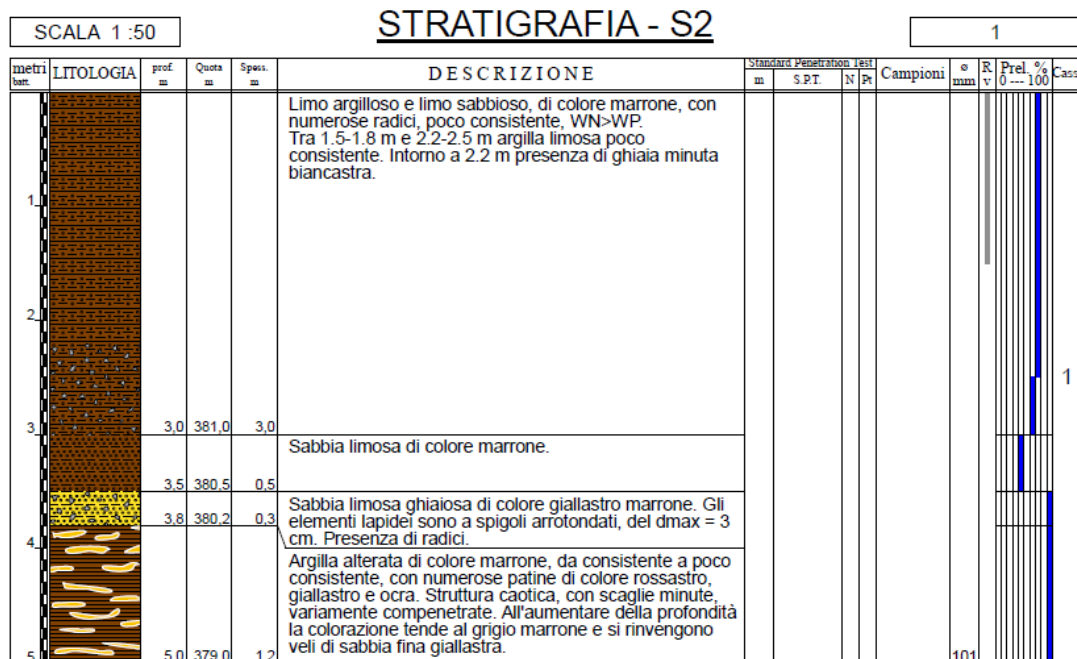
**3.0-3.5 m** dal p.c.: Sabbia limosa di colore marrone

**3.5-3.8 m** dal p.c.: Sabbia limosa ghiaiosa di colore giallastro marrone. Gli elementi lapidei sono a spigoli arrotondati, del dmax = 3 cm. Presenza di radici.

**3.8-5.0 m** dal p.c.: Argilla alterata di colore marrone, da consistente a poco consistente, con numerose patine di colore rossastro, giallastro e oca. Struttura caotica, con scaglie minute, variamente compenstrate. All'aumentare della profondità la colorazione tende al grigio marrone e si rinvergono veli di sabbia fina giallastra.

A 3.8 m dal p.c. sembra quindi essere presente il piano campagna originario. Anche in questo caso i sedimenti invasati sono di granulometria limo argilloso, sabbia limosa.

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br/>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| <p>II118P-PGI- RT-0001-02</p>                                                                                | <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>                                                                                                                                                                      | <p>Pag. 49 di 86</p>                                                                                         |



#### Sondaggio S3

**0.0-0.3 m** dal p.c.: Limo argilloso di colore grigiastro, con numerose radici e sostanza organica.

**0.3-2.0 m** dal p.c.: Limo argilloso e limo sabbioso di colore marrone, poco consistente, WN>WP, inglobante qualche elemento lapideo.

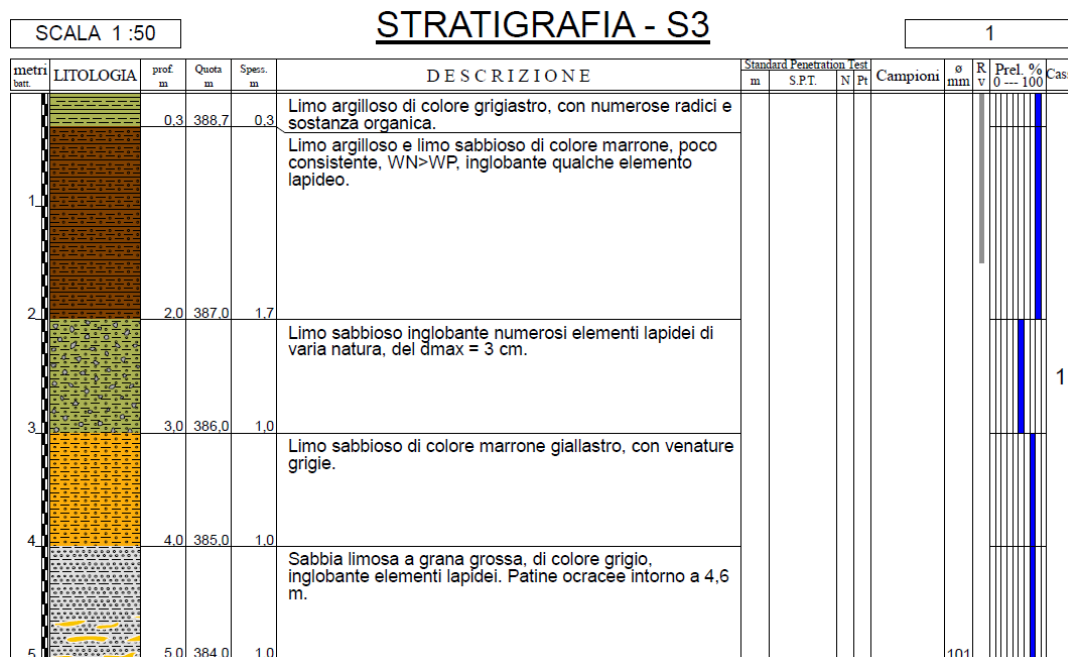
**2.0-3.0 m** dal p.c.: Limo sabbioso inglobante numerosi elementi lapidei di varia natura, del dmax = 3 cm.

**3.0-4.0 m** dal p.c.: Limo sabbioso di colore marrone giallastro, con venature grigie.

**4.0-5.0 m** dal p.c.: Sabbia limosa a grana grossa, di colore grigio, inglobante elementi lapidei. Patine ocracee intorno a 4,6 m

A circa 3.0 m dal p.c. si osservano le venature grigie dei limi del probabile fondo invaso. Il materiale sedimentato è di granulometria limo argillosa, limo-sabbiosa.

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 50 di 86                                                                                            |



I campioni superficiali in invaso, prelevati con benna, sono risultati con granulometrie nettamente più grossolane rispetto a quanto rilevato dalla carota. È possibile che il campionamento con la benna van Veen abbia perso gran parte del materiale fine presente nel campione. Data l'esperienza degli scriventi in contesti analoghi si ritiene che le granulometrie più rappresentative per l'invaso, e nota la tipologia di terreni del bacino afferente, siano quelle desumibili dalle carote stratigrafiche.

#### 3.4.6. Caratterizzazione qualitativa e quantitativa delle acque dell'invaso

Nell'invaso di Villarosa era presente in passato una stazione di monitoraggio annuale dell'Arpa Sicilia (codice stazione IT19LW190729). Per l'invaso Villarosa-Morello, sono stati in passato analizzati solamente alcuni dei parametri inclusi in Tab1/A e Tab 1/B del DM 260/2010. A partire dal 2014 ARPA Sicilia non ha più monitorato tali acque. Posteriormente alla nota ARPA prot. n. 82064 del 14/12/2012 con la quale è stato chiesto di conoscere l'utilizzo delle acque, il gestore ha comunicato che i volumi idrici della Diga Villarosa non sarebbero stati utilizzati.

I risultati del monitoraggio ante 2014, così come indicati nel Progetto di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia del 2016, indicano per l'invaso:

- ICF: Buono

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III18P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 51 di 86                                                                                            |

- LTLeco: Sufficiente
- Stato Ecologico: Sufficiente

Stato chimico non determinato per incompletezza dei parametri.

Nell'Annuario dei dati Ambientali della Sicilia (2019, 2020) è stato determinato lo Stato Chimico dell'invaso con i dati 2011-2018 e 2011-2019. Il risultato fornisce uno stato chimico secondo la tab. 1/a d.lgs. 172/2015 "Non Buono per il parametro mercurio". Lo stato Ecologico dell'invaso è invece ritenuto "Sufficiente", confermando il valore precedente. Si evidenzia che il ricalcolo dei valori è stato effettuato sempre con i dati antecedenti al 2014.

Il fiume Morello, e tutto il bacino dell'Imera meridionale è considerato un "Fiume salato".

L'invaso di Villarosa è classificato come "lago olomittico", con acque in completa circolazione dalla superficie al fondo almeno una volta all'anno.

Per il presente Progetto di Gestione è stata eseguita nel 2021 una campagna che ha previsto 3 punti di campionamento delle acque in vaso (per dettagli si rimanda al piano di campionamento Allegato) (Figura 3-22). I risultati della campagna sono indicati nell'elaborato III18P-PGI-RT-003.

Nei 3 punti (A1, A2, A3) è stata calata una sonda multiparametrica per l'acquisizione dei valori di temperatura (°C), pH, torbidità (FTU-NTU), Conducibilità (µS/cm), ossigeno disciolto (Tabella 3-6).

La torbidità è risultata costante nei punti A1 in tutti i campioni analizzati lungo la verticale. I punti A2 e A3 presentano invece un trasporto solido al fondo nell'ultimo metro della colonna d'acqua, maggiore in A2 rispetto A3.

Per ciascun punto di campionamento sono state inoltre prelevate acque in superficie, medio fondo e fondo. L'analisi della torbidità eseguita in questi tre campioni ha riportato concentrazioni di 190 mg/l nel campione al fondo di A2 e di 330 mg/l nel campione al fondo di A3. L'apporto solido, quindi, sembrerebbe quindi avvenire principalmente dai due affluenti a monte dell'invaso.

