

ENEL-EGI-17/04/2020-0004962

ARPA Sicilia  
Direzione Generale - ST1 Controlli  
Ambientali - ST2 Monitoraggio  
Ambientale - ST Enna  
Via S. Lorenzo N. 312/G  
90146 Palermo  
PEC: [arpa@pec.arpa.sicilia.it](mailto:arpa@pec.arpa.sicilia.it)

c.a. dott. Francesco Carmelo Vazzana,  
dott.. Vincenzo Infantino  
ing. Salvatore Caldara  
dott.ssa Anna Abita  
dott. Enrico Alberto Croce

EGI/O&MH/ST

enelgreenpoweritalia@pec.enel.it

**Oggetto:** Attività di progettazione definitiva relativa al ripristino dello scarico di fondo della diga Pozzillo nel comune di Regalbuto (EN) - Indizione Conferenza dei Servizi decisoria ex art. 14 bis, L. 241/1990 - Parere di ARPA Sicilia nota n. 0067788 del 13/12/2019  
Trasmissione Piano Operativo di integrazione del PdG rev1

Con riferimento al parere di ARPA Sicilia in merito all'attività di progettazione relativa al ripristino dello scarico di fondo della diga Pozzillo nel comune di Regalbuto (EN), trasmesso con nota n. 0067788 del 13/12/2019, tenuto conto dell'autorizzazione del Progetto di Gestione dell'invaso di Pozzillo rev 1 da parte del Dipartimento Regionale dell'Autorità di Bacino del Distretto idrografico Sicilia, DSG n° 8 del 17 gennaio 2020, nonché di quanto convenuto nel corso dell'incontro svoltosi presso i vostri uffici di Palermo in data 31/01/2020, con la presente nota Vi trasmettiamo l'elaborato "APO0304REB\_Piano operativo di Integrazione del PdG rev1" che sostituisce il precedente elaborato progettuale per il ripristino dello scarico di fondo della diga Pozzillo "APO0304REC Piano Operativo di integrazione del PdG". Il Piano operativo è stato integrato e revisionato secondo le indicazioni di seguito riportate.

#### Prescrizioni

A. L'acqua utilizzata per il processo di trattamento dei fanghi, non più riutilizzata nel processo, sarà oggetto di analisi per verificare la conformità al rilascio in acque superficiali mediante controllo dei limiti previsti dalla tabella 3 - colonna scarico in acque superficiali, Parte III del D. Lgs 152/06. Se i risultati delle analisi, dovessero avere esito negativo, in funzione degli stessi, saranno effettuati i dovuti trattamenti delle acque da rilasciare.

- B. Le aree di deposito dei sedimenti saranno isolate dal suolo e protette dagli agenti atmosferici per evitare dispersioni sia per dilavamento che per trasporto eolico.
- C. Il progetto di ripristino dello scarico di fondo della diga Pozzillo prevede il recupero/smaltimento del materiale solido rimosso dall'invaso tramite dragaggio, circa 12.000 m<sup>3</sup>. Il materiale da conferire ha codice CER 170506 "Materiale di dragaggio, diverso da quello di cui alla voce 170505", e sarà caratterizzato prima dell'avvio dell'inizio dei lavori (*elaborato GEN0102REA\_Relazione generale, paragrafo 8.4*). Si precisa anche che per il conferimento certo del materiale dragato è stata individuata un'azienda, nella zona industriale di Enna a distanza di circa 50 km dall'area di cantiere, in possesso delle autorizzazioni e con la capacità di ricevere l'intero volume di solidi dragati (*APO0304REA\_Piano Operativo di integrazione del PdG, paragrafo 7.3*). La scelta progettuale di conferire il materiale solido ad un centro di recupero/smaltimento si è resa necessaria perché non è stato possibile individuare siti certi per l'utilizzo diretto del volume di sedimenti da dragare; ai sedimenti quindi non si applica quanto previsto l'art. 184 quater del D.Lgs 152/06 e smi. Dai risultati delle caratterizzazioni dei sedimenti eseguite nel 2011 e nel 2016 (allegate al progetto di Gestione di Invaso) si è riscontrato, infatti, che alcuni campioni di sedimenti rientrano nei limiti di colonna B della tabella 1, allegato 5, alla parte IV del D.Lgs 152/06 e smi. Tale condizione, che verrà aggiornata in prossimità dell'inizio dei lavori con nuova caratterizzazione, limita la ricerca di destinazioni per il riutilizzo del materiale da dragare alle sole aree industriali o commerciali escludendo le aree verdi o residenziali (aree in cui comunque non sono stati individuati siti per un eventuale riutilizzo dei sedimenti).
- D. Le opere previste dal progetto di ripristino dello scarico diga comportano anche la produzione di circa 11.200 m<sup>3</sup> di terre e rocce da scavo (*APO0303REC\_Studio di Incidenza paragrafo 3.1.7*). Circa 8.000 m<sup>3</sup> saranno riutilizzati nell'ambito dello stesso cantiere per il rinterro degli scavi. Il materiale riutilizzato verrà gestito, in base a quanto previsto dal titolo IV del Decreto del Presidente della Repubblica N. 120 del 13 giugno 2017. Il rimanente volume di terre e rocce da scavo, 3.200 m<sup>3</sup>, sarà conferito come rifiuto in centro di recupero/smaltimento, tale volume sarà gestito applicando le disposizioni previste dal titolo III del Decreto del Presidente della Repubblica N. 120 del 13 giugno 2017.

### Monitoraggi

La rimozione di sedimenti dall'invaso mediante dragaggio a bacino pieno è l'unica attività contemplata dal Progetto di Gestione dell'invaso prevista nell'ambito del progetto di ripristino dello scarico profondo, mentre non saranno effettuate attività di svaso o rilascio di sedimenti e acqua a valle. Le diverse fasi temporali di monitoraggio ante operam, in corso d'opera e post operam, devono, quindi, definirsi rispetto all'attività di rimozione di sedimenti dall'invaso mediante dragaggio a bacino pieno, che sarà effettuata dal 9° al 20° mese dall'inizio dei lavori (*elaborato GEN0107REA\_Cronoprogramma*).

Si evidenzia inoltre che sistemi di monitoraggio del corpo idrico recettore a valle dello sbarramento sono previsti dalla normativa per la gestione degli invasi, punto e) comma 4 art. 3 DM 30/06/2004, prima, durante e dopo operazioni di svaso o di spurgo mentre non sono di norma previsti per l'asportazione di materiali a bacino pieno o vuoto comma 3 art. 3 DM 30/06/2004, proprio perché tali opzioni non prevedono il coinvolgimento dei corpi idrici di valle.

In considerazione di quanto sopra il programma di monitoraggio del *Piano operativo di Integrazione del PdG rev1* è definito con le seguenti modalità:

#### Monitoraggio ante operam

- A. Monitoraggio, *ante Operam*, delle caratteristiche qualitative delle acque e delle caratteristiche qualitative e quantitative dei sedimenti di invaso con le modalità già previste dal progetto definitivo (*elaborato APO0304REC Piano Operativo di integrazione del PdG, paragrafi 9.1, 9.1.1, 9.1.2 e 9.1.3*) e dalla nota EGP del 20/11/2019 prot. 29771. Il monitoraggio sarà effettuato alcuni mesi prima dell'inizio delle attività di dragaggio, comunque prima dell'inizio delle attività in alveo di realizzazione degli O-piles.
- B. Valutazione, *ante operam*, dello stato ecologico e dello stato chimico delle acque di invaso (note ARPA 58273/2019 e 9697/2019), che integrano le attività di monitoraggio del punto A, già previste dal progetto di ripristino dello scarico di fondo (*APO0304REC Piano Operativo di integrazione del PdG*). La valutazione dello stato ecologico sarà effettuata prima dell'inizio delle attività di dragaggio (i rilievi saranno comunque completati entro l'inizio dei lavori di ripristino dello scarico di fondo).
- C. Valutazione, *ante operam*, dello stato ecologico e dello stato chimico delle acque del corpo idrico recettore (note ARPA 58273/2019 e 9697/2019) che sarà effettuata nei mesi precedenti le attività di dragaggio.

#### Monitoraggio in corso d'opera

- D. Monitoraggio, *in corso d'opera*, di acqua e sedimenti dell'invaso secondo le modalità già previste dal progetto definitivo (*elaborato APO0304REC Piano Operativo di integrazione del PdG, paragrafi 9.2, 9.2.1, 9.2.2 e 9.2.3*).

#### Monitoraggio post operam

- E. Monitoraggio quantitativo, *a fine movimentazione*, dei sedimenti di invaso con le modalità già previste dal progetto definitivo (*elaborato APO0304REC Piano Operativo di integrazione del PdG, paragrafo 9.3.1*) che sarà effettuata dal 1° mese successivo al completamento delle attività di dragaggio;
- F. Monitoraggio qualitativo, *a fine movimentazione*, dell'acqua di invaso con le modalità già previste dal progetto definitivo (*elaborato APO0304REC Piano Operativo di integrazione del PdG, paragrafo 9.3.2*) che sarà effettuata dal 1° mese dopo il completamento delle attività di dragaggio;
- G. Monitoraggio qualitativo, *a fine movimentazione*, dei sedimenti di invaso ed in particolare dei solidi sospesi, dei nutrienti disciolti e del fitoplancton per la rivalutazione dello stato ecologico e delle sostanze prioritarie per la rivalutazione dello stato chimico (nota ARPA n°58273 del 30/10/2019) da effettuarsi dal 1° mese successivo al completamento delle attività di dragaggio;

H. Valutazione, *a fine movimentazione*, dello stato ecologico e dello stato chimico delle acque del corpo idrico recettore (note ARPA 58273/2019 e 9697/2019) che sarà effettuata dal 1° mese successivo al completamento delle attività di dragaggio.

Per quanto, infine, riguarda la richiesta di ARPA (contenuta nella nota ARPA N. 67788/2019) di accompagnare il progetto di ripristino dello scarico di fondo della diga Pozzillo con un adeguamento e un aggiornamento del Progetto di Gestione dell'invaso Rev 1 contenente i risultati di nuove caratterizzazioni dei sedimenti e delle acque, da effettuarsi secondo la normativa vigente, come indicato nelle precedenti note della stessa Agenzia, n. 58273 del 30/10/2019 e n. 9697 del 26/02/2019 si fa presente che, successivamente alla nota ARPA n. 67788/2019, il Dipartimento Regionale dell'Autorità di Bacino, con Decreto del Segretario Generale n. 8 del 17/01/2020 ha approvato Il Progetto di Gestione dell'invaso di Pozzillo rev 1 come *"quadro previsionale delle operazioni di svasso, sfangamento e spurgo connesse con le attività di manutenzione dell'impianto"* ... (art. 1), con l'obbligo per il Gestore di presentare la revisione del Progetto di Gestione entro un anno dalla fine dei lavori di ripristino dello scarico di fondo e di *"integrare, prima dell'inizio dei lavori, il progetto di ripristino dello scarico di fondo profondo, con i risultati discendenti da nuove indagini, effettuate in contraddittorio con ARPA Sicilia, per la caratterizzazione qualitativa dell'acqua e dei sedimenti presenti secondo modalità e parametri conformi alla normativa vigente."* (art.2). Come convenuto in occasione dell'incontro del 31.01.20, quindi per il richiesto aggiornamento del PdG si provvederà secondo le tempistiche definite da DSG n° 8 2020.

**GIROLAMO ANDREA CICERO**

**Il Responsabile**

Il presente documento è sottoscritto con firma digitale ai sensi dell'art. 21 del d.lgs. 82/2005. La riproduzione dello stesso su supporto analogico è effettuata da Enel Italia Spa e costituisce una copia integra e fedele dell'originale informatico, disponibile a richiesta presso l'Unità emittente.

## RIPRISTINO SCARICO DI FONDO DIGA DI POZZILLO COMUNE DI REGALBUTO (ENNA)



### PROGETTO DEFINITIVO

**Progettisti in ATI:**

Co.Ri.P. Srl

E&G Srl



Ing. Fabio Colletti  
Ing. Marco Leone  
Ing. Michele Ricci

e-mail: [ingegneria@coripsrl.it](mailto:ingegneria@coripsrl.it)



Prof. Ing. Quintilio Napoleoni  
Ing. Gadiel Coen  
Ing. Claudio Gravina

e-mail: [info@eandg.it](mailto:info@eandg.it)



DIZETA INGEGNERIA



DIZETA INGEGNERIA  
STUDIO ASSOCIATO

Ing. Fulvio Bernabei  
Ing. Stefano Adami  
Ing. Paolo Sanavia

e-mail: [amministrazione@dizetaingegneria.it](mailto:amministrazione@dizetaingegneria.it)



GRAIA

Gestione Ricerca Ambientale Ifcca Acque

e-mail: [info@graia.eu](mailto:info@graia.eu)

Dott. Gaetano Gentili  
Dott. Andrea Romanò  
Dott.ssa Alessandra Ballerio  
Ing. Massimo Sartorelli

CODICE ELABORATO:		LIV. PROG.	NOME ELABORATO:			REV:	SCALA:
A P O 0 3 0 4 R E		D	PIANO OPERATIVO DI INTEGRAZIONE DEL PdG			B	-
D							
C							
B	Revisione 1		Aprile 2020	Dott. A. Romanò	Ing. M. Sartorelli	Ing. F. Colletti	
A	Emissione		Settembre 2018	Dott. A. Romanò	Ing. M. Sartorelli	Ing. F. Colletti	
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERESSE.....</b>	<b>6</b>
2.1	UBICAZIONE GEOGRAFICA.....	6
2.2	BACINO IMBRIFERO.....	6
2.3	FIUME SALSO O SPERLINGA.....	9
<b>3</b>	<b>QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO .....</b>	<b>13</b>
3.1	NORMATIVA NAZIONALE .....	13
3.2	NORMATIVA REGIONALE.....	19
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA DIGA DI POZZILLO.....</b>	<b>26</b>
4.1	LE PORTATE DEL FIUME SALSO A MONTE DELLA DIGA .....	32
4.2	LE PRECIPITAZIONI .....	33
4.3	LIVELLI DELL'INVASO.....	33
4.4	QUANTITÀ SEDIMENTO.....	34
<b>5</b>	<b>QUALITÀ DELLE ACQUE E DEI SEDIMENTI DEL BACINO .....</b>	<b>37</b>
5.1	ACQUE .....	37
5.2	SEDIMENTI.....	45
<b>6</b>	<b>INTERVENTO PREVISTO .....</b>	<b>55</b>
6.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO .....	55
6.2	SINTESI DELLE FASI GESTIONALI CHE HANNO DETERMINATO L'INTERRIMENTO DELLO SCARICO DI FONDO. ....	58
6.3	SINTESI DELLE SCELTE PROGETTUALI ESAMINATE .....	58
<b>7</b>	<b>ASPORTAZIONE DEL SEDIMENTO .....</b>	<b>62</b>
7.1	DRAGAGGIO.....	62
7.2	DISIDRATAZIONE .....	68
7.3	SMALTIMENTO.....	74
7.4	CRONOPROGRAMMA DELLA FASE DI CANTIERE.....	76
<b>8</b>	<b>EFFETTI AMBIENTALI DELLA SOLUZIONE SCELTA E MITIGAZIONI .....</b>	<b>78</b>
8.1	DISTURBO AREE E MEZZI DI CANTIERE .....	78
8.2	LIMITAZIONE ALLA QUOTA D'INVASO DI 350,00 M S.L.M. ....	79
8.3	TORBIDITÀ .....	80
8.4	TENORE DI OSSIGENO.....	80
8.5	TORBIDITÀ A VALLE DEL BACINO .....	80
8.6	DESTINAZIONE SEDIMENTO .....	81

<b>9</b>	<b>MONITORAGGIO</b> .....	<b>82</b>
9.1	MONITORAGGIO ANTE OPERAM .....	82
9.2	MONITORAGGIO IN CORSO D’OPERA .....	87
9.3	MONITORAGGIO POST OPERAM .....	89
<b>10</b>	<b>COMUNI RIVIERASCHI</b> .....	<b>91</b>
<b>11</b>	<b>COMUNICAZIONI E REPORTISTICA</b> .....	<b>92</b>
<b>12</b>	<b>METODICHE</b> .....	<b>93</b>
12.1	RILIEVO MORFOBATIMETRICO ANTE E POST OPERAM .....	93
12.2	PRELIEVO E ANALISI CHIMICHE DELLE ACQUE .....	95
12.3	PARAMETRI CHIMICO-FISICI DEL SEDIMENTO .....	101
12.4	PARAMETRI BIOLOGICI .....	104

#### CRONOLOGIA REVISIONI

Documento	Data	Modifiche
APO0304REA_Piano Operativo	Settembre 2018	-
APO0304REB_Piano Operativo_Rev1	Aprile 2020	Osservazioni nota ARPA n.0067788 del 13/12/19

	Ripristino scarico di fondo della Diga di Pozzillo nel Comune di Regalbuto (Enna) – Progetto Definitivo	APO0304REB_Piano Operativo di Integrazione del PdG – REV1	pag. 4
			Apr-20

## 1 PREMESSA

Il presente documento costituisce elaborato del progetto relativo all'incarico per le attività costituenti la progettazione definitiva delle opere di ripristino dello scarico di fondo della diga di Pozzillo nel Comune di Regalbuto (Enna), come espresso dal documento *EGP.OEM.1.90.IT.H.89009.09.006.02 – Specifica tecnica per incarico professionale di progettazione definitiva ed esecutiva*; tale report è parte costituente dell'insieme di relazioni tecniche specialistiche necessarie per l'opera, previste dall'art. 26 del DPR 207/2010.

Il bacino artificiale del Pozzillo è un grande invaso (più di 150,00 milioni di m<sup>3</sup>) situato in comune di Regalbuto (EN) generato dallo sbarramento del Fiume Salso. Il serbatoio risulta interessato da un consistente interrimento (circa 33 milioni di m<sup>3</sup>, secondo gli ultimi dati disponibili) determinato da una ingente rata di sedimentazione media annua, calcolata in circa 600.000 m<sup>3</sup> annui.

Sino agli anni 80 l'efficienza degli scarichi profondi era garantita da periodiche aperture degli stessi che consentivano la rimozione della parte di sedimento situato presso tali organi; già in quel periodo furono definiti interventi, però mai realizzati, finalizzati al controllo dell'erosione a monte. A partire dagli anni 90, su richiesta degli utenti irrigui di valle, tali modalità gestionali furono sospese, con la grave conseguenza, di compromettere la funzionalità degli scarichi profondi nel lasso di pochi anni. Successivamente sono stati effettuati alcuni interventi finalizzati a risolvere tale criticità, senza però raggiungere l'obiettivo prefissato.

Enel, gestore dell'invaso, ha predisposto un progetto per il recupero della funzionalità dello scarico di fondo della diga. Tale intervento, ai sensi di quanto previsto dal DM 30 giugno 2004, dal Progetto di Gestione e come espressamente richiesto dall'Ufficio Tecnico per le Dighe di Palermo (nota 1681 del 30-01-2015) è accompagnato dalla redazione di un Piano Operativo (detto Piano di Sintesi dal sopra citato DM) che descrive le attività da eseguire per la gestione del bacino e, in particolare, del sedimento durante il cantiere.

A settembre 2018 il gestore ha presentato il Progetto di Gestione dell'Invaso di Pozzillo Rev1 che è stato approvato con Decreto del Segretario Generale n. 8 del 17/01/2020.

L'attività, come previsto dal Progetto di Gestione approvato nelle Modalità Operative di Gestione (Capitolo 5), consiste nell'asportazione meccanica del sedimento a bacino pieno (tramite dragaggio).

Si premette sin da ora, come meglio specificato e dettagliato nel seguito, che gli interventi da eseguirsi sul sedimento sono stati largamente ridimensionati rispetto a quanto inizialmente prospettato, poiché le modalità operative individuate nel progetto consentono di evitare lo svasso del bacino e consentono altresì una notevole riduzione dei volumi di sedimento rimossi.

Per le finalità sopra espresse ed in riferimento a quanto previsto dalla normativa vigente, il presente Piano Operativo è costituito dai seguenti capitoli:

- Inquadramento dell'area di interesse;
- Quadro di riferimento normativo;
- Descrizione della diga di Pozzillo;
- Qualità delle acque e dei sedimenti del bacino;
- Intervento previsto;
- Asportazione del sedimento ed il suo ricollocamento;

---

### Progettisti in ATI

CO.RI.P. S.r.l.

E&G

DIZETA INGEGNERIA

GRAIA

	Ripristino scarico di fondo della Diga di Pozzillo nel Comune di Regalbuto (Enna) – Progetto Definitivo	APO0304REB_Piano Operativo di Integrazione del PdG – REV1	pag. 5
			Apr-20

- Effetti ambientali della soluzione scelta e mitigazioni;
- Monitoraggi (*ante operam*, in corso d'opera e *post operam*).

Per la descrizione del progetto di recupero della funzionalità dello scarico di fondo si riporta una sintesi degli interventi previsti, mentre per i contenuti si rimanda ai documenti progettuali.

Per la valutazione complessiva degli impatti del cantiere sui comparti coinvolti si rimanda alla specifica documentazione ambientale prodotta.

Ai sensi del DM 30 giugno 2004 almeno quattro mesi prima dell'effettuazione delle operazioni il gestore fornirà un programma di sintesi delle attività previste in cui verrà riportato un cronoprogramma di dettaglio, che al momento non è ancora disponibile.

In sede di prima valutazione Arpa ha formulato alcune osservazioni ed ha richiesto approfondimenti relativi in particolare alle attività di monitoraggio. A seguito di tali richieste è stato revisionato il documento APO0304REA\_Piano Operativo di Settembre 2018 integrandolo, rispetto alla versione precedente, con:

- caratterizzazione qualitativa dei sedimenti e delle acque,
- chiarimenti in merito allo scarico delle acque di lavorazione,
- chiarimenti in merito allo stoccaggio in cumuli del materiale sulla sponda,
- valutazione stato ecologico e chimico dell'invaso e del corpo idrico recettore nella fase di *ante operam* e *post operam*.

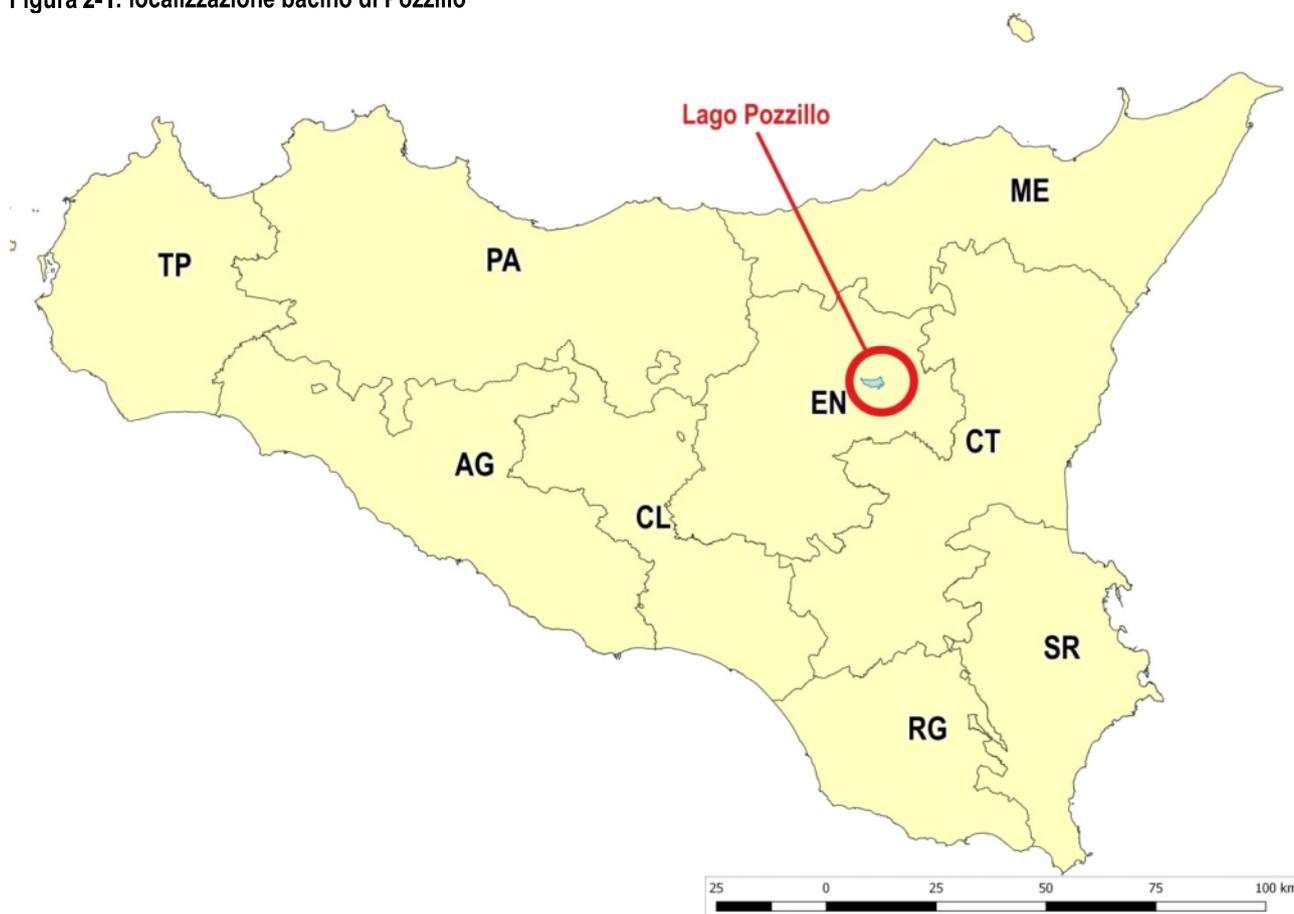
## 2 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERESSE

In questo capitolo viene descritto l'ambito territoriale coinvolto dal progetto, sia a livello di sito, sia a livello di area vasta e sono individuati i sistemi ambientali entro i quali è presumibile che si manifestino effetti diretti o indiretti del progetto in esame.

### 2.1 UBICAZIONE GEOGRAFICA

La diga di Pozzillo, interessata dal progetto di ripristino dello scarico di fondo, sbarrà il Fiume Salso o Sperlinga in Comune di Regalbuto, in Provincia di Enna, dando così origine all'invaso del Lago di Pozzillo; una parte dello specchio lacustre e delle zone circostanti interessa anche il territorio del Comune di Agira.

Figura 2-1: localizzazione bacino di Pozzillo

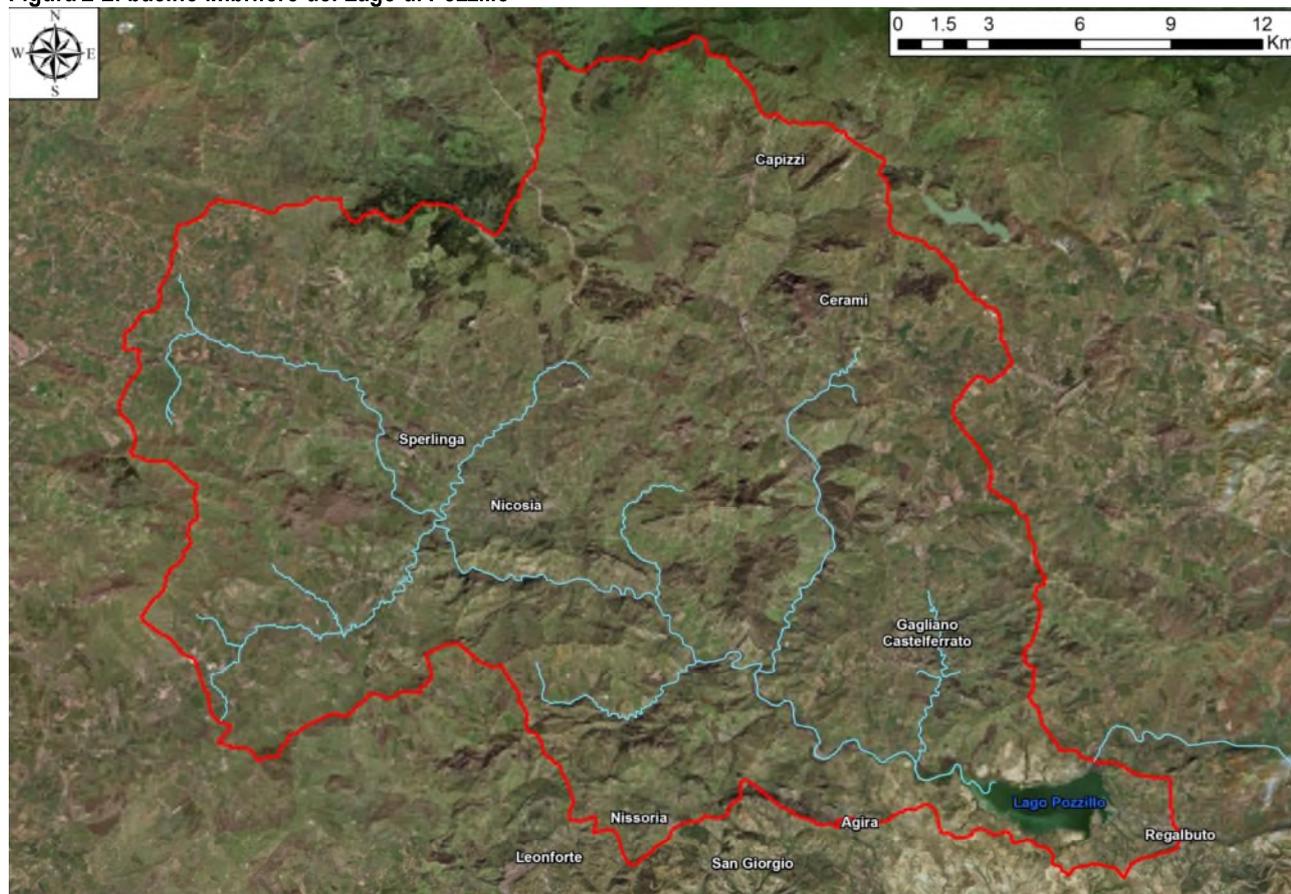


### 2.2 BACINO IMBRIFERO

Il bacino idrografico cui appartiene l'area di studio è quello del Fiume Simeto, circa il 20% del quale appartiene al Fiume Salso o Sperlinga, suo affluente in sponda destra. Quest'ultimo ha origine dalla confluenza di vari riali alle pendici meridionali del monte Sambughetti e dalle pendici orientali dei monti Zimarra e Grassa.

Il Fiume Salso, alla sezione della diga che forma il Lago Pozzillo, sottende un bacino imbrifero di 577 di Km<sup>2</sup>; il suo corso a valle prosegue per 14 km, prima di ricevere la confluenza del Fiume di Sotto Troina, per poi immettersi nel Fiume Simeto dopo altri 11 km. L'Altitudine massima del bacino è 3.274 m s.l.m..

**Figura 2-2: bacino imbrifero del Lago di Pozzillo**



Il bacino imbrifero è caratterizzato prevalentemente da aree coltivate, che occupano più del 50% dell'intero bacino. Le aree naturali sono ben rappresentate con più del 40% della superficie del bacino. I centri abitati sono limitati, rappresentando solo l'1% del bacino afferente all'invaso.

Nella tabella seguente sono riportate tutte le categorie di uso del suolo presenti nel bacino con la dimensione in termini di km<sup>2</sup> e la percentuale corrispondente rispetto all'intera area di interesse.

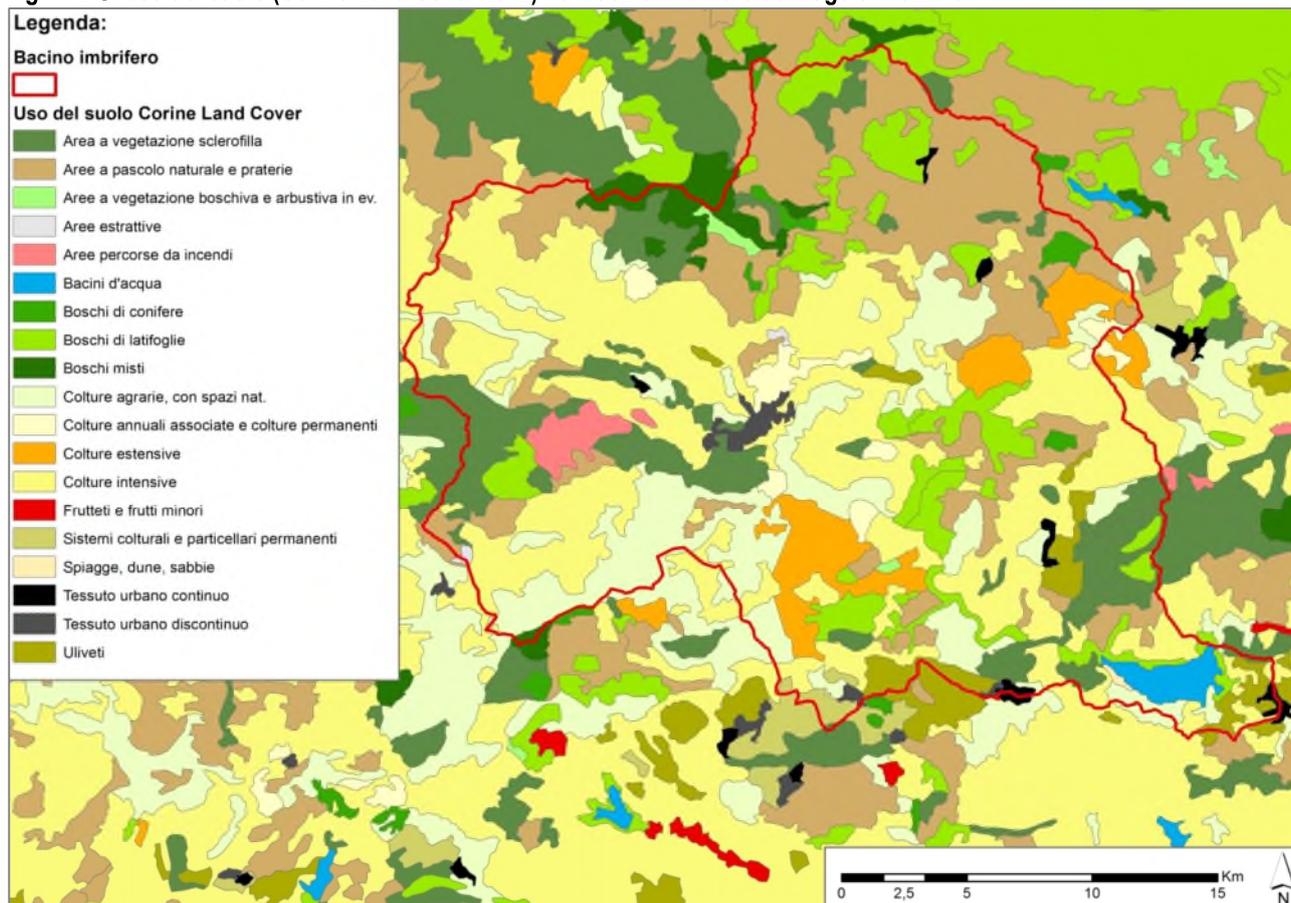
**Tabella 2-1: ripartizione per categorie di uso del suolo del bacino imbrifero del Lago di Pozzillo**

Definizione	km <sup>2</sup>	%
Colture intensive	181,5	31,5
Aree a pascolo naturale e praterie	115,9	20,1
Colture agrarie, con spazi naturali	79,2	13,8
Area a vegetazione sclerofilla	61,2	10,6
Boschi di latifoglie	51,0	8,9
Colture estensive	26,0	4,5
Uliveti	13,4	2,3
Colture annuali associate e colture permanenti	10,2	1,8
Boschi misti	9,3	1,6
Aree percorse da incendi	6,7	1,2
Bacini d'acqua	5,4	0,9
Boschi di conifere	4,2	0,7
Tessuto urbano discontinuo	4,2	0,7

Definizione	km <sup>2</sup>	%
Tessuto urbano continuo	3,0	0,5
Sistemi colturali e particellari permanenti	2,8	0,5
Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	1,7	0,3
Aree estrattive	0,6	0,1
Spiagge, dune, sabbie	0,4	0,1

Si riporta di seguito una rappresentazione cartografica dell'uso del suolo nel bacino imbrifero afferente al lago.

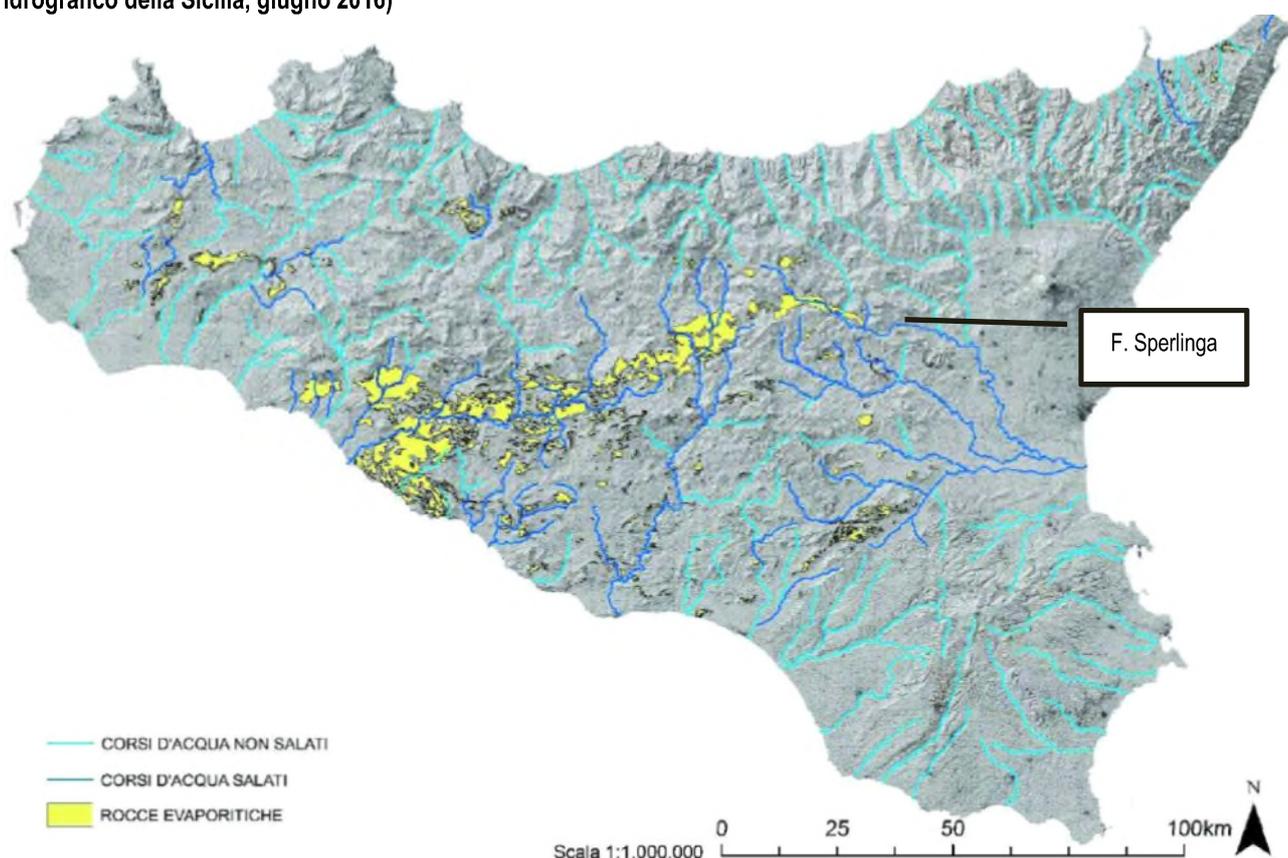
**Figura 2-3: uso del suolo (Corine Land Cover 2012) nel bacino imbrifero del Lago di Pozzillo**



### 2.3 FIUME SALSO O SPERLINGA

Il Fiume Salso o Sperlinga è un corpo idrico significativo e, come risulta evidente dall'immagine seguente, rientra nella categoria dei "corsi d'acqua salati" in quanto scorrendo su formazioni appartenenti alla Serie Gessosa-Solfifera presenta una salinità elevata.

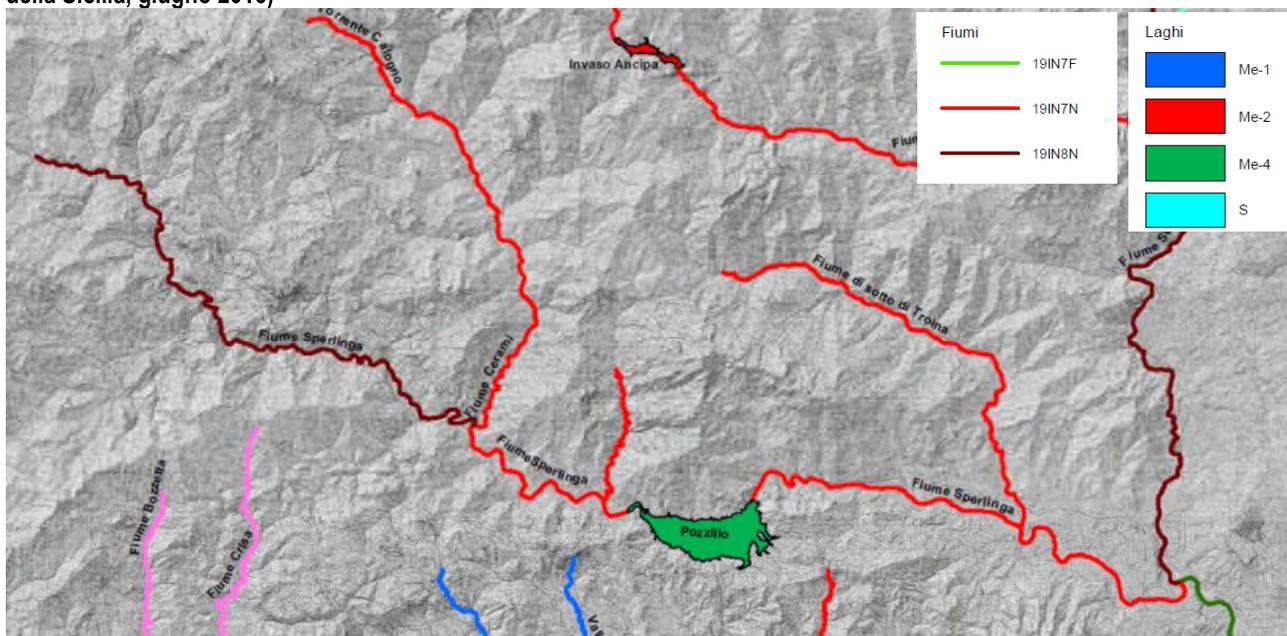
Figura 2-4: corpi idrici significativi (Allegato 2a – Monitoraggio delle Acque Superficiali. Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia, giugno 2016)



In presenza di tali caratteristiche non è possibile eseguire una classificazione dello stato di qualità per l'assenza di strumenti idonei di valutazione e condizioni di riferimento.

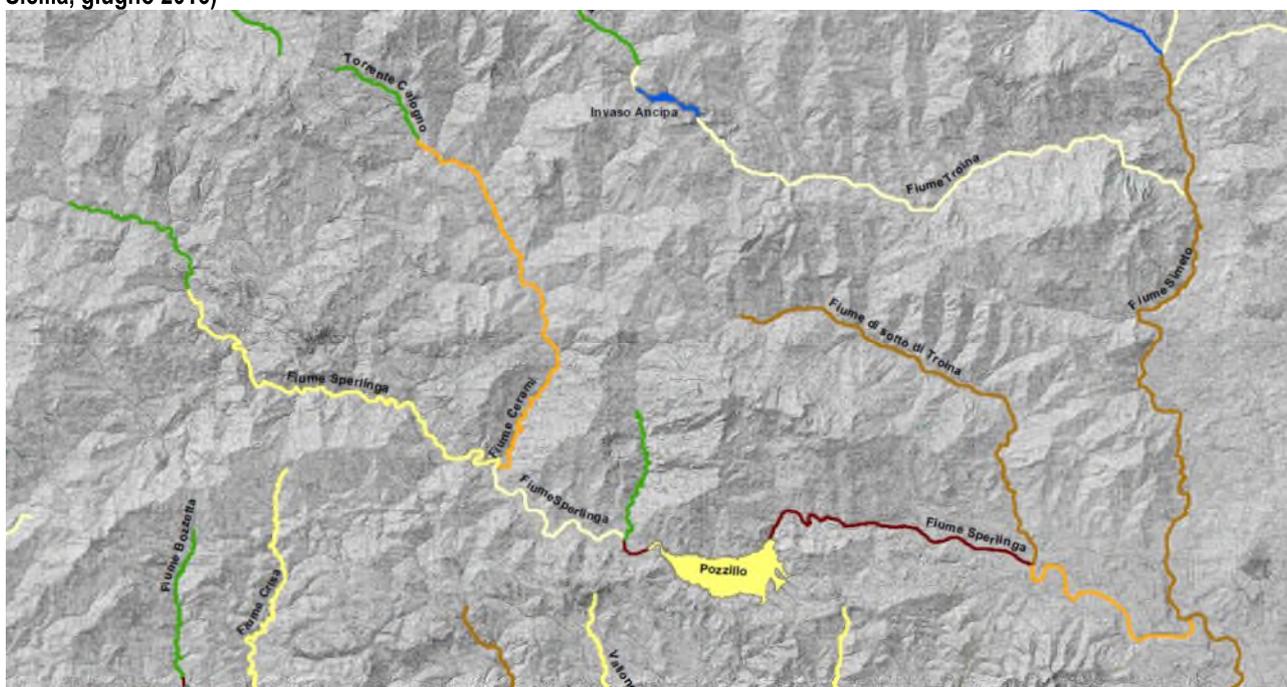
In base al Piano di Gestione di Distretto il Fiume Sperlinga è definito un corso d'acqua intermittente, mentre il Lago di Pozzillo rientra nella categoria ME-4 (Laghi/invasi mediterranei, profondi, calcarei)

Figura 2-5: estratto TavA2 (Carta della tipizzazione dei corpi idrici superficiali. Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia, giugno 2016)



Il Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia identifica lungo il F. Sperlinga, dalle sorgenti alla confluenza con il F. Simeto, 5 corpi idrici come risulta evidente dall'immagine seguente.

Figura 2-6: estratto TavA3 (Carta delle pressioni dei corpi idrici superficiali. Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia, giugno 2016)



Nella tabella seguente si riportano le tipologie, le pressioni e gli impatti identificati per i singoli corpi idrici di interesse.

**Tabella 2-2: caratteristiche dei corpi idrici superficiali**

Bacino / Sottobacino	Codice	Confini	Tipologia	Pressioni	Impatti	Altre pressioni
Simeto /Cerami-Sperlinga	IT19RW09414	Dalla sorgente sino allo scarico di Sperlinga (zona bosco della Sperlinga)	19IN8	2.10	CHEM	IPNOA
Simeto /Cerami-Sperlinga	IT19RW09413	Dallo scarico di Sperlinga (zona bosco della Sperlinga) alla confluenza con T. Cerami	19IN8	2.5; 2.10 1.1	CHEM	IPNOA
Simeto /Cerami-Sperlinga	IT19RW09410	Dalla confluenza con T. Cerami al Lago di Pozzillo	19IN7	2.10; 1.1	CHEM	IPNOA
Simeto / Sperlinga	IT19RW09433	Dal Lago di Pozzillo alla confluenza con il Fiume di Sotto di Troina	19IN7	4.2.4; 4.2.3; 2.10; 4.3.2 4.1.2; 4.1.4 4.1.1; 1.1	CHEM HMOC HHYC	IPNOA modifica della zona riparia e/o della piana alluvionale per attività agricole e zootecniche
Simeto / Sperlinga	IT19RW09436	Dalla confluenza con il Fiume di Sotto di Troina alla confluenza con il Fiume Simeto	19IN7	2.10; 4.3.2 4.1.2; 4.1.4 1.1	CHEM NOSI	IPNOA modifica della zona riparia e/o della piana alluvionale per attività agricole e zootecniche
-	IT19LW1909434	Lago di Pozzillo	Me-4 (Macrotipo I1)*	2.10; 1.3 1.1	NUTR ORGA CHEM	IPNOA

\*ai sensi del D.M. 260/2010

**Tabella 2-3: definizione pressioni e impatti**

Codice	Tipo	Definizione
<b>Pressioni</b>		
1.1	Puntuale	Urban waste water
1.3	Puntuale	IED Plants
2.5	Diffusa	Contaminated sites or abandoned industrial sites
2.10	Diffusa	Other
4.1.1	Alterazioni morfologiche	Physical alteration – Flood protection
4.1.2		Physical alteration – agriculture
4.1.4		Physical alteration – other
4.2.3		Dams, barriers and locks – Drinking water
4.2.4		Dams, barriers and locks – Irrigation
4.3.2		Hydrological alteration - Transport
IPNOA	Diffusa	Pressioni agricole. L'indicatore di pressione per la stima dell'apporto di nutrienti in agricoltura è rappresentato dall'Indice di Pericolosità da Nitrati di Origine Agricola di Padovani e Trevisan (2002)
<b>Impatti</b>		
CHEM	-	Inquinamento chimico
HHYC	-	Habitat alterati dovuti a cambiamenti idromorfologici
HMOC	-	Habitat alterati dovuti a cambiamenti morfologici (inclusa la connettività fluviale)
NOSI	-	Impatto non significativo
NUTR	-	Inquinamento da nutrienti
ORGA	-	Inquinamento organico

In base all'analisi delle pressioni, tra cui vengono considerate anche le pressioni idromorfologiche non prese in esame nel precedente piano, i corpi idrici IT19RW09410 e IT19RW09433 sono risultati a rischio:

- di non raggiungimento degli obiettivi ambientali al 2021, al 2027;
- di deterioramento dello stato nel caso in cui sia stato raggiunto lo stato di elevato/buono.

Nella tabella seguente è riportata la previsione del raggiungimento degli obiettivi relativamente allo stato ecologico e chimico dei corpi idrici superficiali individuati, le esenzioni applicate in caso di mancato raggiungimento dell'obiettivo e l'anno in cui si prevede il suo raggiungimento.

**Tabella 2-4: quadro degli obiettivi e delle esenzioni per ciascun corpo idrico superficiale (Tabella 7, Allegato 4a - II Programma di Misure. Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia, giugno 2016)**

Codice	Stato ecologico	Stato chimico	Obiettivo 2015	Esenzione	Anno raggiungimento obiettivo	Giustificazione esenzione
IT19RW09414	nd	nd	No*	Si	2027	La valutazione del raggiungimento degli obiettivi ambientali è programmata per il 2021
IT19RW09413	nd	nd	No*	Si	2027	La valutazione del raggiungimento degli obiettivi ambientali è programmata per il 2021
IT19RW09410	nd	Non buono	No	Si	2027	Incertezza nel valutare se le misure programmate permetteranno il raggiungimento degli obiettivi ambientali entro il 2021
IT19RW09433	nd	nd	No*	Si	2027	La valutazione del raggiungimento degli obiettivi ambientali è programmata per il 2021
IT19RW09436	nd	nd	No*	Si	2027	La valutazione del raggiungimento degli obiettivi ambientali è programmata per il 2021
IT19LW1909434	nd	nd	No*	Si	2027	La valutazione del raggiungimento degli obiettivi ambientali è programmata per il 2021

### 3 QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

In questo capitolo si intende fornire un quadro della vigente normativa di riferimento per la gestione degli invasi.

#### 3.1 NORMATIVA NAZIONALE

La normativa specifica in materia è rappresentata dall'art. 114 del D.Lgs. 152/2006 e dal D.M. del Ministero dell'Ambiente del 30 giugno 2004.

##### 3.1.1 ART.114 (DIGHE) DEL D.LGS. 152/2006

*1. Le regioni, previo parere del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, adottano apposita disciplina in materia di restituzione delle acque utilizzate per la produzione idroelettrica, per scopi irrigui e in impianti di potabilizzazione, nonché delle acque derivanti da sondaggi o perforazioni diversi da quelli relativi alla ricerca ed estrazione di idrocarburi, al fine di garantire il mantenimento o il raggiungimento degli obiettivi di qualità di cui al titolo II della parte terza del presente decreto.*

**2. Al fine di assicurare il mantenimento della capacità di invaso e la salvaguardia sia della qualità dell'acqua invasata sia del corpo ricettore, le operazioni di svaso, sghiaimento e sfangamento delle dighe sono effettuate sulla base di un progetto di gestione di ciascun invaso. Il progetto di gestione è finalizzato a definire sia il quadro previsionale di dette operazioni connesse con le attività di manutenzione da eseguire sull'impianto, sia le misure di prevenzione e tutela del corpo ricettore, dell'ecosistema acquatico, delle attività di pesca e delle risorse idriche invasate e rilasciate a valle dell'invaso durante le operazioni stesse.**

*3. Il progetto di gestione individua altresì eventuali modalità di manovra degli organi di scarico, anche al fine di assicurare la tutela del corpo ricettore. Restano valide in ogni caso le disposizioni fissate dal decreto del Presidente della Repubblica 1° novembre 1959, n. 1363, volte a garantire la sicurezza di persone e cose.*

*4. Il progetto di gestione è predisposto dal gestore sulla base dei criteri fissati con decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti e dell'ambiente e della tutela del territorio di concerto con il Ministro delle attività produttive e con quello delle politiche agricole e forestali, previa intesa con la Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, da emanarsi entro centoventi giorni dalla data di entrata in vigore della parte terza del presente decreto.*

*5. Il progetto di gestione è approvato dalle regioni, con eventuali prescrizioni, entro sei mesi dalla sua presentazione, previo parere dell'amministrazione competente alla vigilanza sulla sicurezza dell'invaso e dello sbarramento, ai sensi degli articoli 89 e 91 del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112, e sentiti, ove necessario, gli enti gestori delle aree protette direttamente interessate; per le dighe di cui al citato articolo 91 del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112, il progetto approvato è trasmesso al Registro italiano dighe (RID) per l'inserimento, anche in forma sintetica, come parte integrante del foglio condizioni per l'esercizio e la manutenzione di cui all'articolo 6 del decreto del Presidente della Repubblica 1° novembre 1959, n. 1363, e relative disposizioni di attuazione. Il progetto di gestione si intende approvato e diviene operativo trascorsi sei mesi dalla data di presentazione senza che sia intervenuta alcuna pronuncia da parte della regione competente, fermo restando il potere di tali Enti di dettare eventuali prescrizioni, anche trascorso tale termine.*

	Ripristino scarico di fondo della Diga di Pozzillo nel Comune di Regalbuto (Enna) – Progetto Definitivo	APO0304REB_Piano Operativo Integrazione del PdG – REV1	di	pag. 14
				Apr-20

6. Con l'approvazione del progetto il gestore è autorizzato ad eseguire le operazioni di svaso, sghiaiamiento e sfangamento in conformità ai limiti indicati nel progetto stesso e alle relative prescrizioni.

7. Nella definizione dei canoni di concessione di inerti le amministrazioni determinano specifiche modalità ed importi per favorire lo sghiaiamiento e sfangamento degli invasi per asporto meccanico.

8. I gestori degli invasi esistenti, che ancora non abbiano ottemperato agli obblighi previsti dal decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 30 giugno 2004, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 269 del 16 novembre 2004, sono tenuti a presentare il progetto di cui al comma 2 entro sei mesi dall'emanazione del decreto di cui al comma 4. Fino all'approvazione o alla operatività del progetto di gestione, e comunque non oltre dodici mesi dalla data di entrata in vigore del predetto decreto, le operazioni periodiche di manovre prescritte ai sensi dell'articolo 17 del decreto del Presidente della Repubblica 1° novembre 1959, n. 1363, volte a controllare la funzionalità degli organi di scarico, sono svolte in conformità ai fogli di condizione per l'esercizio e la manutenzione.

9. Le operazioni di svaso, sghiaiamiento e sfangamento degli invasi non devono pregiudicare gli usi in atto a valle dell'invaso, né il rispetto degli obiettivi di qualità ambientale e degli obiettivi di qualità per specifica destinazione.

### **3.1.2 D.M. DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE DEL 30 GIUGNO 2004 (GU N. 269 DEL 16-11-2004)**

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.

#### **Art. 1. Finalità**

1. Il presente decreto detta i criteri per la redazione del progetto di gestione degli invasi di cui all'art. 40, commi 2 e 3, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, e successive modifiche ed integrazioni, nel rispetto degli obiettivi di qualità fissati dal medesimo decreto legislativo.

2. Per gli sbarramenti non soggetti alle norme del decreto del Presidente della Repubblica 1° novembre 1959, n. 1363, e successive modifiche ed integrazioni, le regioni stabiliscono, in relazione alle caratteristiche degli sbarramenti stessi e dei corpi idrici interessati, quali di essi debbano essere sottoposti agli obblighi del presente decreto e quali norme siano da applicare. Le attività di svaso, sfangamento e spurgo non devono comunque pregiudicare la qualità dell'acqua invasata e del corpo recettore.

3. In assenza della specifica disciplina regionale, decorso un anno dalla data di entrata in vigore del presente decreto, le disposizioni seguenti si applicano anche alle fattispecie del comma 2.

#### **Art. 2. Definizioni**

1. Ai fini dell'applicazione del presente decreto si intende per:

- a) «svaso»: svuotamento totale o parziale dell'invaso mediante l'apertura degli organi di scarico o di presa;
- b) «sfangamento o sghiaiamiento»: operazione per rimuovere il materiale sedimentato nel serbatoio;
- c) «spurgo»: operazione di sfangamento che fa esitare a valle, trascinato o disperso nella corrente idrica, attraverso gli organi di scarico, o, eventualmente, di presa, il materiale solido sedimentato;

---

#### **Progettisti in ATI**

CO.RI.P. S.r.l.

E&G

DIZETA INGEGNERIA

GRAIA

	Ripristino scarico di fondo della Diga di Pozzillo nel Comune di Regalbuto (Enna) – Progetto Definitivo	APO0304REB_Piano Operativo di Integrazione del PdG – REV1	pag. 15
			Apr-20

- d) «asportazione di materiale a bacino vuoto»: operazione di sfangamento che utilizza macchine per il movimento e per la rimozione del materiale sedimentato;
- e) «asportazione di materiale a bacino pieno»: operazione di sfangamento che utilizza sistemi di pompaggio o di dragaggio;
- f) «organo di presa»: complesso di apparecchiature e strutture atte a consentire, con comando volontario o automatico, la derivazione dell'acqua accumulata nell'invaso;
- g) «organo di scarico o di sicurezza»: complesso di apparecchiature e strutture atte a consentire, con comando volontario o automatico, il rilascio di acqua a valle dello sbarramento;
- h) «prove di funzionamento degli organi di scarico»: verifiche periodiche atte a controllare la funzionalità degli organi stessi, eseguite in ottemperanza alla normativa vigente;
- i) «amministrazione competente a vigilare sulla sicurezza dell'invaso e dello sbarramento»: l'amministrazione di cui all'art. 89, comma 1, lettera b), del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112, e l'amministrazione di cui all'art. 91, comma 1, del medesimo decreto legislativo, nel rispetto delle attribuzioni previste da tali articoli;
- l) «gestore»: il titolare della concessione di derivazione o richiedente la stessa oppure, se soggetto diverso, il gestore dello sbarramento.

### **Art. 3. Progetto di gestione**

1. Il progetto di gestione, predisposto dal gestore e approvato dalle regioni, previo parere preventivo dell'amministrazione competente a vigilare sulla sicurezza dell'invaso e dello sbarramento, è finalizzato a definire il quadro previsionale delle operazioni di svasso, sfangamento e spurgo connesse con le attività di manutenzione dell'impianto, da eseguirsi anche per stralci, per assicurare il mantenimento ed il graduale ripristino della capacità utile, propria dell'invaso e per garantire prioritariamente in ogni tempo il funzionamento degli organi di scarico e di presa, nonché a definire i provvedimenti da porre in essere durante le suddette operazioni per la prevenzione e la tutela delle risorse idriche invasate e rilasciate a valle dello sbarramento, conformemente alle prescrizioni contenute nei piani di tutela delle acque e nel rispetto degli obiettivi di qualità dei corpi idrici interessati. Copia del progetto deve essere conservata presso l'ufficio locale del gestore a disposizione dell'autorità preposta al controllo. Restano valide in ogni caso le disposizioni fissate dal decreto del Presidente della Repubblica n. 1363 del 1959 e dalle successive disposizioni d'attuazione.

2. Il progetto di gestione contiene di norma le seguenti informazioni:

- a) il volume di materiale solido sedimentato nel serbatoio al momento della redazione del progetto ed il volume medio di materiale solido che sedimenta in un anno nel serbatoio;
- b) le caratteristiche qualitative dei sedimenti sia fisiche, ricavate da analisi di classificazione granulometrica, che chimiche, anche in termini di inquinanti presenti, necessarie per ottenere, fra l'altro, informazioni sulla provenienza del materiale solido sedimentato nel serbatoio, sulla erodibilità dei suoli del bacino idrografico sotteso dallo sbarramento e sulla influenza delle attività antropiche che gravitano sul medesimo bacino idrografico, nonché, ove necessario, il saggio biologico per evidenziare eventuali effetti tossici;
- c) le caratteristiche qualitative, ricavate da analisi, di colonne d'acqua sovrastanti il materiale depositato;
- d) la quantità e la qualità del materiale solido in sospensione nelle acque normalmente rilasciate nel corpo idrico a valle dello sbarramento;

---

#### **Progettisti in ATI**

CO.RI.P. S.r.l.

E&G

DIZETA INGEGNERIA

GRAIA

	Ripristino scarico di fondo della Diga di Pozzillo nel Comune di Regalbuto (Enna) – Progetto Definitivo	APO0304REB_Piano Operativo di Integrazione del PdG – REV1	pag. 16
			Apr-20

e) quantità e qualità del materiale solido che si avrebbe in sospensione nel corso d'acqua di valle in occasione di morbide in assenza dello sbarramento;

f) modalità e tempi per il ripristino della capacità utile del serbatoio; tali attività devono comunque concludersi entro la scadenza della concessione.

Le indagini qualitative di cui alle lettere b), c) e d) devono essere effettuate in conformità alle disposizioni contenute nel titolo II, capi I e II, e negli allegati del decreto legislativo n. 152 del 1999. E' comunque obbligatoria la ricerca degli inquinanti nei sedimenti di cui all'allegato 1 del medesimo decreto legislativo n. 152 del 1999.

3. Nel caso di asportazione di materiale a bacino pieno o vuoto, il progetto di gestione indica anche:

a) il volume di materiale solido che si prevede di rimuovere dal serbatoio;

b) le modalità di rimozione del materiale;

c) la caratterizzazione qualitativa del materiale solido da rimuovere;

d) le modalità di dislocazione ovvero di smaltimento del materiale rimosso, da individuare in relazione alle caratteristiche dell'ambiente destinato a ricevere i materiali asportati, o altra sua riutilizzazione consentita considerando, tra l'altro, in relazione alle sue caratteristiche di qualità, l'utilizzo per colmate, l'ammendamento per terreni agricoli, l'utilizzo per riprofilare porzioni della morfometria dell'alveo fluviale in relazione alle specifiche caratteristiche della zona d'alveo interessata;

e) le aree di dislocazione del materiale rimosso che devono essere poste in condizioni di sicurezza idraulica sia per quanto riguarda la stabilità degli ammassi, sia per quanto riguarda l'esposizione a fenomeni erosivi, sia in caso di dislocazione in aree golenali, per quanto riguarda il verificarsi di piene del fiume;

f) la verifica preventiva della fattibilità delle soluzioni prescelte, secondo i criteri definiti nello stesso progetto di gestione in relazione alle specifiche caratteristiche della zona d'alveo interessata.

4. Nel caso di rilascio a valle dei sedimenti, il progetto di gestione indica anche:

a) i livelli e la persistenza delle concentrazioni che non possono essere superati durante le attività di svasso, sfangamento e spurgo, compatibili con le prescrizioni contenute nei piani di tutela delle acque e con gli obiettivi di qualità dei corpi idrici con specifico riferimento agli usi potabili e alla vita acquatica;

b) il programma operativo delle attività di svasso ovvero di spurgo del serbatoio, che deve essere redatto tenendo conto dei cicli biologici delle popolazioni ittiche, con particolare riferimento al periodo riproduttivo e alle prime fasi di sviluppo, in modo da minimizzare gli effetti negativi sull'equilibrio del sistema acquatico a monte e a valle dello sbarramento, ove necessario potranno essere previsti adeguati interventi di ripopolamento delle specie ittiche, da porre a carico del gestore, per ripristinare le condizioni ecologiche antecedenti le operazioni di spurgo;

c) il volume di materiale che, tramite corrente idrica carica di torbida, si prevede di rimuovere dal serbatoio per ciascuna operazione di spurgo;

d) il volume d'acqua da rilasciare e la presunta portata media e massima nel rispetto dei limiti di concentrazione prefissati dallo stesso progetto di gestione, tenendo conto delle caratteristiche dell'invaso e del corso d'acqua di valle, per ciascuna operazione di svasso ovvero di spurgo;

---

**Progettisti in ATI**

CO.RI.P. S.r.l.

E&G

DIZETA INGEGNERIA

GRAIA

e) i sistemi di monitoraggio del corpo idrico ricettore a valle dello sbarramento prima, durante e dopo le operazioni di svaso ovvero di spurgo;

f) l'elenco dei comuni rivieraschi interessati posti a valle dello sbarramento e compresi in una distanza prefissata nel progetto di gestione, misurata lungo l'asta fluviale, nonché quelli confinanti con l'invaso;

g) l'indicazione delle tipologie degli effetti potenziali dovuti alle operazioni di svaso ovvero di spurgo, a valle dello sbarramento, e delle misure adottate per mitigarli, in relazione al rispetto degli obiettivi di qualità nonché della salvaguardia delle popolazioni ed infrastrutture presenti a valle dell'invaso e nelle sue immediate vicinanze, della vita acquatica e degli altri usi della risorsa idrica, del regime idrologico nonché della capacità di tollerare accumuli temporanei dei materiali di sedimentazione;

h) le azioni di prevenzione per non pregiudicare gli usi in atto a valle dell'invaso.

5. Il progetto di gestione, ove possibile, in conformità a quanto stabilito al comma 4, prevede scenari per l'utilizzazione degli scarichi di fondo in corrispondenza degli eventi di piena, in relazione alla possibilità di soddisfare le seguenti esigenze:

a) garantire comunque la funzionalità degli scarichi di fondo a fronte dei fenomeni di interrimento;

b) ricostituire il trasporto solido a valle degli sbarramenti;

c) modulare le condizioni di deflusso a valle degli sbarramenti, ricorrendo alle possibilità di laminazione dell'invaso.

6. Il progetto di gestione deve essere periodicamente aggiornato dal gestore, anche su richiesta dell'amministrazione competente a vigilare sulla sicurezza dell'invaso e dello sbarramento, sulla base della compatibilità delle operazioni di svaso, di sfangamento e di spurgo di ogni singolo impianto con il conseguimento degli obiettivi di qualità finali fissati dal decreto legislativo n. 152 del 1999 e successive modifiche ed integrazioni, nonché sulla base delle nuove conoscenze acquisite in materia.

#### **Art. 4. Coordinamento delle operazioni**

1. Le regioni, nel caso di diversi sbarramenti sullo stesso corso d'acqua o bacino idrografico, coordinano le operazioni di svaso, sfangamento e spurgo connesse con le attività di manutenzione degli impianti, al fine di ottimizzare la gestione dei sedimenti.

#### **Art. 5. Esecuzione delle operazioni e comunicazioni**

**1. Almeno quattro mesi prima dell'effettuazione delle operazioni di svaso, sfangamento o spurgo il gestore ne dà comunicazione all'amministrazione competente a vigilare sulla sicurezza dell'invaso e dello sbarramento, al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, al Dipartimento nazionale della protezione civile all'Autorità di Bacino, alle regioni e agli enti locali interessati, fornendo un programma di sintesi delle attività previste.**

2. Gli avvisi con i quali si informano la popolazione e tutti i soggetti interessati della prevista effettuazione delle manovre e delle eventuali cautele da adottare sono affissi agli albi pretori dei comuni interessati, nonché pubblicati per estratto su almeno un quotidiano a diffusione locale. Le operazioni di svaso, sfangamento e spurgo devono essere effettuate nel rispetto di quanto indicato nel progetto di gestione, approvato ai sensi dell'art. 40, comma 5, del decreto legislativo n. 152 del 1999, e nel rispetto delle eventuali prescrizioni stabilite dalle regioni.

	Ripristino scarico di fondo della Diga di Pozzillo nel Comune di Regalbuto (Enna) – Progetto Definitivo	APO0304REB_Piano Operativo Integrazione del PdG – REV1	di	pag. 18
				Apr-20

## **Art. 6. Realizzazione di nuovi invasi ed altre disposizioni di applicazione del regolamento**

1. I fogli di condizione per l'esercizio e la manutenzione, prescritti con circolare del Ministro dei lavori pubblici n. 352 del 4 dicembre 1987, relativi ai nuovi impianti devono essere corredati dal progetto di gestione di cui all'art. 3. Al fine di integrare i fogli di condizione per l'esercizio e la manutenzione già redatti ed approvati o in corso di approvazione, i gestori sono tenuti a redigere il relativo progetto di gestione entro sei mesi dalla data di entrata in vigore del presente decreto.

## **Art. 7. 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, 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 è 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.

## **Art. 8. Tutela della qualità delle acque invasate**

1. Nell'ambito del piano di tutela previsto dal decreto legislativo n. 152 del 1999 per i corpi idrici significativi, le regioni prevedono misure per la tutela delle acque invasate e per il monitoraggio ambientale dei corpi idrici a monte e a valle dello sbarramento. Nel piano di tutela è altresì riportata una descrizione qualitativa e quantitativa delle attività antropiche che influenzano la qualità delle acque e sono stabilite le modalità per il controllo prima, durante e dopo le operazioni di svaso, sfangamento e spurgo.

2. Le regioni fissano, nell'ambito del piano di tutela, in funzione degli obiettivi di qualità definiti per gli specifici corpi idrici, i livelli e la persistenza delle concentrazioni che non possono essere superati durante le operazioni di svaso, sfangamento e spurgo, in modo da consentire le operazioni medesime senza arrecare danni irreversibili al corpo recettore.

---

### **Progettisti in ATI**

CO.RI.P. S.r.l.

E&G

DIZETA INGEGNERIA

GRAIA

3. Il gestore ha l'obbligo di prevedere nel progetto di gestione e di attuare tutte le operazioni di sfangamento necessarie a garantire la sicurezza dello sbarramento ed il corretto uso del serbatoio in relazione alle finalità per le quali è stata concessa l'utilizzazione dell'acqua pubblica.

4. Nel rispetto del comune interesse al mantenimento ed al ripristino della capacità utile propria dell'invaso, l'amministrazione concedente, il concessionario e gli altri soggetti interessati possono stipulare apposite intese finalizzate a contenere l'apporto di sedimenti e a consentire la migliore attuazione del progetto di gestione, con particolare riguardo allo sfangamento del bacino.

#### **Art. 9. Responsabilità e danno ambientale**

1. Il gestore e il concessionario sono responsabili per i danni causati dall'apertura degli organi di scarico e sono tenuti ad eseguire, a proprie spese, gli interventi prescritti dalle regioni e dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, in relazione alle rispettive competenze, con provvedimento motivato, per eliminare il danno e prevenirne la futura insorgenza.

#### **Art. 10. Inosservanza al progetto di gestione**

1. Ferma restando l'applicazione delle sanzioni di cui all'art. 54, comma 10, del decreto legislativo n. 152 del 1999, in caso di inosservanza del progetto di gestione, approvato ai sensi dell'art. 40, comma 5, del medesimo decreto legislativo o delle prescrizioni eventualmente stabilite in sede di approvazione, le regioni procedono, secondo la gravità della violazione, alla diffida del responsabile o alla revoca dell'approvazione.

#### **Art. 11. Disposizioni di salvaguardia**

1. Sono fatte salve le competenze alle regioni a statuto speciale e alle province autonome di Trento e Bolzano, che provvedono alle finalità del presente decreto in conformità ai rispettivi statuti e alle relative norme di attuazione.

2. Il presente decreto sarà trasmesso ai competenti organi di controllo per i relativi adempimenti e sarà successivamente pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana.

### **3.2 NORMATIVA REGIONALE**

A livello regionale i riferimenti sono: il Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia, il Piano di Tutela delle Acque e la DDG dell'Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Generale dell'Acqua e dei Rifiuti n. 710 del 7 maggio 2012.

#### **3.2.1 PIANO DI GESTIONE DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SICILIA**

La Regione Sicilia, ai sensi dell'art. 117, comma 1 del D. Lgs 152/2006 ha redatto il "Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia", relativo al 1° Ciclo di pianificazione (2009-2015), che è stato approvato dal Presidente del Consiglio dei Ministri con il DPCM del 07/08/2015. Con Decreto del 27/10/2016 il Presidente del Consiglio dei Ministri ha approvato il secondo "Piano di Gestione delle acque del Distretto Idrografico della Sicilia", relativo al 2° Ciclo di pianificazione (2015-2021).

...

#### **4.1 Obiettivi e misure ed azioni del Piano**

Il “Piano di gestione del Distretto idrografico della Sicilia” rappresenta lo strumento tecnico-amministrativo attraverso il quale definire ed attuare una strategia per la protezione delle acque superficiali interne, delle acque di transizione, delle acque costiere e sotterranee, che:

- a) impedisca un ulteriore deterioramento, protegga e migliori lo stato degli ecosistemi acquatici e degli ecosistemi terrestri e delle zone umide direttamente dipendenti dagli ecosistemi acquatici sotto il profilo del fabbisogno idrico;
- b) agevoli un utilizzo idrico sostenibile fondato sulla protezione a lungo termine delle risorse idriche disponibili;
- c) miri alla protezione rafforzata e al miglioramento dell'ambiente acquatico, anche attraverso misure specifiche per la graduale riduzione degli scarichi, delle emissioni e delle perdite di sostanze prioritarie e l'arresto o la graduale eliminazione degli scarichi, delle emissioni e delle perdite di sostanze pericolose prioritarie;
- d) assicuri la graduale riduzione dell'inquinamento delle acque sotterranee e ne impedisca l'aumento;
- e) contribuisca a mitigare gli effetti delle inondazioni e della siccità.

Il quadro degli obiettivi sopra riportati si concretizza attraverso il vincolo di raggiungere lo stato ambientale “buono” per tutti i corpi idrici del Distretto, e sottendono l'idea che non è sufficiente avere acqua di buona qualità per avere un corpo idrico in “buono stato di qualità”. In pratica, oltre ad avere acqua di buona qualità, i corpi idrici devono essere degli ecosistemi di buona qualità e devono avere un buono stato non solo della componente chimico fisica, ma anche di quella biologica ed idromorfologica. Pertanto, gli obiettivi richiedono di ottimizzare gli usi della risorsa idrica cercando applicare il concetto della sostenibilità a tutti i livelli al fine di non deteriorare la qualità dei corpi idrici, ad esempio riducendo i prelievi e lasciando più acqua alla circolazione naturale, e riducendo i carichi inquinanti, perseguendo usi sostenibili e durevoli delle risorse idriche, con priorità per quelle potabili. Ed altresì, di intervenire sui corpi idrici con uno stato ambientale inferiore a quello di buona qualità, al fine di poterlo raggiungere entro il 2027 e/o di mantenere la “qualità dei corpi idrici”, intesi come ecosistemi (naturali o artificiali) o acquiferi, indipendentemente dalle loro eventuali utilizzazioni, attuando il risanamento dei corpi idrici inquinati, e mantenendo la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici, nonché la capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate. Il complesso degli obiettivi, dovrebbe garantire una qualità delle acque adeguata per i corpi idrici, e specificatamente per le acque destinate a specifiche destinazioni d'uso (potabile, balneazione, molluschicoltura, vita dei pesci). Infine, il piano, per perseguire l'ultimo degli obiettivi elencati deve prevedere azioni in grado di “gestire” le situazioni derivanti da fenomeni alluvionali, proteggendo la popolazione ed il patrimonio dai rischi, queste azioni prevedono anche il ripristino delle condizioni naturali degli alvei “artificializzati”.

Per raggiungere gli obiettivi del Piano sono state individuate una “batteria” di azioni da programmare, inserite all'interno delle seguenti di misure:

- A. **Attività istituzionali:** azioni di regolamentazione finalizzate ad armonizzare le competenze e le funzioni esercitate, in campo ambientale, dalle pubbliche amministrazioni nel distretto; introdurre strumenti di analisi economica che consentano una valutazione costi-efficacia e costi-benefici che

*includa i costi ambientali; definire linee guida per l'attivazione di strumenti di programmazione negoziata, come i contratti di fiume;*

- B. Misure volte a ridurre il prelievo di risorsa idrica:** *misure per la regolamentazione dei prelievi stessi e delle azioni che hanno incidenza su prelievi e consumi di risorsa idrica (ad esempio, l'introduzione di norme edilizie che prescrivano l'adozione di sistemi per il risparmio idrico); meccanismi di incentivazione di azioni per il risparmio idrico (ad esempio, il riutilizzo di acque reflue); misure di tipo strutturale (ad esempio, la riduzione delle perdite in rete); campagne informative e di sensibilizzazione, studi e ricerche e misure per la vigilanza ed il controllo sui prelievi;*
- C. Misure volte a ridurre i carichi puntuali:** *Misure di tipo strutturale, riguardanti l'adeguamento ed il miglioramento dei sistemi di collettamento e di depurazione esistenti, la riduzione delle emissioni attraverso le migliori tecniche disponibili e l'attuazione delle condizioni per il rilascio del DMV al fine di mantenere le capacità di diluizione, ossigenazione e autodepurazione;*
- D. Misure volte a ridurre i carichi diffusi:** *riguardano la realizzazione di sistemi filtro (fasce tampone boscate) lungo i corsi d'acqua per la captazione di inquinanti di origine diffusa, di sistemi per la gestione delle acque di dilavamento e di prima pioggia e di sistemi di fitodepurazione per il trattamento di reflui zootecnici;*
- E. Misure di tutela ambientale:** *misure prevalentemente di tipo strutturale e di regolamentazione. Quelle strutturali prevedono il recupero e ripristino di ecosistemi acquatici, attraverso azioni di riequilibrio dei processi naturali e, ove necessario, di ricostruzione degli habitat, il recupero di aree degradate e la gestione oculata dei demani e delle fasce costiere. Le misure di regolamentazione comprendono l'adeguamento della normativa per la tutela dal rischio idrogeologico, in funzione della salvaguardia degli ecosistemi fluviali, l'attuazione dei piani di gestione delle aree SIC e ZPS e l'individuazione di linee guida per il controllo naturale dell'invasione di specie aliene. Tra le misure di tutela ambientale ricadono anche studi e ricerche, campagne informative, azioni di vigilanza e controllo e meccanismi di incentivazione a sostegno di azioni di riqualificazione e ripristino di processi naturali. Si ritiene opportuno sottolineare che alcune misure, comprese in questa categoria per ragioni organizzative, vanno anche a vantaggio di altri obiettivi come la riduzione dei carichi inquinanti;*
- F. Monitoraggio:** *Le azioni ricomprese in tale misura sono trasversali ed hanno lo scopo di aggiornare periodicamente lo stato conoscitivo, di misurare il grado di raggiungimento degli obiettivi della Direttiva 2000/60, di misurare il grado di efficacia delle azioni proposte e di monitorare il grado di raggiungimento degli obiettivi ambientali.*

*Le azioni, per questioni di leggibilità sono state classificate, anche in funzione della tipologia di misura, dell'area geografica interessata e del tipo di settore a cui si riferiscono o sul quale incidono....*

**Tabella 3-1: criteri utilizzati per la classificazione delle azioni da programmare (Tabella 4.1 del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia 2° Ciclo di Pianificazione 2015-2021)**

Critero	Classificazione	Legenda
Tipologia di Misura	Strutturale	(St)
	Incentivazione	(In)
	Campagna informativa	(Ca)
	Studio e ricerca	(SR)
	Monitoraggio	(Mo)
	Regolamentazione	(Re)
	Vigilanza e controllo	(Vi)
Settore di applicazione	Civile	Ci
	Industria	In
	Agricoltura	Ag
	Ambiente	An
Scala spaziale di riferimento	Distretto	D
	Bacino	B
	Corpo idrico	C

Per quanto riguarda gli invasi il Piano di Gestione del Distretto Idrografico individua le azioni riportate nella tabella seguente.