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p><i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità</i><br/> <i>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i></p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| <p>II118P-PGI- RT-0001-02</p>                                                                                | <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>                                                                                                                                                                                     | <p>Pag. 52 di 86</p>                                                                                         |



FIGURA 3-22 UBICAZIONE DEI PUNTI DI CAMPIONAMENTO PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE ACQUE

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III18P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 53 di 86                                                                                            |

TABELLA 3-6 – RISULTATI DELLA SONDA MULTIPARAMETRICA

| A1              |                   |      |                      |                        |                         |                            |
|-----------------|-------------------|------|----------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Profondità<br>m | Temperatura<br>°C | PH   | Torbidità<br>FTU-NTU | Conducibilità<br>µS/cm | ossigeno disciolto<br>% | ossigeno disciolto<br>mg/L |
| -0,5            | 16,2              | 6,78 | 1,36                 | 2500                   | 11,5                    | 1,04                       |
| -1              | 16,2              | 6,75 | 1,59                 | 2550                   | 11,22                   | 1,07                       |
| -1,5            | 16,2              | 6,73 | 1,61                 | 2587                   | 11,34                   | 1,07                       |
| -2              | 16,2              | 6,71 | 1,66                 | 2600                   | 11,2                    | 1,08                       |
| -2,5            | 16,2              | 6,71 | 1,82                 | 2640                   | 1,35                    | 1,08                       |
| -3              | 16,2              | 6,8  | 2,43                 | 2746                   | 11,43                   | 1,07                       |
| -3,5            | 16,2              | 7,1  | 2,55                 | 2759                   | 11,5                    | 1,055                      |
| -4              | 16,1              | 7,1  | 2,69                 | 2780                   | 11,5                    | 1,06                       |

| A2              |                   |      |                      |                        |                         |                            |
|-----------------|-------------------|------|----------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Profondità<br>m | Temperatura<br>°C | PH   | Torbidità<br>FTU-NTU | Conducibilità<br>µS/cm | ossigeno disciolto<br>% | ossigeno disciolto<br>mg/L |
| -0,5            | 16,2              | 7,2  | 4,19                 | 2780                   | 11,4                    | 1,13                       |
| -1              | 16,2              | 7,2  | 2,63                 | 2769                   | 15,03                   | 1,15                       |
| -1,5            | 16,2              | 7,28 | 1,84                 | 2762                   | 16,53                   | 1,18                       |
| -2              | 16,2              | 7,3  | 1,42                 | 2741                   | 19,3                    | 1,18                       |
| -2,5            | 16,4              | 7,34 | 1,34                 | 2750                   | 19,5                    | 1,2                        |
| -3              | 16,4              | 7,34 | 2,95                 | 1970                   | 20,58                   | 1,35                       |
| -3,5            | 16,4              | 7,34 | 3                    | 1896                   | 21,86                   | 1,96                       |
| -4              | 16,38             | 7,34 | 128                  | 1800                   | 24                      | 2,19                       |
| -4,5            | 16,35             | 7,34 | 129,6                | 1750                   | 24,2                    | 2,19                       |
| -5              | 16,3              | 7,34 | 129,82               | 1720                   | 24,3                    | 2,2                        |

| A3              |                   |      |                      |                        |                         |                            |
|-----------------|-------------------|------|----------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Profondità<br>m | Temperatura<br>°C | PH   | Torbidità<br>FTU-NTU | Conducibilità<br>µS/cm | ossigeno disciolto<br>% | ossigeno disciolto<br>mg/L |
| -0,5            | 16                | 7,51 | 4,09                 | 2589                   | 24,3                    | 2,3                        |
| -1              | 16,3              | 7,5  | 2,17                 | 2840                   | 30,2                    | 2,8                        |
| -1,5            | 16,28             | 7,5  | 68,32                | 2835                   | 30,8                    | 2,86                       |
| -2              | 16,2              | 7,57 | 69,4                 | 2830                   | 31                      | 2,9                        |

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III18P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 54 di 86                                                                                            |

La caratteristica “salata” delle acque del Torrente Morello è stata confermata dalle analisi eseguite che hanno dimostrato una conducibilità nel range 1720-2840  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ad una temperatura di circa 16°C (solitamente l'acqua possiede una conducibilità compresa da 100 a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

Le acque possono essere classificate secondo il grado di salinità: da acque che permettono l'esercizio irriguo continuo senza limiti di volume stagionale, si passa a una serie di classi intermedie fino alle acque da non utilizzare a fini irrigui (Tabella 3-7).

Le acque dell'invaso di Villarosa rientrano quindi in Classe II, ovvero acque che permettono l'esercizio irriguo continuo ma con accorgimenti nella scelta delle colture da irrigare, del metodo irriguo, della pedologia del suolo. Le soglie di tolleranza delle colture da irrigare dovrebbero essere pertanto valutate (SOCIETÀ ITALIANA DELLA SCIENZA DEL SUOLO, 2011).

TABELLA 3-7 LIMITI DI ACCETTABILITÀ PER LA SALINITÀ DELLE ACQUE SECONDO LA CLASSIFICAZIONE PROPOSTA DA GIARDINI ET AL, 1993(CARLA SCOTTI, 2007-2013)

| Parametri                                    | Unità di misura         | Classe I                                                                            | Classe II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Classe III                                                                                                                                                                                                                                                  | Classe IV                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Conducibilità elettrica                      | $\mu\text{S}/\text{cm}$ | < 750                                                                               | 750 – 2500                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2500 – 4000                                                                                                                                                                                                                                                 | > 4000                                                                                                                                                                                                                                       |
| SAR                                          | (numero puro)           | < 6                                                                                 | 6 – 20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 20 – 28                                                                                                                                                                                                                                                     | > 28                                                                                                                                                                                                                                         |
| Valutazione delle acque e criteri di impiego |                         | Acque che permettono l'esercizio irriguo continuo senza limiti di volume stagionale | Acque che permettono l'esercizio irriguo continuo con eventuali limitazioni dei volumi stagionali e con accorgimenti nei confronti della scelta delle colture da irrigare, del metodo irriguo, della pedologia del suolo. Il volume massimo è determinato dalla concentrazione del sale e dalle soglie di tolleranza delle colture. Evitare i fenomeni di accumulo nel suolo dei sali | Acque che permettono un esercizio irriguo saltuario (es. 1 irrigazione ogni 2-3 ANNI) e solo di soccorso, su colture tolleranti e con metodi irrigui ad alta efficienza ed in condizioni di bassa vulnerabilità ambientale. Accetta una perdita di prodotto | Acque da non usare normalmente a fini irrigui, da effettuarsi solo in casi eccezionali, con volumi molto contenuti, dopo una attenta analisi delle caratteristiche dei sali, della coltura, del metodo irriguo e delle condizioni ambientali |

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III118P-PGI- RT-0001-02                                                                                  | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 55 di 86                                                                                            |

Il rapporto fra conducibilità elettrica (EC) e concentrazione di sale (C) è approssimativamente:  $1 \text{ mS/cm di EC} = C \text{ 600-650 mg/L o ppm di sale}$ .

Le acque di Villarosa contengono quindi valori nel range 1.000 - 1850 ppm. Se si volesse considerare l'utilizzo dell'acque dell'invaso per abbeverare gli animali, in condizioni pratiche sarebbe preferibile fornire comunque agli animali acque con valori di STD inferiori a  $3.000 \div 4.000 \text{ mg/L}$  (Tabella 3-8). Le acque dell'invaso di Villarosa sono quindi utilizzabili.

TABELLA 3-8 – GIUDIZIO SULL'UTILIZZO DELL'ACQUA DI ABBEVERATA IN FUNZIONE DEL STD (SOCIETÀ ITALIANA DELLA SCIENZA DEL SUOLO, 2011)

| STD mg L <sup>-1</sup> | Polli                                                                                               | Suini                                                                               | Bovini e Cavalli                                                  |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| < 1.500                | Ottimo                                                                                              | Ottimo                                                                              | Ottimo                                                            |
| 1.500÷3.000            | Soddisfacente ad eccezione di soggetti al di sotto di 3 settimane                                   | Discreto                                                                            | Discreto                                                          |
| 3.000÷4.000            | Soddisfacente ad eccezione di soggetti al di sotto di 3 settimane, deiezioni molto umide            | Accettabile                                                                         | Accettabile                                                       |
| 4.000÷5.000            | Soddisfacente ad eccezione di soggetti al di sotto di 4 settimane, deiezioni molto umide            | Utilizzabile, diarrea transitoria all'inizio del consumo                            | Utilizzabile                                                      |
| 5.000÷7.000            | Insoddisfacente, deiezioni eccessivamente umide, riduzione della produzione, pericolo per la salute | Insoddisfacente, causa diarrea, riduzione assunzione idrica, pericolo per la salute | Insoddisfacente, causa diarrea specialmente nelle bovine da latte |
| 7.000÷10.000           | Insoddisfacente                                                                                     | Insoddisfacente                                                                     | Insoddisfacente                                                   |
| > 10.000               | Tossica                                                                                             | Tossica                                                                             | Tossica                                                           |

D.P.R. n. 236: Valore Guida 1.500 mg L<sup>-1</sup>

Ai fini dell'utilizzo delle acque per la potabilizzazione, il decreto Lgs. 31/2001 regola la normativa ed indica che questo valore non deve superare i  $2500 \mu\text{S/cm}$  a  $20^\circ\text{C}$ .

Quindi dal punto di vista della conducibilità, come anche degli altri parametri analizzati, può essere usata a scopo potabile.

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 56 di 86                                                                                            |

## 4. SEZIONE 2 – PARTE OPERATIVA

### 4.1. Programma generale delle attività di svasso/sfangamento

Il volume di interrimento complessivo dell'invaso al 2025 è di circa 4.503.815 m<sup>3</sup>, pari al 29,3% del volume disponibile alla quota di massima regolazione consentita.

Si ricorda che ad oggi non è previsto un utilizzo delle acque dell'invaso, anche se sono in corso interlocuzioni per un utilizzo idroelettrico. A parere degli scriventi, recuperare quindi ad oggi la completa capacità utile complessiva originaria, senza un effettivo utilizzo delle acque, risulta dal punto di vista costi/benefici non economicamente sostenibile.

Vista l'ingente quantità di sedimenti invaso (circa 4Ml di m<sup>3</sup>) ma soprattutto la localizzazione degli stessi estesa su una ampia superficie, si ritiene che operazioni di fluitazione non consentirebbero il ripristino totale della capacità utile del serbatoio. Le operazioni di fluitazione possibili possono quindi essere finalizzate unicamente al mantenimento ordinario della funzionalità degli organi di scarico.

Per recuperare il volume utile originario di invaso sarebbe quindi necessario dragare/rimuovere i sedimenti e stocarli temporaneamente lungo le sponde, in attesa di inviarli a deposito finale. Importante, a tale scopo, sottolineare che l'invaso non è direttamente collegato a strade che potrebbero sopportare un numero elevato di camion per la movimentazione del materiale verso un sito esterno (vedasi FIGURA 3-8). Inoltre, le aree di stoccaggio nell'intorno dell'invaso sono limitate come indicato nei paragrafi successivi.

Utile e necessario è invece mantenere la funzionalità della diga e degli organi idraulici al fine di consentire in un futuro la gestione della risorsa idrica. Come indicato nei capitoli precedenti lo scarico di fondo viene attualmente utilizzato anche per evacuare le acque in eccesso a seguito di eventi meteorici. Risulta quindi fondamentale mantenere la corretta funzionalità dello scarico di fondo della diga anche per garantire il necessario livello di sicurezza a favore della popolazione e del territorio a valle dello sbarramento.

Nel presente Piano Operativo si indicano pertanto le attività di movimentazione dei materiali finalizzate a garantire la pervietà degli organi scarico per una corretta e sicura gestione dell'invaso e non ad un recupero del volume utile originario.

Le operazioni di Gestione indicate nel piano si suddividono in:

- Piano Operativo per la rimozione straordinaria dei sedimenti in prossimità dello scarico di fondo;

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 57 di 86                                                                                            |

- Piano delle operazioni sistematiche per mantenere la funzionalità delle opere idrauliche della diga.

A seguire si indicano le possibili attività da porre in essere relative alla gestione dei sedimenti da rimuovere posti nelle immediate vicinanze degli organi di scarico, nel rispetto delle norme vigenti e della salvaguardia dell'ambiente, prediligendo le soluzioni con un migliore rapporto costi/benefici ed in un'ottica di economia circolare dei sedimenti.

#### 4.2. Piano Operativo relativo alla rimozione dei sedimenti in prossimità dello scarico di fondo

Ad oggi le manovre di esercizio con cadenza mensile, le manovre di apertura per eventi meteorici unite alla tipologia di griglie dello scarico di fondo posizionate a diverse altezze, hanno consentito di salvaguardare la funzionalità delle paratoie dello scarico di fondo ma non di tenere sotto controllo la situazione di interrimento dell'area posta a ridosso dello scarico di fondo che, nell'immediato intorno della torre di scarico presenta un deposito di materiale di spessore 5-6m.