**Tabella 3-2: criteri utilizzati per la classificazione delle azioni da programmare (estratto da Tabella 4.2 del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia 2° Ciclo di Pianificazione 2015-2021)**

Codice	Azione	Settore				Scala
		CI	ID	AG	AM	
E22St	Mantenimento della permeabilità dei suoli e della capacità di invaso	x	x		x	C
E30St	Disposizione di progetti o di piani di gestione degli invasi artificiali che comporti il ripristino del trasporto dei sedimenti a valle degli sbarramenti	x	x	x	x	B

### 3.2.2 PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE DELLA SICILIA – ALL. 22 (DICEMBRE 2007)

Il Piano di Tutela delle Acque della Sicilia adempie alle indicazioni del D.Lgs 152/2006 e della Direttiva Europea n. 60/2000, costruendo uno strumento di analisi e un percorso di programmazione degli interventi per il miglioramento degli acquiferi superficiali e sotterranei.

In particolare si richiama l'Allegato 22 "Direttive per la salvaguardia ed il miglioramento degli idrosistemi regionali gestione dei serbatoi artificiali nella regione siciliana", di cui si riporta di seguito lo scopo e i contenuti del punto 3 Progetto di Gestione.

#### 1. Scopo

Al fine di garantire la salvaguardia del corpo recettore ed il miglioramento degli ecosistemi dei corpi idrici a valle, nonché la tutela delle attività di pesca e delle risorse idriche invasate, sono indicate nel seguito le modalità generali per la redazione del progetto di gestione con cui devono essere effettuate le operazioni di sfangamento e svasso dei serbatoi artificiali sottesi da "grandi dighe", come individuate ai sensi della L. 584/94,

	Ripristino scarico di fondo della Diga di Pozzillo nel Comune di Regalbuto (Enna) – Progetto Definitivo	APO0304REB_Piano Operativo Integrazione del PdG – REV1	di	pag. 23
				Apr-20

*in conformità a quanto disposto dall'art. 114 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modifiche ed integrazioni, nonché per le dighe di competenza regionale, nel rispetto degli obiettivi di qualità fissati dal medesimo decreto legislativo.*

...

### **3. Progetto di Gestione**

*Il gestore individua i bacini soggetti ad interrimento e definisce la frequenza delle operazioni di sfangamento al fine di evitare un accumulo eccessivo di sedimenti. Questa pianificazione si attua adottando il progetto di gestione ai sensi del d.lgs. 152/06.*

*...le analisi da condurre sulla matrice ambientale da asportare sono quelle previste:*

- *dal D.M. 5.2.1998 integrato e modificato dal D.M. 186/2006...*
- *dal D.M. Ambiente e Tutela del Territorio 30.8.2005...*

*... Le aree di dislocazione del materiale rimosso devono essere messe in condizioni di sicurezza idraulica, di stabilità, non devono essere esposte ad azioni erosive nel corso di piene fluviali nel caso siano ubicate in aree golenali...*

#### **3.2.3 DECRETO DIRIGENTE GENERALE N. 710 DEL 07/05/2012**

La Regione Sicilia ai sensi delle vigenti disposizioni con Decreto del Dirigente Generale n. 710 del 07 maggio 2012 adotta il regolamento relativo al procedimento di approvazione dei progetti di gestione sugli sbarramenti fluviali di competenza regionale. Il Regolamento rappresenta le Norme di attuazione dell'art. 14 del D. Lgs. 152/2006 e dell'art. 1 del D.M. 30/06/2004, il "Procedimento di approvazione dei progetti di gestione" e il "Regolamento in materia di sbarramento di ritenuta fluviali non soggetti al D.P.R. n°1363/1959 di competenza della Regione Siciliana."

#### **CAPO I – disposizioni comuni**

##### **Art. 1 – ambito di applicazione e finalità**

*Il presente regolamento disciplina:*

- a) Il procedimento di approvazione dei "progetti di gestione" delle operazioni di svaso, sfangamento, e spurgo degli invasi, ferme restando le disposizioni dettate dal D.M. di cui all'art. 114 del Decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152 (norme in materia ambientale) per gli invasi diversi da quelli di cui alla seguente lettera b.*
- b) Le operazioni di svaso, sfangamento e spurgo degli invasi originati da sbarramenti (dighe o traverse) non disciplinati dal Decreto del Presidente della repubblica 1° novembre 1959 n° 1363 e s.m.i. (approvazione del regolamento per la compilazione dei progetti, la costruzione e l'esercizio delle dighe di ritenuta), di seguito denominate operazioni soggette a disciplina regionale.*

...

#### **Allegato A**

##### **I – modalità e prescrizioni per le operazioni di svaso sfangamento e spurgo**

...

---

#### **Progettisti in ATI**

CO.RI.P. S.r.l.

E&G

DIZETA INGEGNERIA

GRAIA

7. Durante le operazioni in esame le concentrazioni dei solidi sospesi nel punto monitorato a valle deve rispettare le soglie di durata/concentrazione riportate nella seguente tabella 2. La concentrazione di ossigeno disciolto deve essere sempre superiore a 5 mg/l (pari a circa il 40% di saturazione). Eventuali superamenti delle soglie succitate dovranno essere immediatamente corretti mediante opportune modulazioni delle portate rilasciate.

**Tabella 3-3: soglie di accettabilità per i solidi sospesi nelle acque rilasciate a valle degli invasi e durata di esposizione da non superare (DDG 710/2012 Allegato A, Tabella 2)**

Concentrazione di solidi sospesi	Ossigeno disciolto	Durata massima (in ore di concentrazione di solidi sospesi)
Max 40 g/l	Maggiore di 5 mg/l	0,5 ore
Da 15 g/l a 20 g/l	Maggiore di 5 mg/l	1,5 ore
Da 10 g/l a 15 g/l	Maggiore di 5 mg/l	3,0 ore
Da 5 g/l a 10 g/l	Maggiore di 5 mg/l	6,0 ore
Meno di 5 g/l		Fino al termine delle operazioni (con un termine massimo di una settimana)

...

## II – modalità e prescrizioni per l'asportazione dei sedimenti a bacino pieno o vuoto

1. Le operazioni di idroaspirazione devono essere programmate con livello idrico al disotto della soglia di sfioro con tutti gli organi di scarico chiusi. Tali condizioni devono essere mantenute per almeno 24 ore a conclusione di ciascuna operazione.
2. Nel caso sia necessario o preferibile procedere allo sfangamento tramite mezzi meccanici di escavazione a invaso vuoto occorre attenersi a quanto segue:
  - a. Evitare che le acque di percolazione del materiale dragato possano produrre un incremento della torbidità delle acque del corpo idrico a valle dello sbarramento;
  - b. Fatto salvo quanto previsto all'art. 5 comma 3 e all'art. 7 del presente regolamento, le aree scelte per la dislocazione dei materiali rimossi devono essere poste in condizioni di sicurezza idraulica, sia per quanto riguarda la stabilità degli ammassi e l'esposizione a fenomeni erosivi sia per quanto riguarda il verificarsi di eventi di piena;
  - c. Ove possibile e compatibilmente con la qualità dei sedimenti, gli usi in atto e la sicurezza idraulica, i sedimenti asportati devono essere utilizzati tutti o in parte per il ripascimento delle rive del corso d'acqua a valle, con modalità che non compromettano la tutela dell'ecosistema acquatico;
  - d. Qualunque sia la localizzazione finale dei sedimenti devono essere preventivamente confrontati, per diversi tracciati stradali possibili, gli impatti dei mezzi di trasporto utilizzati, al fine di individuare il tracciato meno impattante dal punto di vista ambientale e sanitario.

...

**Allegato B****Caratterizzazione preliminare delle acque e dei sedimenti per la predisposizione del progetto di gestione**

...

- c) *Ricerca nei sedimenti accumulati delle sostanze elencate nella tabella 1 dell'allegato 5 al titolo V, parte IV, del d.lgs. 152/2006, qualora le conoscenze relative alle pressioni antropiche o i risultati analitici sulla colonna d'acqua, ne indichino l'eventuale presenza; nel caso in cui, nel punto di maggiore spessore, il sedimento accumulato superi i 3 metri di altezza, il campionamento deve essere effettuato mediante carotaggio onde prelevare aliquote rappresentative dello stesso; deve essere inoltre fornita l'analisi dell'eluato del sedimento finalizzata al confronto delle soglie di riferimento per la classificazione ambientale dei corsi d'acqua di cui all'allegato I, parte III, del d.lgs. 152/2006...*

#### 4 DESCRIZIONE DELLA DIGA DI POZZILLO

La diga di Pozzillo, costruita nel periodo 1956-58 e in esercizio dal 1959, fa parte del complesso di opere realizzate su finanziamento della ex Cassa del Mezzogiorno per l'Ente per la Riforma Agraria in Sicilia (ERAS, successivamente Ente Sviluppo Agricolo, ESA ed infine Regione Sicilia, tramite l'Assessorato Regionale Energia e Servizi di Pubblica Utilità - Dipartimento Acque e Rifiuti - Servizio 3 Gestione Infrastrutture Acque). L'invaso del Pozzillo è il più grande serbatoio artificiale costruito sinora in Sicilia per produzione idroelettrica ed uso irriguo a beneficio di 20.000 Ha di agrumeti di alto pregio della Piana di Catania (province di Catania, Enna e Siracusa).

Le opere sono state realizzate sulla base del progetto predisposto dall'Ente Siciliano di Elettricità (ESE, poi Enel Produzione SpA e oggi Enel Green Power). La Società Enel Green Power è oggi Gestore della diga, Enel Produzione è titolare della concessione per lo sfruttamento idroelettrico delle acque derivate nella centrale di Regalbuto, mentre la Regione Sicilia, tramite l'Assessorato Regionale Energia e Servizi di Pubblica Utilità - Dipartimento Acque e Rifiuti - Servizio 3 Gestione Infrastrutture Acque è proprietaria della diga e titolare della concessione per l'uso irriguo.

I rapporti fra i Consorzi di Bonifica, utilizzatori del serbatoio a fini irrigui, ed il Gestore sono regolati da una Convenzione del 1961, che stabilisce i rapporti fra tutti i soggetti interessati dalla gestione dell'opera.

La funzione di accumulo nello schema di utilizzazione delle acque del bacino idrografico dei Fiumi Salso e Simeto si basa su due invasi: Pozzillo sul Fiume Salso, da progetto serbatoio con quota massima di regolazione 366 m s.l.m. e volume utile di regolazione di 141,0 milioni di m<sup>3</sup> del quale è Concessionario l'ESA, ed Ancipa sul Torrente Troina affluente del Simeto, da progetto serbatoio con quota massima di regolazione 949,5 m s.l.m. e volume utile di regolazione 27,8 milioni di m<sup>3</sup> del quale è Concessionario Enel Produzione SpA.

Lo sbarramento del Pozzillo è prevalentemente costituito da una struttura a blocchi di calcestruzzo (tipologia aa1), con andamento planimetrico mistilineo, costituito da due tratti rettilinei laterali raccordati da un arco di cerchio di 72 m di raggio, con convessità verso valle.

Le opere di scarico della diga consistono in uno scarico di superficie, in uno scarico di fondo, realizzati in sinistra idraulica, e in uno scarico di fondo sussidiario ricavato attraverso uno sperone centrale della diga.

Lo scarico di superficie è costituito da un manufatto a due luci, con soglia alla quota 356,50 m s.l.m., dell'ampiezza ciascuna di circa 13 m. Le acque sono convogliate a valle da due canali rettilinei affiancati in calcestruzzo lunghi, compresa vasca di dissipazione, circa 320 m.

Lo scarico di fondo è costituito da una galleria, sottostante il canale di sinistra dello scarico di superficie. La soglia di imbocco è a quota 317,00 m s.l.m.. La galleria ha un diametro di 4,3 m ed una lunghezza di 317 m ed è intercettata da due paratoie piane in serie. Alla camera di manovra si accede da un pozzo verticale adiacente il coronamento diga.

Lo scarico di fondo sussidiario per lo svuotamento del serbatoio, con soglia d'imbocco a quota 317,00 m s.l.m., era costituito originariamente da una tubazione metallica del diametro di 1100 mm, della lunghezza di 65 m, che attraversava uno sperone centrale della diga. La tubazione era intercettata subito dopo l'imbocco da una

---

#### Progettisti in ATI

CO.RI.P. S.r.l.

E&amp;G

DIZETA INGEGNERIA

GRAIA

saracinesca, installata in apposita camera all'interno della diga. Negli anni 80 lo scarico sussidiario è stato ristrutturato mediante l'inserimento, all'interno della tubazione originaria, di una nuova tubazione metallica di 1000 mm di diametro e l'installazione di un organo di intercettazione all'estremità di valle della medesima. L'imbocco dell'opera di presa è costituito da un manufatto in sponda sinistra, con soglia a quota 333,00 m s.l.m., dell'ampiezza di 6 m, suddiviso in due parti da un setto intermedio, protetto da griglia. Esso immette in una galleria forzata del diametro iniziale di 3,00 m, intercettata a 100 m dall'imbocco dalle paratoie. La galleria di derivazione alimenta un gruppo turbina Kaplan - generatore, che utilizza una portata di 10 m<sup>3</sup>/s sotto un salto disponibile variabile fra 50 e 22,50 m.

**Tabella 4-1: caratteristiche della diga e dell'invaso del Pozzillo**

Altezza sbarramento (ai sensi del dm 24.03.1982) (m)	59,00
Altezza della diga (ai sensi della l. 584/1994) (m)	55,50
Sviluppo coronamento (m)	318,94
Quota coronamento (m s.l.m.)	367,00
Quota di massimo invaso (m s.l.m.)	366,50
Quota massima di regolazione (m s.l.m.)	366,00
Quota minima di regolazione (m s.l.m.)	337,50
Quota soglia scarico superficie (m s.l.m.)	356,50
Quota soglia scarico di fondo e scarico di fondo sussidiario (m s.l.m.)	317,00
Quota soglia opera di derivazione (m s.l.m.)	333,00
Volume totale di invaso originario (ai sensi del DM 24/3/82) (m <sup>3</sup> )	154,42 x 10 <sup>6</sup>
Volume totale di invaso (ai sensi della L 584/94) (m <sup>3</sup> )	150,5 x 10 <sup>6</sup>
Volume utile di regolazione originario (m <sup>3</sup> )	141,0 x 10 <sup>6</sup>
Superficie alla quota di massimo invaso (km <sup>2</sup> )	7,90
Superficie alla quota massima di regolazione (km <sup>2</sup> )	7,80
Superficie alla quota minima di regolazione (km <sup>2</sup> )	1,80
Superficie del bacino imbrifero direttamente sotteso (km <sup>2</sup> )	577,00
Stima apporto medio annuo (m <sup>3</sup> )*	601.000

\*aggiornato ai rilievi batimetrici del 2015

**Tabella 4-2: portata delle opere di scarico, con livello del serbatoio alla quota di massimo invaso (366,50 m s.l.m.) (da Progetto Preliminare Enel, 2014)**

Scarico di superficie (m <sup>3</sup> /s)	1.640,00
Scarico di fondo (m <sup>3</sup> /s)	177,60
Scarico di fondo sussidiario (m <sup>3</sup> /s)	18,30

Figura 4-1: diga di Pozzillo



Figura 4-2: planimetria sbarramento e opere di scarico

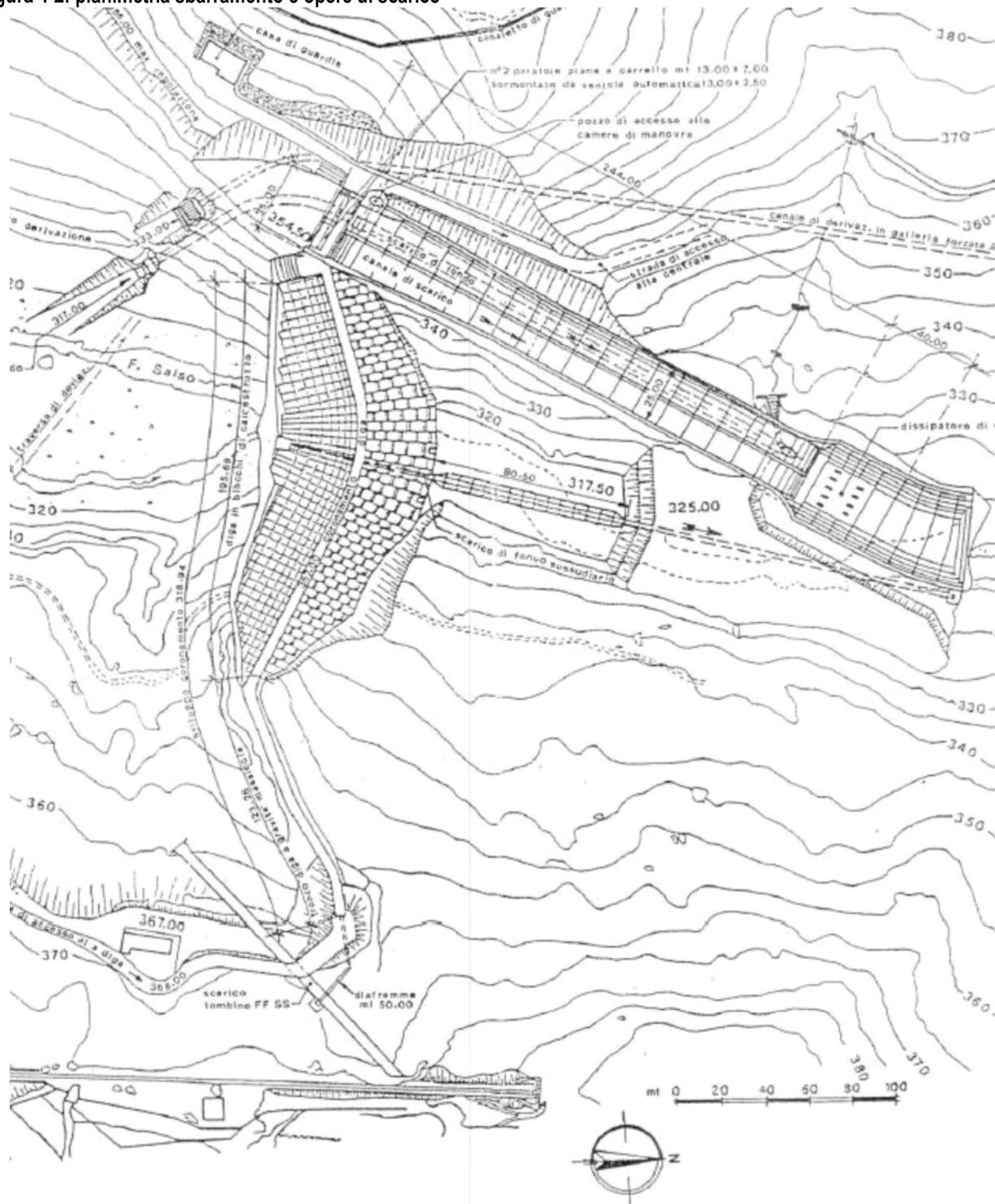
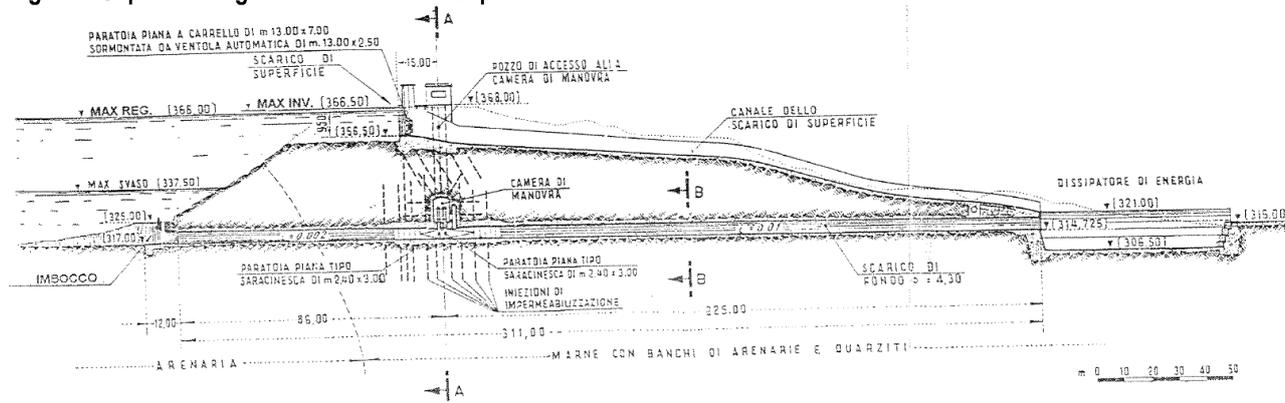


Figura 4-3: profilo longitudinale scarico di superficie e di fondo



Si riporta di seguito uno zoom dell'area interessata dalle opere di scarico e di presa.

Figura 4-4: particolare delle opere di scarico



Il rilievo batimetrico effettuato nel 2011 ha permesso di accertare che, dal 1959 al 2011 sul fondo dell'invaso di Pozzillo si sono depositati  $31,7 \times 10^6 \text{ m}^3$  di sedimenti (21% del volume originario), con una perdita di volume utile dell'invaso di circa  $22,2 \times 10^6 \text{ m}^3$ . L'interrimento ha prodotto la perdita del volume originario sotto la quota di minima regolazione, 337,5 m s.l.m. (il volume d'invaso coincide con il volume utile di regolazione) e una perdita di volume utile di circa  $22,2 \times 10^6 \text{ m}^3$  (16% del volume utile originario). Con i rilievi batimetrici eseguiti nel 2015 l'ulteriore interrimento è stato valutato in  $2,0 \times 10^6 \text{ m}^3$  fino alla quota di massima regolazione. Considerato l'ulteriore interrimento del periodo 2011-2015, a settembre 2015 il serbatoio di Pozzillo risulta avere un volume totale di invaso di  $116,8 \times 10^6 \text{ m}^3$ , volume che corrisponde anche al volume utile di invaso poiché i sedimenti hanno superato la quota minima di regolazione di 337,5 m s.l.m., come evidenziato già dalla batimetria del 2011.

Il materiale solido sedimentato nel serbatoio di Pozzillo conseguentemente è di circa  $33,7 \times 10^6 \text{ m}^3$  e comporta la perdita del 22,4% del volume totale di invaso originario. La perdita di volume utile dell'invaso è di  $24,2 \times 10^6 \text{ m}^3$  e corrisponde ad una perdita del 17,2% del volume utile di invaso originario.

**Tabella 4-3: evoluzione dei volumi dell'invaso del Pozzillo (da Progetto Preliminare Enel, 2014)**

Anno	1985	2011	2015
<b>Volume totale di invaso (ai sensi del DM 24/3/82) (m<sup>3</sup>)</b>	$128,31 \times 10^6$	-	-
<b>Volume di invaso (ai sensi della L 584/94) (m<sup>3</sup>)</b>	$124,39 \times 10^6$	$118,8 \times 10^6$	$116,8 \times 10^6$
<b>Volume utile di regolazione (m<sup>3</sup>)</b>	$123,69 \times 10^6$	$118,8 \times 10^6$	$116,8 \times 10^6$

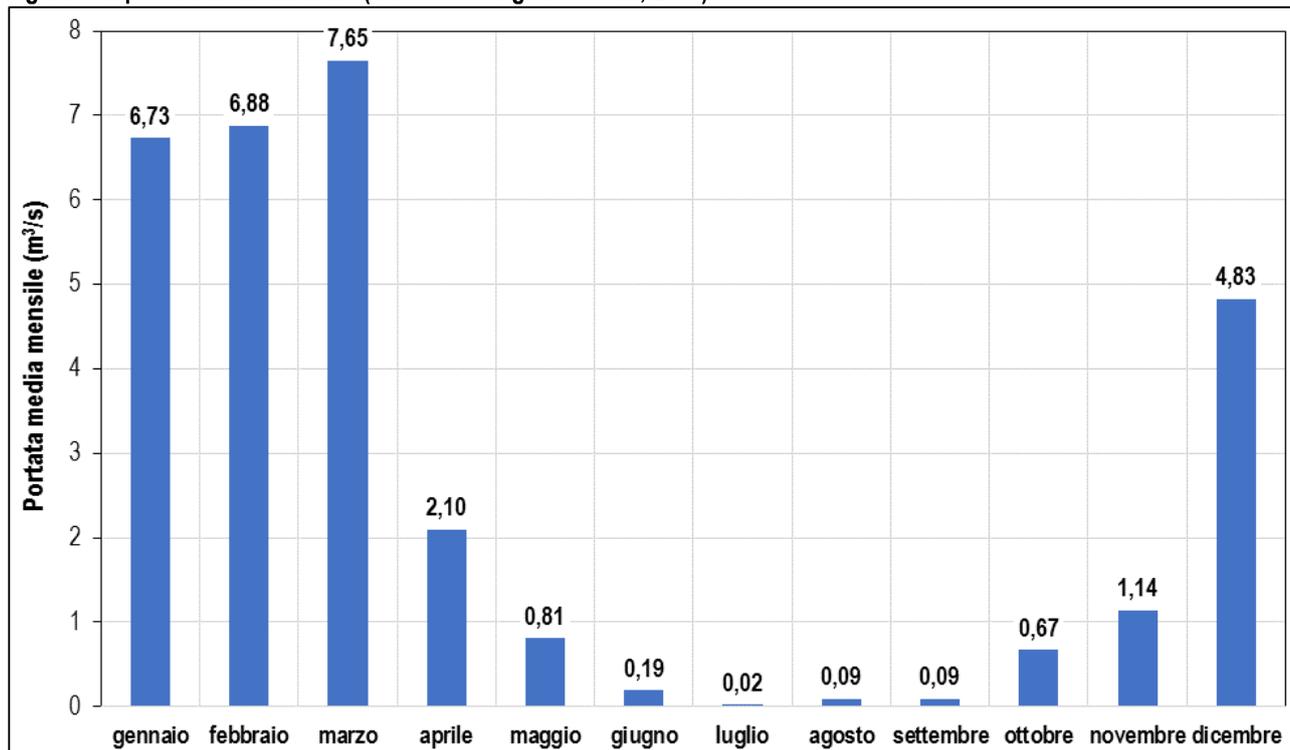
In relazione alla gestione della diga l'interrimento ha prodotto la completa ostruzione dello scarico di fondo e dello scarico di fondo sussidiario, con un accumulo di sedimenti in corrispondenza delle opere di imbocco dei due scarichi avente altezza di circa 24 m (quota dei sedimenti circa 341 m s.l.m.).

La derivazione verso la centrale di Regalbuto è funzionante, nonostante la quota raggiunta dai sedimenti, l'ultimo rilievo ha evidenziato, in prossimità dell'opera di presa della derivazione, una depressione di sedimenti di altezza limitata, circa 30 cm.

#### 4.1 LE PORTATE DEL FIUME SALSO A MONTE DELLA DIGA

Sulla base dei dati del PTA della Regione Sicilia (2007), riferiti alla sezione di Ponte Gagliano, è stato ricostruito l'andamento della portata media mensile nel Fiume Salso. La sezione indicata si trova poco a monte del bacino di Pozzillo e, rappresentando quasi il 90% del bacino imbrifero relativo all'invaso, risulta pienamente rappresentativa degli apporti in ingresso al bacino. Dal grafico riportato di seguito risulta evidente che la disponibilità idrica maggiore si osserva tra dicembre e marzo.

Figura 4-5: portata media mensile (dati PTA – Regione Sicilia, 2007)

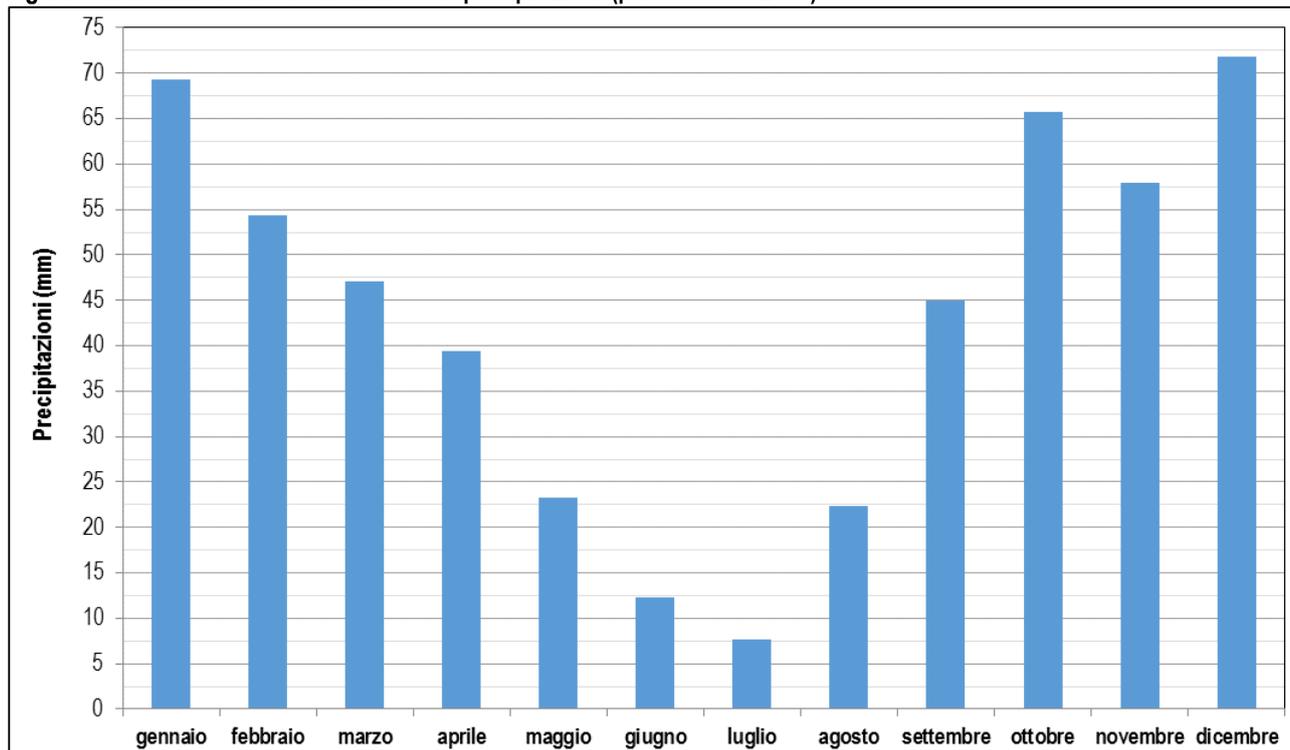


## 4.2 LE PRECIPITAZIONI

Sulla base dei dati delle precipitazioni, disponibili dal 1970, è stato calcolato un anno medio, rappresentato nei grafici seguenti sia in termini di apporto mensile, sia in termini di apporto giornaliero, per meglio cogliere la variabilità presente nel corso del singolo mese.

I valori più bassi si osservano nel mese di luglio, mentre i valori massimi si raggiungono a dicembre e gennaio. In base al set di dati disponibili è stato calcolato un apporto medio annuo pari a 516 mm.

Figura 4-6: andamento medio mensile delle precipitazioni (periodo 1970-2018)



## 4.3 LIVELLI DELL'INVASO

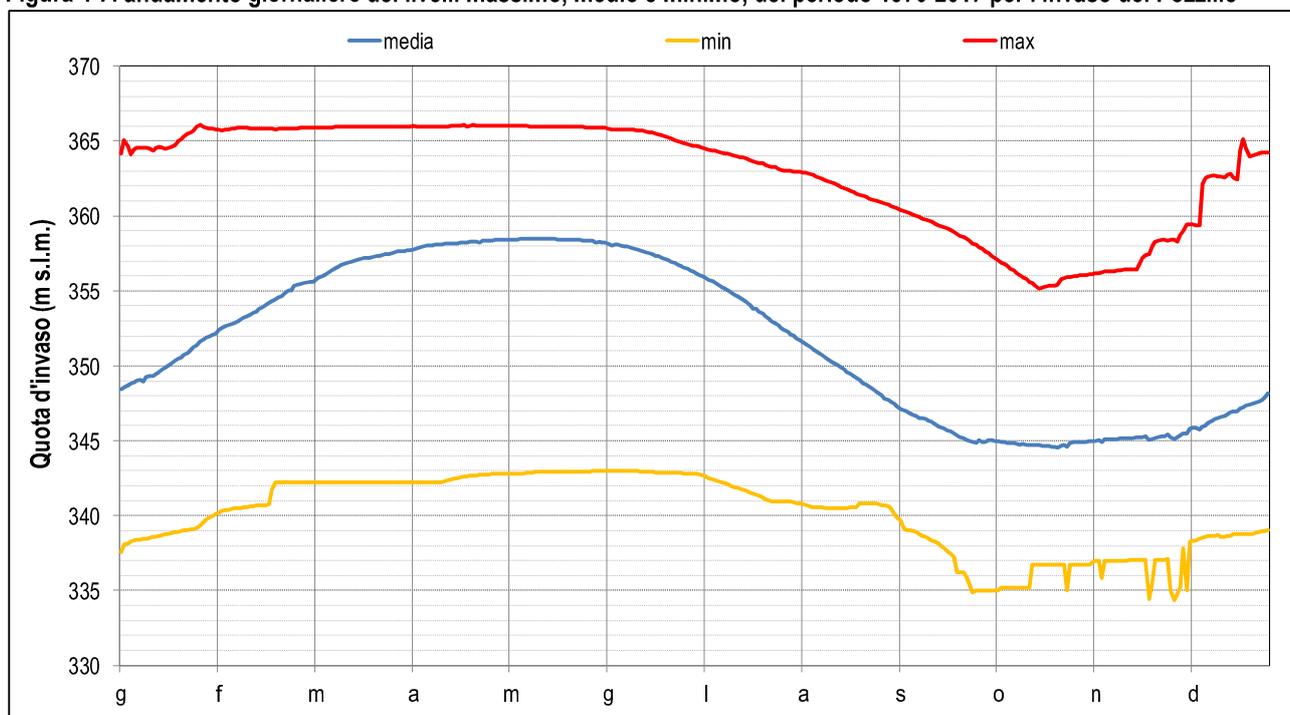
L'invaso del Pozzillo è un serbatoio di capacità di regolazione pluriennale e consente l'irrigazione dei territori dei comuni di Regalbuto e Troina (Consorzio di Bonifica 6), Paternò, Motta S. Anastasia, Ramacca, Palagonia, Catania, Lentini, Belpasso e Castel di Iudica (Consorzio di Bonifica 9), Lentini e Carlentini (Consorzio di Bonifica 10). A seguito del fenomeno di interrimento che da più di vent'anni ha compromesso la funzionalità degli scarichi di fondo e sussidiario, il massimo livello d'invaso ha subito nel tempo le seguenti limitazioni:

- Con nota n. 2777 del 20.02.1996 il Gestore autolimita il livello di invaso alla quota 365,50 m s.l.m.;
- Con nota n. SDI/406 del 19.03.1999 il Servizio Nazionale Dighe impone il livello di invaso alla quota di 362,50 m s.l.m.;
- Con lettera RID/UPPA n. 1945 del 07.11.2006 il Servizio Nazionale Dighe impone il livello di invaso alla quota di 356,50 m s.l.m.

La quota di 365,50 m s.l.m. è considerata quale quota massima raggiungibile in occasione di eventi di piena eccezionali.

Nel grafico seguente è mostrato l'andamento dei valori minimi, massimi e medi in un anno medio calcolato sui dati disponibili a partire dal 1970.

**Figura 4-7: andamento giornaliero dei livelli massimo, medio e minimo, del periodo 1970-2017 per l'invaso del Pozzillo**

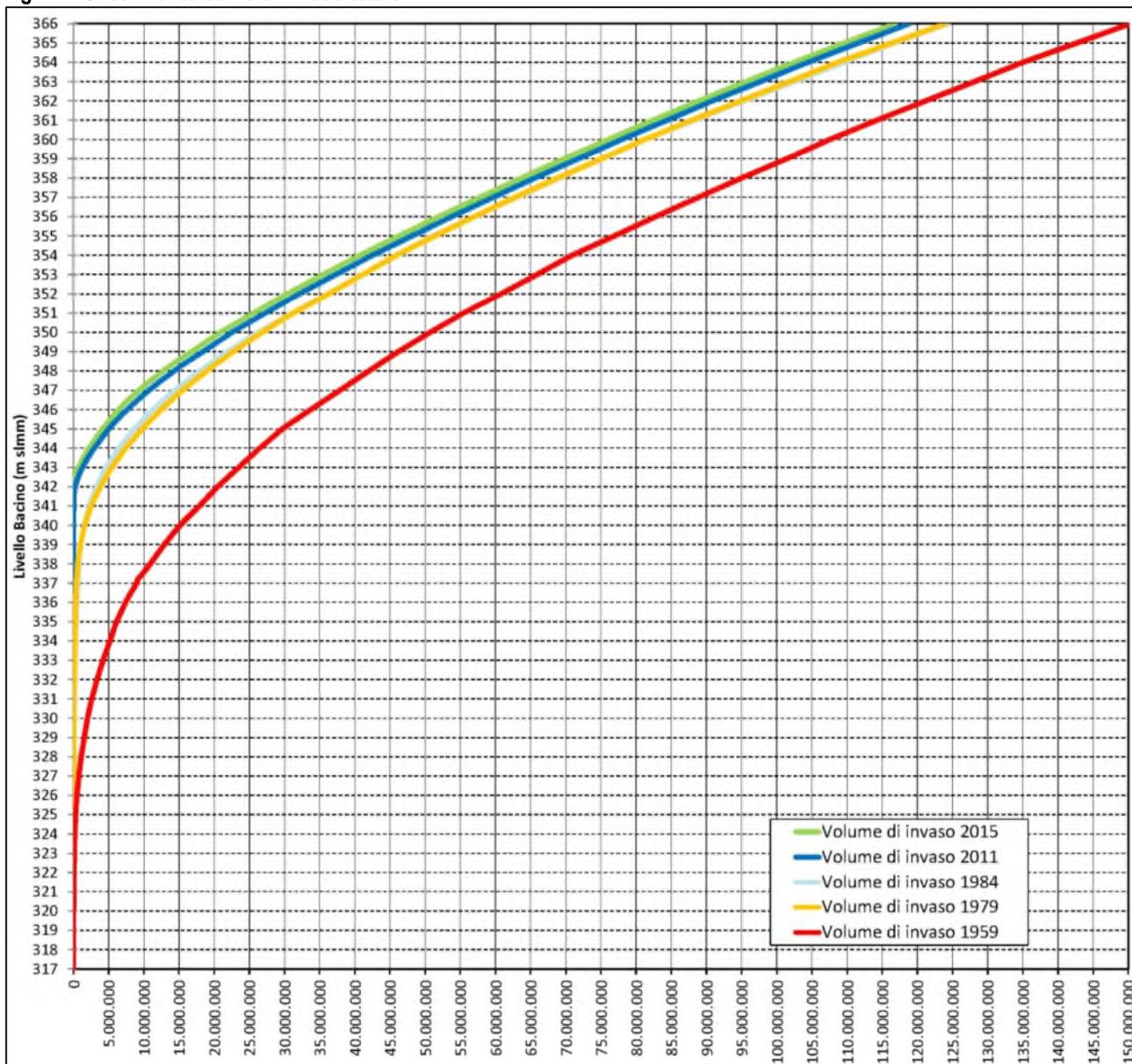


#### 4.4 QUANTITÀ SEDIMENTO

Il volume originario dell'invaso, ai sensi della l. 584/1994, risultava pari a 150,50 milioni di m<sup>3</sup>, mentre il volume utile corrispondeva a 141 milioni di m<sup>3</sup>; a seguito dei rilievi eseguiti nel 2015 è possibile effettuare una valutazione in merito all'interrimento presente nell'invaso:

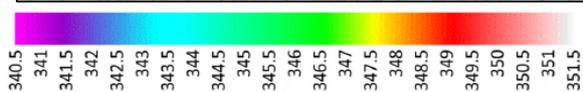
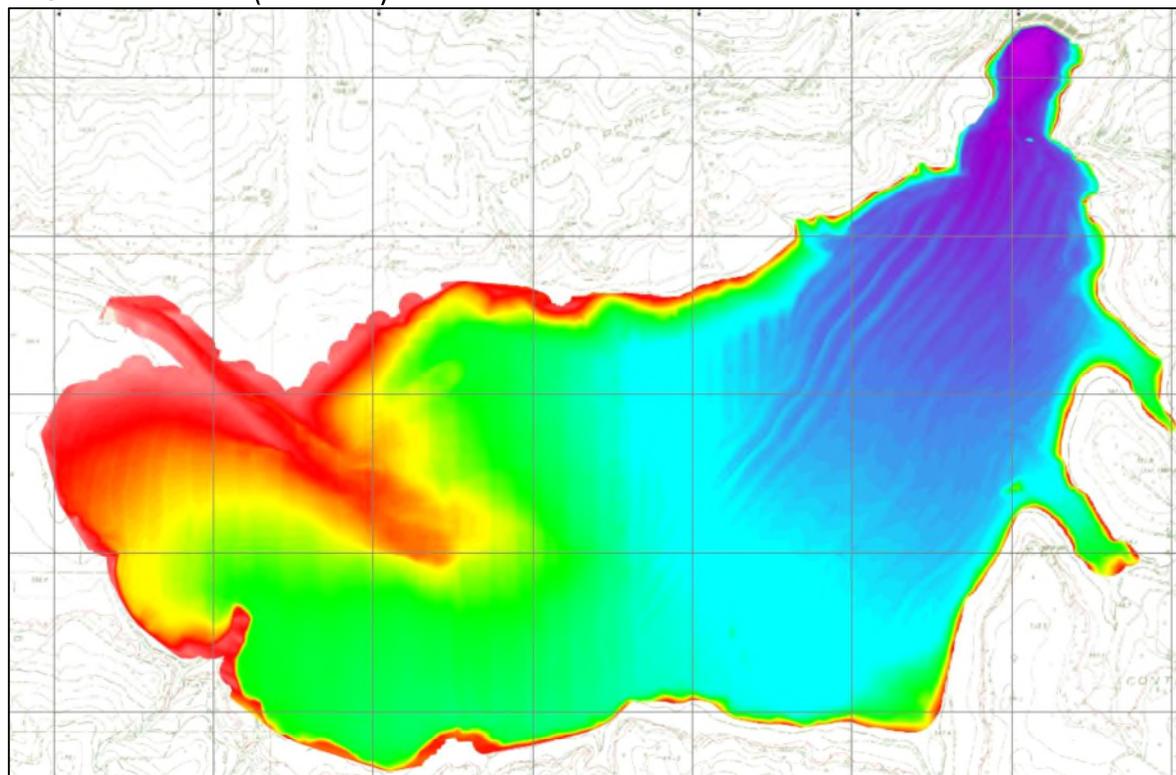
- dal confronto con il volume originario si deduce un interrimento pari a 33,7 milioni di m<sup>3</sup> (circa il 24,2% del volume totale originario), in gran parte concentrato a ridosso della diga;
- dal confronto con il volume utile si deduce un interrimento pari a 24,2 milioni di m<sup>3</sup> (circa il 17,2% del volume utile originario).

Figura 4-8: confronto curve di invaso totale



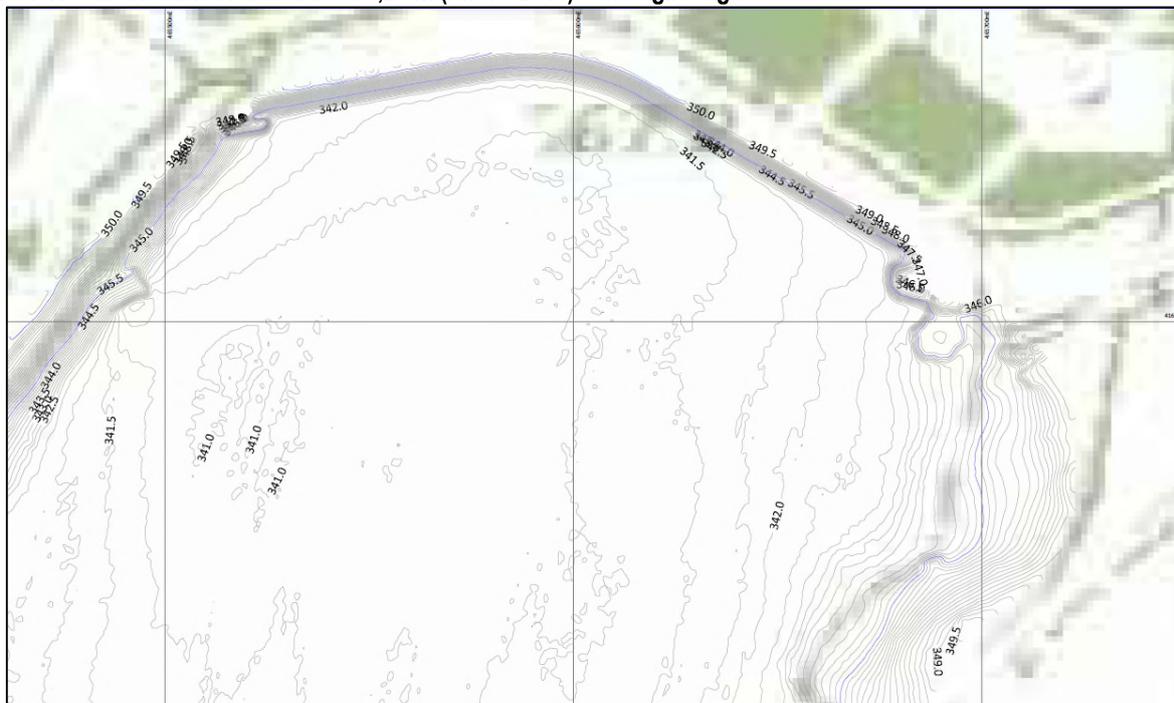
Si riportano di seguito estratti delle tavole relative al rilievo eseguito nel 2015.

Figura 4-9: carta batimetrica (rilievo 2015)



**Scala colori in metri su L.M.M.**

Figura 4-10: carta batimetrica isobate a 0,25 m (rilievo 2015) – dettaglio diga



## 5 QUALITÀ DELLE ACQUE E DEI SEDIMENTI DEL BACINO

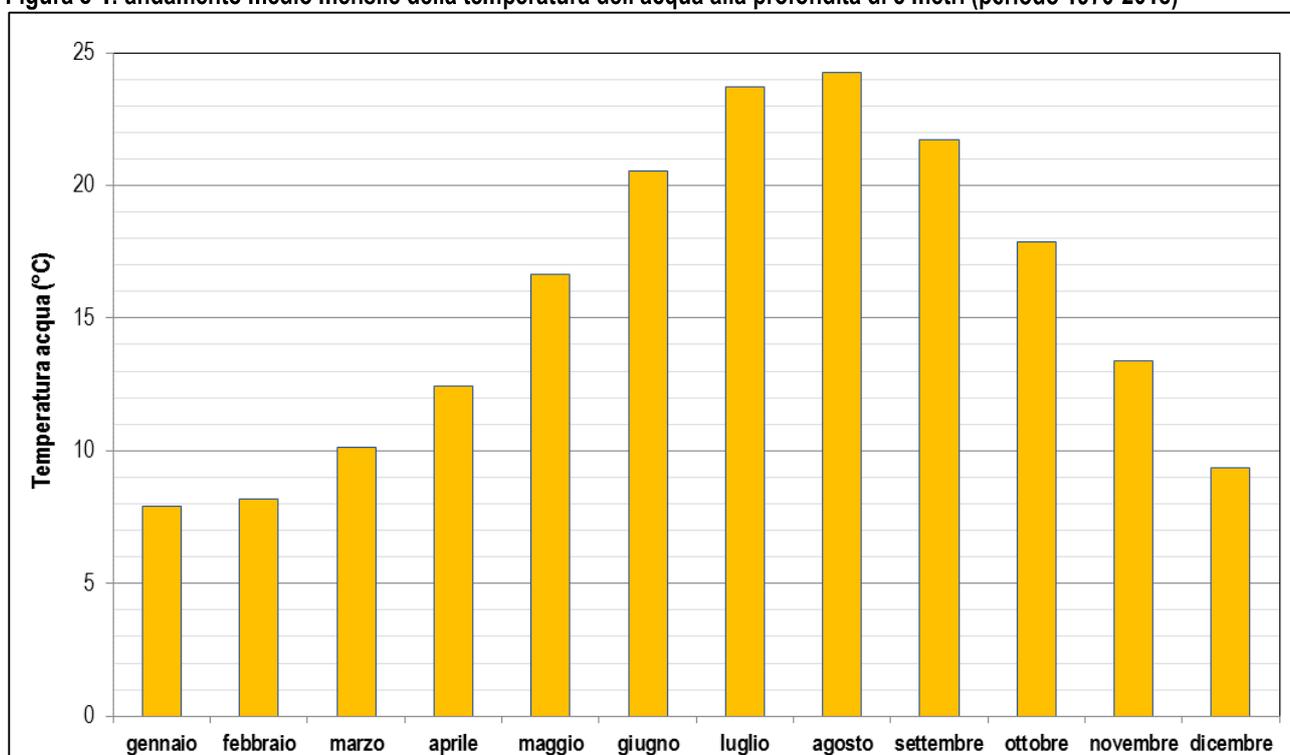
In questo capitolo vengono presentati i risultati relativi alla caratterizzazione chimico-fisica delle acque e del sedimento del bacino.

### 5.1 ACQUE

Uno dei parametri che caratterizzano la qualità delle acque e lo sviluppo delle biocenosi, in funzione in particolare della quota a cui si trova il bacino, è la temperatura dell'acqua.

Nel grafico seguente è rappresentato l'andamento della temperatura media mensile dell'acqua misurata nel bacino a 5 metri di profondità. I mesi più caldi risultano essere luglio e agosto, mentre quelli più freddi sono gennaio e febbraio.

**Figura 5-1: andamento medio mensile della temperatura dell'acqua alla profondità di 5 metri (periodo 1970-2018)**



Il Lago del Pozzillo è soggetto a monitoraggio da parte di ARPA, la valutazione sintetica per il periodo 2011-2015 (ARPA Sicilia, 2015a. Annuario regionale di dati ambientali 2015; capitolo sulla qualità delle acque.) attribuisce al Lago Pozzillo uno stato ecologico "sufficiente"; l'Indice Complessivo per il Fitoplancton (ICF) è in uno stato "buono", mentre l'indice per il livello trofico dei laghi LTLeco è "sufficiente" e i dati disponibili insufficienti non consentono la classificazione dello stato chimico.

**Tabella 5-1: classificazione di qualità del Lago del Pozzillo per il livello trofico dei laghi LTLecco (2011-2015) (ARPA Sicilia, 2015a)**

Parametro	U.M.	Media annua 2015	Punteggio
Trasparenza disco di Secchi	m	1,25	3
Ossigeno	(%)	86,6	5
Fosforo totale	µg/l	84	3
<b>Punteggio complessivo</b>			<b>11</b>
<b>Classe di appartenenza</b>			<b>2</b>
<b>Stato ecologico</b>			<b>sufficiente</b>

**Tabella 5-2: classificazione di qualità del Lago del Pozzillo per il fitoplancton (2011-2015) (ARPA Sicilia, 2015a)**

Parametro	Media annua 2015	RQE norm.	Indice medio di biomassa	Indice Complessivo per il Fitoplancton (ICF)	Classe di stato ecologico per il Fitoplancton (ICF)
Biovolume (mm <sup>3</sup> /l)	0,157	0,80	0,80	0,70	<b>buono</b>
Clorofilla a (µg/l)	1,67	0,80			
Indice di composizione MedPTI	2,17	0,42	0,61		
Cianobatteri acque eutrofe	5,54	0,80			

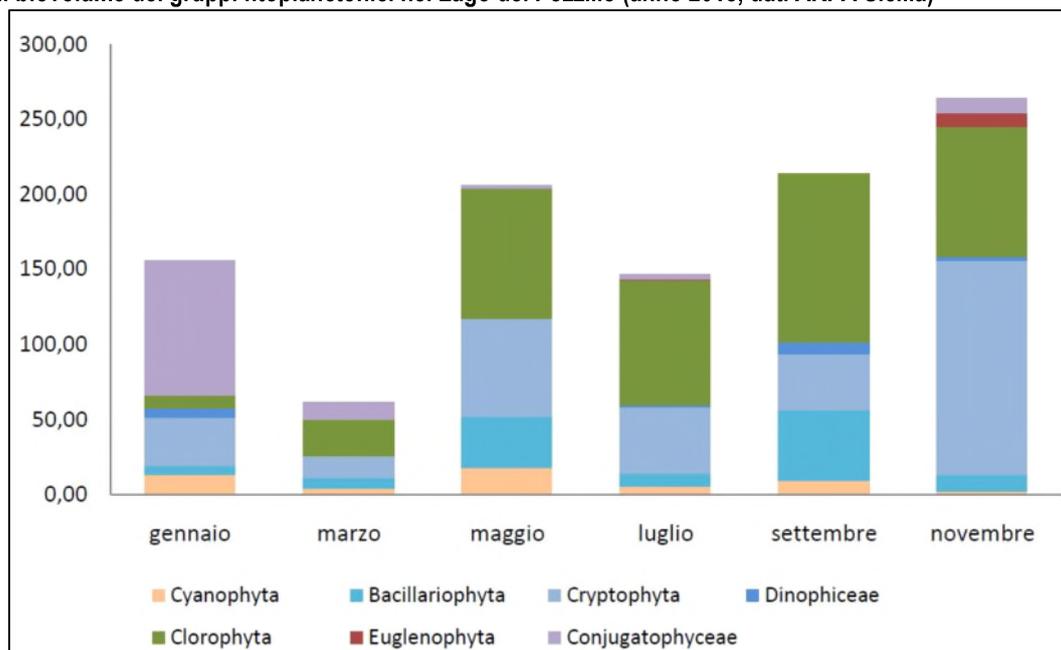
Nell'annuario successivo (ARPA Sicilia, 2016. Annuario regionale di dati ambientali 2016; capitolo sulla qualità delle acque.) viene indicato stato chimico "non buono" in quanto vi è un superamento del limite degli SQA\_MA per il Piombo (concentrazione pari a 3.3 µg/l rispetto al limite di 1.2 µg/l), pur riconoscendo che i dati per la valutazione sono esigui.

Nel monitoraggio pregresso del 2005/2006 vi era stato invece un giudizio negativo dello stato chimico dovuto al pentaclorofenolo.

La scarsa trasparenza (1,25 m) registrata in corrispondenza di un esiguo volume algale, già osservata anche nel monitoraggio 2005/2006 (estate 2005 pari a 0,9 m e inverno 2006 pari a 1,35 m) pare indicare l'effetto di particolato in sospensione di natura minerale.

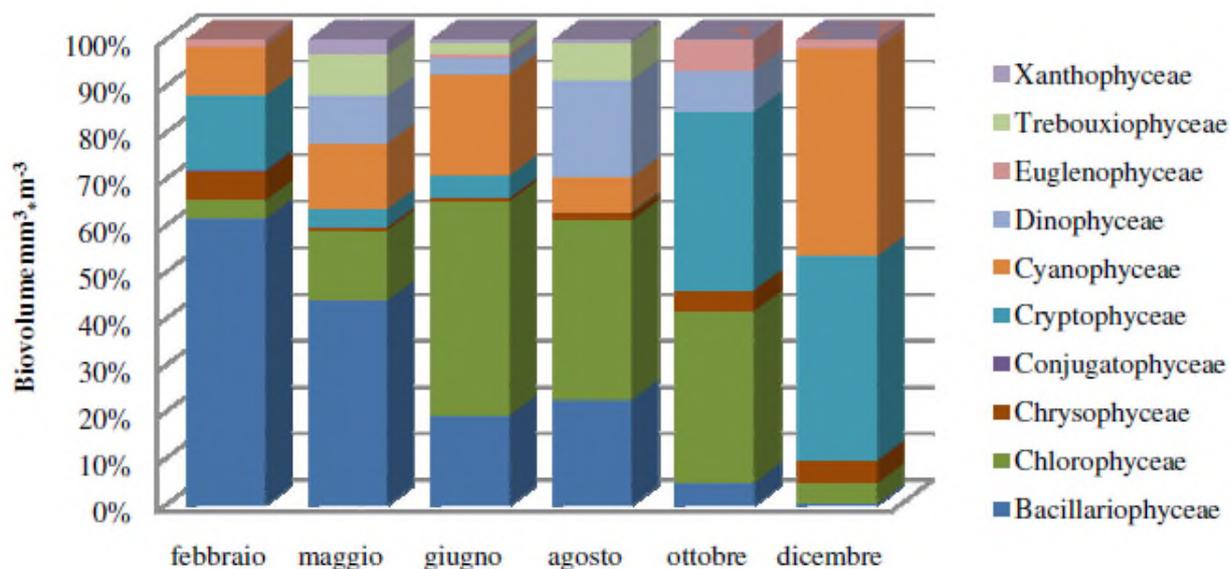
L'analisi della comunità fitoplanctonica svolta da ARPA Sicilia nel 2015 ha evidenziato una abbondanza algale che presenta i minimi nel mese di marzo e i massimi a novembre; le *Clorophyta* prevalgono da marzo a settembre, mentre a gennaio dominano le *Conjugatophyceae* e a novembre le *Clorophyta*.

Figura 5-2: biovolume dei gruppi fitoplanctonici nel Lago del Pozzillo (anno 2015, dati ARPA Sicilia)



Il monitoraggio dell'invaso è stato ripetuto nel 2017 (Monitoraggio e valutazione dello stato ecologico e chimico delle acque degli invasi del Distretto Idrografico della Sicilia ai sensi del D.M. 260/2010 - Report attività, Novembre 2018). Si evidenzia la presenza di Clorophyceae (generi più rappresentativi Botryococcus, Oocystis e Sphaerocystis) in quasi tutti i mesi dell'anno, che risultano abbastanza rappresentative, nel periodo primaverile-estivo. Le Bacillariophyceae (genere predominante Cyclotella) sono presenti in quasi tutti i mesi dell'anno; le Cryptophyceae (genere predominante Cryptomonas) nei mesi di ottobre e dicembre; predominano le Cyanophyceae (genere predominante Microcystis) nel mese di dicembre.

Figura 5-3: biovolume dei gruppi fitoplanctonici nel Lago del Pozzillo (anno 2017, dati ARPA Sicilia)



**Tabella 5-3: EQB Fitoplancton Pozzillo (ARPA Sicilia, 2018)**

Pozzillo	Decreto 260/2010					IPAM/NITMET				
	Media annuale 2017	RQE Norm	Indice medio di biomassa	ICF	Classe di stato ecologico per il fitoplancton	Media annuale 2017	RQE Norm.	Indice medio di biomassa	ICF	Classe di stato ecologico per il fitoplancton
Biovolume (mm <sup>3</sup> /l)	1.18	0.80	0.80	0.80	Buono*	1.18	0.80	0.80	0.80	Buono*
Clorofilla a (µg/l)	2.45	0.80				2.45	0.80			
MedPTI	2.53	0.80	2.53			0.80				
Cianobatter i%	19.76	0.80	19.76			0.80				

\*La classe di qualità risulterebbe elevata, "poiché gli invasi non possono avere classe di qualità elevata a causa della loro non naturalità idromorfologica, la classe di qualità corrisponde al valore più basso della classe superiore" quindi il risultato è buono.

L'indice LTLecco, riportato nella tabella seguente, è risultato pari a 10, corrispondente alla classe Sufficiente, confermando il giudizio già osservato nel 2015.

**Tabella 5-4: LTLecco Pozzillo (ARPA Sicilia, 2018)**

Pozzillo	Media	Punteggio per Macrotipo I1	LTLecco	Classe di stato ecologico per gli elementi chimico-fisici a sostegno
Trasparenza (m)	1.20	3	10	Sufficiente
Fosforo totale (µg/l)	37	3		
% Ossigeno ipolimnico	69	4		

Inoltre sono stati determinati circa il 70% degli Elementi chimici a sostegno (inquinanti specifici non appartenenti all'elenco di priorità Tab.1/B del DM n. 260/2010 come modificata dal D. Lgs 172/2015), le cui concentrazioni risultano inferiori agli SQA MA ed inferiori o uguale ai loq di tutti i parametri; pertanto il giudizio risulta Elevato. Integrando gli elementi biologici con gli elementi chimico fisici e chimici a sostegno, l'invaso Pozzillo risulta in stato ecologico Sufficiente.

Per la classificazione dello stato chimico, sono state determinate circa il 75% delle sostanze prioritarie della Tab. 1/A DM 260/2010 (modificata dal D.Lgs.172/2015), le cui concentrazioni risultano inferiori agli SQA-MA, tranne per il mercurio e composti la cui media annua risulta pari a 0.28 ug/l, superiore alla SQA-CMA (0.07ug/l, ai sensi del D.Lgs. 172/2015). In base a tali risultati lo stato chimico dell'invaso risulta NON BUONO.

Nella tabella seguente viene riepilogato lo Stato di qualità dell'invaso Pozzillo nei due anni di campionamento 2015-2017 nonché la valutazione complessiva.

**Tabella 5-5: Stato di qualità Pozzillo (ARPA Sicilia, 2018)**

Invaso	ICF	LTLecco	Elementi chimici (Tab. 1/B)	Stato ecologico	Stato chimico (Tab.1/A)
2015	BUONO	SUFFICIENTE		SUFFICIENTE	NON BUONO
2017	BUONO	SUFFICIENTE	ELEVATO	SUFFICIENTE	NON BUONO
2015-2017	BUONO	SUFFICIENTE	ELEVATO	SUFFICIENTE	NON BUONO

Per quanto riguarda le attività EGP, una caratterizzazione chimica è stata eseguita a febbraio 2011, prelevando un campione in prossimità dello sbarramento. Nel corso delle indagini è stata misurata una profondità massima di 9,3 m con una trasparenza (disco di Secchi) pari a 1,70 m.

**Figura 5-4: localizzazione punto di indagine 2011**



Si riportano di seguito i valori dei parametri chimico-fisici misurati lungo la colonna d'acqua e i risultati delle analisi eseguite in laboratorio su campioni presi a diverse profondità.

**Tabella 5-6: profilo verticale nel punto POB1 (da Progetto di Gestione, 2012)**

Profondità (m)	Temperatura (°C)	Ossigeno (mg/l)	Ossigeno (%)	pH	Conducibilità (µS/cm)	Redox (mV)	Torbidità (NTU)
0	12,55	11,01	104,1	8,17	1.684	298	1,8
1	11,25	10,41	97,3	8,13	1.689	286	2,6
2	9,87	10,31	90,7	8,15	1.687	285	4,6
3	9,53	9,78	87,6	8,11	1681	286	4,3
4	9,43	9,72	84,6	8,11	1.687	286	4,5
5	9,31	9,69	83,2	8,09	1.687	286	5
6	9,27	9,67	83,2	8,07	1.693	285	5,6
7	9,2	9,18	81	8,03	1746	285	7
8	9,35	8,62	74,5	7,95	1.785	285	7,4
9	9,5	7,16	63,6	7,91	1.805	276	8,3

**Tabella 5-7: riepilogo dei dati analitici del campione raccolto nel punto POB1 (da Progetto di Gestione, 2012)**

Parametro	U.M.	0 m (superficie)	5,5, m (metà)	11 m (fondo)
P tot	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	0,03	<0,02	0,03
N nitroso	mg/l	0,01	0,02	<0,01
N nitrico	mg/l	0,35	0,25	0,10
N tot	mg/l	1	1	1
Alcalinità	mg/l	189	186	195
Clorofilla a	µg/l	<1	<1	<1
Solidi Sospesi	mg/l	1	3	1,5
Ortofosfati	mg/l	<0,4	<0,4	<0,4

Sui dati disponibili, avente solo valore di giudizio di sintesi, in quanto basata solo su una singola campagna, è possibile definire il livello trofico dei laghi per lo Stato Ecologico (LTLecco) secondo il DM 260/2010, riportato nella tabella seguente.

**Tabella 5-8: classificazione di qualità del Lago del Pozzillo per il livello trofico dei laghi LTLecco (dati febbraio 2011)**

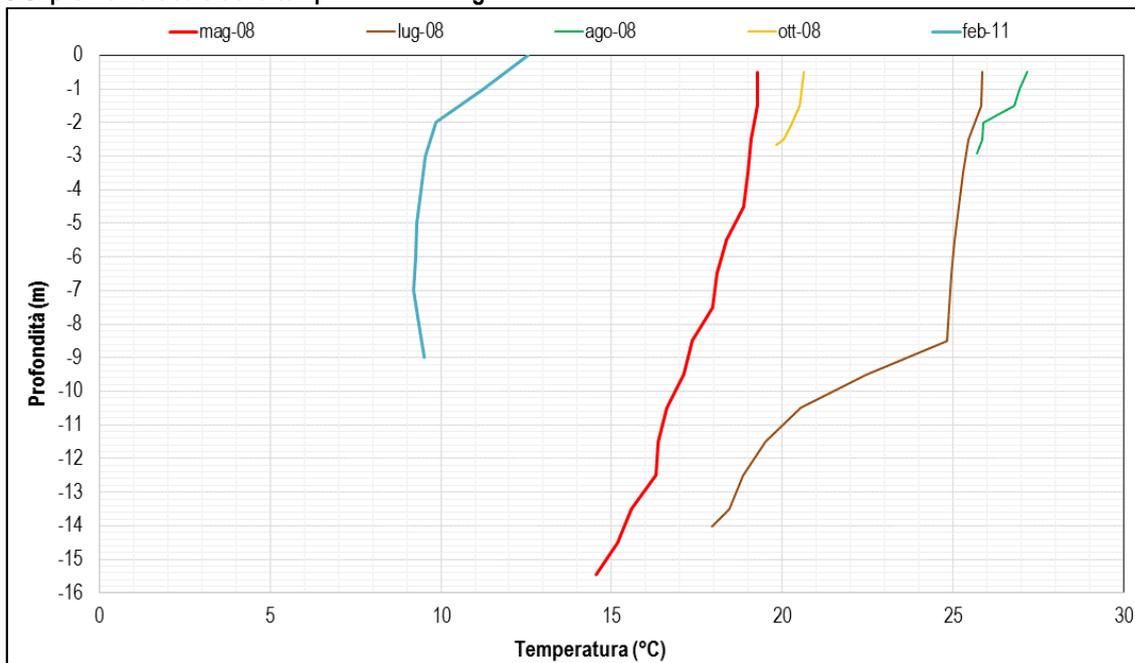
Parametro	U.M.	Febbraio 2011	Punteggio
Trasparenza disco di Secchi	m	1,70	3
Ossigeno	(%)	80 (ipolimnico)	4
Fosforo totale	µg/l	<50	3
<b>Punteggio complessivo</b>			<b>10</b>
<b>Stato ecologico</b>			<b>sufficiente</b>

La caratterizzazione di dettaglio della qualità chimico – fisica delle acque si è basata sui dati pregressi disponibili, ed in particolare:

- Monitoraggio ARPA Sicilia: maggio, luglio, agosto e ottobre 2008.
- Caratterizzazione ambientale URS Italia per conto di Enel: febbraio 2011.

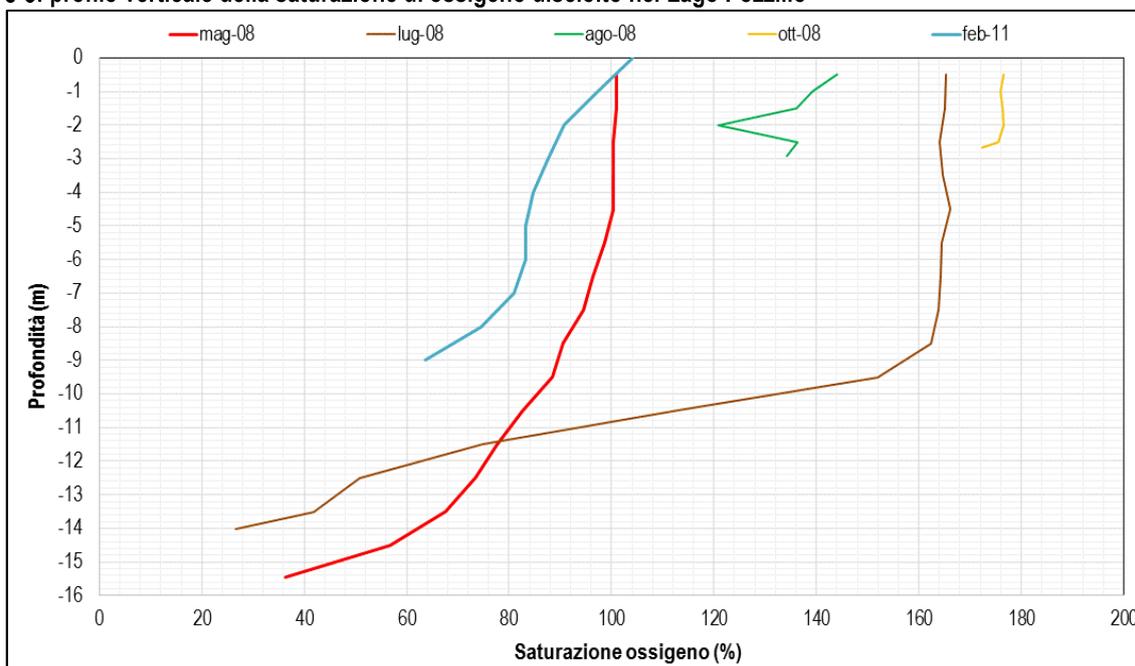
Il profilo termico evidenzia come per la maggior parte dell'anno il lago non presenta una vera e propria stratificazione, che si presenta nel periodo estivo, con un termoclinio intorno ai 9-10 m di profondità. I valori di temperatura restano relativamente miti anche in inverno, con circa 10 °C lungo l'intera colonna d'acqua, mentre salgono fino a circa 25 °C per l'intero strato epilimnico in estate.

**Figura 5-5: profilo verticale della temperatura nel Lago Pozzillo**



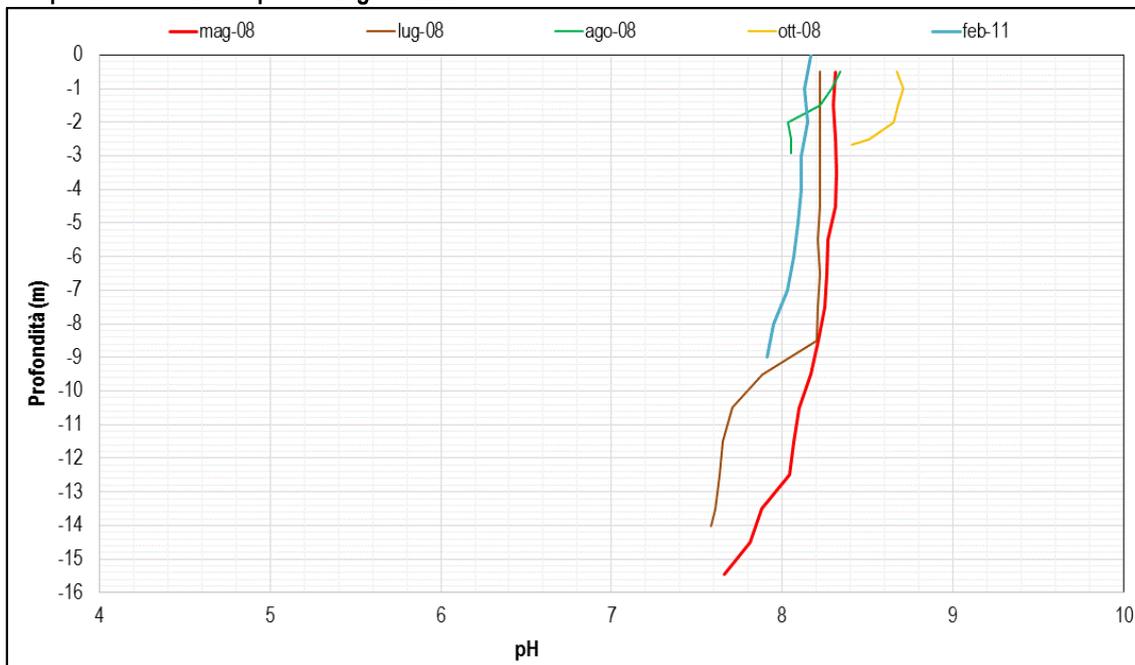
Il profilo della saturazione di ossigeno evidenzia condizioni di forte sovrassaturazione dello strato epilimnico in alcune occasioni, in particolare nei mesi estivi, dovute all'attività fotosintetica algale. Gli strati più profondi tendono invece a condizioni di anossia, al di sotto dei 15 m circa di profondità.

**Figura 5-6: profilo verticale della saturazione di ossigeno disciolto nel Lago Pozzillo**



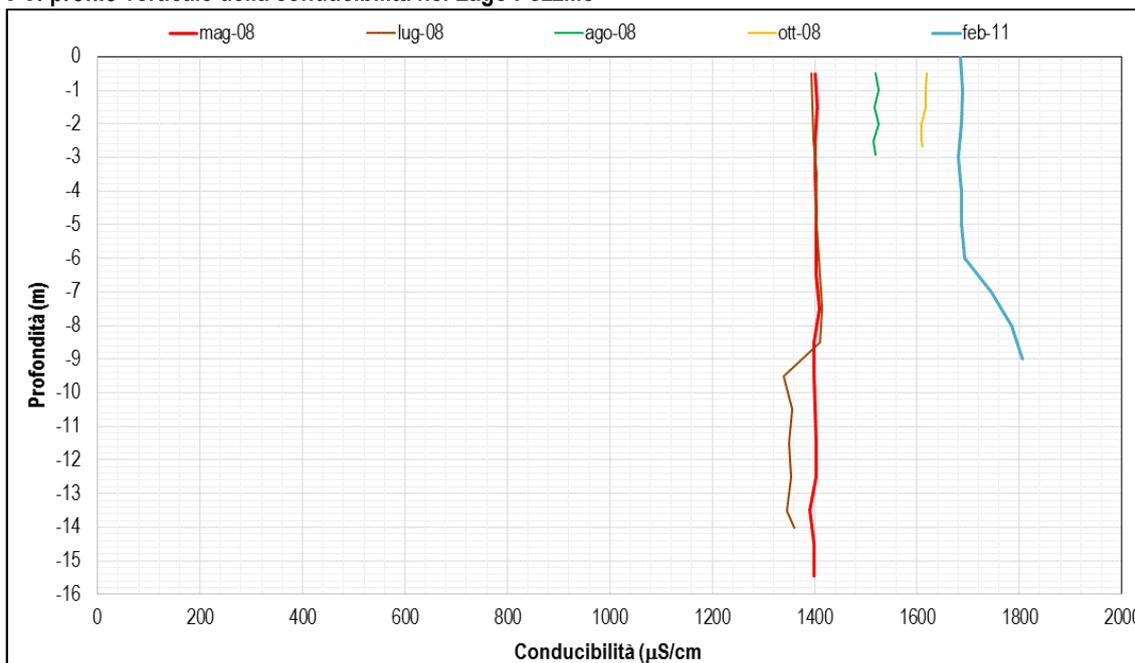
Il profilo del pH mostra valori alcalini, che si riducono leggermente scendendo verso il fondo, come atteso in conseguenza dell'attività fotosintetica epilimnica e della degradazione della sostanza organica nell'epilimnio.

**Figura 5-7: profilo verticale del pH nel Lago Pozzillo**



Il profilo della conducibilità evidenzia valori elevati, compresi tra 1200 e 1800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , per lo più uniformi lungo la colonna d'acqua.

**Figura 5-8: profilo verticale della conducibilità nel Lago Pozzillo**

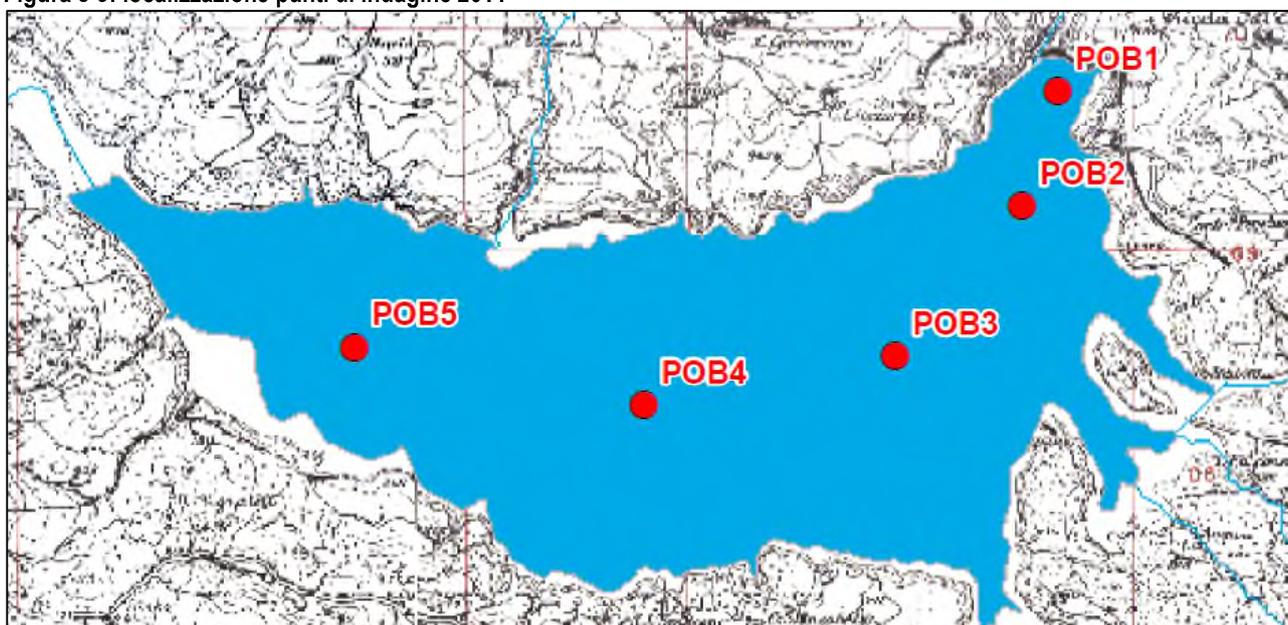


## 5.2 SEDIMENTI

Nel presente paragrafo si riportano in sintesi gli esiti di due campagne di valutazione qualitativa del sedimento eseguite nel 2011 e nel 2016. I risultati sono utili ai fini di un inquadramento della tematica ma non costituiscono un vincolo per le future attività; infatti la valutazione qualitativa del sedimento nell'area di rimozione prevista dovrà essere eseguita prima dell'avvio dei lavori ai fini di disporre di dati aggiornati e relativi specificamente all'area di intervento. Sulla base di tali indagini saranno poi definite le scelte finali relativamente alla destinazione del sedimento rimosso.