Appare quindi opportuno effettuare una rimozione straordinaria dei sedimenti nell'intorno dello scarico di fondo e del canale di adduzione, oltre a continuare ad eseguire con periodicità manovre operative di gestione tali da garantire nel tempo la funzionalità degli organi di come indicato al capitolo 4.4.

Nei paragrafi che seguono sono state valutate diverse possibilità di rimozione e gestione dei materiali da dragare.

##### 4.2.1. Rimozione dei sedimenti mediante escavo

In Tavola II118P-PGI-DT-011 è indicata planimetricamente l'area che è necessario dragare nell'intorno dello scarico di fondo e del suo canale di accesso per portare il fondale alle quote originarie e dare allo scarico una garanzia di funzionalità nel tempo (ovviamente associata alle attività di ripristino completo degli organi di scarico, oggetto di progettazione separata).

Come si vede dalla Tavola II118P-PGI-DT-004, il canale di invito all'opera di presa dello scarico di fondo è costituito da uno scatolare con quota base alla 372m slm. Tale scatolare raggiunge le griglie della torre di scarico fondo inserendosi nella mantellata. Si prevede quindi di portare il fondale alla 372 m slm quota dell'imbocco del canale di invito allo scarico di fondo, pulendo ovviamente il canale e la mantellata dai materiali sedimentati riportando le quote ai valori originari.

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 58 di 86                                                                                            |

Le pendenze dell'area di scavo in invaso si raccorderanno al fondale attuale con una pendenza 1/4.

Lo scarico di esaurimento resterà interrato non essendo più necessaria la sua funzione di evacuazione del volume morto di invaso. Lo scarico di esaurimento, di fatto, essendo posto a quota inferiore rispetto allo scarico di fondo, non assolve ad alcuna funzione necessaria in fase di esercizio: la sua presenza era connessa al vuotamento completo dell'invaso per quote inferiori allo scarico di fondo (per la componente di volume morto, ora già completamente interrita) e per la deviazione delle portate di afflusso durante le fasi costruttive della diga. Quest'ultima situazione ovviamente non si applica alla fase di esercizio del serbatoio.

La rimozione prevista comporta la movimentazione di circa 70.000 m<sup>3</sup> ed una profondità di escavo di 5-6m dall'attuale fondo invaso.

Come metodo di dragaggio si esclude la rimozione a secco con svuotamento completo dell'invaso. Si ricorda che le prese dello scarico di fondo sono attualmente a rischio interrimento e con lo svuotamento dell'invaso si rischierebbe di otturare il sistema delle condotte e compromettere la funzionalità complessiva dell'opera di presa. In ogni caso la movimentazione a secco comporterebbe:

- La necessità di aree di stoccaggio in prossimità dell'area di scavo o almeno in prossimità di sponde lacuali al fine di rendere palabili i sedimenti. Non sono presenti aree di stoccaggio come di seguito indicato.
- anche esistessero aree di stoccaggio i materiali temporaneamente stoccati dovrebbero essere allontanati con un elevato numero di camion, attività non possibile per mancanza di collegamento stradale con le sponde dell'invaso (FIGURA 3-8). Unico collegamento con la sponda sinistra è tramite il coronamento della diga.

Per gli stessi motivi sopra indicati si esclude anche la modalità di dragaggio a umido con grappo che comunque necessita di piazzole di stoccaggio in aree prossime all'invaso.

Il metodo di dragaggio possibile è quindi l'utilizzo di una draga aspirante-refluente.

Con una draga aspirante/refluente i materiali dragati possono essere direttamente re-fluiti nell'area di deposito finale (vedasi cap 4.2.2).

Per il dragaggio verranno utilizzati pontoni galleggianti assemblabili. Il pontone potrà raggiungere la sponda sinistra passando dal coronamento (FIGURA 4-1) ed essere assemblato sulle sponde dell'invaso. Il trasporto del pontone può avvenire tramite bilico con pianale ribassato su cui vengono caricati i vari moduli che compongono il pontone. Il varo in acqua dei moduli e di tutti i componenti (cabina, pompa, centralina, gruppo elettrogeno, argani) avviene tramite un camion gru posto nelle immediate vicinanze della sponda.

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p><i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità</i><br/> <i>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i></p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| <p>II118P-PGI- RT-0001-02</p>                                                                                | <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>                                                                                                                                                                                     | <p>Pag. 59 di 86</p>                                                                                         |



FIGURA 4-1 FOTO DEL CORONAMENTO DELLA DIGA.

Il progetto prevede la fluitazione del materiale dragato attraverso una tubazione galleggiante in grado di convogliare la miscela all'interno dei geotubi. La tubazione raggiungerà lo sfioro dello scarico di superficie (che si ricorda essere sempre aperto a quota 386,30m) e da qui passerà lateralmente al canale dello scarico di superficie, sul paramento di valle (FIGURA 4-2), fino ad arrivare alle vasche di deposito a valle dello sbarramento ad una distanza di circa 750 m dallo sfioro di superficie e ad una quota inferiore. Per l'ubicazione e geometria delle vasche si rimanda al capitolo successivo.

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br/>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| <p>II118P-PGI- RT-0001-02</p>                                                                                | <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>                                                                                                                                                                      | <p>Pag. 60 di 86</p>                                                                                         |



FIGURA 4-2 FOTO DELLO SCARICO DI SUPERFICIE, PARAMENTO DI VALLE. CON TRATTEGGIO È INDICATA LA POSSIBILE UBICAZIONE DELLA TUBAZIONE DI REFLUIMENTO.

Nello specifico si prevede l'esecuzione delle seguenti fasi:

- sistemazione delle aree su cui saranno posizionati i geotubi attraverso uno scotico superficiale, uno scavo di almeno 50m per la realizzazione delle vasche, la posa di uno strato di geotessuto e di uno strato di 5-10 cm di inerte per il drenaggio;
- varo e posizionamento in superficie di un pontone di idonee dimensioni per l'alloggiamento delle attrezzature necessarie al funzionamento della pompa e al suo spostamento per raggiungere la zona interessata dal dragaggio;
- utilizzo di una pompa (con relativa tubazione verticale per la risalita della miscela) per l'aspirazione della miscela acqua/sedimento con una portata stimata in 500/600 m<sup>3</sup>/h con un battente medio di circa 7,0 m;
- posizionamento di una tubazione orizzontale galleggiante della lunghezza di circa 150 m che consenta di scavalcare la soglia dello scarico di superficie. Posizionamento delle condotte di refluo fino alle vasche di deposito;

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III18P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 61 di 86                                                                                            |

- fornitura, posizionamento e riempimento dei geotubi con aggiunta di flocculante sulla linea di mandata della pompa aspirante-refluente.

Come indicato nel capitolo 3.4.5, le granulometrie rappresentative dei sedimenti invasati sono quelle desumibili dalle stratigrafie, che rappresentano sedimenti limo-argillosi e limo-sabbiosi.

Si assume quindi una produttività di 500 – 600 m<sup>3</sup>/h di miscela con un tenore solido del 6 – 8% (in base alla granulometria limosa del sedimento) corrispondente ad una produttività solida di circa 30 – 50 m<sup>3</sup>/h pari a circa 240 – 400 m<sup>3</sup>/giorno di materiale solido che può essere stoccato all'interno dei geotubi.

Durante le operazioni di dragaggio, al fine di ottimizzare il funzionamento della pompa verrà effettuato un monitoraggio dei profili di scavo attraverso un sistema di monitoraggio in tempo reale delle operazioni dragaggio. È infatti possibile monitorare in tempo reale il posizionamento del pontone con GPS e la profondità dello scavo, con elaborazione dei dati registrati durante le attività di dragaggio. È importante monitorare con ecoscandaglio, installato a bordo del pontone, lo stato di avanzamento delle sezioni di scavo. Tale operazione è necessaria per verificare lo stato di avanzamento del dragaggio in prossimità della torre di scarico e per verificare di aver raggiunto la mantellata originaria ed il fondo del canale di invito allo scarico di fondo.

In particolare, durante le operazioni di pulizia del canale di invito allo scarico di fondo il posizionamento dovrà essere controllato con sistemi ad alta definizione (tipo RTK) garantendo il posizionamento con calibrazione dei caposaldi a terra. Dovranno essere posti sulla testa dragante dei sistemi di protezione (campane) per prevenire danni alle strutture esistenti.

Per l'acquisizione della posizione precisa della pompa di dragaggio, il software dovrà utilizzare il dato del misuratore di profondità in modo da determinare univocamente la posizione verticale della pompa sommersa.

L'unità dragante sarà equipaggiata con due disagregatori idraulici meccanici, per aumentare l'efficacia del dragaggio anche in eventuale presenza di materiali limosi consolidati, che opereranno a regime di rotazione estremamente ridotto permettendo di ridurre al minimo l'eventuale produzione di torbidità. Ciò consente anche di ridurre l'intorbidimento generale giacché le pale dei disagregatori convogliano il sedimento sospeso in prossimità del filtro di aspirazione della pompa, in modo da aumentare il più possibile la percentuale di solido della miscela.

L'attività di dragaggio, con una produzione media di 320 m<sup>3</sup>/h ed una miscela con il 94-92% di acqua (dato la presenza di sedimenti fini), utilizzerà circa 1Ml m<sup>3</sup> di acqua dell'invaso, volume inferiore al volume di acqua presente attualmente in vaso (circa 2,5Ml mc). Importante comunque evidenziare che la risorsa idrica non verrà completamente persa ma rilasciata nel torrente Morello a valle, che si ricorda non beneficia di presenza di un DMV dalla diga. Con i valori sopra indicati la portata di

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 62 di 86                                                                                            |

acque rilasciata al Torrente Morello sarà orientativamente di 0,08 m<sup>3</sup>/s per il tempo di completamento del dragaggio.

#### 4.2.2. Aree di stoccaggio dei sedimenti e modalità di refluento dei materiali

Le due possibili aree di deposito in prossimità dell'invaso sono indicate in Tavola II118P-PGI-DT-010. Entrambe le aree sono ubicate in aree catastalmente di proprietà della Regione Sicilia (vedasi Tavola II118P-PGI-DT-009): non sono quindi necessari espropri.

Entrambe le aree hanno superficie complessiva di circa 50.000 m<sup>2</sup> e sono quindi idonee a ricevere la volumetria di scavo. Queste due aree sono le uniche disponibili nell'intorno dell'invaso, ricadenti in aree di proprietà della regione, relativamente pianeggianti e di idonea superficie.

L'area a monte dell'invaso è più distante dall'area di scavo e sarebbe necessario probabilmente utilizzare una stazione di rilancio dei sedimenti. Inoltre, il fattore che porta ad escludere tale area, se non per motivi di necessità, è la quota del piano campagna pari a 387,50m. Tale quota è superiore alla quota di massima regolazione autorizzata (384 m slm) ma è comunque inferiore alla quota di massima regolazione dell'invaso (392,50). Per questioni di sicurezza idraulica si ritiene al momento di non considerare tale area.

L'area a valle della diga è suddivisa in due sub-aree denominate A e B ricadenti in destra e sinistra idraulica del Torrente Morello. Il riempimento di tali aree con le volumetrie sopra indicate comporterebbe un innalzamento del piano di campagna di 1,7-1,9 m che potrebbe essere raccordato alla topografia del territorio considerando metodologie di ingegneria ambientale, come di seguito indicato.