Una caratterizzazione chimica, riportata nel PDG 2012, è stata eseguita a febbraio 2011, sono stati prelevati lungo l'asse centrale dell'invaso cinque campioni.

Figura 5-9: localizzazione punti di indagine 2011



Nella tabella seguente sono riportati i risultati dell'analisi granulometrica, da cui emerge che il sedimento è composto quasi unicamente da argilla e limo fine, con una modesta componente sabbiosa e di limo grosso che riguarda unicamente le porzioni superiori del bacino più distanti dalla diga.

Tabella 5-9: composizione granulometrica (da Progetto di Gestione Enel, 2012)

Tessitura	UM	POB1	POB2	POB3	POB4	POB5
Sabbia grossa >0,2 mm	% ss	<1	<1	<1	<1	<1
Sabbia fine >0,05 mm	% ss	<1	<1	<1	15	<1
Limo grosso >0,02 mm	% ss	2	2	1	8	11
Limo fine >0,002 mm	% ss	11	10	10	31	29
Argilla <0,002 mm	% ss	87	88	89	46	60

Nelle tabelle seguenti i risultati delle analisi eseguite sul tal quale e sull'eluato sono messe a confronto con i vari limiti di legge. Si evidenziano i valori che superano i limiti indicati.

**Tabella 5-10: riepilogo dei dati analitici sul sedimento tal quale (da Progetto di Gestione Enel, 2012) secondo il D Lgs 152/06**

Parametro	U.M.	POB1	POB2	POB3	POB4	POB5	Limite Col. A	Limite Col. B
Antimonio	mg/Kg	15	1	1	<1	<1	10	30
Arsenico	mg/Kg	7	7	6	6	7	20	50
Berillio	mg/Kg	2,25	2,28	2,3	1,62	1,9	2	10
Cadmio	mg/Kg	0,75	0,76	0,71	0,6	0,72	2	15
Cobalto	mg/Kg	14,3	14,5	14,5	14	14,7	20	250
Cromo totale	mg/Kg	90,2	95,8	97,5	68,1	80,6	150	800
Cromo (VI)	mg/Kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	2	15
Mercurio	mg/Kg	0,0653	0,0578	0,0553	0,0433	0,0518	1	5
Nichel	mg/Kg	34,5	37,7	39,1	31,1	34,7	120	500
Piombo	mg/Kg	14	14	13	11	13	100	1000
Rame	mg/Kg	26,9	30,3	31,7	25,7	29,1	120	600
Selenio	mg/Kg	0,3	0,9	<0,1	0,1	0,1	3	15
Stagno	mg/Kg	8,5	3,6	3,4	2	2,3	1	350
Tallio	mg/Kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1	10
Vanadio	mg/Kg	98,2	102	104	73,2	86,5	90	250
Zinco	mg/Kg	105	108	110	88,7	102	150	1500
Cianuri liberi (Ione Cianuro)	mg/Kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1	100
Fluoruri	mg/Kg	1	1	1	1	1	100	2000
Naftalene	mg/Kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
Acenaftilene	mg/Kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
Acenaftene	mg/Kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
Fluorene	mg/Kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
Fenantrene	mg/Kg	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	-	-
Antracene	mg/Kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
Fluorantene	mg/Kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
Pirene (A)	mg/Kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	5	50
Benzo[a]antracene (B)	mg/Kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	10
Crisene (C)	mg/Kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	5	50
Benzo[b]fluorantene (D)	mg/Kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	10
Benzo[k]fluorantene (E)	mg/Kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	10
Benzo[a]pirene (F)	mg/Kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	10
Indeno[1,2,3-cd]pirene (G)	mg/Kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	5
Dibenzo[a,h]antracene (H)	mg/Kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	10
Benzo[g,h,i]perilene(I)	mg/Kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	10
Dibenzo[a,e]pirene (L)	mg/Kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	10
Dibenzo[a,h]pirene (M)	mg/Kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	10
Dibenzo[a,i]pirene (N)	mg/Kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	10
Dibenzo[a,l]pirene (O)	mg/Kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	10
Sommatoria Policiclici Aromatici	mg/Kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	10	100
Policlorobifenili	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,06	5
Idrocarburi totali	mg/Kg	7	6	9	12	38	-	-
Idrocarburi Leggeri C<12	mg/Kg	<1	<1	<1	<1	<1	10	250
Idrocarburi Pesanti C>12	mg/Kg	7	6	9	12	38	50	750
Oli minerali Idrocarburi C10-C40	mg/Kg	7	6	9	12	38	-	-
Benzene	mg/Kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,1	2
Etilbenzene (A)	mg/Kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,5	50
Stirene (B)	mg/Kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,5	50
Toluene (C)	mg/Kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,5	50

Parametro	U.M.	POB1	POB2	POB3	POB4	POB5	Limite Col. A	Limite Col. B
Xilene (D)	mg/Kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,5	50
Solventi organici aromatici	mg/Kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	1	100

**Tabella 5-11: test di accettabilità ecotossicologica con *Daphnia Magna* su eluato (da Progetto di Gestione Enel, 2012)**

Parametro	POB1	POB2	POB3	POB4	POB5	Limite D Lgs 152/06
Saggio di tossicità acuta	100	100	100	100	100	Il campione non è accettabile quando dopo 24 ore il numero degli organismi immobili è uguale o maggiore del 50% del totale

**Tabella 5-12: riepilogo dei dati analitici sull'eluato secondo il DM 27/09/10 (da Progetto di Gestione Enel, 2012)**

Parametro	U.M.	POB1	POB2	POB3	POB4	POB5	Limite per inerti
Arsenico	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05
Antimonio	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,006
Bario	mg/l	0,1	0,19	0,11	0,06	0,03	2
Cadmio	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,004
Cromo	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05
Rame	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
Mercurio	mg/l	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,001
Molibdeno	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05
Nichel	mg/l	0,003	0,004	0,003	0,004	0,003	0,04
Piombo	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05
Selenio	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,01
Zinco	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,4
Cloruri (ione cloruro)	mg/l	49,1	64,7	48,5	19,1	14,5	80
Fluoruri (ione fluoruro)	mg/l	<0,05	<0,05	0,13	<0,05	0,29	1
Solfati (ione solfato)	mg/l	75,9	271	130	38,4	31,1	100
Cianuri totali (ione cianuro)	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-
Carbonio organico disciolto (DOC)	mg/l	19,3	18,9	20,3	16,7	14	50
Solidi disciolti totali (TDS)	mg/l	338	509	393	235	168	400
Indice fenolo	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,1

**Tabella 5-13: riepilogo dei dati analitici sul tal quale secondo il DM 27/09/10 (da Progetto di Gestione Enel, 2012)**

Parametro	U.M.	POB1	POB2	POB3	POB4	POB5	Limite per inerti
Oli minerali Idrocarburi C10-C40	mg/Kg	7	6	9	12	38	500
Solventi organici aromatici (A,B,C,D)	mg/Kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	6
Carbonio organico (come C)	% ss	1,17	1,01	1,13	1,35	1,07	30

**Tabella 5-14: riepilogo dei dati analitici sull'eluato secondo il DM 05/02/98 smi All. 3 (da Progetto di Gestione Enel, 2012)**

Parametro	U.M.	POB1	POB2	POB3	POB4	POB5	Limite
Arsenico	µg/l	1,7	0,8	1,5	1,4	0,7	50
Bario	mg/l	0,101	0,187	0,114	0,0602	0,0345	1
Berillio	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	10
Cadmio	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	5
Cobalto	µg/l	0,7	1,1	0,8	0,3	0,2	250
Cromo totale	µg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6	50
Mercurio	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1
Nichel	µg/l	2,5	3,7	3,1	3,5	2,7	10

**Progettisti in ATI**

CO.RI.P. S.r.l.

E&amp;G

DIZETA INGEGNERIA

GRAIA

Parametro	U.M.	POB1	POB2	POB3	POB4	POB5	Limite
Piombo	µg/l	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,4	50
Rame	µg/l	0,0008	0,0016	0,0014	0,0023	0,0056	0,05
Selenio	µg/l	0,3	0,6	1	0,5	0,5	10
Vanadio	µg/l	0,3	0,3	0,2	0,4	1	250
Zinco	mg/l	0,0021	0,0028	0,0024	0,0023	0,0035	3
Amianto	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	30
Nitrati	mg/l	0,5	<0,1	<0,1	0,1	0,1	50
Fluoruri	mg/l	<0,05	<0,05	0,13	<0,05	0,29	1,5
Solfati	mg/l	75,9	271	130	38,4	31,1	250
Cloruri	mg/l	49,1	64,7	48,5	19,1	14,5	100
Cianuri	µg/l	<20	<20	<20	<20	<20	50
COD	mg/l	31	29	27	17	14	30
pH	-	7,9	7,7	7,78	7,79	8	5,5-12,0

**Tabella 5-15: riepilogo di altre determinazioni secondo il DM 05/02/98 smi All.1 (da Progetto di Gestione Enel, 2012)**

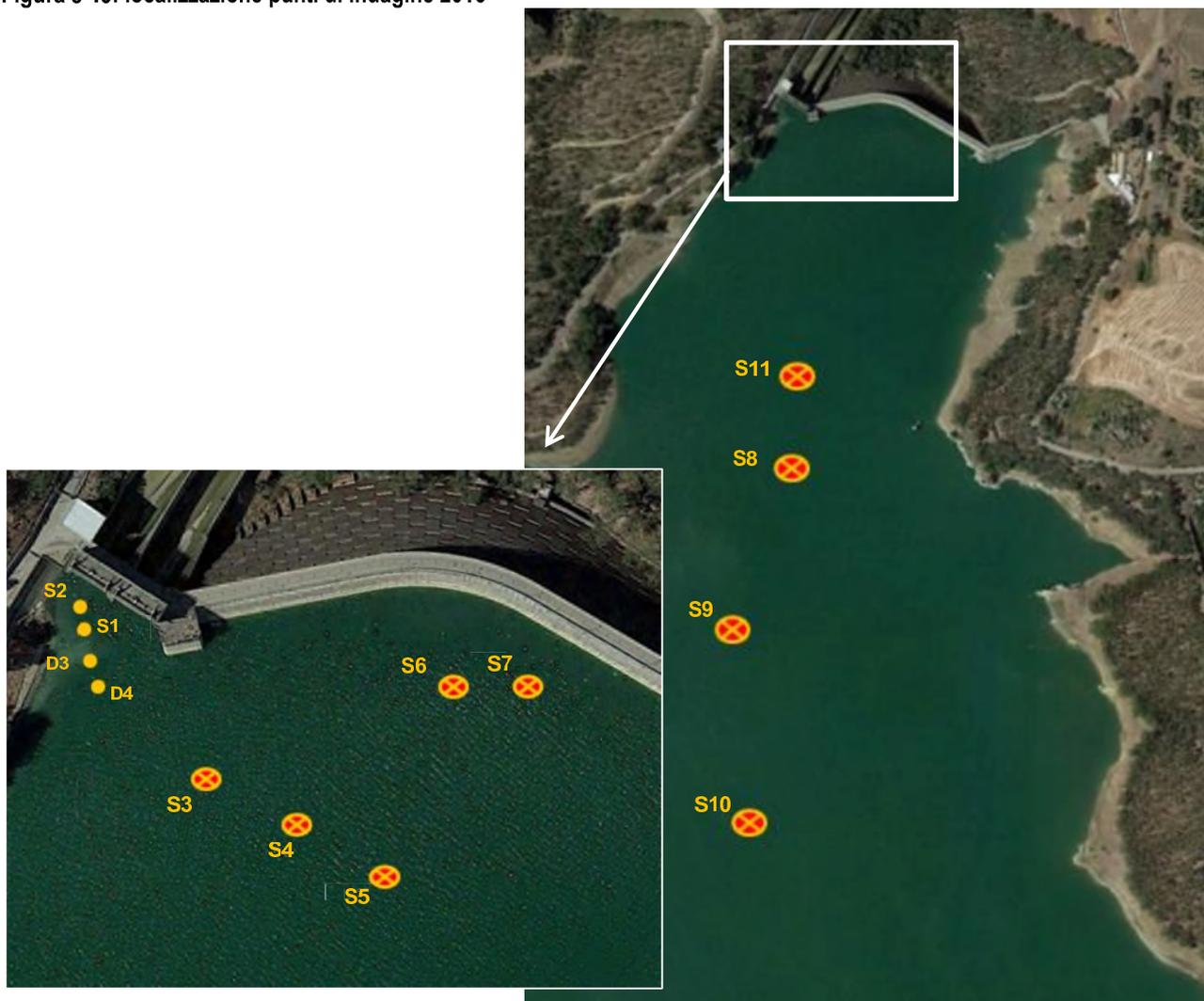
Parametro	U.M.	POB1	POB2	POB3	POB4	POB5	Limite
Idrocarburi totali	mg/Kg	7	6	9	12	38	30
PCB	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,01
IPA	mg/Kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1
Pesticidi organoclorurati	µg/kg	0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	10
Coliformi fecali	UFC/g	<3	<3	<3	1100	43	20 MPN in 100 ml
Salmonella assenti	in 50g	assente	assente	assente	assente	assente	assenti in 500ml

**Tabella 5-16: riepilogo dei dati analitici sull'eluato (da Progetto di Gestione Enel, 2012) secondo il D Lgs 152/06**

Parametro	U.M.	POB1	POB2	POB3	POB4	POB5	Limite scarico in acque superficiali
Arsenico	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,5
Antimonio	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-
Bario	mg/l	0,1	0,19	0,11	0,06	0,03	20
Cadmio	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,02
Cromo	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	4
Rame	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1
Mercurio	mg/l	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,005
Molibdeno	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-
Nichel	mg/l	0,003	0,004	0,003	0,004	0,003	2
Piombo	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
Selenio	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,03
Zinco	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,5
Cloruri (ione cloruro)	mg/l	49,1	64,7	48,5	19,1	14,5	1200
Fluoruri (ione fluoruro)	mg/l	<0,05	<0,05	0,13	<0,05	0,29	6
Solfati (ione solfato)	mg/l	75,9	271	130	38,4	31,1	1000
Cianuri totali (ione cianuro)	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,5
Carbonio organico disciolto (DOC)	mg/l	19,3	18,9	20,3	16,7	14	-
Solidi disciolti totali (TDS)	mg/l	338	509	393	235	168	-
Indice fenolo	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,5
Test di tossicità acuta ( <i>Daphnia Magna</i> )	% morte	100	100	100	100	100	50

Nel corso del 2016 (Geo R.A.S., 2017. Lotto 2 Diga di Pozzillo – Indagini geognostiche per il ripristino dello scarico di fondo. Rapporto Tecnico Finale) è stata eseguita una ulteriore caratterizzazione del sedimento presente nel bacino, con l’aggiunta di carotaggi. Tale nuova indagine è stata indirizzata prevalentemente all’area di interesse, rispetto alle precedenti, distribuite in modo omogeneo sull’intera superficie lacustre. Sono stati indagati 13 punti all’interno dell’invaso, per ogni punto sono stati presi campioni a diverse profondità.

Figura 5-10: localizzazione punti di indagine 2016



Nella tabella seguente sono riportati i risultati dell’analisi granulometrica da cui emerge che, analogamente a quanto osservato nelle indagini precedenti, il sedimento è composto principalmente da argilla e limo fine, con una modesta componente sabbiosa. Fa eccezione il campione S5-C6 (22,00 m) che risulta costituito principalmente da sabbia.

**Tabella 5-17: composizione granulometrica (2016)**

Codice campione	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %
S1-C1 (36,8-37,3 m)*	0,00	6,95	33,27	59,78
S2-C1 (35,00 m)*	0,00	3,81	27,88	68,31
S3-C2 (6,00 m)	0,00	2,67	33,68	63,65
S3-C4 (10,00 m)	0,00	3,02	30,00	66,98
S3-C6 (14,00 m)	0,00	3,91	32,58	63,51
S3-C7 (18,00 m)	0,00	2,10	32,81	65,09
S4-C1 (2,00 m)	0,00	2,18	28,49	69,33
S4-C2 (6,00 m)	0,00	4,56	43,59	51,85
S4-C3 (10,00 m)	0,00	3,32	22,75	73,94
S4-C4 (14,00 m)	0,00	0,97	36,54	62,49
S4-C5 (18,00 m)	0,00	1,30	35,07	63,64
S5-C1 (2,00 m)	0,00	1,32	32,60	66,08
S5-C2 (6,00-6,50 m)	0,00	1,70	14,94	83,36
S5-C3 (10,00 m)	0,00	1,74	20,24	78,03
S5-C4 (14,00 m)	0,00	1,57	36,57	61,86
S5-C5 (18,00-18,50 m)	0,00	1,43	32,73	65,84
S5-C6 (22,00 m)	0,00	43,46	28,22	28,33
S6-C1 (2,00-2,50 m)	0,00	1,31	31,35	67,35
S6-C2 (6,00-6,50 m)	0,00	2,41	31,55	66,04
S6-C3 (10,00-10,50 m)	0,00	1,20	23,24	75,57
S6-C4 (14,00-14,50 m)	0,00	2,41	21,90	75,68
S6-C6 (18,00 m)	0,00	2,37	27,00	70,63
S7-C1 (2,00-2,50 m)	0,00	1,66	29,58	68,76
S7-C2 (6,00-6,50 m)	0,00	1,02	38,16	60,82
S7-C3 (10,00-10,50 m)	0,00	1,76	37,25	60,99
S7-C4 (14,00 m)	0,00	1,37	27,91	70,72
S7-C3 (18,00-18,50 m)	0,00	1,23	25,69	73,07
S8-C1 (2,00 m)	0,00	1,99	37,87	60,14
S8-C2 (6,00 m)	0,00	1,45	29,85	68,71
S8-C3 (10,00 m)	0,00	0,62	33,70	65,68
S9-C1 (2,00 m)	0,00	1,61	25,19	73,20
S9-C2 (6,00 m)	0,00	3,73	34,56	61,71
S9-C3 (10,00 m)	0,00	2,07	21,58	76,35
S10-C1 (2,00 m)	0,00	1,63	33,41	64,96
S10-C2 (6,00 m)	0,00	2,02	40,16	57,82
S10-C3 (10,00 m)	0,00	3,72	34,59	61,69
S11-C1 (2,00 m)	0,00	3,14	36,16	60,70
S11-C2 (6,00 m)	0,00	1,65	33,15	65,21
S11-C3 (10,00 m)	0,00	3,01	34,86	62,13
D3-C1 (34,50 m)*	0,00	2,18	46,27	51,55
D4-C1 (34,00 m)*	0,00	3,52	38,67	57,81

\*campioni prelevati all'interno della galleria di derivazione

Nelle tabelle seguenti i risultati delle analisi eseguite sul tal quale e sull'eluato sono messe a confronto con i vari limiti di legge. Si evidenziano i valori che superano i limiti indicati.

**Tabella 5-18: riepilogo dei dati analitici sul sedimento tal quale (2016) secondo il D Lgs 152/06**

Parametro	U.M.	S3 2,0-2,5 m	S3 7,0-7,5 m	S3 11-11,5 m	S6 15-15,5 m	S6 19-19,5 m	Limite Col. A	Limite Col. B
Carbonio organico (TOC)	mg/Kg	1850	1390	220,7	103	3220	-	-
Cromo (VI)	mg/Kg	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	2	15
pH	-	7,8	7,8	7,8	8,1	8,1	-	-
Amianto	mg/Kg	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	1000	1000
Antimonio	mg/Kg	2,70	3,45	2,92	3,84	2,87	10	30
Arsenico	mg/Kg	7,08	9,48	6,08	4,34	4,99	20	50
Cadmio	mg/Kg	<0,700	<0,700	<0,700	<0,700	<0,700	2	15
Cobalto	mg/Kg	10,8	11,4	12,8	12,7	14,6	20	250
Cromo totale	mg/Kg	86,1	92,2	94,5	106	73,4	150	800
Manganese	mg/Kg	394	486	532	588	681	-	-
Mercurio	mg/Kg	0,984	<0,1	0,614	<0,1	0,827	1	5
Nichel	mg/Kg	31,0	34,0	35,5	39,8	36,6	120	500
Piombo	mg/Kg	13,4	13,9	14,6	15,7	13,5	100	1000
Rame	mg/Kg	24,0	24,7	29,7	29,4	26,8	120	600
Zinco	mg/Kg	88,4	95,3	99,1	114	91,2	150	1500
Idrocarburi Pesanti C>12	mg/Kg	6	5	<5	6	21	50	750
Idrocarburi Leggeri C<12	mg/Kg	<5	<5	<5	<5	<5	10	250
Benzene	mg/Kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,1	2
Etilbenzene	mg/Kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,5	50
Stirene	mg/Kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,5	50
Toluene	mg/Kg	0,014	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	0,5	50
Xilene	mg/Kg	0,016	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,5	50
2,4-DDD	mg/Kg	-	-	-	-	0,0081	-	-
2,4-DDE	mg/Kg	-	-	-	-	<0,0001	-	-
2,4-DDT	mg/Kg	-	-	-	-	0,035	-	-
4,4-DDD	mg/Kg	-	-	-	-	0,0228	-	-
4,4-DDE	mg/Kg	-	-	-	-	0,0053	-	-
4,4-DDT	mg/Kg	-	-	-	-	0,0086	-	-
Alaclor	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	<0,0001	0,01	1
Aldrin	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,01	0,1
Alfa-esacloroesano	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,01	0,1
Atrazina	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,01	1
Benzo[a]antracene (B)	mg/Kg	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,5	10
Benzo[a]pirene (F)	mg/Kg	0,002	0,001	<0,001	0,001	0,002	0,1	10
Benzo[b]fluorantene (D)	mg/Kg	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	0,5	10
Benzo[g,h,i]perilene(I)	mg/Kg	0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,1	10
Benzo[k]fluorantene (E)	mg/Kg	0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,002	0,5	10
Beta-esacloroesano	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,01	0,5
Clordano	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,01	0,1
Crisene (C)	mg/Kg	0,004	0,003	0,003	0,004	0,008	5	50
DDD, DDE, DDT	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0006	0,080	0,01	0,1
Dibenzo[a,e]pirene (L)	mg/Kg	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,1	10
Dibenzo[a,h]antracene (H)	mg/Kg	0,003	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,1	10
Dibenzo[a,h]pirene (M)	mg/Kg	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,1	10
Dibenzo[a,i]pirene (N)	mg/Kg	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,1	10
Dibenzo[a,l]pirene (O)	mg/Kg	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,1	10
Dieldrin	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,01	0,1
Endrin	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,01	2

**Progettisti in ATI**

CO.RI.P. S.r.l.

E&amp;G

DIZETA INGEGNERIA

GRAIA

Parametro	U.M.	S3 2,0-2,5 m	S3 7,0-7,5 m	S3 11-11,5 m	S6 15-15,5 m	S6 19-19,5 m	Limite Col. A	Limite Col. B
Gamma-esacloroesano	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,01	0,5
Indenopirene	mg/Kg	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,1	5
PCB 101	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 105	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 110	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 114	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 118	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 123	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 126	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 128	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 138	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 146	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 149	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 151	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 153	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 156	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 157	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 167	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 169	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 170	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 177	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 180	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 183	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 187	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 189	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 28	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 30	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 31	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 52	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 77	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 81	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 95	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
PCB 99	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
Pirene	mg/Kg	0,001	0,001	<0,0001	<0,0001	0,006	5	50
Sommatoria IPA	mg/Kg	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	10	100
Sommatoria PCB	mg/Kg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,06	5

Tabella 5-19: riepilogo dei test ecotossicologici (2016)

Parametro	U.M.	S3 2,0-2,5 m	S3 7,0-7,5 m	S3 11-11,5 m	S6 15-15,5 m	S6 19-19,5 m
Saggio di tossicità acuta con batteri bioluminescenti	Inib. Biolum. 30m	-	<0,00	-	-	-
Saggio di tossicità acuta con batteri bioluminescenti	S.T.I.	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00
Saggio di tossicità acuta con batteri bioluminescenti	EC20%	ORMESI*	ORMESI*	ORMESI*	ORMESI*	ORMESI*
Saggio di tossicità acuta ( <i>Daphnia Magna</i> )	Immobil dopo 24h	<20	<20	<20	<20	<20
Saggio di tossicità acuta con <i>Phaeodactylum tricornutum</i>	EC20%	ORMESI*	ORMESI*	ORMESI*	ORMESI*	ORMESI*

\*effetto positivo (stimolazione)

## Progettisti in ATI

CO.RI.P. S.r.l.

E&amp;G

DIZETA INGEGNERIA

GRAIA

**Tabella 5-20: riepilogo dei dati analitici sull'eluato secondo il DM 05/02/98 smi All. 3 (2016)**

Protocollo	U.M.	S3 2,0-2,5 m	S3 7,0-7,5 m	S3 11-11,5 m	S6 15-15,5 m	S6 19-19,5 m	Limite
Cianuri	µg/l	<50	<50	<50	<50	<50	50
Cloruri	mg/l	11	13	14	9,2	<4,0	100
COD	mg/l	13	15	3	1	4	30
Fluoruri	mg/l	0,69	0,76	0,61	0,84	0,73	1,5
Nitrati	mg/l	7,4	7,1	4,9	4,3	3,1	50
pH	-	7,8	7,8	7,8	8,1	8,1	5,5-12
Solfati	mg/l	31	31	62	19	8,4	250
Arsenico	µg/l	0,54	0,75	0,39	0,67	0,63	50
Bario	µg/l	88	75	98	81	197	1000
Berillio	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	10
Cadmio	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	5
Cobalto	µg/l	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	250
Cromo totale	µg/l	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	50
Mercurio	µg/l	<0,50	<0,50	<0,5	<0,5	<0,5	1
Nichel	µg/l	<2,5	2,7	<2,5	<2,5	<2,5	10
Piombo	µg/l	<2,50	<2,50	<2,50	<2,50	<2,50	50
Rame	µg/l	1,8	2,1	1,2	1,7	1,4	50
Selenio	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	10
Vanadio	µg/l	<2,5	<2,50	<2,5	<2,5	<2,5	250
Zinco	µg/l	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10	3000

Sulla base delle indagini eseguite nel 2016, in riferimento ai parametri analitici considerati, più recenti e riferite specificamente all'area di intervento, il sedimento interessato dall'attività di asportazione risulta essere:

- non pericoloso ai sensi del D.Lgs. 152/06 art. 185 comma 3, quindi può essere spostato liberamente all'interno delle acque superficiali o nell'ambito delle pertinenze idrauliche;
- nel caso di smaltimento in discarica appartenente alla tipologia "fanghi di dragaggio, diversa da quella di cui alla voce 17.05.05", identificata dal codice 17 05 06;
- non contaminato se confrontato con i limiti del D.Lgs. 152/2006 (parte IV, titolo V, allegato 5, tabella 1, colonna A) per l'uso residenziale – verde pubblico;
- conforme al recupero con procedura semplificata ai sensi del Decreto 5 febbraio 1998 (aggiornato con DM 186/2006) per l'individuazione dei rifiuti non pericolosi (Allegato 3) se risultano soddisfatte anche le condizioni previste dall'allegato 1 per coliformi fecali, pesticidi organoclorurati e salmonella;
- conforme ai limiti del DM 27.09.2010 per rifiuti inerti, in considerazione degli analiti esaminati.

Si sottolinea comunque che il quadro analitico presentato non ricomprende, come prassi, l'intero set analitico previsto dalle normative citate, inoltre alcuni degli analiti considerati nell'indagine del 2011 non sono stati analizzati nell'indagine più recente; ciò premesso quindi tali valutazioni sono da intendersi preliminari e parziali e dovranno essere confermate da nuove indagini analitiche immediatamente precedenti alla fase di cantiere. A tal proposito ed a recepimento delle indicazioni di Arpa nel capitolo 9 sono dettagliatamente riportate le attività di monitoraggio che precederanno, accompagneranno e seguiranno le attività di rimozione del sedimento previste.

**Progettisti in ATI**

CO.RI.P. S.r.l.

E&amp;G

DIZETA INGEGNERIA

GRAIA

	Ripristino scarico di fondo della Diga di Pozzillo nel Comune di Regalbuto (Enna) – Progetto Definitivo	APO0304REB_Piano Operativo di Integrazione del PdG – REV1	pag. 54
			Apr-20

Da un punto di vista teorico le operazioni di asportazione del sedimento possono essere svolte a “invaso pieno” o in condizioni di svasso, cioè a serbatoio vuoto. In base alla caratterizzazione del sedimento, esclusa a priori la fluitazione di sedimenti a valle a seguito delle indicazioni dell’Assessorato Regionale dell’Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità (nota n°16516 del 24/04/ 2018), la gestione, ai sensi del DM 30/06/2004, può prevedere le seguenti modalità operative:

- movimentazione interna all’invaso;
- smaltimento come rifiuto, codice CER 170506, in discarica per rifiuti non pericolosi;
- conferimento come rifiuto, codice CER 170506, in impianto di recupero con procedura semplificata ai sensi del DM 05/02/1998;
- conferimento come rifiuto, codice CER 170506, in discarica per inerti ai sensi del DM 27/09/2010;
- riutilizzo del materiale, in accordo con D.Lgs 152/2006 e DPR 120 del 13/06/2017 qualora utilizzabile come terre e rocce da scavo in sostituzione di materiali da cava, per rinterrati, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, miglioramenti fondiari o viari, recuperi ambientali, altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali, in aree con destinazione d’uso “commerciale o industriale” o, in funzione delle caratteristiche dei sedimenti che risultano variabili con la profondità del sedimento, in aree con destinazione d’uso “verde pubblico, privato e residenziale”.

---

**Progettisti in ATI**

CO.RI.P. S.r.l.

E&G

DIZETA INGEGNERIA

GRAIA

	Ripristino scarico di fondo della Diga di Pozzillo nel Comune di Regalbuto (Enna) – Progetto Definitivo	APO0304REB_Piano Operativo di Integrazione del PdG – REV1	pag. 55
			Apr-20

## 6 INTERVENTO PREVISTO

Il serbatoio del Pozzillo, fin dai primi anni di esercizio, è stato oggetto di fenomeni di interrimento che progressivamente hanno interessato gli ambiti più prossimi alla diga, fino a raggiungere gli scarichi di fondo e di fondo sussidiario con un accumulo di sedimenti in corrispondenza delle opere di imbocco dei due scarichi avente attualmente altezza di circa 24 m (quota dei sedimenti circa 341 m s.l.m.).

Considerata l'urgente necessità di avere la disponibilità di uno scarico profondo della diga che ne possa consentire lo svaso completo e ponendosi l'obiettivo di preservare, per quanto possibile, la normale utilizzazione per l'uso irriguo e per la produzione di energia elettrica del serbatoio di Pozzillo, Proprietario/Concessionario e Gestore dell'opera si propongono di ripristinare la funzionalità dello scarico di fondo esistente realizzando una nuova opera di imbocco a quota 333,0 m s.l.m. Tale soluzione non modifica quanto riportato nel Foglio di Condizione per l'Esercizio e la Manutenzione della diga di Pozzillo, in merito alla portata esitata e alla curva di svuotamento del serbatoio fino alla quota degli attuali sedimenti.

Rimandando ai documenti progettuali per i contenuti tecnici, si riporta di seguito una sintetica descrizione delle opere in progetto e delle varie alternative considerate in precedenza; ciò ai fini di meglio comprendere la finalità e le modalità operative degli interventi di gestione del sedimento, oggetto specifico del presente Piano Operativo.

### 6.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Il progetto di ripristino della funzionalità dello scarico di fondo, con nuovo imbocco a quota 333,0 m s.l.m., prevede la realizzazione di alcuni nuovi manufatti necessari per raccordare il nuovo imbocco con la galleria dello scarico di fondo preesistente, oggi interrata a monte delle paratoie dello scarico.

Le nuove opere da realizzare sono:

- **Nuova struttura di imbocco dello scarico di fondo**, posta a quota 333,0 m s.l.m., in prossimità dell'imbocco dell'opera di presa della derivazione di Regalbuto (interasse tra imbocco scarico e opera di presa circa 15 m).
- **Tratto di galleria a debole pendenza**, che si sviluppa per circa 22 m, a valle del raccordo scatolare di collegamento con la nuova opera di imbocco dello scarico.
- **Tratto di galleria inclinata a 45° rispetto all'orizzontale**, che costituirà la discenderia tra quota 333,0 e 317,0 m s.l.m. La discenderia si sviluppa per 22 m circa e si raccorda agli estremi con curve circolari alle due gallerie a debole pendenza poste a quota 333,0 e 317,0 m s.l.m.
- **Pozzo verticale** per la realizzazione delle nuove opere e per l'innesto di queste con la galleria di scarico esistente. Il pozzo avrà profondità di circa 38 m, lo scavo raggiungerà la quota di 315 m s.l.m. circa intercettando la galleria dello scarico di fondo esistente.

Gli interventi sopra citati prevedono due diversi movimentazioni/scavi di materiale solido:

- il dragaggio di circa 12.000 m<sup>3</sup> di sedimento, interamente da riposizionare, come dettagliatamente descritto nel capitolo che segue;

---

#### Progettisti in ATI

CO.RI.P. S.r.l.

E&G

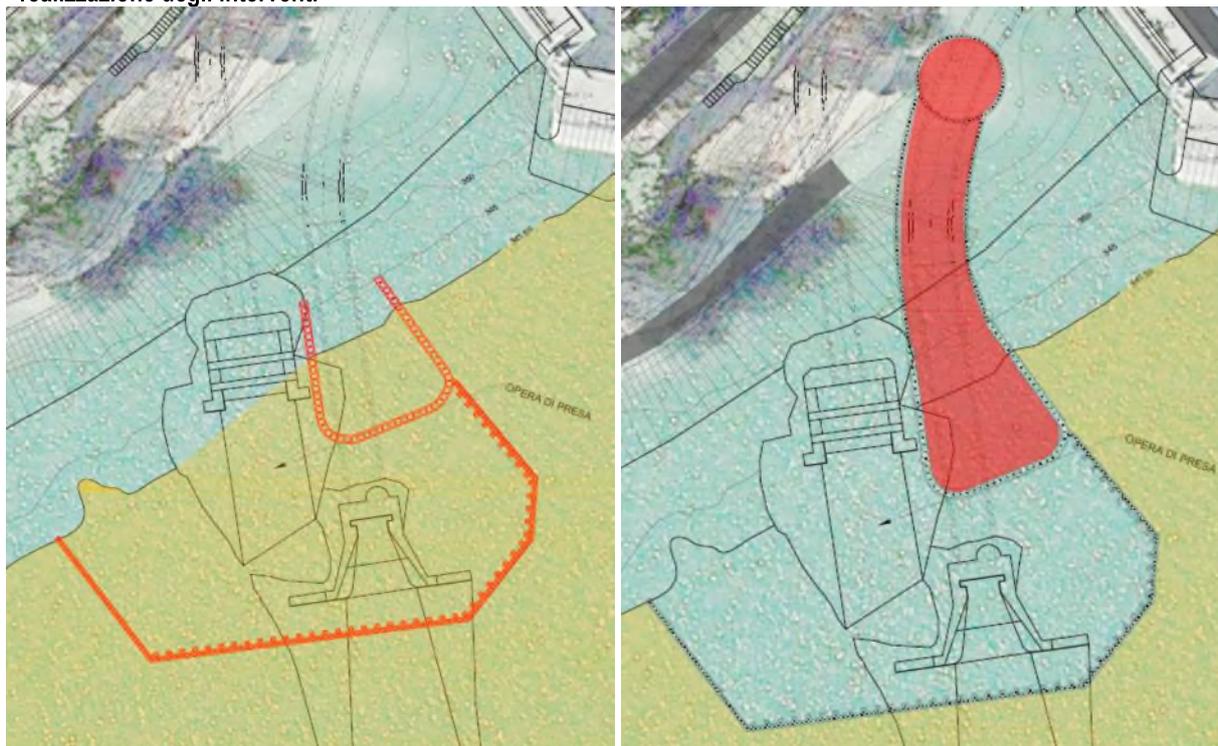
DIZETA INGEGNERIA

GRAIA

- lo scavo in roccia per la realizzazione della galleria e del pozzo. I volumi interessati, non costituiti da sedimento e non ricompresi negli attuali volumi del serbatoio, non sono considerati ai sensi delle previsioni del DM 30 giugno 2004 e quindi non descritti nel presente Piano Operativo; si rimanda per i dettagli agli specifici elaborati progettuali.

Si riporta di seguito la planimetria dell'area di dragaggio e di scavo in sponda sinistra.

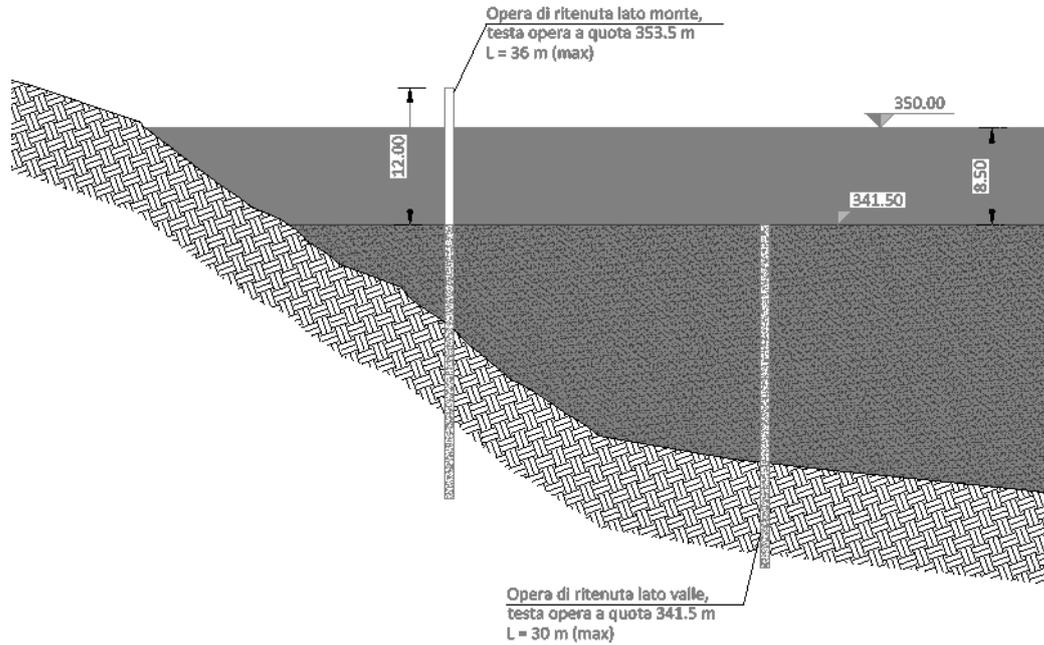
**Figura 6-1: planimetria degli interventi di dragaggio (a sinistra) e di scavo (a destra) estratti dall'elaborato "Fasi di realizzazione degli interventi"**



Considerate le caratteristiche geotecniche dei sedimenti da movimentare mediante dragaggio, a serbatoio pieno, è prevista, la realizzazione di **un'opera di difesa a protezione dell'area di accesso in alveo** a garanzia della sicurezza del personale operante.

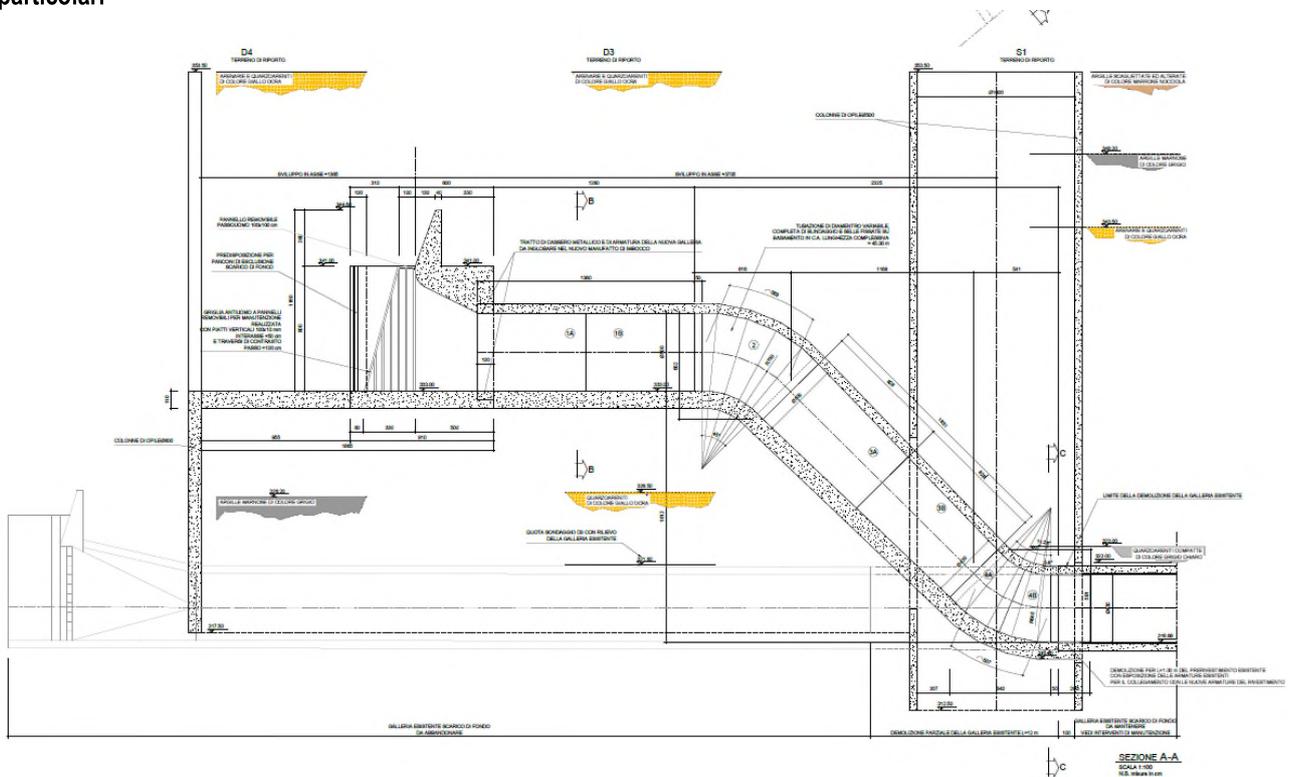
Il progetto prevede la realizzazione di due paratie di protezione, una nell'area antistante all'opera di derivazione elettro-irrigua, costituita da O-Pile di diametro 504 mm in acciaio dello spessore di 16 mm e una nell'area antistante al nuovo imbocco dello scarico di fondo, costituita da O-Pile con diametro 800 mm in acciaio dello spessore di 20 mm.

Figura 6-2: opere di ritenuta O-Pile



Nell'immagine seguente si riporta una sezione che mostra le opere sopra indicate.

Figura 6-3: sezione galleria di progetto tratta dall'elaborato "Nuova galleria scarico di fondo - Sezioni trasversali e particolari"



	Ripristino scarico di fondo della Diga di Pozzillo nel Comune di Regalbuto (Enna) – Progetto Definitivo	APO0304REB_Piano Operativo Integrazione del PdG – REV1	di	pag. 58
				Apr-20

Il progetto prevede inoltre:

- Ripristino delle opere esistenti.
- Opere elettromeccaniche.
- Regimentazione idraulica del versante in sponda sinistra.
- Estensione muro d'ala vasca di dissipazione e manutenzione e pulizia della stessa.
- Interventi di sistemazione delle strade di accesso alle aree di cantiere.
- Opere sussidiarie e accessorie per la gestione e manutenzione della diga.

Per la descrizione delle opere si rimanda agli elaborati progettuali.

Tale soluzione è stata preferita ad altre in quanto, come evidenziato dai rilievi batimetrici eseguiti, allo stato attuale l'invaso non dispone di un significativo volume liquido da vuotare a quota inferiore rispetto alla presa dell'opera di derivazione (soglia a quota 333,0 m s.l.m.), inoltre non sono individuabili soluzioni tecniche ed ambientali che consentano di rimuovere con immediatezza l'intero volume di sedimenti che giacciono a ridosso del paramento diga fino all'imbocco degli scarichi di fondo.

La soluzione progettuale proposta consente di limitare le interferenze tra la realizzazione della nuova opera di imbocco dello scarico di fondo e la normale gestione dell'invaso e persegue l'obiettivo di rendere efficiente lo scarico di fondo in tempi più contenuti mediante la contrazione delle diverse fasi di progettazione, autorizzazione ed esecuzione dei lavori.

Per i dettagli relativi alla successione delle operazioni con le relative tempistiche si allega al presente documento il cronoprogramma di cantiere.

## **6.2 SINTESI DELLE FASI GESTIONALI CHE HANNO DETERMINATO L'INTERRIMENTO DELLO SCARICO DI FONDO.**

Il significativo apporto di sedimento al bacino è stato gestito per lungo tempo, come accennato in premessa, con frequenti aperture degli scarichi profondi e periodici svassi del serbatoio che hanno permesso di mantenere in efficienza gli scarichi di fondo, fino all'inizio degli anni novanta. A seguito della richiesta (1994-1995) dei Responsabili del Consorzio di Bonifica di Enna tali "cacciate" vennero sospese e nel giro di pochi anni la funzionalità degli scarichi di fondo e sussidiario è stata compromessa. I diversi tentativi effettuati negli anni successivi per ripristinare la funzionalità dello scarico di fondo hanno avuto esito negativo.

## **6.3 SINTESI DELLE SCELTE PROGETTUALI ESAMINATE**

Di seguito si riportano, sinteticamente, i vari progetti presi in considerazione fino ad oggi, che hanno portato ad una significativa riduzione del quantitativo di sedimento da rimuovere e alla possibilità di eseguire le attività previste senza dover effettuare lo svasso completo del bacino. Si ritiene utile la disamina delle opzioni pregresse poiché la loro valutazione in termini di vantaggi/svantaggi consente di apprezzare meglio le motivazioni della scelta proposta.

	Ripristino scarico di fondo della Diga di Pozzillo nel Comune di Regalbuto (Enna) – Progetto Definitivo	APO0304REB_Piano Operativo di Integrazione del PdG – REV1	pag. 59
			Apr-20

### **6.3.1 INIZIATIVE PROGETTUALI DEL PERIODO 1999 – 2012**

Nel 1999 l'ENEL, in qualità di Gestore della diga, a seguito delle prescrizioni del Servizio Nazionale Dighe, ha predisposto una relazione tecnica di sintesi, unitamente a disegni esplicativi di un intervento, per la rimozione parziale dell'interrimento allo scopo di ripristinare l'efficienza delle opere di presa e di scarico, datata maggio 1999. Tale relazione, prima dell'elaborazione progettuale, proponeva due soluzioni tecnico-economiche sulle possibilità di smaltimento del materiale da rimuovere in prossimità dello scarico.

La prima soluzione proposta prevedeva la posa dei sedimenti, rimossi in prossimità degli scarichi, in vasche di accumulo a valle della diga in condizioni di elevata concentrazione, per l'essiccazione ed il successivo conferimento a discarica o in aree di deposito mediante carico e trasporto con autocarri.

La seconda soluzione proposta prevedeva l'allontanamento dei sedimenti mediante diluizione attraverso le acque derivate dalla centrale idroelettrica ed immesse poi nella rete irrigua.

La diluizione dei sedimenti rimossi attraverso le acque derivate veniva scartata dai Rappresentanti dei Consorzi perché tale metodo avrebbe potuto compromettere la funzionalità degli impianti di irrigazione e causare interrimenti alle vasche di accumulo.

In data 27.11.2001 è stata nominata una Commissione Tecnica, presieduta dal Prof. Ing. Salvatore Indelicato in qualità di Vice Commissario per l'Emergenza Idrica, composta da tecnici delegati dai Consorzi di Bonifica e dalla Società Enel Green Power. La Commissione ha redatto uno studio di fattibilità per il ripristino della funzionalità dello scarico di fondo e dello scarico di fondo sussidiario della diga, datato maggio 2002, prevedendo l'utilizzo dei sedimenti da rimuovere a monte della diga, previo trattamento di essiccazione in apposite vasche di drenaggio, nell'ambito dei lavori di sistemazione dell'alveo del Salso a valle della diga. Il progetto di sistemazione dell'alveo veniva redatto all'epoca dal Genio Civile di Enna. I lavori di sistemazione dell'alveo del Salso, come le attività di dragaggio dei sedimenti in prossimità degli scarichi della diga, non furono mai avviati.

Nell'agosto 2005 Enel Produzione Ingegneria Civile Idraulica ha redatto per la diga di Pozzillo "considerazioni su possibili interventi per il ripristino della funzionalità degli organi di scarico", al fine di offrire un contributo al processo di valutazione finalizzato alla definizione, da parte del Concessionario e degli Organismi Regionali competenti, di un progetto definitivo di intervento.

Preso atto anche delle precedenti ipotesi progettuali per ripristinare gli scarichi profondi della diga veniva individuata la soluzione del dragaggio dei sedimenti che ostruivano l'imbocco degli scarichi che avrebbero potuto essere:

- a) smaltiti attraverso i sistemi di distribuzione irrigua (in concentrazioni molto diluite);
- b) rilasciati direttamente in alveo a valle diga;
- c) addensati, riducendone il volume per essiccazione e quindi inviati a definitiva destinazione (si ipotizzavano conferimento in discarica, a terzi per eventuali riutilizzi, deposito dei sedimenti all'interno o in prossimità dell'invaso oppure a valle diga).

Nello stesso documento venivano prospettati anche nuovi approcci progettuali con l'obiettivo di recuperare l'efficienza di un singolo scarico profondo o per limitare il progredire dell'interrimento:

---

#### **Progettisti in ATI**

CO.RI.P. S.r.l.

E&G

DIZETA INGEGNERIA

GRAIA

	Ripristino scarico di fondo della Diga di Pozzillo nel Comune di Regalbuto (Enna) – Progetto Definitivo	APO0304REB_Piano Operativo di Integrazione del PdG – REV1	pag. 60
			Apr-20

a) ripristinare il solo scarico di fondo (essendo comunque esigua la portata di progetto dello scarico di fondo sussidiario);

b) realizzare un'opera di imbocco dello scarico di fondo a quota superiore al fine di ridurre il volume di sedimenti da rimuovere;

c) rimuovere i sedimenti depositati alle quote più elevate al fine di rallentare l'afflusso di nuovi sedimenti nella zona degli imbocchi degli scarichi nelle more dell'esecuzione dell'intervento di ripristino.

Nel 2010 sono state eseguite indagini batimetriche e di caratterizzazione dell'invaso, completate nell'aprile 2011, per redigere il progetto di gestione dell'invaso di Pozzillo (art. 40 D.Lgs. 152/199 e D.M. 30/06/2004).

La soluzione per il ripristino degli scarichi prospettata dallo studio di fattibilità del maggio 2002, che prevedeva la rimozione dei sedimenti che ostruiscono gli scarichi, a seguito dei risultati della caratterizzazione e del rilievo batimetrico del 2011, viene rielaborata sostanzialmente. **Il volume di sedimenti da rimuovere è stimato in circa 550.000 m<sup>3</sup>**, la loro sistemazione finale deve essere individuata tra:

- il riutilizzo nel sito di produzione o in situ con caratteristiche analoghe, se corrispondente alla destinazione d'uso "industriale e commerciale" (in terrapieni impermeabilizzati stante la caratterizzazione degli eluati);
- lo smaltimento come rifiuto, codice CER 170506, in discarica per inerti o in discarica per rifiuti non pericolosi (in funzione delle caratteristiche dei sedimenti variabili in funzione dell'area dell'invaso interessata dalla rimozione);
- la movimentazione dei sedimenti esclusivamente con rilascio all'intero dell'invaso (utilizzando metodologie di dragaggio o fluitazione e controllandone concentrazione e persistenza in sospensione).

Il progetto di gestione dell'invaso, redatto da Enel Produzione Ingegneria Civile Idraulica nel settembre 2012, demandava ad uno specifico e successivo Piano Operativo di integrazione del Progetto di Gestione, il progetto della rimozione dei sedimenti finalizzato al ripristino degli scarichi profondi della diga.

L'Ufficio Tecnico per le Dighe di Palermo esaminato il Progetto di Gestione, con nota 0006165 del 12/02/2014, ha evidenziato che, ai fini della sicurezza della diga, il PdG di Pozzillo doveva essere "reso coerente con gli obiettivi di ripristino della funzionalità degli organi di scarico profondi della diga e della rimozione dei sedimenti a ridosso del paramento dello sbarramento" e ha chiesto di integrare il PdG con il progetto esecutivo del ripristino degli scarichi profondi della diga.

### **6.3.2 PROGETTO PRELIMINARE SETTEMBRE 2014**

La soluzione presentata nel 2014 proponeva di realizzare una nuova opera di imbocco a quota 333,0 m s.l.m., prevedendo una tramoggia antistante l'opera di presa con pendenza del 20% e la **rimozione, tramite dragaggio a bacino pieno, di 55.000 m<sup>3</sup> di sedimenti**, per i quali era prevista la sistemazione per mezzo di geotubi da 4 m di diametro, con un riempimento nominale per metro lineare di 10 m<sup>3</sup>. I 5.500 m di geotubi dovevano essere ubicati all'interno dell'invaso. Quale opzione alternativa il materiale poteva essere smaltito in discarica o avviato a recupero. **Tale soluzione progettuale prevedeva lo svasso completo del lago per un periodo stimato di almeno 3 mesi.**

---

#### **Progettisti in ATI**

CO.RI.P. S.r.l.

E&G

DIZETA INGEGNERIA

GRAIA

	Ripristino scarico di fondo della Diga di Pozzillo nel Comune di Regalbuto (Enna) – Progetto Definitivo	APO0304REB_Piano Operativo Integrazione del PdG – REV1	di	pag. 61
				Apr-20

### 6.3.3 PROPOSTA PROGETTUALE LUGLIO 2018

L'analisi in corso ha evidenziato una serie di criticità rilevanti per quanto riguarda il cantiere e la gestione dell'invaso:

- Le caratteristiche del sedimento non consentono alcuna pendenza delle scarpate della tramoggia ipotizzata.
- La paratia di pali tradizionali prevista, risulta tecnicamente impossibile da realizzare nel substrato roccioso presente; inoltre, essendo realizzata ad invaso pieno, i pali potrebbero essere messi in opera solo accostati e non compenetranti. La paratia occluderebbe sia lo scarico di fondo che l'opera di presa impedendo la deviazione del corso d'acqua durante il periodo di svasso completo.
- La realizzazione dello scavo in galleria richiede lo svasso completo del lago e presenta importanti difficoltà tecnico realizzative per il basso ricoprimento; richiede inoltre interventi di difesa da possibili filtrazioni di falda (iniezioni) di entità difficilmente quantificabile.

Ulteriori problematiche sono emerse dalle modalità di gestione dei sedimenti inizialmente previste:

- I geotubi previsti dalla prima versione del progetto Enel non sono utilizzabili per via delle caratteristiche del sedimento.
- L'ubicazione delle vasche di decantazione e deposito all'interno dell'invaso previste dalla seconda versione del progetto Enel non è stata individuata.

Al fine di risolvere il problema della tramoggia e della paratia, la soluzione individuata consiste nell'impiego di una tecnologia innovativa per realizzare un sistema di ritenuta con "O-Pile", mentre lo scavo in galleria sarebbe rimpiazzato da uno in trincea. **Questi accorgimenti permettono di evitare lo svasso completo del bacino e riducono notevolmente il volume di sedimenti da asportare (circa 12.000 m<sup>3</sup>).**

Le attività di rimozione e di gestione del sedimento sono dettagliatamente descritte nel capitolo che segue.

## 7 ASPORTAZIONE DEL SEDIMENTO

In questo capitolo si riportano gli interventi previsti per la gestione del sedimento da rimuovere, tramite pompaggio, ai fini dell'esecuzione delle attività di ripristino della funzionalità dello scarico di fondo.

**La soluzione progettuale proposta, con l'uso di opere di ritenuta fino a quota 353,50 m s.l.m., non richiede in fase di realizzazione lo svasso completo del serbatoio e, relativamente alla gestione dei sedimenti, prevede la rimozione di circa 12.000 m<sup>3</sup>, anziché 55.000 m<sup>3</sup> inizialmente previsti, e il loro smaltimento fuori dal bacino.**

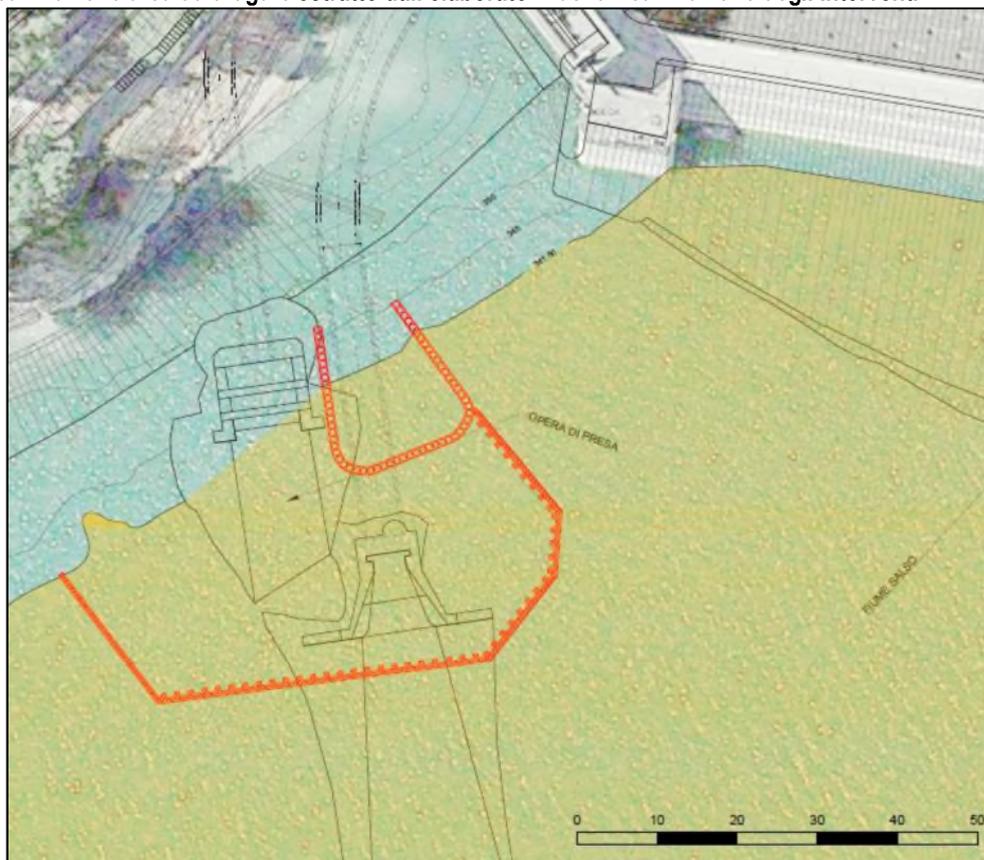
Le fasi operative individuate nell'ambito dell'asportazione del sedimento, descritte dettagliatamente nei prossimi paragrafi, sono le seguenti:

1. rimozione tramite dragaggio;
2. disidratazione tramite trattamento meccanico;
3. smaltimento.

### 7.1 DRAGAGGIO

Per realizzare la nuova opera di imbocco dello scarico di fondo con soglia a quota 333,0 m e ripristinare l'opera di derivazione elettro-irrigua, deve essere dragata un'area con una superficie di circa 2000 m<sup>2</sup> al fine di rimuovere i circa 12.000 m<sup>3</sup> di sedimenti presenti. Nell'immagine seguente si riporta la localizzazione delle opere di ritenuta (O-Pile) in rosso, che delimitano l'area da dragare.

Figura 7-1: localizzazione area da dragare estratto dall'elaborato "Fasi di realizzazione degli interventi"

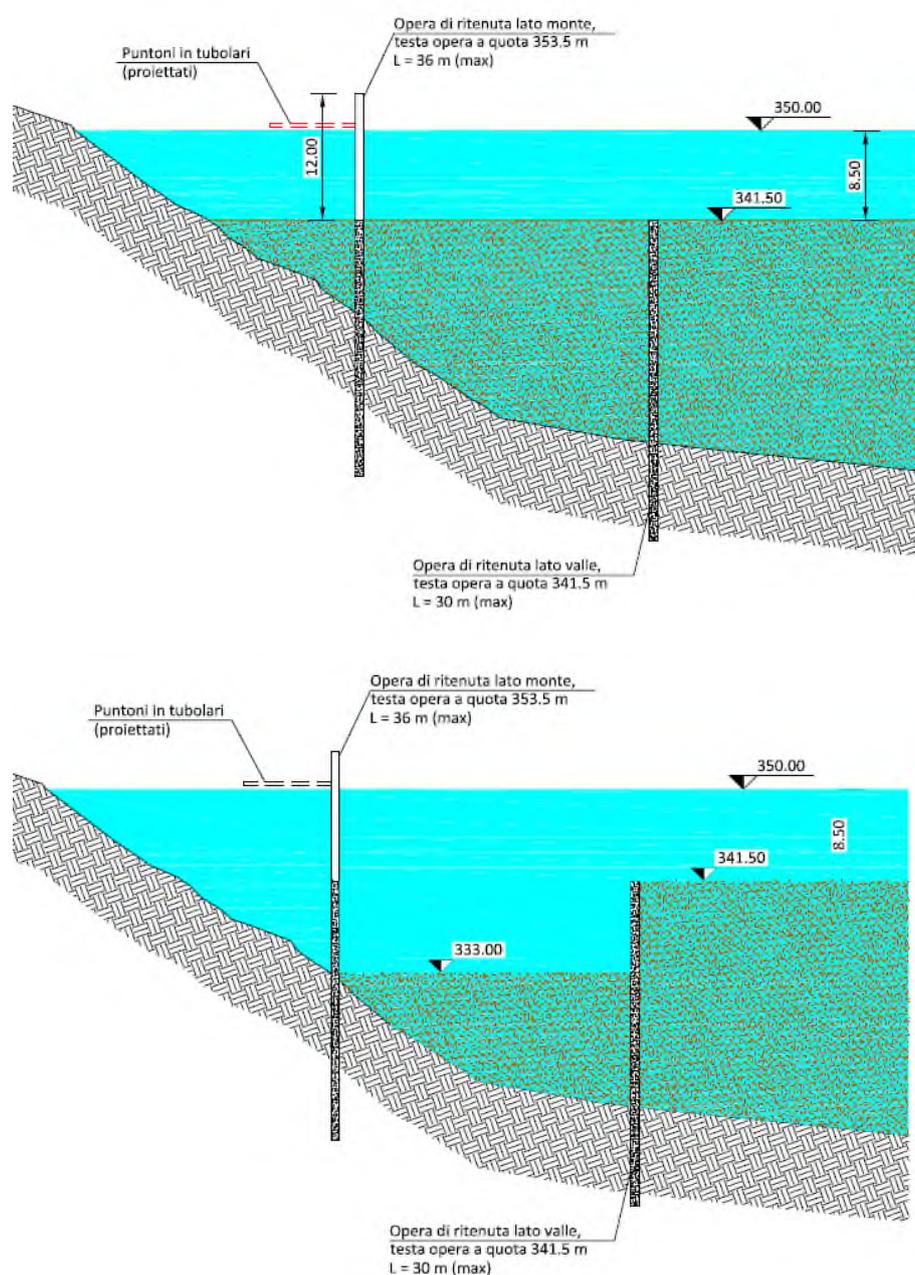


Il materiale da asportare è costituito principalmente da argilla, con una percentuale superiore al 60%, e limo, con una percentuale superiore al 30%; è presente una frazione di sabbia marginale (intorno al 3%).

Durante le operazioni gli organi di scarico profondi della diga saranno tenuti chiusi, e verranno riaperti solo al termine delle attività.

L'attività di dragaggio prevede di rimuovere inizialmente il sedimento presente a monte, in corrispondenza del punto dove verrà realizzato il nuovo imbocco dello scarico di fondo e poi quello che ostruisce l'opera di derivazione, nell'area confinata tra le due paratoie di O-Pile. Nelle immagini seguenti si riporta una schematizzazione dell'attività di dragaggio.

**Figura 7-2: rimozione dei sedimenti estratti dall'elaborato "Opere di difesa e dragaggio: Fasi di realizzazione"**



In base alle caratteristiche del bacino e alle esigenze gestionali (stagione irrigua), il cronoprogramma del cantiere dovrà tenere in considerazione che:

- Indicativamente tra maggio e settembre le attività devono essere sospese per consentire la derivazione a scopo irriguo;
- i mesi di gennaio, febbraio e marzo potrebbero essere interessati da eventi di piena.

Per la rimozione del sedimento è previsto l'impiego di un sistema dragante costituito da una pompa idraulica sommergibile, munita di escavatori idraulici meccanici per la disgregazione del materiale, che grazie ad un regime di rotazione estremamente ridotto (50 rpm) permettono di ridurre al minimo l'eventuale produzione di torbidità. La pompa è caratterizzata da un sistema di compensazione idraulica necessaria per il raggiungimento della profondità di scavo progettuale.

Figura 7-3: esempio di pompa idraulica sommergibile

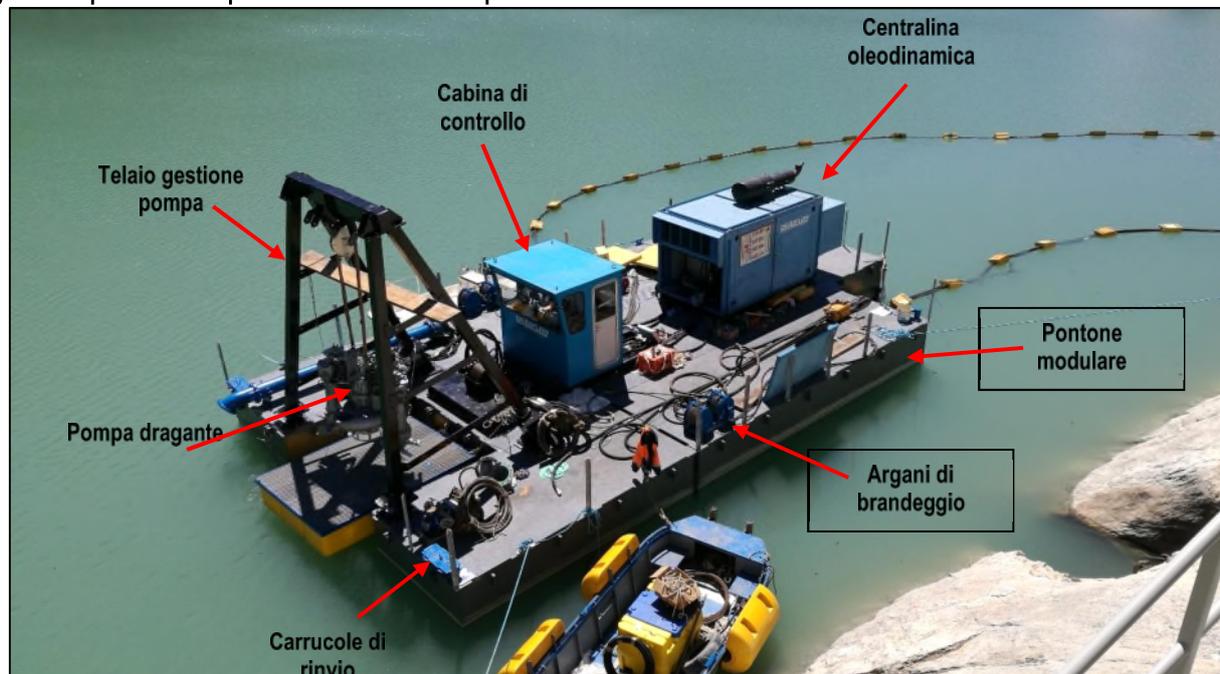


In supporto ai disgregatori idraulici può essere installato un disgregatore *jet-ring*. Tale sistema è costituito da una pompa che invia acqua ad alta pressione attraverso ugelli posti intorno alla pompa di dragaggio.

Per ridurre l'eventuale torbidità che si genera durante le fasi di dragaggio, può essere installata intorno alla pompa e ai disgregatori idraulici una struttura metallica (campana antitorbidità). Il sistema di dragaggio necessita di una serie di attrezzature e strumentazioni complementari (centralina oleodinamica, cabina di

controllo, argani di brandeggio, argano pompa e gruppo elettrogeno) che vengono installate su pontone, come schematicamente rappresentato nell'immagine che segue.

**Figura 7-4: pontone completo con le diverse componenti**



In termini di posizionamento dei macchinari, è prevedibile che la parte più vicina alla sponda possa essere dragata con una pompa installata su una gru a riva, mentre la restante parte sarà dragata tramite installazione del sistema su pontone descritto.

La miscela acqua-sedimento aspirata dalla pompa viene convogliata al sito di trattamento attraverso tubazioni in PE di due tipologie: tubazione flessibile che collega la pompa aspirante-refluente con il misuratore di portata (tratto in aspirazione) e tubazione rigida che convoglia la miscela acqua-sedimenti (tratto in mandata).

Per la misura della portata della miscela acqua sedimento viene generalmente utilizzato un sensore elettromagnetico installato sulla tubazione di mandata. Al fine di migliorare la produttività monitorando la densità della miscela transitante all'interno della tubazione, al misuratore di portata elettromagnetico può sostituirsi un misuratore ad ultrasuoni che consente di determinare la densità della miscela.

**Figura 7-5: esempio di cantiere**

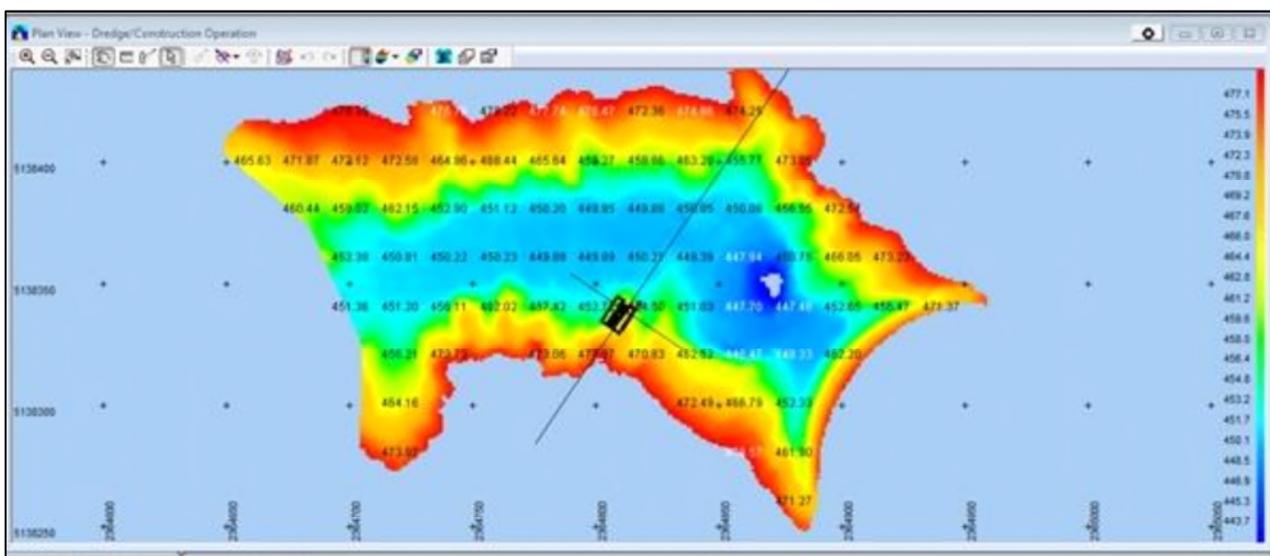
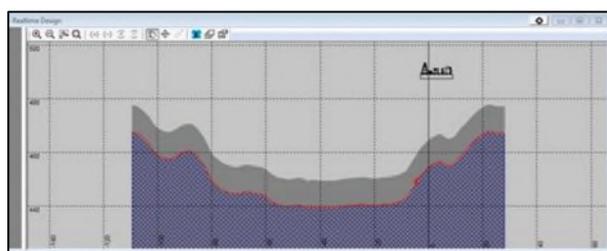
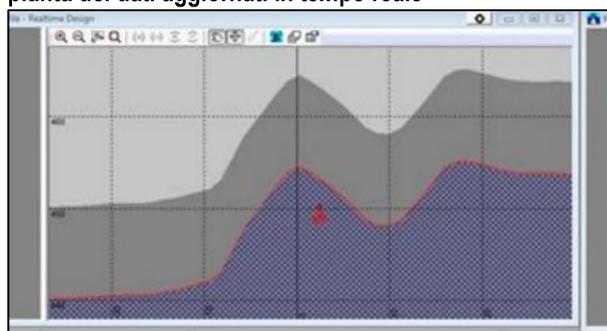
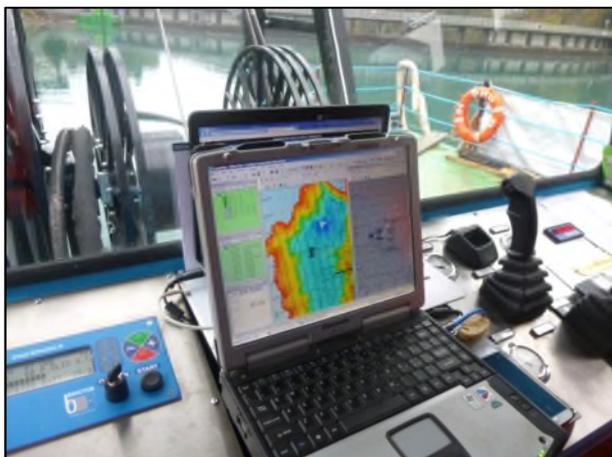


La posizione del pontone all'interno dell'area di intervento è fondamentale per la verifica ed il controllo della rimozione del materiale. Il posizionamento nello spazio è effettuato tramite un'antenna GPS posta sul vertice del telaio di sostegno della pompa. Tramite un'antenna radio il GPS comunica con una stazione fissa posta a terra avente coordinate note. Tale sistema, appositamente sviluppato per il controllo della precisione in operazioni di scavo o dragaggio, è basato sull'uso di un software, formato da vari moduli, studiato in particolare per il posizionamento del pontone e il monitoraggio ad alta precisione della profondità dello scavo, con elaborazione dei dati registrati durante le attività di dragaggio.

Per l'acquisizione della posizione del pontone è utilizzato un ricevitore GPS a doppia antenna in grado di fornire la posizione planimetrica (precisione inferiore a  $\pm 2$  cm dal punto di vista planimetrico).

Il software è in grado di utilizzare il dato del misuratore di profondità in modo da determinare univocamente la posizione verticale della pompa sommersa. La mappa caricata sul modulo profiler costituisce la base sulla quale si potrà visualizzare la posizione del pontone e l'avanzamento dei lavori. Infatti, anche le batimetrie dell'area di dragaggio si aggiorneranno ai vari passaggi della pompa, cambiando automaticamente i colori sullo schermo e completando un quadro di informazioni necessarie alle operazioni di scavo. L'operatore sarà quindi in grado di visualizzare in tempo reale sia la posizione planimetrica che la quota batimetrica della testa dragante, rispetto alla zona di scavo. I colori sullo schermo cambiano in tempo reale durante il dragaggio, permettendo all'operatore di visualizzare sempre con certezza le zone dragate e quelle ancora da dragare, con le relative profondità. Il sistema profiler interfaccia le informazioni pre-esistenti (batimetria dello stato pre lavori) con le informazioni in tempo reale provenienti dall'apparecchiatura sopra descritta. Queste informazioni sono rappresentate su uno schermo sia in pianta che in sezione, come da immagini che seguono, e consentono agli operatori il pieno e costante controllo dell'attività di asportazione.

Figura 7-6: cabina di comando e visualizzazione in sezione e in pianta dei dati aggiornati in tempo reale



Il sistema disgregante/pompante, considerando un rapporto solido liquido prossimo ad 1 a 10, può arrivare a trattare sino a 600 m<sup>3</sup>/ora di miscela. Teoricamente, procedendo in continuo (8 ore al giorno), in assenza di imprevisti, la fase di dragaggio completerebbe la rimozione del volume interessato (circa 120.000 m<sup>3</sup>) in circa 25 giorni lavorativi.

In realtà questa fase sarà di durata significativamente maggiore di quanto indicato.

La dimensione e quindi la capacità di rimozione della strumentazione utilizzata e conseguentemente la durata della fase di rimozione attraverso pompaggio verranno calibrate sulla base del sistema di trattamento meccanico del sedimento, illustrato nel paragrafo che segue.

## 7.2 DISIDRATAZIONE

Poiché la fase precedentemente descritta genera una miscela solida/liquida, la destinazione finale, descritta nel paragrafo che segue, necessita di un intervento di disidratazione dei volumi pompati.

In particolare questa attività presenta i seguenti elementi di vincolo:

- Volume complessivo di sedimento da trattare pari a circa 12.000 m<sup>3</sup>.
- Contenuto iniziale di sedimento presente nella miscela in fase di dragaggio circa 10%.
- Volume totale di miscela solido-liquido da trattare pari a circa 120.000 m<sup>3</sup>.
- Periodo previsto per le attività di dragaggio circa 8 mesi (continuativi).
- Le attività devono essere sospese per consentire la derivazione a scopo irriguo, indicativamente nel periodo tra maggio e settembre.
- Nella stagione piovosa, indicativamente tra gennaio e marzo, il cantiere potrebbe essere rallentato/momentaneamente interrotto per fenomeni di piena.
- Area destinata al trattamento della miscela individuata in sponda destra pari a circa 3.000m<sup>2</sup> (ricompresa nell'area di cantiere più vasta).
- Umidità consentita nel materiale disidratato pari al 20% nel caso di scarica per inerti.

La soluzione di trattamento proposta è la disidratazione: la miscela acqua-sedimento viene trattata per separare la frazione solida (sedimento) dalla frazione liquida (acqua chiarificata).

Ai sensi del DDG 710 del 7/5/2012 (art. 5 comma 3) le aree di cantiere da predisporre per tali attività sono state individuate considerando la disponibilità di aree esterne all'invaso raggiungibili da strade esistenti, di aree che abbiano naturale pendenza idonea per la raccolta delle acque del processo di disidratazione ed evitando aree limitrofe ad aree di dissesto. Considerati tali vincoli è stata individuata, per il trattamento di disidratazione dei sedimenti dragati e lo stoccaggio, l'area demaniale presente in sponda destra in prossimità dello sbarramento, indicata nella figura seguente.