La distanza fra le due aree è di circa 40 m.

La vasca sarà realizzata con una leggera pendenza per agevolare la fuoriuscita delle acque verso il torrente Morello.

Prima della realizzazione delle vasche si provvederà al taglio della vegetazione arbustiva ed allo scotico del terreno vegetato che sarà stoccato in apposite aree di deposito temporaneo ed utilizzato al termine del refluento per rivegetare i rilevati.

L'area ove saranno ubicate le vasche non è collegata da piste di accesso, sarà quindi necessario realizzare una pista di cantiere come indicato in Tavola II118P-PGI-DT-0016. La pista di cantiere consente di arrivare in posizione mediana rispetto alle due aree. L'attraversamento del fiume Morello può avvenire anche più a monte, subito a valle della vasca di dissipazione e per poi collegarsi alla mulattiera già esistente e

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p><i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità</i><br/> <i>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i></p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| <p>II118P-PGI- RT-0001-02</p>                                                                                | <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>                                                                                                                                                                                     | <p>Pag. 63 di 86</p>                                                                                         |

raggiungere così le vasche dalla sponda sinistra. La pista al termine dei lavori sarà rimossa ed i materiali possibilmente utilizzati per rimodellazioni dei terreni. In successiva fase progettuale verrà eseguito un sopralluogo e definita in dettaglio la planimetria delle strade di accesso alle aree.

### Geotubi

Il fondo delle vasche sarà inizialmente abbassato di circa 50 cm per ospitare i geotubi (Tavola II118P-PGI-DT-0015). Il terreno così scavato sarà successivamente utilizzato per ricoprire i geotubi ed inserirli in un contesto geomorfologico.

Il dewatering si propone come una soluzione rapida e definitiva per la gestione dei sedimenti. La miscela di sedimento e acqua verrà pompata all'interno delle strutture tubolari in geotessuto tramite il sistema aspirante-refluente. La trama del materiale geosintetico è strutturata per trattenere all'interno la parte solida permettendo all'acqua di drenare.

L'acqua che fuoriesce dai geotubi sarà pertanto chiarificata dal processo di flocculazione e filtrazione del tessuto del geotubo.



FIGURA 4-3 PARTICOLARE DELLA TRAMA DRENANTE DEL GEOTUBO

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| REPUBBLICA ITALIANA<br> | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 64 di 86                                                                                            |

Si propone l'impiego di geotubi in grado di contenere un volume di 10-20 m<sup>3</sup>/m con un ingombro stimabile in 7 - 12 m ed un'altezza finita stimabile in 1,7 – 1,9 m (FIGURA 4-4). Si renderanno dunque necessari da 3500 a 7000 m lineari di geotubo. Usualmente i geotubi hanno una lunghezza di 30 m per ottimizzarne il riempimento dalle bocchette poste sulla generatrice superiore. Ne deriva che occorreranno da 117 a 234 elementi tubolari.

Sulla generatrice superiore saranno presenti 3 o più bocchette per consentire un riempimento uniforme del geotubo. Le dimensioni del geotubo saranno opportunamente selezionate al fine di ottimizzare la gestione delle operazioni di riempimento, movimentazione in fase di installazione e drenaggio.

In relazione alle dimensioni dei geotubi ed al volume dei sedimenti da rimuovere, assumendo un ingombro di 210 - 360 m<sup>2</sup> per ciascun geotubo da 30 m, la superficie complessiva necessaria è di 40.000 a 50.000 m<sup>2</sup>, idonea con la superficie disponibile per le aree A e B.

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br/>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| <p>II118P-PGI- RT-0001-02</p>                                                                                | <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>                                                                                                                                                                      | <p>Pag. 65 di 86</p>                                                                                         |

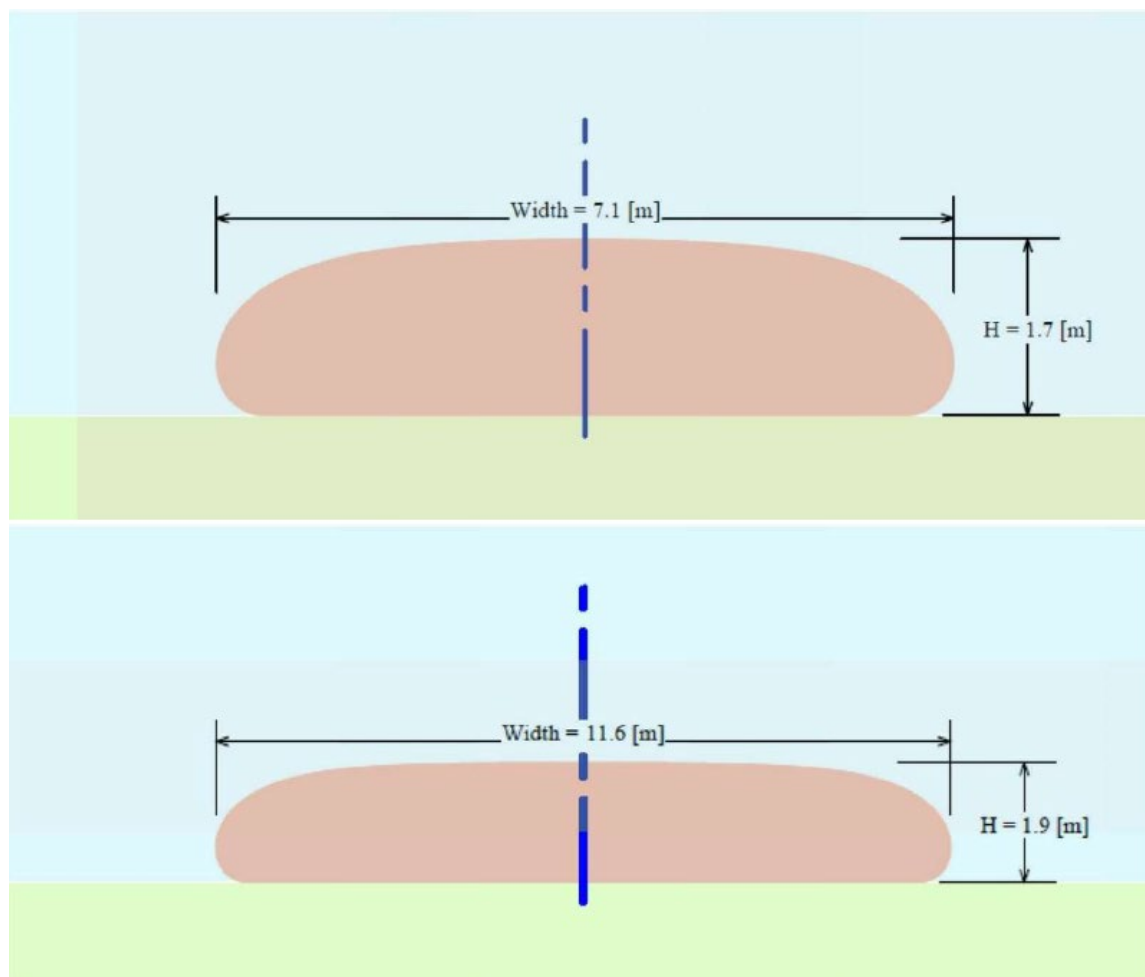


FIGURA 4-4 POSSIBILI SEZIONI TIPO DEL GEOTUBO

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| REPUBBLICA ITALIANA<br> | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 66 di 86                                                                                            |



FIGURA 4-5 GEOTUBI CON BOCCHETTE PER IL REFLUIMENTO

#### Impianto di condizionamento chimico

Nell'estrazione di sedimenti con draga a pompa, normalmente si produce una miscela con un contenuto di solidi, espresso in % (v/v) del 6 – 8% (in base alla granulometria limosa del sedimento).

La miscela prodotta, prima di confluire nei geotubi, per la separazione della fase solido/liquida, necessita di un processo di condizionamento (flocculazione) che, consiste nella destabilizzazione del potenziale Z della miscela acqua/solidi e l'aggregazione della frazione solida in micro e macrofiocchi che si separano naturalmente dalla fase liquida che li contiene. Il processo di destabilizzazione del potenziale e successiva aggregazione dei solidi in fiocchi è denominata flocculazione che avviene tramite l'aggiunta di polielettroliti (di tipo anionico o cationico) che favoriscono la formazione dei macrofiocchi.

La stazione di flocculazione sarà opportunamente dimensionata per dosare in modo continuo e automatico una soluzione di polielettrolita, preparata mediante ad una concentrazione del 0,7 – 1,0 %, con tempo di maturazione di circa 30 - 40 min. Tuttavia, la reale concentrazione del polielettrolita dipenderà dalle condizioni in situ del sedimento e dalle sue caratteristiche reologiche specifiche che influenzeranno il dosaggio e i tempi di maturazione del prodotto.

La soluzione di polielettrolita verrà dosata prima dell'ingresso della miscela nel geotubo, attraverso una tubazione in linea con la condotta di mandata dalla draga al geotubo. L'immissione della soluzione di polielettrolita avverrà possibilmente in due punti posti ad una certa distanza l'uno dall'altro.

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III118P-PGI- RT-0001-02                                                                                  | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 67 di 86                                                                                            |

Normalmente, per la tipologia di miscela prodotta dalla draga e per le sue caratteristiche chimico-fisiche (frazione granulometrica, percentuale e composizione dei solidi) il dosaggio medio può variare tra 100 – 160 p.p.m. Dovranno tuttavia essere eseguiti test preliminari di laboratorio su una campionatura rappresentativa di sedimenti per determinare la tipologia di polielettrolita e il relativo dosaggio meglio rispondente alle caratteristiche reologiche del sedimento.

Sulla base dell'esperienza maturata in lavori analoghi ed assumendo un tenore di solido compreso tra il 6% e l'8% con un dosaggio di polielettrolita di 100 ppm si può stimare un consumo di flocculante di 1,2-1,7 kg ogni metro cubo di sedimento rimosso. Tale valore è puramente indicativo e non vincolante e dovrà essere verificato sulla base di test di flocculazione su campioni di sedimento.

#### Soluzione alternativa con vasche di sedimentazione

In alternativa alla soluzione con geotubi presentata nei capitoli precedenti, si considera la possibilità di refluimento del materiale dragato con gli stessi mezzi d'opera e modalità, all'interno di vasche conterminare con argini, nell'ambito delle aree disponibili pari a 50.000 m<sup>2</sup>.

La bibliografia di riferimento che tratta gli aspetti legati alla gestione dei volumi di miscela solido/liquido dragati è la seguente:

- Blight G.E., 1997 "Interactions between the atmosphere and the Earth" Géotechnique, vol. 47 no. 4.
- Fitton, T., 2007, Tailings Beach Slope Prediction, Ph.D. Thesis, School of Civil, Environmental and Chemical engineering, RMIT University.
- Herbich J.B., Ph.D., P.E., 2000, "Handbook of dredging engineering", II Edition, McGraw-Hill.
- Palmer, B. and Krizek, R. J., 1987 "Thickened Slurry Disposal Method for Process Tailings" Proceedings of the ASCE Specialty Conference on Geotechnical Practice for Waste Disposal, Ann Arbor, Michigan, pp. 728-743.
- Penman H.L., 1948, "Natural evaporation from open water, bare soil and grass", Proceedings of the Royal Society of London, Serie A, Mathematical and Physical Sciences, Vol 193, No 1032, pp 120-145.
- Robinsky, E.I. 1975 "Thickened discharge - A new approach to tailings disposal", CIM Bulletin, vol. 68, pp. 47-53.
- Swarbrick G.E., 1992, Transient unsaturated consolidation in desiccating mine tailings PhD Thesis, School of Civil Engineering, The University of South Wales, New South Wales, Australia.