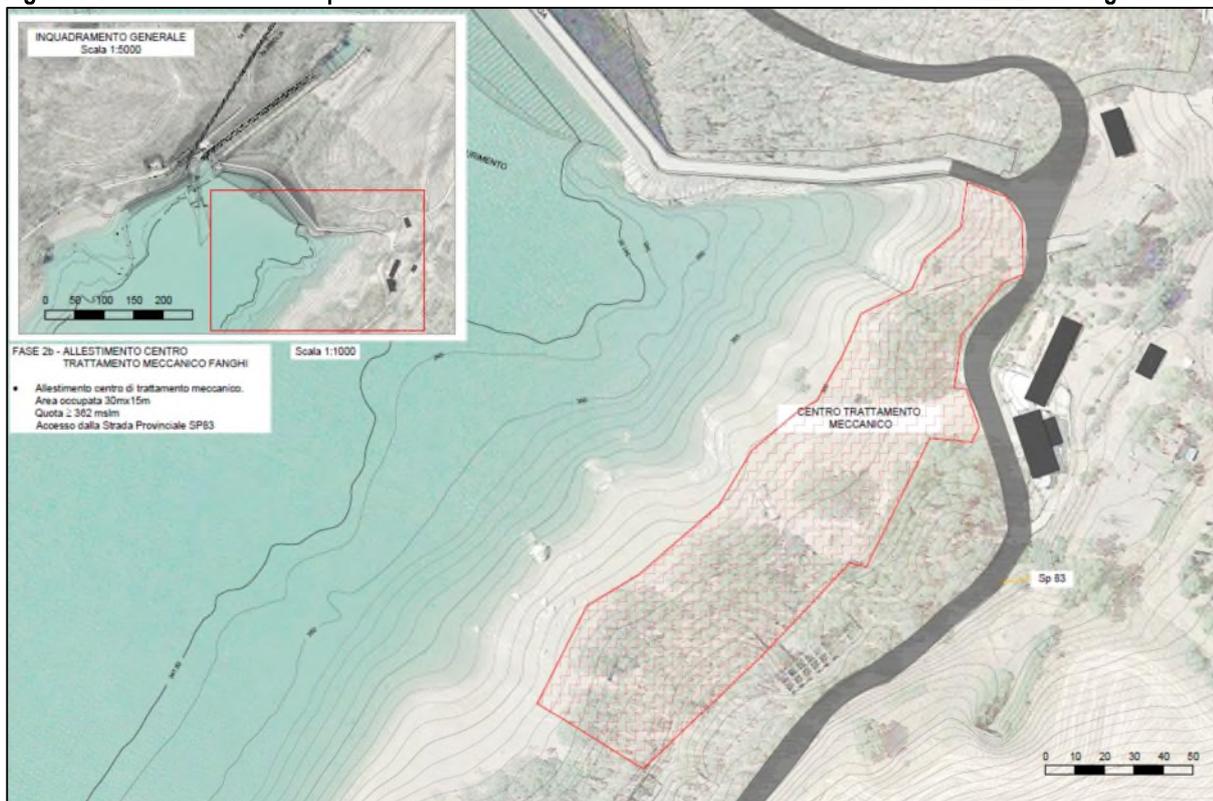
L'area, ricompresa nell'area di cantiere 2, si trova a circa 350 m dal punto di dragaggio, ha un'estensione di circa 3.000 m<sup>2</sup> è posta tra le quote 367-369 m s.l.m. e nelle vicinanze è inoltre presente il tracciato della Strada Provinciale N.83.

Il dislivello da superare per il dragaggio e trasporto del materiale dell'area di stoccaggio è di 35-40 m.

Figura 7-7: localizzazione aree di cantiere



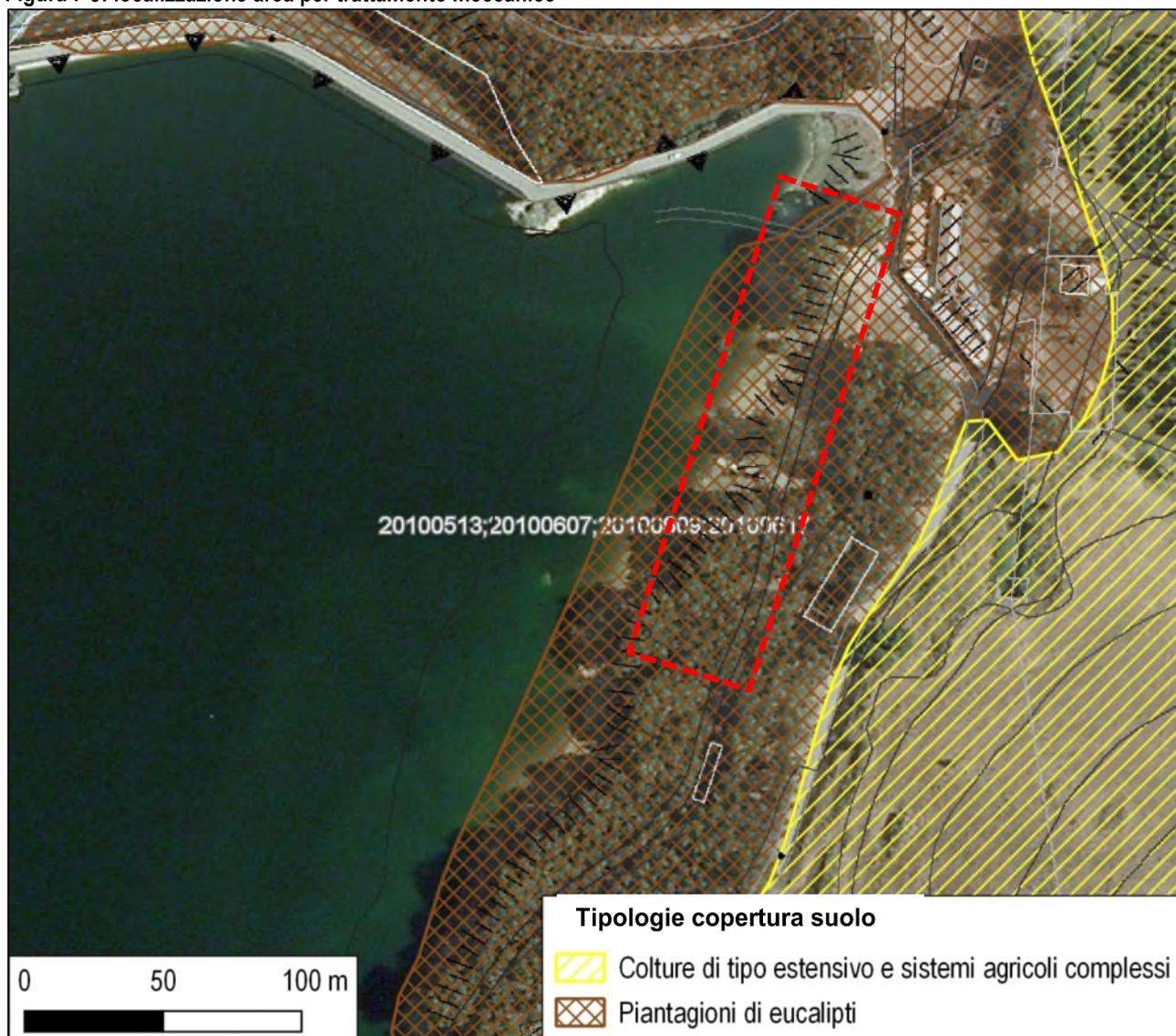
Figura 7-8: localizzazione area per trattamento meccanico estratta dall'elaborato "Fasi di realizzazione degli interventi"



Si riporta di seguito uno zoom dell'area sopra indicata, sovrapposta alla cartografia del Sistema Informativo di Carta della Natura della Regione Sicilia (ISPRA, 2013. Dati del Sistema Informativo di Carta della Natura della Regione Sicilia), che conferma quanto riportato nel PdG della ZSC.

L'area interesserà una piccola porzione dell'area identificata come "Piantagioni di eucalipti" presente sulla sponda destra dell'invaso. Tale copertura vegetale, creata attraverso piantumazioni artificiali, risulta comune lungo le sponde del Lago del Pozzillo. Dall'immagine sopra riportata si può osservare che la maggior parte dell'habitat si estende lungo la sponda, a monte della zona interessata dai lavori e non verrà modificato dalle attività di cantiere previste.

**Figura 7-9: localizzazione area per trattamento meccanico**



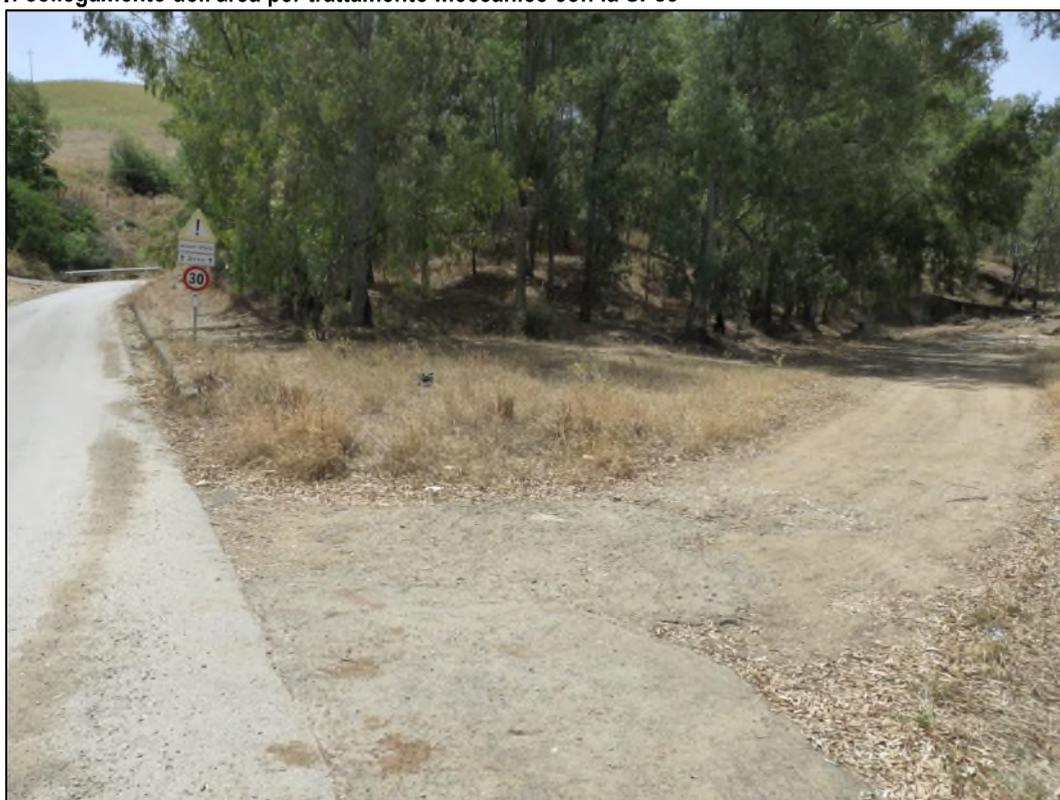
Come risulta evidente dalle immagini sotto riportate l'area è stata interessata, in passato, dal cantiere della costruzione della diga, di cui rimangono alcuni resti parziali in cemento oltre alla strada di accesso. Alla luce di questi elementi risulta evidente che l'allestimento temporaneo del cantiere in quest'area non apporterebbe

significative conseguenze rispetto alla situazione attuale, ad eccezione del taglio di alcune piante, nel caso in cui si rendesse necessario per l'alloggiamento della strumentazione necessaria al trattamento del sedimento. Al termine dei lavori l'area verrà completamente ripristinata.

**Figura 7-10: immagini area per trattamento meccanico**



**Figura 7-11: collegamento dell'area per trattamento meccanico con la SP83**



L'impianto di trattamento dei sedimenti rimossi dal bacino verrà allestito con attrezzature/impianti mobili "containerizzabili", nonché piccole strutture di completamento anche di tipo prefabbricato. Prima dell'allestimento dell'impianto si procederà alla rimozione di parti di manufatti in cemento armato, residui del

cantiere di costruzione della diga e allo spianamento e sistemazione del fondo per ospitare le attrezzature previste.

La miscela acqua-sedimento, in base alle informazioni ad oggi disponibili e alle esperienze acquisite in attività analoghe già effettuate, può essere trattata tramite impianti a filtropressa o centrifuga.

A titolo puramente esemplificativo si riportano in maniera sintetica le principali caratteristiche dei due possibili impianti.

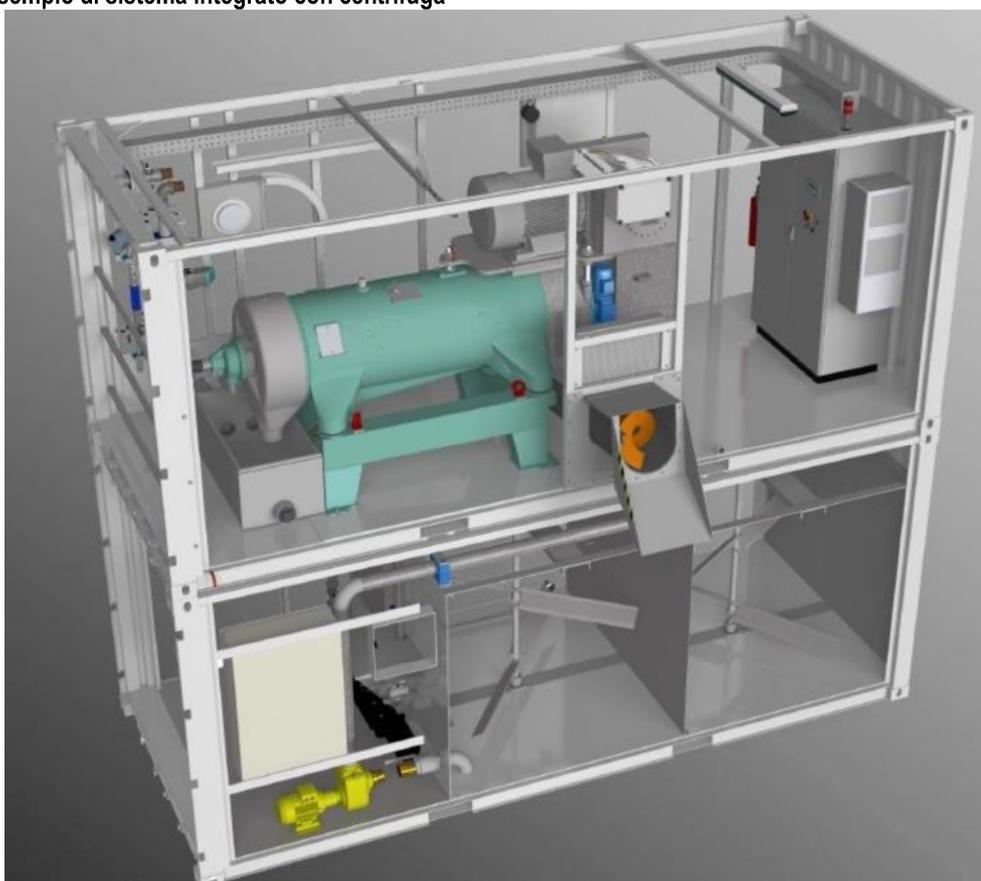
L'impianto di trattamento a filtropressa prevede una vasca di decantazione (ispessitore) dove, con l'ausilio di un polielettrolita, viene favorita la sedimentazione del materiale più leggero. A seguito di un periodo di decantazione (alcune ore), con il quale si ottiene una ulteriore perdita di contenuto di acqua, tramite una pompa da fanghi, il materiale viene inviato in una serie di camere formate fra piastre metalliche (filtropressa), ciascuna rivestita da teli filtranti. La pressione sul fango viene determinata in una prima fase dalle pompe idrauliche di alimentazione di tipo monovite e nella fase successiva dalla pressione esercitata dalle membrane gonfiate dall'acqua del circuito di strizzazione. Il fango disidratato esce da questo passaggio e viene scaricato nelle coclee che lo convogliano verso l'area di stoccaggio. L'acqua proveniente dalla filtrazione del fango, se non riutilizzata dall'impianto, viene sottoposta a monitoraggio e previa autorizzazione allo scarico, viene reimpressa nel bacino senza ulteriori trattamenti, nel rispetto dei limiti normativi e di quelli specifici imposti dagli enti competenti, o trattata nel caso di superamento di tali limiti.

**Figura 7-12: esempio di filtropressa**



Nell'impianto di trattamento a centrifuga la miscela acqua/sedimento, prima di essere trattata viene arricchita di una soluzione, preparata in vasche apposite, contenente un polielettrolita (specifico per il materiale da trattare) che favorisce la sedimentazione del materiale solido presente nella miscela. Il principio di funzionamento della centrifuga si basa sulla differenza di peso specifico delle sostanze da separare. La separazione avviene nella parte interna di un contenitore cilindrico-conico (tamburo) che ruota a elevata velocità, accelerando il processo di sedimentazione/separazione. Il materiale solido si deposita sulle pareti interne del tamburo, mentre il liquido forma un anello nel suo interno. Attraverso una coclea il materiale solido viene rimosso e veicolato verso l'esterno. L'acqua proveniente dal trattamento del fango, se non riutilizzata dall'impianto, viene sottoposta a monitoraggio e previa autorizzazione allo scarico, viene reimpressa nel bacino senza ulteriori trattamenti, nel rispetto dei limiti normativi e di quelli specifici imposti dagli enti competenti, o trattata nel caso di superamento di tali limiti.

**Figura 7-13: esempio di sistema integrato con centrifuga**



Dagli impianti sopra descritti è possibile avere una produzione di sedimento di circa 100 m<sup>3</sup>/giorno. Teoricamente, procedendo in continuo (8 ore al giorno), la fase di disidratazione completerebbe il trattamento del volume interessato (circa 12.000 m<sup>3</sup>) in circa 120 giorni lavorativi.

	Ripristino scarico di fondo della Diga di Pozzillo nel Comune di Regalbuto (Enna) – Progetto Definitivo	APO0304REB_Piano Operativo di Integrazione del PdG – REV1	pag. 74
			Apr-20

Il materiale, al termine del processo, potrebbe non raggiungere la percentuale di umidità richiesta per il conferimento, in questo caso si può prevedere una breve sistemazione in cumuli prima del caricamento e trasporto per favorire la naturale riduzione dell'umidità.

Le aree di stoccaggio del sedimento saranno opportunamente impermeabilizzate e delimitate con cordoli, ai fini di prevenire eventuali infiltrazioni nel terreno o percolazioni delle acque di risulta. Alla fine di ciascuna giornata di lavoro, i cumuli di sedimenti disidratati dovranno essere coperti con teli in LDPE dello spessore minimo di 0,3 mm (o in altro materiale con analoghe caratteristiche) per evitare il dilavamento da parte di acque meteoriche e la diffusione di polveri in caso di vento. Le aree di deposito saranno inoltre protette da apposite barriere antipolvere.

I teli dovranno garantire buone caratteristiche di resistenza meccanica e di flessibilità e dovranno essere posati in modo da ottenere un'adeguata sovrapposizione, per facilitare lo scorrimento delle acque di pioggia e dovranno essere opportunamente fissati alle estremità e zavorrati.

### 7.3 SMALTIMENTO

In base alle analisi chimico-fisiche disponibili e alle valutazioni negative espresse dagli Enti coinvolti di rilasciare il sedimento a valle o di riutilizzarlo in aree poste al di sotto del livello di massimo invaso, l'opzione operativa di progetto è ricaduta sul trasporto fuori dal bacino. Le modalità di riutilizzo/smaltimento del materiale disidratato sono strettamente connesse alle caratteristiche qualitative dello stesso.

Sulla base delle indagini eseguite nel 2016, in riferimento ai parametri analitici considerati, più recenti e riferite specificamente all'area di intervento, il sedimento interessato dall'attività di asportazione risulta essere:

- non pericoloso ai sensi del D.Lgs. 152/06 art. 185 comma 3, quindi può essere spostato liberamente all'interno delle acque superficiali o nell'ambito delle pertinenze idrauliche;
- nel caso di smaltimento in discarica appartenente alla tipologia "fanghi di dragaggio, diversa da quella di cui alla voce 17.05.05", identificata dal codice 17 05 06;
- non contaminato se confrontato con i limiti del D.Lgs. 152/2006 (parte IV, titolo V, allegato 5, tabella 1, colonna A) per l'uso residenziale – verde pubblico;
- conforme al recupero con procedura semplificata ai sensi del Decreto 5 febbraio 1998 (aggiornato con DM 186/2006) per l'individuazione dei rifiuti non pericolosi (Allegato 3) se risultano soddisfatte anche le condizioni previste dall'allegato 1 per coliformi fecali, pesticidi organoclorurati e salmonella;
- conforme ai limiti del DM 27.09.2010 per rifiuti inerti, in considerazione degli analiti esaminati.

Si sottolinea comunque che il quadro analitico presentato non ricomprende, come prassi, l'intero set analitico previsto dalle normative citate, inoltre alcuni degli analiti considerati nell'indagine del 2011 non sono stati analizzati nell'indagine più recente; ciò premesso quindi tali valutazioni sono da intendersi preliminari e parziali e dovranno essere confermate da nuove indagini analitiche immediatamente precedenti alla fase di cantiere.

---

#### Progettisti in ATI

CO.RI.P. S.r.l.

E&G

DIZETA INGEGNERIA

GRAIA

	Ripristino scarico di fondo della Diga di Pozzillo nel Comune di Regalbuto (Enna) – Progetto Definitivo	APO0304REB_Piano Operativo Integrazione del PdG – REV1	di	pag. 75
				Apr-20

A tal proposito ed a recepimento delle indicazioni di Arpa nel capitolo 9 sono dettagliatamente riportate le attività di monitoraggio che precederanno, accompagneranno e seguiranno le attività di rimozione del sedimento.

Nel caso in cui, dalla caratterizzazione chimica del sedimento, siano confermate le valutazioni sopra indicate il sedimento verrà avviato a recupero/smaltimento, con il codice CER 170506 “Materiale di dragaggio, diverso da quello di cui alla voce 170505”.

Dalla ricerca sul territorio delle aziende in possesso delle autorizzazioni per accogliere il codice CER 170506 e con le volumetrie necessarie, è stata individuata una possibile destinazione a circa 50 km dalla diga, ubicata nel nucleo industriale di Enna (Dittaino).

Dall’analisi dei tracciati stradali possibili, quello riportato nell’immagine seguente risulta il meno impattante dal punto di vista ambientale e sanitario in quanto:

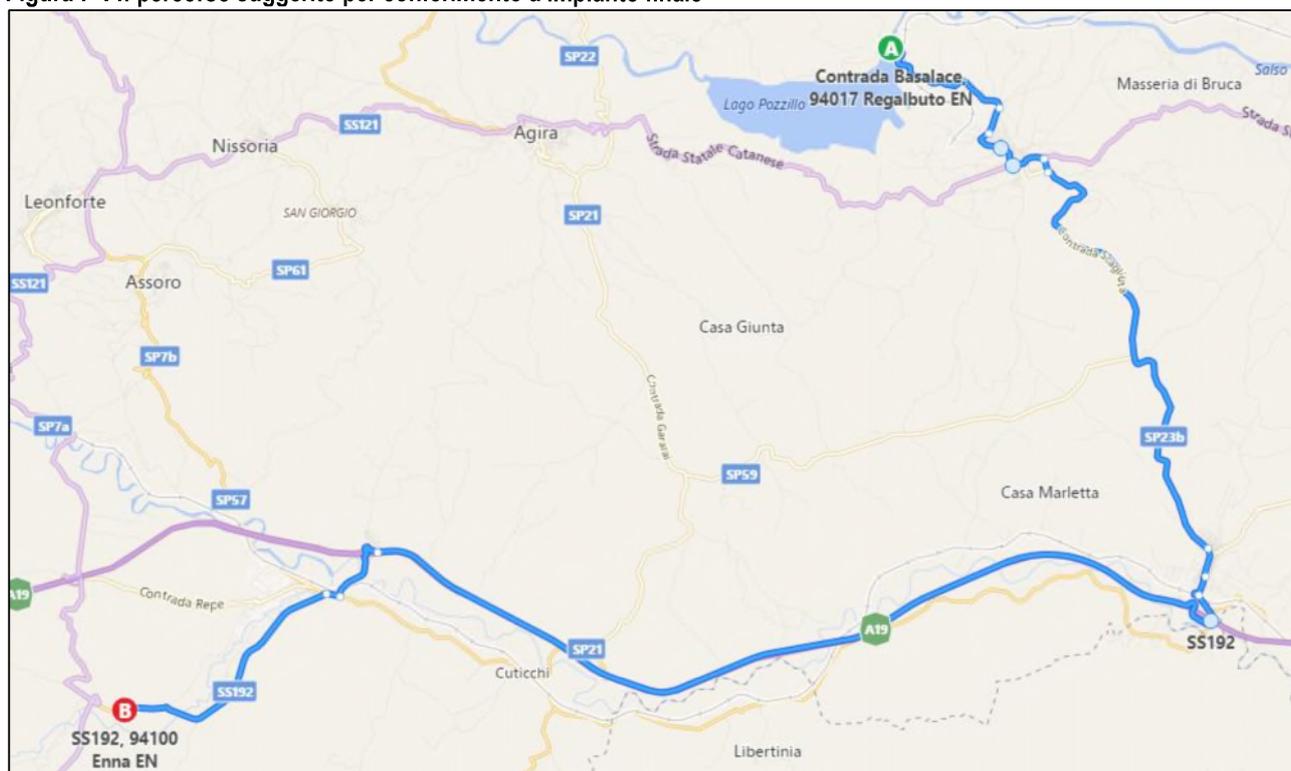
- vengono interessati marginalmente solo due centri abitati (Regalbuto e Catenanuova);
- buona parte del tragitto (21 km pari al 40% del percorso totale) corrisponde al percorso autostradale.

Il materiale disidratato verrà caricato su camion e portato all’azienda di trattamento. L’ipotesi di trasporto del materiale di deposito prevede l’uso di camion ordinari da cantiere (autocarri a tre assi). Tali mezzi mediamente sono in grado di trasportare circa 20 tonnellate di materiale (pari a circa 13 m<sup>3</sup>).

In considerazione delle condizioni della rete viaria, si stima una velocità media di circa 50 km/h, che determina un tempo di percorrenza per poter trasportare 10 m<sup>3</sup> di materiale (per tener conto che non si potrà procedere a pieno carico stante la natura non secca del materiale da trasportare) di circa 60 minuti.

In relazione ai volumi prodotti dal sistema di disidratazione è prevedibile un traffico medio di 10 trasporti al giorno.

Figura 7-14: percorso suggerito per conferimento a impianto finale



Oltre al sedimento lacustre per la realizzazione degli interventi di ripristino del nuovo scarico di fondo si prevede la movimentazione di circa 11.200 m<sup>3</sup> di materiale classificabile come terre e roccia da scavo. Parte del materiale verrà riutilizzato all'interno dell'area di cantiere (circa 8.000 m<sup>3</sup>) e parte (circa 3.200 m<sup>3</sup>) verrà conferito ad idoneo impianto di trattamento con il codice CER 170504 "Terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03".

#### 7.4 CRONOPROGRAMMA DELLA FASE DI CANTIERE

Si riportano di seguito, in maniera sintetica, le fasi connesse alle operazioni di asportazione del sedimento:

- allestimento delle aree e delle attrezzature di cantiere in sponda destra per il trattamento dei sedimenti rimossi;
- allestimento in alveo dei mezzi di dragaggio, del sistema di trasporto del materiale dragato, delle opere di mitigazione e del sistema di monitoraggio dell'attività di dragaggio;
- analisi per la verifica della classificazione dei sedimenti e conferimento degli stessi a discarica;
- dragaggio del sedimento (le attività si interrompono per consentire la derivazione a scopo irriguo e per la presenza di piene);
- trasporto del materiale rimosso dalla zona di asportazione a quella di trattamento tramite tubazioni galleggianti;
- trattamento del materiale dragato nelle aree di cantiere appositamente attrezzate;
- conferimento per il riutilizzo/smaltimento;

	Ripristino scarico di fondo della Diga di Pozzillo nel Comune di Regalbuto (Enna) – Progetto Definitivo	APO0304REB_Piano Operativo Integrazione del PdG – REV1	di	pag. 77
				Apr-20

- rimozione mezzi e approntamenti di cantiere per asportazione meccanica di sedimenti;
- ripristino dei luoghi.

Ai sensi del DM 30 giugno 2004 almeno quattro mesi prima dell'effettuazione delle operazioni il gestore fornirà un programma di sintesi delle attività previste in cui verrà riportato un cronoprogramma di dettaglio, che al momento non è disponibile.

.

---

**Progettisti in ATI**

CO.RI.P. S.r.l.

E&G

DIZETA INGEGNERIA

GRAIA

	Ripristino scarico di fondo della Diga di Pozzillo nel Comune di Regalbuto (Enna) – Progetto Definitivo	APO0304REB_Piano Operativo Integrazione del PdG – REV1	di	pag. 78
				Apr-20

## 8 EFFETTI AMBIENTALI DELLA SOLUZIONE SCELTA E MITIGAZIONI

Lo svuotamento del bacino e il suo mantenimento vuoto per diversi mesi, avrebbe comportato:

- un impatto significativo sulle biocenosi, acquatiche e terrestri, connesse all'ambiente lacustre;
- una intensa attività di recupero della fauna ittica, sicuramente di scarso effetto, considerando le caratteristiche del bacino e le modalità operative;
- una attività di monitoraggio delle attività di svaso, a tutela degli ambienti acquatici presenti a valle del bacino.

La soluzione progettuale individuata, come già anticipato in precedenza, permette di evitare lo svaso del bacino, mantenendo il livello del lago a quota 350,00 m s.l.m. durante le fasi di cantiere e di minimizzare gli effetti a carico dell'ambiente.

Gli effetti considerati nella specifica documentazione ambientale, a cui si rimanda per i dettagli, ai sensi del DM 30/06/2004, le cui indicazioni riguardano in particolare il caso di svaso-fluitazione, e del DDG 710/2012, che analizza con maggiore dettaglio anche le ripercussioni ambientali connesse all'asportazione/ricollocazione del sedimento, sono:

- disturbo aree e mezzi di cantiere;
- limitazione alla quota d'invaso di 350,00 m s.l.m.;
- torbidità nel bacino;
- riduzione tenore di ossigeno;
- torbidità a valle del bacino;
- trasporto/destinazione sedimento.

### 8.1 DISTURBO AREE E MEZZI DI CANTIERE

L'area di cantiere del dragaggio del sedimento è limitata e al momento della predisposizione delle opere di ritenuta è prevedibile che la fauna ittica presente, disturbata dalla presenza dei mezzi di cantiere, si sposti naturalmente in aree indisturbate disponibili nel resto del bacino. Gli effetti possono dunque essere considerati trascurabili.

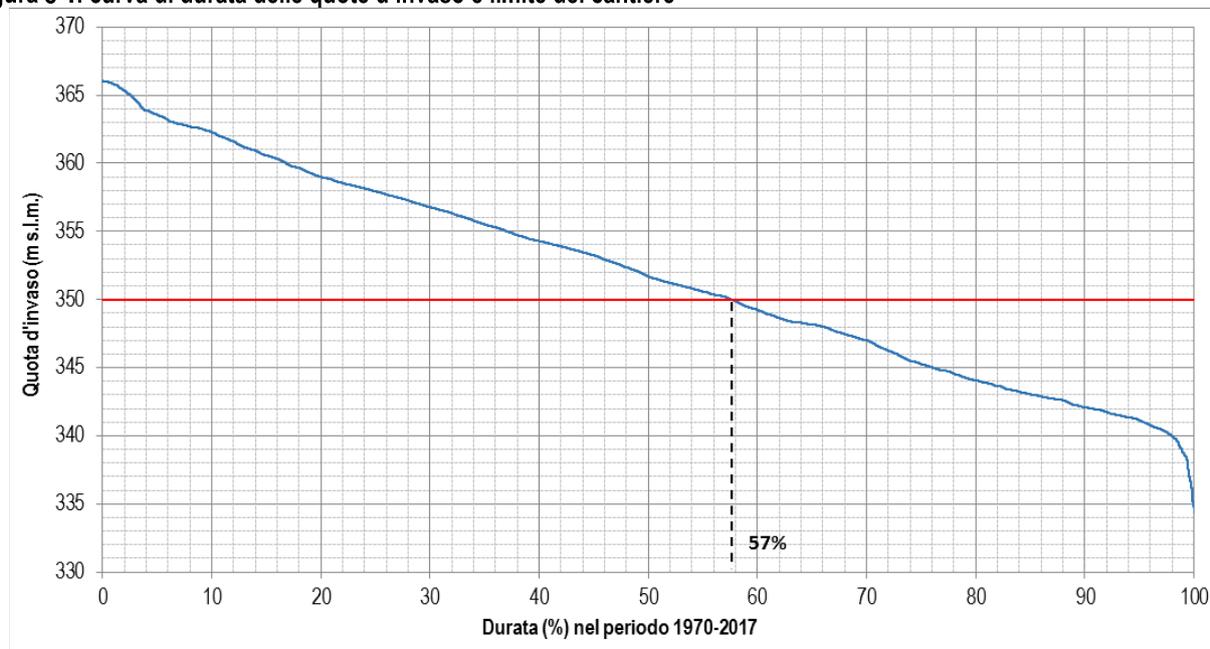
L'area di cantiere del trattamento del sedimento, essendo localizzata al di sopra della linea di massimo invaso, non determina alcuna azione di disturbo sulle biocenosi acquatiche. Le mitigazioni realizzate nelle aree di stoccaggio del sedimento (impermeabilizzazione, delimitazione con cordoli, copertura con teli e protezione con barriere antipolvere), riducono i possibili effetti di disturbo che dunque possono essere considerati trascurabili.

Il rilascio nel bacino di acqua chiarificata proveniente dalla fase di trattamento del fango, comunque monitorata ed a seguito di preventiva autorizzazione allo scarico, non determina effetti di disturbo.

## 8.2 LIMITAZIONE ALLA QUOTA D'INVASO DI 350,00 M S.L.M.

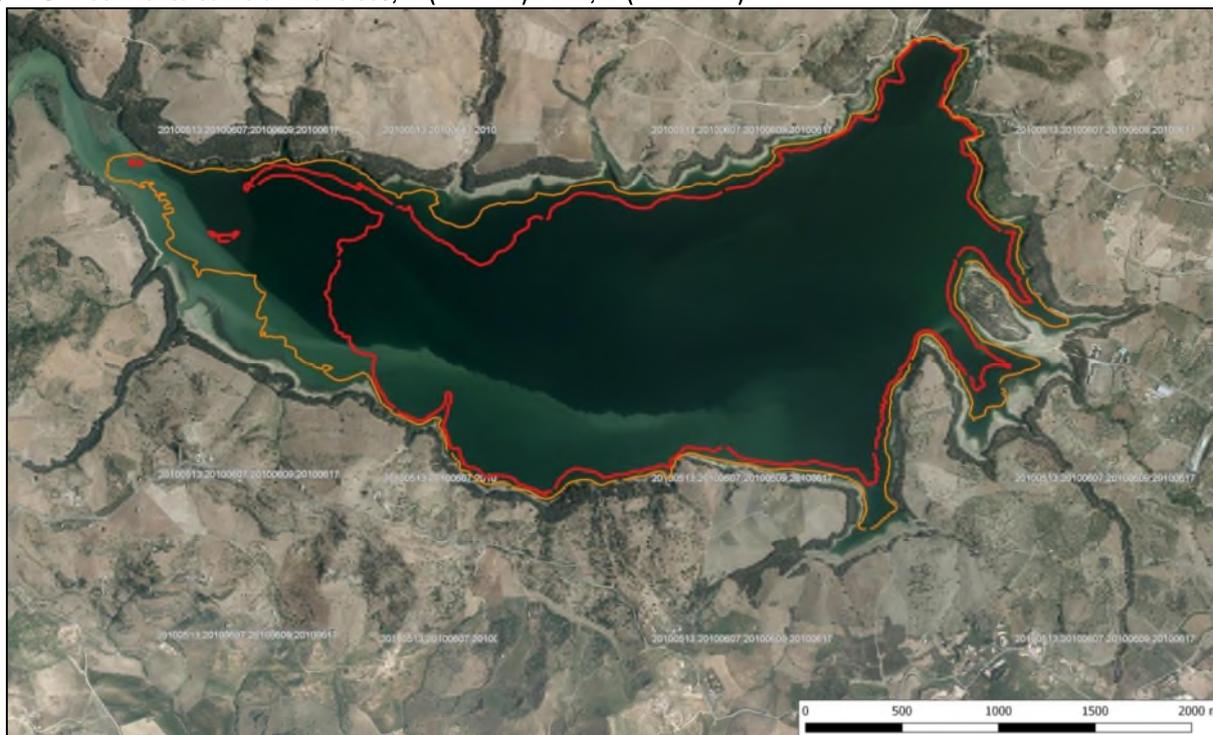
Considerando la curva di durata delle quote d'invaso tra il 1970 e il 2017, si osserva, vedi grafico seguente, che per il 43% del tempo il bacino ha presentato in questi anni una quota inferiore a quella massima definita per il cantiere.

Figura 8-1: curva di durata delle quote d'invaso e limite del cantiere



Nell'immagine seguente è rappresentato il confronto tra la quota massima che verrà mantenuta durante il cantiere (350,00 m s.l.m.) e la massima quota al momento autorizzata (356,50 m s.l.m.); risulta evidente che le differenze, per la maggior parte del bacino, risultano non significative.

**Figura 8-2: confronto curve di livello 350,00 (in rosso) e 356,50 (in arancio)**



In base a quanto indicato non si prevedono effetti significativi a carico delle biocenosi presenti.

### 8.3 TORBIDITÀ

Durante le operazioni di dragaggio, in considerazione delle modalità proposte, con particolare riferimento all'effetto dell'aspirazione, non è previsto un incremento di torbidità delle acque nei pressi del cantiere. La torbidità dell'acqua nei pressi del cantiere verrà comunque monitorata come descritto nel capitolo che segue.

### 8.4 TENORE DI OSSIGENO

Durante le operazioni di dragaggio, in considerazione delle modalità proposte, non è prevista una riduzione della concentrazione di ossigeno. Analogamente al parametro precedente anche l'ossigeno sarà oggetto di monitoraggio.

### 8.5 TORBIDITÀ A VALLE DEL BACINO

Durante le operazioni di dragaggio non è previsto rilascio di sedimenti a valle, di conseguenza non si prevedono effetti a valle del bacino.

Le attività verranno sospese durante il funzionamento della derivazione per uso irriguo e durante fenomeni di piena che possono comportare il rischio di rilasciare sedimenti a valle.

	Ripristino scarico di fondo della Diga di Pozzillo nel Comune di Regalbuto (Enna) – Progetto Definitivo	APO0304REB_Piano Operativo Integrazione del PdG – REV1	di	pag. 81
				Apr-20

## 8.6 DESTINAZIONE SEDIMENTO

Come indicato in precedenza nel caso in cui, dalla caratterizzazione chimica del sedimento, siano confermate le risultanze analitiche del 2016, il sedimento verrà avviato a recupero/smaltimento, con il codice CER 170506 “Materiale di dragaggio, diverso da quello di cui alla voce 170505”.

Le fasi di caricamento e trasporto verranno eseguite cercando di ridurre al minimo gli impatti riducendo lo spargimento di polvere; a tal fine si prevede il lavaggio delle ruote dei mezzi prima dell'immissione sulla rete viaria e l'uso di teloni per evitare spargimento durante il trasporto.

Le mitigazioni realizzate nelle aree di stoccaggio del sedimento (impermeabilizzazione, delimitazione con cordoli, copertura con teli e protezione con barriere antipolvere), riducono i possibili effetti di disturbo che dunque possono essere considerati trascurabili.

Considerando il traffico veicolare particolarmente ridotto in prossimità dell'area di cantiere, non si ritiene necessario prevedere interventi di mitigazione, quali ad esempio semafori o altro.

Nel caso in cui il sedimento venga riutilizzato in loco, gli effetti ambientali sarebbero ridotti.

## 9 MONITORAGGIO

In questo capitolo sono descritte le attività conoscitive che precederanno, accompagneranno e seguiranno le fasi di cantiere.