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III18P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 68 di 86                                                                                            |

- U.S. Army Corps of Engineers, Engineering and Design, EM 1110-2-5027, 1987, Confined Disposal of Dredged Material, Engineer Manual, Washington DC.

Per la valutazione dei volumi di materiale (miscela solido+liquido) effettivamente da gestire, da cui discende la necessità di realizzare conterminazioni arginali di congrua altezza, si è fatto quindi riferimento alle trattazioni sviluppate in esperienze pregresse dagli scriventi, considerando le seguenti caratteristiche dei materiali di seguito esposte.

Si premette che, durante il dragaggio, il trattamento di essiccazione e il posizionamento di una data quantità di terreno secco varia in volume in relazione al suo contenuto d'acqua  $w$ .

$$w = \frac{W_w}{W_s}$$

In cui:

$W_w$  = peso della componente acqua

$W_s$  = peso della componente solida

Se un volume iniziale di terreno  $V_1$ , avente un contenuto d'acqua  $w_1$  viene portato ad un contenuto d'acqua  $w_2$ , il volume finale del terreno in queste nuove condizioni può essere calcolato moltiplicando  $V_1$  per un fattore, "Bulking Factor", BF ( $w_1$ - $w_2$ ) come segue:

$$V_2 = V_1 \times BF \quad w_1 - w_2$$

$$BF \quad w_1 - w_2 = \frac{1 + G_s \times w_2}{1 + G_s \times w_1}$$

Ad esempio, considerando un volume  $V_1$  unitario iniziale con un contenuto d'acqua originario  $w = 40\%$ , la concentrazione volumetrica apparente della miscela  $C_{vs} = 1$ .

Avendo definito:

$$C_w = \frac{W_s}{W_s + W_w} = \frac{1}{1 + w}$$

$C_w$  = concentrazione in peso della miscela;

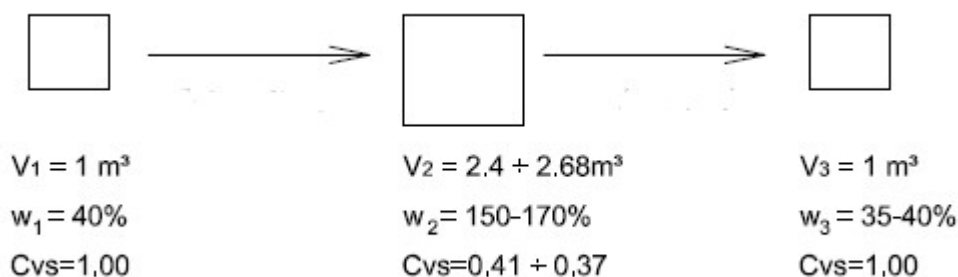
$$C_v = \frac{V_s}{V_{MIX}} = \frac{V_s}{V_s + V_w} = \frac{\gamma_w \times C_w}{\gamma_s \times C_w (\gamma_s - \gamma_w)}$$

$C_v$  = concentrazione volumetrica della miscela;

$$C_{vs} = \frac{V_{SOIL}}{V_{MIX}} = \frac{C_v}{1 - n} = \frac{1}{BF}$$

$C_{vs}$  = Concentrazione volumetrica apparente della miscela

A seguito del dragaggio e refluitamento, come illustrato nello schema seguente, se si arrivasse a contenuti d'acqua pari a 150- 170%, il Cvs si porta rispettivamente a 0.41 – 0.37, per cui il volume complessivo della miscela si porterà da 1 a 2.4 -2.68 m<sup>3</sup>, per porri riportarsi, col dessiccamento alle condizioni volumetriche iniziali.



Avendo esemplificato la procedura, viene di seguito riportata in forma tabellare la corrispondenza tra i contenuti d'acque ed i parametri sopra esposti.

| w%  | Cw   | Cv   | Cvs  | BF   | $\gamma \text{ mix (kN/m}^3\text{)}$ |
|-----|------|------|------|------|--------------------------------------|
| 40  | 0.71 | 0.48 | 1.00 | 1.00 | 18.1                                 |
| 60  | 0.63 | 0.38 | 0.80 | 1.25 | 16.5                                 |
| 80  | 0.56 | 0.32 | 0.66 | 1.51 | 15.4                                 |
| 100 | 0.50 | 0.27 | 0.56 | 1.77 | 14.6                                 |
| 120 | 0.45 | 0.24 | 0.49 | 2.03 | 14.0                                 |
| 150 | 0.40 | 0.20 | 0.41 | 2.42 | 13.4                                 |
| 160 | 0.38 | 0.19 | 0.39 | 2.55 | 13.2                                 |
| 200 | 0.33 | 0.16 | 0.33 | 3.06 | 12.6                                 |
| 250 | 0.29 | 0.13 | 0.27 | 3.71 | 12.2                                 |
| 300 | 0.25 | 0.11 | 0.23 | 4.35 | 11.9                                 |
| 350 | 0.22 | 0.10 | 0.20 | 5.00 | 11.6                                 |
| 400 | 0.20 | 0.09 | 0.18 | 5.64 | 11.4                                 |
| 450 | 0.18 | 0.08 | 0.16 | 6.29 | 11.3                                 |

Nel caso specifico quindi si considera che all'interno dell'invaso vi siano depositi di caratteristiche granulometriche limoso-argillose, con contenuto d'acqua naturale in sito  $w = 40\%$  in sito e peso di volume  $\gamma = 18.1 \text{ kN/m}^3$

Per il trasporto idraulico, il dragaggio innalzerà il contenuto d'acqua portandolo a  $w = 200 \%$ , per cui, con riguardo alla tabella sopra riportata, si avrà un Bulking Factor  $BF = 3.06$  e densità della miscela  $\gamma 12.6 \text{ kN/m}^3$ .

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III18P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 70 di 86                                                                                            |

Di conseguenza il volume pompato  $V_2$  sarà pari a  $V_1$  (volume tale quale) x 3.06.

Si considera che, durante il dragaggio e refluentamento in vasca, parte dell'acqua in surplus ("supernatant water") venga evacuata man mano e che quindi il materiale nella vasca rimanga a  $w = 100\%$ , per cui, vedi tabella,  $BF = 1.77$ ,  $\gamma = 14.6 \text{ kN/m}^3$ .

Questa ipotesi è quella principale, che è legata alla superficie delle aree di stoccaggio ed ai ritmi di dragaggio.

L'acqua che viene evacuata man mano durante il dragaggio è pari a  $(3.06 - 1.77) \times V_1$  (Volume tale quale) =  $1.29 \times V_1$ .

Il materiale presente in vasca con  $W = 100\%$  procede con la sua consolidazione ed ha inizio l'essiccamento, la cui velocità/profondità dipende dalle condizioni ambientali (coefficiente di evapotraspirazione) e dallo spessore dello strato presente nella vasca.

Sulla base del  $BF = 1.77$  si definisce quindi il volume da accumulare in vasca e, di conseguenza, l'altezza degli argini da realizzare.

Volume Vasca = Volume tale e quale x 1.77.

La cresta del rilevato arginale deve prevedere inoltre un franco di sicurezza pari almeno a 0.5 m.

Di conseguenza  $H_{\text{rilevato}} = (\text{Volume tal quale} \times 1.77 / \text{Superficie}) + 0.5 \text{ m}$ .

Considerando la superficie complessiva disponibile pari a  $50,000 \text{ m}^2$ , quindi assimilando la valutazione ad un'unica vasca, si arriva alla valutazione dell'altezza di progetto da assegnare al rilevato di conterminazione

$H_{\text{rilevato}} = (70,000 \times 1.77 / 50,000) + 0.5 = 2.978 \sim 3 \text{ m}$

Alla luce di tali valutazioni, che comportano la necessità di realizzare delle vasche di sedimentazione con argini di altezza pari a 3 m, si dovrà quindi ricorrere all'approvvigionamento, trasporto e messa in opera di  $36000 \text{ m}^3$  di materiale per corpi arginali.

Gli stessi saranno realizzati con pendenza  $H/V = 2/1$ , che, considerando un piano di appoggio suborizzontale, una larghezza in cresta di 2 m, comporta un ingombro alla base pari a 14 m.

Al fondo delle vasche ed a copertura degli argini saranno stesi dei materiali in geotessuto e materiale drenante.

L'acqua in esubero verrà fatta defluire dando delle opportune pendenze e sarà convogliata nel torrente Morello previa chiarificazione delle acque. È possibile realizzare una serie di "sfiori" prima del convogliamento delle acque di esubero in un pozzetto in modo da chiarificare le acque ed abbattere il contenuto di solidi sospesi. Dal

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 71 di 86                                                                                            |

pozzetto, le acque ormai chiarificate verranno pompate al canale presente fra le due aree di refluentamento o direttamente in invaso.

Il tempo di essiccamento del terreno in vasca in funzione dipende ovviamente dalle condizioni ambientali ma fin d'ora, sulla base delle esperienze acquisite, si può stimare che l'essiccamento avverrà in circa 5 mesi. Questo tempo dovrà essere aggiunto rispetto a quello dei geotubi in cui invece l'accumulo nei geotessuti avviene in linea con le fasi di dragaggio.

Una volta rimossa l'acqua in eccesso, le vasche saranno rivegetate con i materiali di scotico inizialmente accantonati. Rinverdimento delle aree con idrosemina completerà il rivestimento del terreno. Le specie arboree che verranno tagliate potranno essere reimpiantate qualora ritenuto necessario.

#### 4.2.3. Stima tempi e costi

Assumendo una produttività media della draga idrorefluente di circa 320 m<sup>3</sup>/giorno di solido rimosso e stoccato all'interno dei geotubi sono stimabili circa 220 giorni cui si aggiungono circa 30 giorni di installazione cantiere per il montaggio delle attrezzature e la realizzazione delle aree di deposito dei geotubi.

I tempi indicati sono stimati sulla base delle informazioni attualmente in possesso e dovranno essere attentamente studiati anche alla luce dei test di flocculazione che dovranno essere eseguiti.

L'utilizzo in alternativa ai geotubi delle vasche di sedimentazione comporta un'aggiunta di 5 mesi di tempo per consentire al materiale di essiccare.

La stima dei costi sottoindicata derivata da un aggiornamento degli importi già computati con rivalutazione ISTAT dal Marzo 2021 al Maggio 2025 nella precedente versione del Progetto di Gestione. I valori riportati in tabella tengono conto degli arrotondamenti relativi alla rivalutazione ISTAT.

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III118P-PGI- RT-0001-02                                                                                  | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 72 di 86                                                                                            |

| <b>SOLUZIONE 1</b><br><b>DRAGAGGIO CON IDROREFLUENTE E STOCCAGGIO CON GEOTUBI</b>                                                                                                                               |                |               |              |                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------|--------------|-----------------------|
| DESCRIZIONE                                                                                                                                                                                                     | U.M.           | QUAN-<br>TITÀ | UNITARIO     | TOTALE                |
| Installazione e ripiegamento cantiere                                                                                                                                                                           | Corpo          | 1,00          | € 217.005,00 | € 217.005,00          |
| Preparazione pista di cantiere per accesso alle aree stoccaggio (preparazione terreno, posa materiale piste, trasporto a discarica finale del materiale)                                                        | mc             | 110           | € 42,81      | € 4.709,10            |
| Decespugliamento, scavo iniziale delle aree di 50.000m <sup>2</sup> , prof. 0,5m, con livellazione del terreno e stoccaggio dei terreni e del top soil per successivo rinterro, rinterro finale e posa top soil | m <sup>3</sup> | 25.000        | € 5,51       | € 137.750,00          |
| Preparazione delle aree di deposito geotubi su una superficie stimata di 45.000 m <sup>2</sup> incluso fornitura e posa geotessuto e materiale drenante                                                         | m <sup>2</sup> | 45.000,00     | € 7,21       | € 324.450,00          |
| Dragaggio con sistema aspirante-refluente                                                                                                                                                                       | m <sup>3</sup> | 70.000,00     | € 20,53      | € 1.437.100,00        |
| Fornitura e posa di geotubi (volume stimato in circa 10,5 m <sup>3</sup> /m per stimati 222 geotubi da 30 m cad.)                                                                                               | m <sup>3</sup> | 70.000,00     | € 8,21       | € 574.770,00          |
| Test di flocculazione con prelievo di campioni di sedimento                                                                                                                                                     | corpo          | 1             | € 1.173,00   | € 1.173,00            |
| Impianto di condizionamento e fornitura di flocculante incluso personale alla gestione                                                                                                                          | m <sup>3</sup> | 70.000,00     | € 5,81       | € 406.700,00          |
| Topografia e rilievi batimetrici di prima e seconda pianta e intermedi per un totale stimato di 8-10 rilievi                                                                                                    | corpo          | 1,00          | € 70.380,00  | € 70.380,00           |
| TOTALE                                                                                                                                                                                                          |                |               |              | <b>€ 3.174.037,10</b> |

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III18P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 73 di 86                                                                                            |

| SOLUZIONE 2                                                                                                                                                                                                     |                |               |              |                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------|--------------|-----------------------|
| DRAGAGGIO CON IDROREFLUENTE E STOCAGGIO IN VASCHE DI SEDIMENTAZIONE                                                                                                                                             |                |               |              |                       |
| DESCRIZIONE                                                                                                                                                                                                     | U.M.           | QUAN-<br>TITÀ | UNITARIO     | TOTALE                |
| Installazione e ripiegamento cantiere                                                                                                                                                                           | Corpo          | 1             | € 217.005,00 | € 217.005,00          |
| Preparazione pista di cantiere per accesso alle aree stoccaggio (preparazione terreno, posa materiale piste, trasporto a discarica finale del materiale)                                                        | mc             | 110           | € 42,81      | € 4.709,10            |
| Decespugliamento, scavo iniziale delle aree di 50.000m <sup>2</sup> , prof. 0,5m, con livellazione del terreno e stoccaggio dei terreni e del top soil per successivo rinterro, rinterro finale e posa top soil | m <sup>3</sup> | 25.000        | € 5,51       | € 137.750,00          |
| Preparazione delle aree di deposito geotubi su una superficie stimata di 50.000 m2 incluso fornitura e posa geotessuto per argini e materiale drenante                                                          | m <sup>2</sup> | 50.000,00     | € 7,21       | € 360.500,00          |
| Dragaggio con sistema aspirante-refluente                                                                                                                                                                       | m <sup>3</sup> | 70.000,00     | € 20,53      | € 1.437.100,00        |
| Fornitura e posa in opera di materiale per rilevato arginale prelevato da cava entro i 30Km, trasporto incluso (voce 1.55, 1.56 prezzario Regionale Sicilia)                                                    | m <sup>3</sup> | 36.000,00     | € 41,77      | € 1.503.720,00        |
| Topografia e rilievi batimetrici di prima e seconda pianta e intermedi per un totale stimato di 8-10 rilievi                                                                                                    | corpo          | 1             | € 70.380,00  | € 70.380,00           |
| TOTALE                                                                                                                                                                                                          |                |               |              | <b>€ 3.731.164,10</b> |

Dalla valutazione delle due proposte la soluzione con geotubi risulta quella migliore per rapporto costi/benefici.

Infatti, la soluzione con geotubi non solo risulta essere quella più economica ma consente anche di:

- eseguire il lavoro con tempi nettamente inferiori,
- minor impatto visivo sul paesaggio (altezza finale di 1,7-1,9 m contro 3 m degli argini delle vasche) e garantisce una maggiore stabilità dei materiali refluiti all'erosione di un eventuale deflusso,

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 74 di 86                                                                                            |

- minor impatto atmosferico perché si annulla il trasferimento dei materiali per i rilevati arginali che dovrebbero essere trasferiti con camion in un'area a difficile accesso, come più volte ricordato (l'opzione dovrebbe essere scartata già solamente per questo motivo).

- maggiore protezione all'erosione: i materiali stoccati all'interno dei geotubi avranno sicuramente una compattezza maggiore rispetto ai terreni refluiti nelle vasche. Qualora infatti si volessero proteggere gli argini in terra bisognerebbe realizzare anche una struttura antierosione in fronte con un ulteriore aggravio dei costi. Al fine della sicurezza idraulica, oltre che per i motivi sopra indicati, si consiglia quindi l'utilizzo dei geotubi che eliminano il problema della futura erodibilità degli argini. I geotubi sono infatti frequentemente utilizzati in opere di ingegneria naturalistica per contrastare l'erosione spondale.

Viene quindi considerata come perseguibile la soluzione con geotubi.

#### 4.2.4. Piano di monitoraggio

Prima dell'avvio delle attività di dragaggio sarà eseguito un rilievo batimetrico multibeam (rilievo di prima pianta) al fine di verificare la condizione iniziale dei sedimenti da rimuovere. Un rilievo sarà eseguito al termine delle operazioni di dragaggio per la verifica del volume di materiale rimosso.

Sono inoltre previsti rilievi batimetrici intermedi e tutte le attività topografiche nelle aree di deposito dei geotubi.

Come sopra indicato le acque di esubero che usciranno dai geotubi saranno chiarificate e non creeranno fenomeni di trasporto solido a valle.

Ciò nonostante, a cautela dell'ambiente fluviale si prevede una stazione di monitoraggio con cono imhoff a valle, ad una distanza di circa 1Km, all'attraversamento del torrente Morello con la SS121 (Figura 4-6).

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>REPUBBLICA ITALIANA</p>  | <p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br/>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA VILLAROSA</b></p> <p><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b></p> | <p>REGIONE SICILIANA</p>  |
| <p>II118P-PGI- RT-0001-02</p>                                                                                | <p>PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO</p>                                                                                                                                                                      | <p>Pag. 75 di 86</p>                                                                                         |



FIGURA 4-6 POSSIBILE STAZIONE DI CAMPIONAMENTO A VALLE

### 4.3. Ulteriori azioni di contenimento del trasporto solido

Al fine di salvaguardare il contenimento della sedimentazione in invaso e impedirne la perdita di volume utile nel tempo, si ravvisa la necessità di evidenziare l'importanza di attuare azioni di contenimento dei sedimenti provenienti dal bacino idrico a monte dell'invaso, che si ricorda essere esteso per 102 km<sup>2</sup>.

Le azioni di seguito indicate dovranno essere concertate fra i diversi enti responsabili della gestione dell'invaso e del territorio.

Le soluzioni ai problemi di eccesso di trasporto solido possono essere di due tipi:

- interventi di tipo attivo: realizzati direttamente sui versanti combinando quelli di carattere intensivo (ad esempio piantumazioni) con quelli estensivi (stabilizzazione di frane e controllo dell'erosione);
- interventi di tipo passivo: effettuati lungo il corso d'acqua allo scopo di intercettare il materiale trasportato prima che possa venire depositato in invaso.

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 76 di 86                                                                                            |

Fra gli interventi di tipo attivo sono sicuramente consigliati interventi di piantumazione che riducono considerevolmente il trasporto solido oltre che creare un diversificato habitat lungo le sponde. Tali interventi necessitano di una manutenzione molto limitata o addirittura nulla e consentono di mantenere la continuità dell'habitat fluviale senza interruzioni dell'asta del fiume.

Gli interventi di tipo passivo sono costituiti dalle cosiddette briglie di "trattenuta" e dalle piazze di deposito.

Le briglie di trattenuta sono opere trasversali che intercettano il trasporto solido ed il materiale flottante in maniera pianificata ed in luoghi dove periodicamente sia possibile asportare i sedimenti.

Le piazze di deposito, spesso posizionate sulla conoide o prima di essa, hanno il compito di provocare la deposizione preferenziale del materiale in aree sufficientemente vaste e pianeggianti, lontane dai punti sensibili.

Entrambi i sistemi passivi descritti sopra, presuppongono che sia programmata un'attenta manutenzione poiché tali opere riempiendosi di depositi alluvionali divengono nel tempo inefficaci ed anzi possono risultare pericolose.

Gli interventi di tipo passivo sono molto efficaci se correttamente mantenuti ma interrompono la continuità dell'habitat fluviale.

#### 4.4. Piano delle operazioni sistematiche

In questo capitolo sono descritte tutte le attività di manutenzione e di ispezione che riguardano le opere meccaniche ed idrauliche del serbatoio che dovranno essere attuate per mantenere la corretta funzionalità dell'opera di scarico e degli organi meccanici ed idraulici.

Secondo quanto previsto nell'art.7 del DM 30 giugno 2004, "Manovre di emergenza e prove di funzionamento degli organi di scarico":

*1. Le previsioni del progetto di gestione non trovano applicazione per le manovre:*

- a) necessarie a garantire il non superamento dei livelli d'invaso autorizzati in occasione di eventi di piena;*
- b) di emergenza per la sicurezza e la salvaguardia della pubblica incolumità;*
- c) effettuate per speciali motivi di pubblico interesse, su disposizione dell'autorità competente;*
- d) effettuate per l'accertamento della funzionalità degli organi di scarico, ai sensi dell'art. 16 del decreto del Presidente della Repubblica n. 1363 del 1959,*

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 77 di 86                                                                                            |

*su disposizione dell'amministrazione competente a vigilare sulla sicurezza dell'invaso e dello sbarramento.*

*2. L'esecuzione delle prove di funzionalità di cui al comma 1 e' comunque subordinata al rispetto delle seguenti prescrizioni:*

- a) la durata del deflusso deve essere limitata al tempo necessario al controllo dell'efficienza meccanica ed idraulica degli organi di scarico;*
- b) le manovre di apertura debbono avvenire in modo graduale al fine di evitare repentine modificazioni del regime idrologico e della qualità delle acque;*
- c) contestualmente alle predette operazioni, se necessario, viene assicurato al corpo idrico un deflusso tale da garantire il contenimento, ove tecnicamente possibile, dei valori di concentrazione dei materiali solidi presenti;*
- d) le prove di funzionamento non possono essere eseguite durante regimi di magra eccezionali del corpo idrico, ad eccezione dei casi di motivata necessità, secondo le prescrizioni a tutela dell'ambiente eventualmente indicate dalle regioni;*
- e) le prove di funzionamento devono essere eseguite avendo cura che lo scarico di fondo sia preferibilmente sotto pressione.*

Il presente Progetto di Gestione, quindi, non descrive le sopra indicate operazioni di manovra che non trovano applicazione nel Progetto di Gestione.

Nel presente Progetto di Gestione vengono invece descritte le operazioni sistematiche finalizzate a mantenere l'efficienza degli organi di scarico e prevenirne la sedimentazione.

Le operazioni di seguito descritte risulteranno maggiormente efficaci e sicure dopo la rimozione del materiale sedimentato in prossimità dello scarico.

Dato il tasso di interrimento dell'invaso (circa 82.000 m<sup>3</sup>/anno), risulta evidente che bisogna intervenire per salvaguardare la funzionalità delle opere idrauliche dopo aver pulito il canale di invito allo scarico di fondo. È da tener inoltre presente che l'invaso potrà subire apprezzabili riduzioni di capacità su un corto orizzonte temporale, con un esaurimento della capacità di invaso in 53 anni. Inoltre, l'idrodinamicità delle acque all'interno del serbatoio potrebbe favorire la deposizione di sedimenti nei pressi degli organi di manovra.

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 78 di 86                                                                                            |

#### 4.4.1. Movimentazione degli organi di scarico di fondo con fluitazione dei sedimenti a valle

In conformità a quanto stabilito al comma 4, art 3. DM 30/06/2004 sono di seguito indicati gli scenari per l'utilizzazione degli scarichi di fondo in corrispondenza degli eventi di piena, o interventi meteorici in relazione alla possibilità di soddisfare le seguenti esigenze:

- garantire comunque la funzionalità degli scarichi di fondo a fronte dei fenomeni di interrimento;
- modulare le condizioni di deflusso a valle degli sbarramenti, ricorrendo alle possibilità di laminazione dell'invaso;
- ricostituire il trasporto solido a valle degli sbarramenti;

Dato che l'invaso di Villarosa non ha un DMV operante e dato che l'area in cui è ubicato l'invaso risente di periodi siccitosi estivi con scarsi afflussi, al fine di salvaguardare la risorsa idrica e il bacino idrografico a valle, le operazioni potranno essere eseguite di norma in concomitanza con il verificarsi di eventi meteorici, della fase decrescente di morbide o pienette, quando le portate naturali di afflusso al bacino raggiungono valori tali da garantire naturalmente una forte presenza di materiale di trasporto (carico di torbida). In assenza di eventi meteorici importanti, le manovre di norma possono essere eseguite quando le portate in ingresso al bacino sono paragonabili alle portate scaricate a valle durante l'apertura dello scarico di fondo. Tale operazione, oltre a mantenere l'efficienza degli scarichi, consentirà di ricostruire il trasporto solido e idrico a valle dello sbarramento.

Queste operazioni non hanno finalità di rimozione del materiale depositato nell'intero invasore ma possono venir eseguite per asportare il cono di materiale in prossimità dello scarico di fondo e per mantenerne la completa efficienza, visto anche il ripristino della funzionalità degli organi di scarico in corso di progetto.

Secondo quanto scritto nel DPC approvato in Agosto 2020, in assenza di evento di piena, previsto o in atto, il Gestore, secondo quanto previsto dal FCEM e dalla Circolare della Presidenza del Consiglio dei Ministri n.DSTN/2/22806 del 13/12/1995 (lettera B, ultimo comma), è tenuto a non superare, nel corso delle manovre degli organi di scarico connesse all'ordinario esercizio, la massima portata transitabile in alveo a valle dello sbarramento contenuta nella fascia di pertinenza idraulica, denominata  $Q_{Amax}$  che è pari a  $2,00 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ai fini delle comunicazioni si applicano le procedure di cui alla fase di allerta per rischio idraulico a valle indicate nel DPC.

Restano ferme le disposizioni richiamate dalla direttiva P.C.M. 8 luglio 2014, p.to 2.5, ultimi quattro capoversi, che di seguito si richiamano:

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 79 di 86                                                                                            |

- le responsabilità del gestore in merito alla legittimità delle manovre degli scarichi;
- l'applicazione del Progetto di gestione dell'invaso alle manovre degli organi di scarico profondi da esso disciplinate in base all'art. 114, del D.Lgs n. 152/2006 e relativa regolamentazione attuativa; restano escluse dalla disciplina del Progetto di gestione le manovre indicate all'art. 7 del D. Ministeriale Ambiente 30.6.2004;
- gli obblighi per il gestore stabiliti dal FCEM riguardanti in particolare l'attivazione del dispositivo di segnalazione acustica e i cartelli monitori;
- l'obbligo per il gestore di preavviso nei confronti dell'autorità idraulica circa l'effettuazione delle manovre di controllo previste dall'art. 16 del D.P.R. n. 1363/1959.

Le operazioni di aperture delle paratoie potranno aver inizio quando, constatata la presenza delle opportune condizioni, inizierà l'apertura graduale e modulata dello scarico di fondo. Le manovre di apertura avverranno in modo graduale al fine di evitare repentine modificazioni del regime idrologico e della qualità delle acque.

In assenza di piena o eventi meteorici importanti, a valle del bacino verrà rilasciata una portata pari a 2 m<sup>3</sup>/sec, come indicato nel DPC, al fine di evacuare parte del materiale depositato in prossimità dell'organo di manovra. Le operazioni di apertura dello scarico di fondo saranno opportunamente registrate nel Registro Manovre degli Organi di Scarico della diga.

Dopo aver rimosso i sedimenti depositati in invaso (70.000m<sup>3</sup> previsti nel Piano operativo), il canale e l'area attorno allo scarico conterrà solo materiali depositati di recente e facilmente mobilizzabili. Sarà quindi facile esitare a valle i materiali che si depositeranno annualmente. Risulta quindi importante per mantenere lo scarico in esercizio, e non vanificare le operazioni previste nel Piano Operativo, operare le attività di fluitazione manutentiva annualmente.

L'operazione di fluitazione può essere effettuata con o senza l'ausilio di mezzi di movimentazione dei sedimenti in invaso (pale meccaniche o grappi) che agevolano la fuoriuscita di materiale solido.

In assenza di pale meccaniche/grappi, e con una portata esitante di 2m<sup>3</sup>/sec, si stima che il quantitativo di materiale solido fluitato a valle abbia un valore medio di concentrazione di solidi sospesi dell'ordine di qualche g/l.

Sarà quindi possibile esitare circa 1000 m<sup>3</sup>/giorno di sedimenti, ipotizzando una concentrazione di solidi sospesi dello 0,5% (8-9 g/l). Questo valore è una stima perché ovviamente la reale concentrazione di volume di sedimenti esitato dipenderà dalla vicinanza dei materiali allo scarico, dalla compattezza del materiale sedimentato,

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III18P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 80 di 86                                                                                            |

dalla capacità erosiva della portata effluente e dalla presenza o meno di mezzi meccanici.

Il valore di solidi sospesi sopraindicato è comunque in linea con quelli indicati in Tabella 4-1 per la tutela della risorsa ittica fluviale a valle dell'invaso. L'invaso di Villarosa ed il fiume Morello sono considerati ai fini della pesca "acque principali", art 3 Codice della Pesca (CP) 10/2007, pertanto considerabili a medio-alto pregio ittico ai fini della pesca.

Se la fluitazione fosse di durata giornaliera si riuscirebbero ad esitare circa 1000 m<sup>3</sup> di sedimenti e la perdita di risorsa idrica dall'invaso sarebbe di circa 150.000 m<sup>3</sup> (pari al 5-6%) del volume liquido attuale di invasore. Secondo quanto indicato in Tabella 3-4 ed in base all'apporto dal bacino tale volume verrebbe recuperato in 3-5 giorni.

TABELLA 4-1 VALORI DI CONCENTRAZIONE MEDIA DI SOLIDI SOSPESI (G/L) DA TENERE IN CONSIDERAZIONE DURANTE UNO SVASO IN FUNZIONE DEGLI OBIETTIVI DI TUTELA DELLA COMUNITÀ ITTICA FLUVIALE NEL CORSO D'ACQUA A VALLE DEL BACINO (FONTE: CONVEGNO ISPRA)

| Durata dello svaso | Pregio della comunità ittica nel corso d'acqua a valle del bacino |                     |                     |                    |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
|                    | Assenza di vocazionalità ittica                                   | Basso pregio ittico | Medio pregio ittico | Alto pregio ittico |
| Poche ore          | 50                                                                | 30                  | 20                  | 10                 |
| 1 – 2 giorni       | 30                                                                | 20                  | 10                  | 5                  |
| 1-2 settimane      | 10                                                                | 5                   | 3                   | 1,5                |

Se la fluitazione venisse prolungata a 7 giorni si potrebbero rimuovere circa 5000-6000m<sup>3</sup> in prossimità dello scarico ma con una perdita del 41% del volume attuale di invasore. Secondo quanto indicato in Tabella 3-4 ed in base all'apporto dal bacino tale volume verrebbe recuperato in 20-30 giorni.

In presenza di pale meccaniche si potrebbe ottenere una maggiore movimentazione di sedimenti depositati in invasore ma ovviamente la concentrazione di solidi sospesi aumenterebbe considerevolmente. Tale operazione qualora considerata, per rimuovere eventuali accumuli in prossimità dello scarico di fondo, deve essere eseguita per un periodo limitato di tempo ai fini della tutela della risorsa ittica.

La scelta della necessità o meno dell'utilizzo di pale meccaniche sarà in funzione dei rilievi batimetrici, che dovranno essere eseguiti nel tempo come indicato nel successivo capitolo 4.4.3 a verifica dell'interrimento del materiale sedimentato nell'intorno dello scarico.

Al termine delle attività, il ripristino della normale funzionalità dell'invasore avverrà tramite la chiusura dello scarico interessato dalle operazioni e il raggiungimento delle quote di esercizio per riempimento con le portate in ingresso al bacino.

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III18P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 81 di 86                                                                                            |

Per quanto riguarda invece gli interventi di mitigazione, le manovre verrebbero eseguite, come già indicato, in presenza di morbide o pienette.

Poiché le manovre di esercizio degli scarichi di fondo sarebbero di breve durata (7-15gg) e bassa frequenza (annuali) e il quantitativo di materiale eventualmente rilasciato a valle sarebbe molto esiguo ed in linea con la tutela della risorsa ittica, non si ritiene necessario pianificare un monitoraggio del corpo idrico ricettore in quanto tali operazioni gestionali risulterebbero di impatto ambientale pressoché nullo.

Qualora le manovre di esercizio vengano eseguite con pale meccaniche per movimentare un maggior quantitativo di sedimenti, dovrà essere eseguito un monitoraggio della torbidità come indicato nel paragrafo 4.4.3.

#### 4.4.2. Scenari previsionali connessi con le operazioni di manutenzione/ispezione

Nel caso in cui nelle operazioni di manutenzione delle opere meccaniche o idrauliche, precedentemente indicate, fosse necessario rimuovere e fluitare dei sedimenti le movimentazioni saranno limitate ai quantitativi che si fossero addossati allo scarico di fondo che ne impediscano l'ispezione o per recuperare/mantenere il volume utile nel tempo. Le operazioni saranno eseguite con le modalità indicate nel capitolo 4.4.1 e 0.

Il periodo di esecuzione sarà orientativamente nei mesi tra ottobre e dicembre (periodo in cui normalmente il serbatoio presenta i minimi livelli in invaso).

Qualora fosse necessario vuotare completamente il bacino, il serbatoio resterà vuoto, ed interessato dal deflusso delle acque di scolo e delle sole acque naturali del bacino imbrifero diretto, per tutto il tempo necessario per le attività di manutenzione/ispezione delle opere meccaniche e/o idrauliche. Le modalità operative prevedono svuotamento tramite l'apertura graduale e controllata dello scarico di fondo.

L'operazione sarà preceduta dalle manovre di:

- abbassamento progressivo del livello dell'invaso fino a quote prossime o pari alla quota di minima regolazione del bacino tramite apertura graduale dello scarico di fondo al fine di evitare rilasci non controllati facendo defluire portate fino a 2 m<sup>3</sup>/s. In questa fase, si prevede un valore medio di concentrazione di solidi sospesi dell'ordine di qualche g/l;
- apertura totale dello scarico di fondo nella fase finale per evitare problemi di occlusione dell'opera di scarico. In questa fase, di breve durata, si prevede un valore medio di concentrazione di solidi sospesi dell'ordine di 20 – 30 g/l;

In questa fase finale si avrà la maggiore erosione di sedimenti del fondale.

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 82 di 86                                                                                            |

#### 4.4.3. Monitoraggi

Al fine di valutare l'interrimento del serbatoio dopo la rimozione dei sedimenti prevista dal piano operativo, si procederà a monitorare la sedimentazione in invaso ed in prossimità dell'organo di scarico con frequenze diversificate.

Nel primo anno dopo la rimozione dei 70.000m<sup>3</sup> di sedimenti in fase Operativa, si effettuerà una batimetria di tutto l'invaso. Tale rilievo batimetrico sarà ripetuto con cadenza decennale.

Dopo la prima operazione di movimentazione degli organi di scarico un rilievo batimetrico al solo intorno dello scarico di fondo sarà ripetuto al termine della movimentazione per verificare l'efficacia della manovra.

A partire dal secondo anno il rilievo batimetrico sarà eseguito solamente nell'area prossima allo scarico di fondo per valutare l'interrimento e sarà poi ripetuto con frequenza quinquennale.

Il monitoraggio della torbidità a valle avverrà nelle seguenti condizioni:

- Utilizzo di pale meccaniche/grappi per facilitare la fluitazione dei sedimenti a valle;
- Messa in asciutto dell'invaso per le attività di manutenzione ed ispezione delle opere

La messa in asciutto dell'invaso per ispezione/manutenzione (capitolo 4.4.2) non ha come finalità la rimozione dei sedimenti depositati all'interno del serbatoio. Tuttavia, poiché le acque ruscellando all'interno dell'invaso, provocheranno fenomeni di trasporto solido localizzato, destinato ad esaurirsi in alcuni giorni.

Nei due casi sopra indicati si prevede di eseguire le seguenti misure.

L'ubicazione della stazione sarà pianificata e decisa insieme agli organi di controllo, orientativamente ubicata lungo l'alveo circa 1 Km a valle dello sbarramento (Figura 4-6).

Per tutta la durata delle operazioni dovranno essere effettuate misure periodiche di torbidità, ossigeno disciolto, pH .

Le misure saranno effettuate nel corso delle giornate di durata del fenomeno e anche nel/i giorno/i successivo/i fino a esaurimento delle condizioni perturbate o fino al ritorno a condizioni di normalità; i rilievi verranno eseguiti utilizzando una sonda multiparametrica, che sarà tarata prima dei controlli come segue:

- taratura dell'ossimetro: per confronto con misure effettuate con il metodo Winkler,
- taratura del sensore di temperatura: per confronto con termometro di precisione,

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 83 di 86                                                                                            |

- taratura dell'elettrodo del pH: per confronto con soluzioni a pH noto,
- taratura del sensore di torbidità: per confronto con misure effettuate tramite filtrazione e pesatura del filtro essiccato e/o con cono Imhoff.

Al termine della campagna di misure verrà redatto un rapporto tecnico nel quale saranno indicati i periodi, i punti ed i metodi di misura, i relativi risultati e il commento dei loro andamenti spaziotemporali.

Nel caso in esame, si ritengono proponibili, durante le operazioni, i limiti di concentrazione da rispettare per i solidi sospesi indicati in Tabella 4-1.

#### 4.4.4. Comunicazioni

Le attività associate all'esecuzione delle operazioni sono classificabili in attività con avviso preventivo e attività senza avviso preventivo.

##### Attività con preavviso preventivo

Secondo quanto prescritto dal DM 30 giugno 2004, all'atto di eseguire una delle seguenti attività:

- svuotamento per manutenzione e/o ispezione,
- fluitazione o spurgo della tipologia "intervento specifico",
- rimozione meccanica di sedimenti, descritte nel presente progetto di gestione

il Gestore dell'impianto ne deve dare avviso:

- all'Amministrazione competente a vigilare sulla sicurezza dell'invaso e dello sbarramento ai sensi del DLgs 112/98,
- al Dipartimento nazionale della Protezione Civile,
- all'Autorità di Bacino,
- alle Regioni e agli Enti Locali interessati,

fornendo un *Programma di Sintesi* (piano operativo di dettaglio) delle attività previste.

Il Programma di Sintesi sarà predisposto e inoltrato alle Amministrazioni competenti almeno 4 mesi prima della prevista data di inizio delle attività e tratterà i seguenti aspetti:

- elencazione delle attività previste (con riferimento alla descrizione contenuta nel presente Progetto di Gestione),
- definizione approssimata del periodo previsto di esecuzione (da confermarsi successivamente in prossimità dell'esecuzione),

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 84 di 86                                                                                            |

- indicazione del piano di monitoraggio e di mitigazione che si prevede di adottare (con riferimento alla descrizione contenuta nel presente Progetto di Gestione),
- indicazione delle autorizzazioni ottenute dal Progetto di Gestione dell'invaso in questione, o indicazione dei documenti di riferimento relativamente a rilievi in campo e analisi chimiche del materiale sedimentato,
- elenco dei comuni interessati dalle operazioni.

Il Gestore provvederà inoltre a informare la popolazione e tutti i soggetti interessati della prevista effettuazione delle manovre e delle eventuali cautele da adottare con avvisi affissi agli albi pretori dei comuni interessati nonché pubblicati per estratto su un quotidiano a diffusione locale. È opportuno, inoltre, che vengano previste ispezioni lungo l'alveo subito prima dell'apertura e successivamente alla chiusura degli organi di scarico. Il Gestore deve infine far rispettare quanto indicato nel presente Progetto di Gestione approvato, in osservanza delle eventuali prescrizioni stabilite dalle Regioni.

#### Attività senza avviso preventivo

A completamento di quanto indicato nel precedente paragrafo, l'esecuzione di una delle seguenti operazioni:

- manovre di esercizio degli scarichi profondi,
- fluitazione o spurgo della tipologia "intervento sistematico",

non sarà preceduta dal preventivo avviso alle competenti Autorità in quanto le prime non comportano impatto sul corpo idrico ricettore e le seconde non sono pianificabili a priori perché legate al verificarsi di eventi naturali non prevedibili.

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| III18P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 85 di 86                                                                                            |

## 5. BIBLIOGRAFIA

Annuario dei dati Ambientali della Sicilia, ARPA (2019). <https://www.arpasicilia.it/documentazione-ambientale/gli-annuari-regionali-dei-dati-ambientali/>

Annuario dei dati Ambientali della Sicilia, ARPA (2020). <https://www.arpasicilia.it/70-indicatori-sullo-stato-dellambiente-in-sicilia-online-lannuario-di-arpa/>

Blight G.E., 1997 “Interactions between the atmosphere and the Earth” Géotechnique, vol. 47 no. 4.

Fitton, T., 2007, Tailings Beach Slope Prediction, Ph.D. Thesis, School of Civil, Environmental and Chemical engineering, RMIT University.

Herbich J.B., Ph.D., P.E., 2000, “Handbook of dredging engineering”, II Edition, McGraw-Hill.

Morris and Fan, 2010. “Reservoir sedimentation handbook. Design and management of dams, reservoirs and watersheds for sustainable use”, Ed. Mac Graw Hill

Palmer, B. and Krizek, R. J., 1987 “Thickened Slurry Disposal Method for Process Tailings” Proceedings of the ASCE Specialty Conference on Geotechnical Practice for Waste Disposal, Ann Arbor, Michigan, pp. 728-743.

Penman H.L., 1948, “Natural evaporation from open water, bare soil and grass”, Proceedings of the Royal Society of London, Serie A, Mathematical and Physical Sciences, Vol 193, No 1032, pp 120-145.

PIANO DI GESTIONE DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SICILIA 2° Ciclo di pianificazione (2015-2021). [http://pti.regione.sicilia.it/portal/page/portal/PIR\\_POR-TALE/PIR\\_LaStrutturaRegionale/PIR\\_AssEnergia/PIR\\_Dipartimentodellacquaedirifiuti/PIR\\_Areetematiche/PIR\\_Settoreacque/PIR\\_PianoGestioneDistrettoIdrograficoSicilia/PIR\\_AllegatiPianodiGestioneAcque](http://pti.regione.sicilia.it/portal/page/portal/PIR_POR-TALE/PIR_LaStrutturaRegionale/PIR_AssEnergia/PIR_Dipartimentodellacquaedirifiuti/PIR_Areetematiche/PIR_Settoreacque/PIR_PianoGestioneDistrettoIdrograficoSicilia/PIR_AllegatiPianodiGestioneAcque)

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>REPUBBLICA ITALIANA | Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità<br>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti<br><br><b>DIGA VILLAROSA</b><br><br><b>PROGETTO DI GESTIONE DELL' INVASO</b> | REGIONE SICILIANA<br> |
| II118P-PGI- RT-0001-02                                                                                   | PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO                                                                                                                                                                     | Pag. 86 di 86                                                                                            |

Piano di tutela della Acque della Sicilia (2007), Regione Sicilia. Bacino Idrografico Imera Meridionale (R19072)

Robinsky, E.I. 1975 “Thickened discharge - A new approach to tailings disposal”, CIM Bulletin, vol. 68, pp. 47-53.

Carla Scotti, “La salinizzazione è una delle “minacce” del degrado delle funzioni del suolo.” Programma di sviluppo rurale 2007-2013, Regione Emilia Romagna.

SOCIETÀ ITALIANA DELLA SCIENZA DEL SUOLO, Comitato Tecnico delle Acque, Metodi di ANALISI DELLE ACQUE PER USO AGRICOLO E ZOOTECNICO. Coordinatore Girolamo Mecella. In collaborazione con International Union of Soil Sciences. 2011

Sogesid SpA “Informazioni sullo stato di qualità dei corpi idrici e sulla classificazione delle acque” Scheda1\_19072\_15 [http://www.regione.sicilia.it/presidenza/ucorifiuti/acque/DOCUMENTI/DOCUMENTI\\_B/B6/B6\\_1/B6\\_24.pdf](http://www.regione.sicilia.it/presidenza/ucorifiuti/acque/DOCUMENTI/DOCUMENTI_B/B6/B6_1/B6_24.pdf)

Sogesid SpA “Classificazione dello stato ecologico e dello stato ambientale dei corpi idrici superficiali” – Laghi, Luglio 2005, rev.0. [http://www.regione.sicilia.it/presidenza/ucorifiuti/acque/DOCUMENTI/DOCUMENTI\\_D/D2/idrici\\_riferimento.pdf](http://www.regione.sicilia.it/presidenza/ucorifiuti/acque/DOCUMENTI/DOCUMENTI_D/D2/idrici_riferimento.pdf)

Swarbrick G.E., 1992, Transient unsaturated consolidation in desiccating mine tailings PhD Thesis, School of Civil Engineering, The University of South Wales, New South Wales, Australia.

U.S. Army Corps of Engineers, Engineering and Design, EM 1110-2-5027, 1987, Confined Disposal of Dredged Material, Engineer Manual, Washington DC.