La maggior parte di queste attività presentano elementi di stagionalità che sono strettamente connesse agli andamenti limnologici naturali (per le caratteristiche chimico-fisiche) e all'ecologia degli organismi (per i parametri biologici). Per questo motivo non è possibile stabilire a priori, sin da ora, un calendario delle attività poiché l'incertezza dei tempi della fase autorizzativa e, conseguentemente, dell'avvio lavori, non consentono di fissare al momento tempi certi. Di contro le metodiche ufficiali utilizzate di seguito citate prevedono indicazioni temporali specifiche per la maggior parte delle attività; di queste si terrà in particolare conto nella predisposizione del cronoprogramma delle attività di monitoraggio, che sarà definito d'intesa con Arpa al termine della fase autorizzativa.

### 9.1 MONITORAGGIO ANTE OPERAM

Prima dell'inizio delle attività, nell'area interessata dal cantiere di dragaggio, si prevede di eseguire un monitoraggio (*ante operam*) costituito da:

- Rilievi morfobatimetrici;
- Caratterizzazione analitica del sedimento;
- Caratterizzazione analitica dell'acqua nell'area di cantiere;
- Caratterizzazione stato chimico ed ecologico dell'invaso;
- Caratterizzazione ecologica del corpo idrico di valle;
- Rilievi acustici.

#### 9.1.1 RILIEVI MORFOBATIMETRICI

L'effettiva quantità di materiale da movimentare verrà determinata attraverso un'analisi di dettaglio del rilievo batimetrico, in cui si evidenzieranno geometrie e pendenze dei fondali interessati dalle operazioni di asportazione e di deposito del sedimento.

#### 9.1.2 CARATTERIZZAZIONE ANALITICA DEL SEDIMENTO

Preliminarmente alla movimentazione del sedimento, sulla base di attività di campionamento mediante carotaggio, sarà eseguita una caratterizzazione a diverse quote in un punto localizzato nell'area di cantiere, come raffigurato nell'immagine seguente.

**Figura 9-1: localizzazione punto di indagine del sedimento**



I campioni di sedimento verranno raccolti in prossimità dell'interfaccia acqua sedimenti, nella zona di fondo del volume di dragaggio e nella zona intermedia.

Le indagini, da eseguirsi in accordo all'Allegato B della DDG n. 710 del 7/5/12 emanata dalla Regione Siciliana, dovranno stabilire le caratteristiche di non pericolosità del materiale, ai sensi del D.Lgs. 152/2006 art.185, comma 3 e s.m.i. determinando il set di parametri della tabella 1 dell'Allegato n. 5 alla parte IV – titolo V del D Lgs 152/2006.

In accordo con il punto 3.2.2 del Piano di Tutela delle acque della Sicilia (All. 22) verranno inoltre eseguite le analisi previste dal D.M. 5.2.1998 integrato e modificato dal D.M. 186/2006 (Allegato 1 e Allegato 3) e dal D.M. Ambiente e Tutela del Territorio 30.8.2005 modificato dal D.M. 27/09/2010.

Il materiale verrà inoltre analizzato per definire il polielettrolita da utilizzare in fase di disidratazione del materiale. Le misure e le analisi saranno eseguite applicando metodiche analitiche nazionali e internazionali ufficialmente riconosciute.

### **9.1.3 CARATTERIZZAZIONE ANALITICA DELL'ACQUA NELL'AREA DI CANTIERE**

In corrispondenza dell'area del cantiere, nello stesso punto individuato per il campionamento del sedimento, si procederà a:

- registrare i valori dei principali parametri chimico-fisici lungo la colonna (temperatura, pH, conducibilità ossigeno disciolto e percentuale di saturazione di ossigeno);
- misurare la trasparenza;
- prelevare campioni a diverse profondità da sottoporre ad analisi di laboratorio per la definizione del livello trofico dei laghi per lo Stato Ecologico (LTLeCo) secondo il DM 260/2010 che integra il valore di fosforo totale, trasparenza e ossigeno ipolimnico.

	Ripristino scarico di fondo della Diga di Pozzillo nel Comune di Regalbuto (Enna) – Progetto Definitivo	APO0304REB_Piano Operativo di Integrazione del PdG – REV1	pag. 84
			Apr-20

Le misure e le analisi saranno eseguite applicando metodiche analitiche nazionali e internazionali ufficialmente riconosciute.

#### **9.1.4 CARATTERIZZAZIONE STATO CHIMICO ED ECOLOGICO DELL'INVASO**

Su richiesta di Arpa verrà effettuata una valutazione dello stato ecologico e dello stato chimico delle acque dell'invaso. Tale valutazione, comparativa a quella istituzionale di Arpa stessa, sarà dedicata alla valutazione dei potenziali effetti delle attività del cantiere.

La classificazione dello stato ecologico verrà effettuata tramite l'analisi del fitoplancton (valutazione MedPTI) e degli elementi fisico-chimici e chimici a sostegno degli elementi biologici.

Il fitoplancton sarà analizzato secondo quanto definito dalle Linee Guida redatte da ISPRA (Metodi biologici per le acque superficiali interne – Manuali e Linee Guida n. 111/2014).

Per gli elementi a sostegno, ai sensi del DM 260/2010, si prevede:

- la determinazione del fosforo totale, della trasparenza e dell'ossigeno ipolimnico, integrati in un singolo descrittore LTLeco;
- la determinazione delle sostanze non prioritarie, ritenute significative per l'invaso di Pozzillo, riportate nella Tabella 1/B, aggiornata dal D.Lgs. 172/2015.

Per la definizione dello stato chimico verranno determinate, d'intesa con Arpa ed in analogie con le indagini pregresse, le sostanze ritenute significative per l'invaso di Pozzillo, tra quelle individuate nella Tabella 1/A del DM 260/10, aggiornato dal D.Lgs. 172/2015.

Le attività, calibrate sui tempi disponibili dopo l'approvazione del piano operativo e prima dell'inizio del cantiere, verranno effettuate in base alle frequenze indicate nella Tab. 3.6 del DM 260/2010. La programmazione delle attività potrebbe subire modifiche in relazione alle condizioni stagionali ed alle tempistiche delle fasi di cantiere. I campioni per le analisi verranno prelevati nel punto già individuato da Arpa per i monitoraggi ufficiali eseguiti nel 2015 e nel 2017 e rappresentato nell'immagine seguente.

**Figura 9-2: localizzazione punto di indagine delle acque**



### **9.1.5 CARATTERIZZAZIONE ECOLOGICA DEL CORPO IDRICO DI VALLE**

Su richiesta di Arpa Sicilia verrà effettuata una valutazione dello stato ecologico e dello stato chimico delle acque del corpo idrico recettore.

Il Fiume Salso (Sperlinga) rientra nella categoria dei “corsi d’acqua salati”, in quanto scorrendo su formazioni appartenenti alla Serie Gessosa-Solfifera presenta una salinità elevata. In presenza di tali caratteristiche e in mancanza di ufficiali condizioni di riferimento sarà definita d’intesa con Arpa la modalità di valutazione dei dati raccolti. Inoltre il Fiume Salso appartiene alla tipologia dei corsi d’acqua “intermittenti” e il letto fluviale, per alcuni chilometri a valle dello sbarramento, è occupato quasi interamente dalla vegetazione, in particolare da canneto, come risulta evidente dalle immagini riportate di seguito.

**Figura 9-3: F. Salso a valle della diga**



La valutazione dello stato ecologico verrà effettuata tramite l'analisi degli elementi di Qualità Biologica (EQB) e degli elementi fisico-chimici e chimici a sostegno degli elementi biologici.

Per gli elementi di Qualità Biologica si prevede:

- analisi delle macrofite valutate con l'applicazione dell'Indice IBMR se disponibili i valori di riferimento;
- analisi dei macroinvertebrati valutati con l'applicazione dell'Indice STAR\_ICMi se disponibili i valori di riferimento;
- analisi delle diatomee valutate con l'applicazione dell'Indice ICMi se disponibili i valori di riferimento.

Gli elementi saranno analizzati secondo quanto definito dalle Linee Guida redatte da ISPRA (Metodi biologici per le acque superficiali interne – Manuali e Linee Guida n. 111/2014).

Per gli elementi a sostegno, ai sensi del DM 260/2010, si prevede:

- la determinazione del fosforo totale, dei nitrati, dell'ammoniaca e della percentuale di saturazione di ossigeno, integrati in un singolo descrittore LIMeco;
- la determinazione delle sostanze ritenute significative per il Fiume Salso a valle dello sbarramento, tra quelle riportate nella Tabella 1/B, aggiornata dal D.Lgs. 172/2015.

Per la definizione dello stato chimico verranno determinate le sostanze ritenute significative, d'intesa con Arpa, per il Fiume Salso a valle dello sbarramento, tra quelle presenti nella Tabella 1/A del DM 260/10, aggiornato dal D.Lgs. 172/2015.

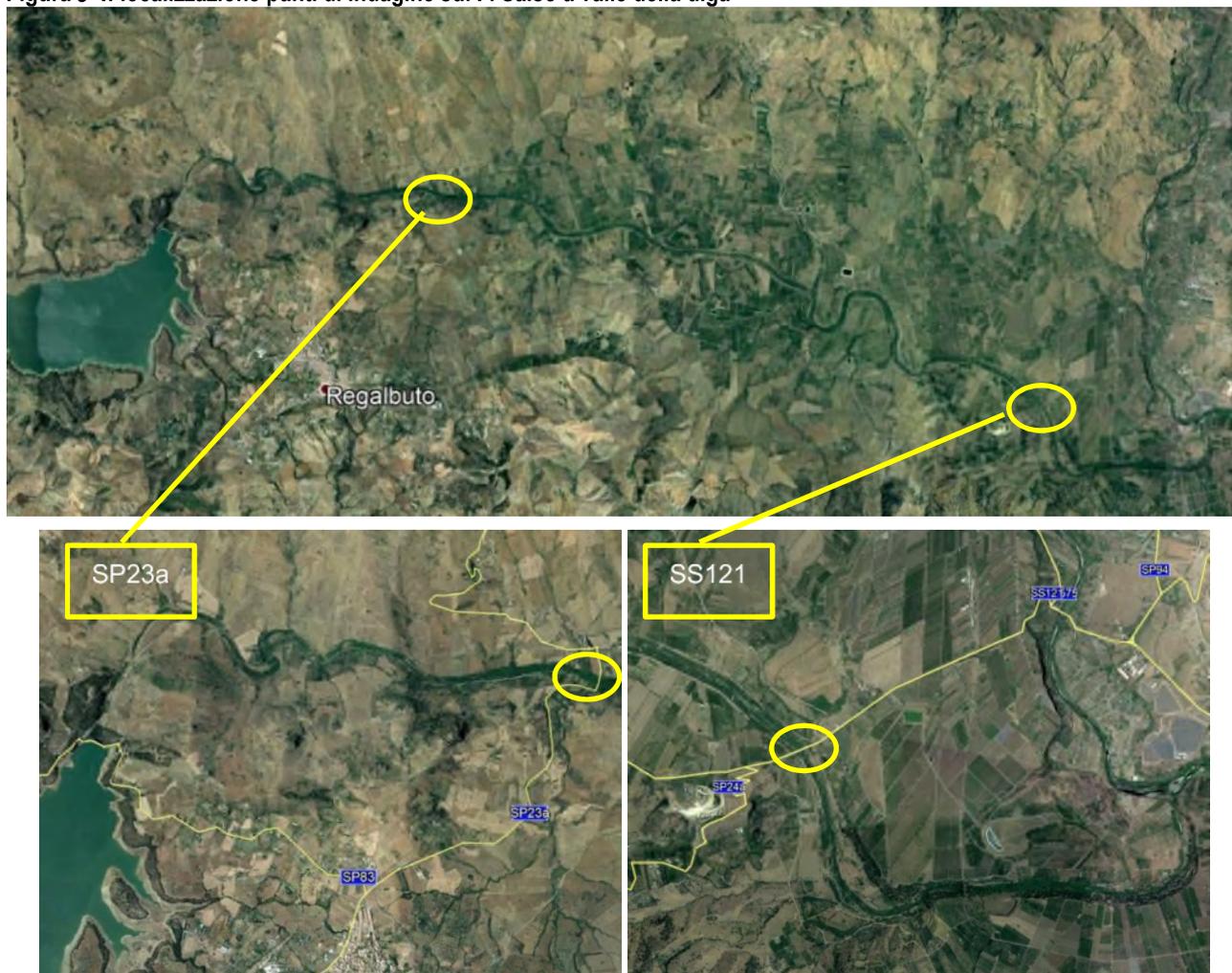
Le attività, calibrate sui tempi disponibili dopo l'approvazione del presente Piano Operativo e prima dell'inizio del cantiere, verranno effettuate in base alle frequenze indicate nella Tab. 3.6 del DM 260/2010 e considerando il carattere di intermittenza del corso d'acqua oggetto di indagine.

Per le indagini sono stati individuati due tratti:

- in corrispondenza del ponte della SP23a a circa 6 km dallo sbarramento;
- in corrispondenza del ponte della SS121 a circa 18 km dallo sbarramento.

La localizzazione dei tratti di indagine è riportata nell'immagine seguente

Figura 9-4: localizzazione punti di indagine sul F. Salso a valle della diga



### 9.1.6 RILIEVI ACUSTICI

Prima dell'inizio delle attività, in corrispondenza dei recettori sensibili individuati (casa di guardia e abitazione in sponda destra), verrà eseguita l'analisi dello stato acustico dell'area influenzata dal cantiere.

## 9.2 MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

Durante le attività di dragaggio si procederà ad un monitoraggio costituito da:

- Rilievi morfobatimetrici in tempo reale del materiale dragato;
- Verifica della torbidità dell'acqua;
- Verifica della concentrazione di ossigeno nell'acqua;
- Rilievi acustici;
- Monitoraggio dei mezzi di trasporto del sedimento.

### 9.2.1 RILIEVI MORFOBATIMETRICI

Durante le operazioni di dragaggio verrà eseguito un rilievo aggiornato in tempo reale sulla base della profondità raggiunte dalla pompa. Tali informazioni vengono utilizzate dall'operatore presente sul pontone per manovrare le operazioni.

### 9.2.2 TORBIDITÀ DELL'ACQUA

Durante le operazioni di dragaggio verrà eseguito il monitoraggio della qualità dell'acqua nei pressi della zona di movimentazione per la verifica della torbidità dell'acqua. Le operazioni saranno condotte in modo da garantire il rispetto dei limiti, agendo con opportune regolazioni.

Per i valori limite da considerare si fa riferimento alle soglie di accettabilità per i solidi sospesi nelle acque rilasciate a valle degli invasi, definite nella DDG n. 710 del 7/5/12 emanata dalla Regione Siciliana, riportate nella tabella seguente.

**Tabella 9-1: soglie di accettabilità per i solidi sospesi nelle acque rilasciate a valle degli invasi e durata di esposizione da non superare (DDG 710/2012 Allegato A, Tabella 2)**

Concentrazione di solidi sospesi	Durata massima (in ore) di concentrazione di solidi sospesi
Max 40 g/l	0.5 h
15 g/l < conc SS < 20 g/l	1.5 h
10 g/l < conc SS < 15 g/l	3.0 h
5 g/l < conc SS < 10 g/l	6.0 h
< 5 g/l	Fino al termine delle operazioni*

\*si intende come termine massimo il periodo di una settimana

### 9.2.3 TENORE DI OSSIGENO

Durante le operazioni di dragaggio verrà eseguito il monitoraggio della qualità dell'acqua nei pressi della zona di movimentazione per la verifica della concentrazione di ossigeno. Le operazioni saranno condotte in modo da garantire il rispetto dei limiti, agendo con opportune regolazioni. Per il valore limite da considerare si fa riferimento a quanto riportato nella DDG n. 710 del 7/5/12 emanata dalla Regione Siciliana: la concentrazione di ossigeno disciolto deve essere sempre superiore a 5 mg/l (pari a circa il 40% di saturazione).

### 9.2.4 ANALISI DELL'ACQUA DEL TRATTAMENTO FANGHI

L'acqua proveniente dalle attività di trattamento dei fanghi verrà sottoposta a periodiche analisi per verificare il rispetto dei limiti normativi sulle acque di scarico e quelli imposti dagli enti competenti in occasione dell'autorizzazione allo scarico.

### 9.2.5 RILIEVI ACUSTICI

Saranno ripetute le stesse indagini eseguite nella fase di ante operam per verificare se i rumori prodotti dal cantiere richiedono l'installazione di barriere acustiche a protezione dei recettori sensibili individuati nella fase precedente.

### **9.2.6 MONITORAGGIO DEI MEZZI DI TRASPORTO DEL SEDIMENTO**

Le fasi di caricamento e trasporto verranno eseguite cercando di ridurre al minimo gli impatti riducendo lo spargimento di polvere; a tal fine si prevede il lavaggio delle ruote dei mezzi prima dell'immissione sulla rete viaria e l'uso di teloni per evitare spargimento durante il trasporto.

### **9.3 MONITORAGGIO POST OPERAM**

Al termine delle attività, nell'area interessata dal cantiere di dragaggio, si prevede di eseguire un monitoraggio (post operam) costituito da:

- Rilievi morfobatimetrici;
- Caratterizzazione analitica dell'acqua.

#### **9.3.1 RILIEVI MORFOBATIMETRICI**

Al termine delle operazioni di movimentazione del sedimento verrà effettuato un nuovo rilievo batimetrico al fine di verificare gli effettivi quantitativi rimossi e riaggiornare lo stato dei fondali in prossimità dello sbarramento.

Si valuterà se eseguire una batimetria completa del bacino per aggiornare il quadro conoscitivo da inserire nel Progetto di Gestione.

#### **9.3.2 CARATTERIZZAZIONE ANALITICA DELL'ACQUA NELL'AREA DI CANTIERE**

In corrispondenza dell'area del cantiere, nello stesso punto individuato per il campionamento in fase di ante operam, si procederà a:

- registrare i valori dei principali parametri chimico-fisici lungo la colonna (temperatura, pH, conducibilità ossigeno disciolto e percentuale di saturazione di ossigeno);
- misurare la trasparenza;
- prelevare campioni a diverse profondità da sottoporre ad analisi di laboratorio per la definizione del livello trofico dei laghi per lo Stato Ecologico (LTLeco) secondo il DM 260/2010 che integra il valore di fosforo totale, trasparenza e ossigeno ipolimnico.

Le misure e le analisi saranno eseguite applicando metodiche analitiche nazionali e internazionali ufficialmente riconosciute.

#### **9.3.3 CARATTERIZZAZIONE STATO CHIMICO ED ECOLOGICO DELL'INVASO**

Analogamente a quanto previsto in fase ante operam, verrà effettuata una valutazione dello stato ecologico e dello stato chimico delle acque dell'invaso.

La classificazione dello stato ecologico verrà effettuata tramite l'analisi del fitoplancton (valutazione MedPTI) e degli elementi fisico-chimici e chimici a sostegno degli elementi biologici.

	Ripristino scarico di fondo della Diga di Pozzillo nel Comune di Regalbuto (Enna) – Progetto Definitivo	APO0304REB_Piano Operativo di Integrazione del PdG – REV1	pag. 90
			Apr-20

Il fitoplancton sarà analizzato secondo quanto definito dalle Linee Guida redatte da ISPRA (Metodi biologici per le acque superficiali interne – Manuali e Linee Guida n. 111/2014).

Per gli elementi a sostegno, ai sensi del DM 260/2010, si prevede:

- la determinazione del fosforo totale, della trasparenza e dell'ossigeno ipolimnico, integrati in un singolo descrittore LTLeco;
- la determinazione delle sostanze non prioritarie, ritenute significative per l'invaso di Pozzillo, riportate nella Tabella 1/B, aggiornata dal D.Lgs. 172/2015.

Per la definizione dello stato chimico verranno determinate le sostanze già esaminate in fase ante operam.

Le attività verranno effettuate in base alle frequenze indicate nella Tab. 3.6 del DM 260/2010, ma potrebbero subire modifiche a seguito di condizioni stagionali

I campioni per le analisi verranno prelevati nello stesso punto individuato per il campionamento in fase di ante operam.

#### **9.3.4 CARATTERIZZAZIONE ECOLOGICA DEL CORPO IDRICO DI VALLE**

Analogamente alla fase ante operam, la valutazione dello stato ecologico verrà effettuata tramite l'analisi degli elementi di Qualità Biologica (EQB) e degli elementi fisico-chimici e chimici a sostegno degli elementi biologici.

Per gli elementi di Qualità Biologica si prevede:

- analisi delle macrofite valutate con l'applicazione dell'Indice IBMR;
- analisi dei macroinvertebrati valutati con l'applicazione dell'Indice STAR\_ICMi;
- analisi delle diatomee valutate con l'applicazione dell'Indice ICMi.

Gli elementi saranno analizzati secondo quanto definito dalle Linee Guida redatte da ISPRA (Metodi biologici per le acque superficiali interne – Manuali e Linee Guida n. 111/2014).

Per gli elementi a sostegno, ai sensi del DM 260/2010, si prevede:

- la determinazione del fosforo totale, dei nitrati, dell'ammoniaca e della percentuale di saturazione di ossigeno, integrati in un singolo descrittore LIMeco;
- la determinazione delle sostanze ritenute significative per il Fiume Salso a valle dello sbarramento, tra quelle riportate nella Tabella 1/B, aggiornata dal D.Lgs. 172/2015.

Per la definizione dello stato chimico verranno determinate le sostanze ritenute significative per il Fiume Salso a valle dello sbarramento, tra quelle presenti nella Tabella 1/A del DM 260/10, aggiornato dal D.Lgs. 172/2015.

Le attività verranno effettuate in base alle frequenze indicate nella Tab. 3.6 del DM 260/2010 e considerando il carattere di intermittenza del corso d'acqua oggetto di indagine.

Le indagini verranno eseguite negli stessi punti individuati per il campionamento in fase di ante operam.

---

#### **Progettisti in ATI**

CO.RI.P. S.r.l.

E&G

DIZETA INGEGNERIA

GRAIA

## 10 COMUNI RIVIERASCHI

Per le attività previste dal progetto di ripristino dello scarico di fondo l'unico comune rivierasco interessato risulta essere quello di Regalbuto.

Figura 10-1: comuni rivieraschi



## 11 COMUNICAZIONI E REPORTISTICA

Ai sensi di quanto previsto all'art. 5 del DM 30 giugno 2004 e dal cap. 8 del PdG approvato il gestore provvede:

- almeno quattro mesi prima dell'effettuazione delle operazioni di svaso, sfangamento o spurgo a comunicare all'amministrazione competente a vigilare sulla sicurezza dell'invaso e dello sbarramento, al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, al Dipartimento nazionale della protezione civile all'Autorita' di Bacino, alle regioni e agli enti locali interessati, fornendo un programma di sintesi delle attività previste;
- informare la popolazione ed i soggetti interessati individuati nel PdG tramite comunicazione su un quotidiano locale ed affissione all'albo pretorio dei comuni interessati

Le date di esecuzione delle attività di monitoraggio, effettuate secondo il calendario stabilito in accordo con Arpa, verranno comunicate a mezzo mail con debito preavviso.

Entro 2 mesi dal termine di ogni fase (ante, corso e post operam) verrà trasmessa una relazione dettagliata dello svolgimento delle attività effettuate.

## 12 METODICHE

In questo capitolo sono descritte le metodiche di riferimento per le attività di monitoraggio previste.

### 12.1 RILIEVO MORFOBATIMETRICO ANTE E POST OPERAM

I rilievi batimetrici sono effettuati con attrezzatura GPS differenziale sincronizzata a ecoscandaglio *singlebeam*, installata su imbarcazione e collegata a punti fissi a terra, riferiti altimetricamente e planimetricamente alla diga e/o ai principali manufatti. Le misure batimetriche sono pertanto effettuate attraverso l'ausilio di un PC a cui sono collegati un sistema idrografico composto da un ecoscandaglio "ODOM Hydrotrac" e un trasduttore "SMSW200-4" ed un sistema di posizionamento GPS Topcon. In questo modo sul PC sono registrati simultaneamente sia le coordinate sia il valore di profondità misurato dall'ecoscandaglio. Prima di ogni sessione di rilievo l'ecoscandaglio deve essere tarato in funzione della torbidità e temperatura dell'acqua.

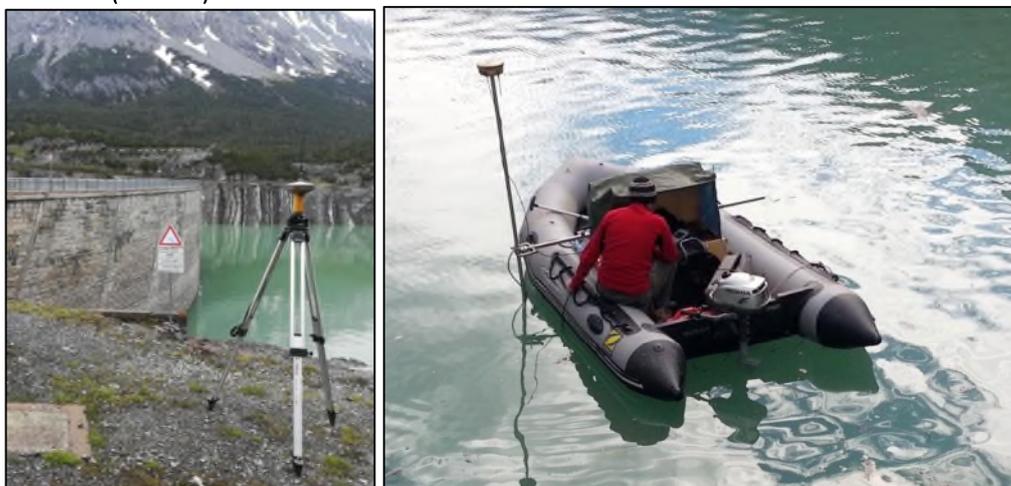
Per effettuare al meglio una batimetria sarebbe opportuno che il livello del lago fosse costante e pari al livello di massimo invaso. Per considerare le escursioni del livello idrico nel corso del rilievo, le misure effettuate sono riferite alla quota effettiva del pelo libero e, successivamente, corrette sulla base della registrazione dei livelli del bacino. Il percorso di navigazione e la densità dei punti da rilevare sono scelti in modo da esplorare in modo uniforme l'area interessata dai lavori.

Per l'esecuzione di un rilievo morfobatimetrico è necessaria la rilevazione contemporanea di almeno 5 parametri, di cui 4 ricavati dalla strumentazione GPS: l'ora, le tre coordinate (latitudine, longitudine e quota) e la misura di profondità fornita dall'ecoscandaglio.

Durante l'esecuzione del rilievo, per ciascun punto battuto, i suddetti parametri vengono elaborati e registrati da un software dedicato, in grado di associare i valori ottenuti dal sistema GPS e dall'ecoscandaglio. In questo modo, tramite una restituzione a video, è possibile visualizzare il rilievo effettuato e agire tempestivamente sul risultato, ad esempio infittendo i punti di misura dove risultano scarsi o predisponendo specifiche rotte di navigazione per indagare determinate aree.

Prima dell'inizio del rilievo batimetrico viene effettuata la taratura dell'ecoscandaglio, calcolando la velocità di propagazione del suono in acqua attraverso la formula di Del Grosso, che utilizza dati di temperatura, conduttività e pressione misurati in loco.

**Figura 12-1: ricevitori GPS “base” posizionato a terra (a sinistra) e “rover” montato sul natante utilizzati da Graia per i rilievi morfobatimetrici (a destra)**



Per l'esecuzione del rilievo si utilizza la metodologia differenziale (DGPS) attraverso l'utilizzo di due ricevitori GPS, il primo, denominato base, posizionato sulle sponde dell'invaso e un secondo, denominato rover, posizionato sul natante. Questa metodologia consente di ottenere una precisione, in tempo reale, pari a  $\pm 10$  mm + 1 ppm sul piano orizzontale e di  $\pm 15$  mm sul piano verticale e in post-elaborazione di  $\pm 3$  mm sul piano orizzontale e di  $\pm 5$  sul piano verticale.

I dati batimetrici raccolti vengono elaborati e corretti attraverso l'utilizzo di software specifici. Sulla base dei valori di quota del fondo rilevati, espressi in m s.l.m. e riferiti alla quota 0 dell'IGM italiano o a capisaldi forniti dal committente, viene effettuata l'elaborazione necessaria per la realizzazione di una mappa batimetrica dell'area indagata.

L'esecuzione del rilievo e la sua successiva elaborazione e analisi, è eseguita attraverso le fasi di seguito illustrate:

- individuazione dei capisaldi di riferimento per la successiva georeferenziazione del rilievo;
- definizione delle condizioni di riferimento della misura;
- misura dei parametri dell'acqua per la taratura in loco della strumentazione per il rilievo batimetrico;
- effettuazione del rilievo morfobatimetrico;
- elaborazione dei dati;
- analisi delle curve batimetriche;
- restituzione cartografica e analitica degli elaborati.

La relazione conterrà informazioni relative alle caratteristiche e precisioni degli strumenti impiegati e del rilievo effettuato, descrizioni delle operazioni di taratura e verifica della strumentazione, monografie dei capisaldi eventualmente utilizzati, planimetria generale (in opportuna scala) indicante la zona del rilievo, immagine tridimensionale del fondale del bacino, andamento dei livelli dell'invaso durante i rilievi, traccia del percorso di navigazione effettuato, mappe batimetriche, sezioni di dettaglio.

## 12.2 PRELIEVO E ANALISI CHIMICHE DELLE ACQUE

Nel punto individuato per la misurazione dei parametri chimico-fisici vengono prelevati campioni di acqua a profondità discrete con l'obiettivo di descrivere lo stato chimico di strati diversamente omogenei: epilimnio, metalimnio, ipolimnio e mixolimnio.

Nei campioni verranno ricercati gli analiti richiesti per la completa definizione dello stato chimico dell'invaso (Tabella 1/A e Tabella 1/B del DM 260/10, aggiornate dal D.Lgs. 172/2015.).

Le aliquote necessarie per le analisi sono raccolte mediante l'utilizzo di una bottiglia a strappo di tipo *Ruttner*.

Figura 12-2: bottiglia a strappo (tipo Ruttner)



Sono effettuati anche prelievi di aliquote di acqua in bottiglie di vetro da 1 l ciascuna, sulle quali effettuare analisi chimiche che comprendono i parametri chimici di base richiesti dal protocollo di campionamento del fitoplancton (Allegato V, Paragrafo 1.3.4 della Direttiva 2000/60/CE): alcalinità, azoto ammoniacale, azoto nitrico, azoto nitroso, azoto totale, fosforo reattivo, fosforo totale, silice reattiva.

Le analisi sono effettuate presso un laboratorio con certificazione UNI EN ISO 9001-2008.

Per il campionamento, il trasporto e la conservazione dei campioni di acqua, si osservano le indicazioni metodologiche presenti nel documento APAT/IRSA-CNR, 2003 e APAT, 2007.

Le metodiche utilizzate sono scaricabili dal sito:

<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/metodi-biologici-per-le-acque-parte-i>

Nelle tabelle che seguono sono riportati parametri previsti per la valutazione degli Standard di qualità ambientale nella colonna d'acqua e nel biota per le sostanze dell'elenco di Priorità e degli Standard di qualità ambientale nella colonna d'acqua per alcune delle sostanze non appartenenti all'elenco di priorità.

Tabella 12-1: Tab 1/A - Standard di qualità ambientale nella colonna d'acqua e nel biota per le sostanze dell'elenco di  
 Priorità (D. Lgs 172/2015)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
N.	Denominazione della sostanza	Numero CAS <sup>1</sup>	SQA-MA <sup>2</sup> Acque superficiali interne <sup>3</sup>	SQA-MA <sup>2</sup> Altre acque di superficie	SQA-CMA <sup>4</sup> Acque superficiali interne <sup>3</sup>	SQA-CMA <sup>4</sup> Altre acque di superficie	SQA Biota <sup>12</sup>	Identificazione sostanza <sup>15</sup>
(1)	Alacloro	15972-60-8	0,3	0,3	0,7	0,7		P
(2)	Antracene	120-12-7	0,1	0,1	0,1	0,1		PP
(3)	Atrazina	1912-24-9	0,6	0,6	2,0	2,0		P
(4)	Benzene	71-43-2	10	8	50	50		P
(5)	Difenileteri bromurati <sup>5</sup>	32534-81-9			0,14	0,014	0,0085	PP
(6)	Cadmio e composti (in funzione delle classi di durezza dell'acqua) <sup>6</sup>	7440-43-9	≤ 0,08 (classe 1) 0,08 (classe 2) 0,09 (classe 3) 0,15 (classe 4) 0,25 (classe 5)	0,2	≤ 0,45 (classe 1) 0,45 (classe 2) 0,6 (classe 3) 0,9 (classe 4) 1,5 (classe 5)	≤ 0,45 (classe 1) 0,45 (classe 2) 0,6 (classe 3) 0,9 (classe 4) 1,5 (classe 5)		PP
(6 bis)	Tetracloruro di carbonio <sup>7</sup>	56-23-5	12	12	non applicabile	non applicabile		E
(7)	Cloroalcani C10-13 <sup>8</sup>	85535-84-8	0,4	0,4	1,4	1,4		PP
(8)	Clorfenvinfos	470-90-6	0,1	0,1	0,3	0,3		P
(9)	Clorpirifos (Clorpirifos etile)	2921-88-2	0,03	0,03	0,1	0,1		P
(9 bis)	Antiparassitari del ciclodiene: Aldrin <sup>7</sup> Dieldrin <sup>7</sup> Endrin <sup>7</sup> Isodrin <sup>7</sup>	309-00-2 60-57-1 72-20-8 465-73-6	Σ = 0,01	Σ = 0,005	non applicabile	non applicabile		E
(9 ter)	DDT totale <sup>7,9</sup>	non applicabile	0,025	0,025	non applicabile	non applicabile	50 µg/kg (pesci con meno 5% grassi) 100 µg/kg p.f. (per i pesci con più del 5% grassi)	E
	para-para-DDT <sup>7</sup>	50-29-3	0,01	0,01	non applicabile	non applicabile		E

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
N.	Denominazione della sostanza	Numero CAS <sup>1</sup>	SQA-MA <sup>2</sup> Acque superficiali interne <sup>3</sup>	SQA-MA <sup>4</sup> Altre acque di superficie	SQA-CMA <sup>4</sup> Acque superficiali interne <sup>3</sup>	SQA-CMA <sup>4</sup> Altre acque di superficie	SQA Biota <sup>12</sup>	Identificazione sostanza <sup>15</sup>
(10)	1,2-Dicloroetano	107-06-2	10	10	non applicabile	non applicabile		P
(11)	Diclorometano	75-09-2	20	20	non applicabile	non applicabile		P
(12)	Di(2-etilesil)ftalato (DEHP)	117-81-7	1,3	1,3	non applicabile	non applicabile		PP
(13)	Diuron	330-54-1	0,2	0,2	1,8	1,8		P
(14)	Endosulfan	115-29-7	0,005	0,0005	0,01	0,004		PP
(15)	Fluorantene	206-44-0	0,0063	0,0063	0,12	0,12	30	P
(16)	Esaclorobenzene	118-74-1	0,005	0,002	0,05	0,05	10	PP
(17)	Esaclorobutadiene	87-68-3	0,05	0,02	0,6	0,6	55	PP
(18)	Esaclorocicloesano	608-73-1	0,02	0,002	0,04	0,02		PP
(19)	Isoproturon	34123-59-6	0,3	0,3	1,0	1,0		P
(20)	Piombo e composti	7439-92-1	1,2 <sup>13</sup>	1,3	14	14		P
(21)	Mercurio e composti	7439-97-6			0,07	0,07	20	PP
(22)	Naftalene	91-20-3	2	2	130	130		P
(23)	Nichel e composti	7440-02-0	4 <sup>13</sup>	8,6	34	34		P
(24)	Nonilfenoli (4-nonilfenolo)	84852-15-3	0,3	0,3	2,0	2,0		PP
(25)	Ottilfenoli ((4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil)-fenolo))	140-66-9	0,1	0,01	non applicabile	non applicabile		P
(26)	Pentaclorobenzene	608-93-5	0,007	0,0007	non applicabile	non applicabile		PP
(27)	Pentaclorofenolo	87-86-5	0,4	0,4	1	1		P
(28)	Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) <sup>11</sup>	non applicabile	non applicabile	non applicabile	non applicabile	non applicabile		PP
	Benzo(a)pirene	50-32-8	1,7 10 <sup>-4</sup>	1,7 10 <sup>-4</sup>	0,27	0,027	5	PP
	Benzo(b)fluorantene	205-99-2	Cfr. nota 11	Cfr. nota 11	0,017	0,017	Cfr. nota 11	PP
	Benzo(k)fluorantene	207-08-9	Cfr. nota 11	Cfr. nota 11	0,017	0,017	Cfr. nota 11	PP
	Benzo(g,h,i)perilene	191-24-2	Cfr. nota 11	Cfr. nota 11	8,2 10 <sup>-3</sup>	8,2 10 <sup>-4</sup>	Cfr. nota 11	PP
	Indeno(1,2,3-cd)pirene	193-39-5	Cfr. nota 11	Cfr. nota 11	non applicabile	non applicabile	Cfr. nota 11	PP
(29)	Simazina	122-34-9	1	1	4	4		P
(29 bis)	Tetracloroetilene <sup>7</sup>	127-18-4	10	10	non applicabile	non applicabile		E
(29 ter)	Tricloroetilene <sup>7</sup>	79-01-6	10	10	non applicabile	non applicabile		E

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
N.	Denominazione della sostanza	Numero CAS <sup>1</sup>	SQA-MA <sup>2</sup> Acque superficiali interne <sup>3</sup>	SQA-MA <sup>2</sup> Altre acque di superficie	SQA-CMA <sup>4</sup> Acque superficiali interne <sup>3</sup>	SQA-CMA <sup>4</sup> Altre acque di superficie	SQA Biota <sup>12</sup>	Identificazione sostanza <sup>15</sup>
(30)	Tributilstagno (composti) (tributilstagno-catione)	36643-28-4	0,0002	0,0002	0,0015	0,0015		PP
(31)	Triclorobenzeni	12002-48-1	0,4	0,4	non applicabile	non applicabile		P
(32)	Triclorometano	67-66-3	2,5	2,5	non applicabile	non applicabile		P
(33)	Trifluralin	1582-09-8	0,03	0,03	non applicabile	non applicabile		PP
(34)	Dicofol	115-32-2	1,3 10 <sup>-3</sup>	3,2 10 <sup>-3</sup>	non applicabile (10)	non applicabile (10)	33	PP
(35)	Acido perfluorottansolfonico e suoi sali (PFOS)	1763-23-1	6,5 10 <sup>-4</sup>	1,3 10 <sup>-4</sup>	36	7,2	9,1	PP
(36)	Chinossifen	124495-18-7	0,15	0,015	2,7	0,54		PP
(37)	Diossine e composti diossina-simili	Cfr. la nota 10 a piè di pagina dell'allegato X della direttiva 2000/60/CE			non applicabile	non applicabile	Somma di PCDD+PCDF+P CB-DL 0,0065 µg.kg <sup>-1</sup> TEQ <sup>14</sup>	PP
(38)	Aclonifen	74070-46-5	0,12	0,012	0,12	0,012		P
(39)	Bifenox	42576-02-3	0,012	0,0012	0,04	0,004		P
(40)	Cibutrina	28159-98-0	0,0025	0,0025	0,016	0,016		P
(41)	Cipermetrina	52315-07-8	8 10 <sup>-5</sup>	8 10 <sup>-6</sup>	6 10 <sup>-2</sup>	6 10 <sup>-5</sup>		P
(42)	Diclorvos	62-73-7	6 10 <sup>-4</sup>	6 10 <sup>-5</sup>	7 10 <sup>-4</sup>	7 10 <sup>-5</sup>		P
(43)	Esabromociclododecano (HBCDD)	Cfr. la nota 12 a piè di pagina dell'allegato X della direttiva 2000/60/CE	0,0016	0,0008	0,5	0,05	167	PP
(44)	Eptacloro ed eptacloro epossido	76-44-8 / 1024-57-3	2 10 <sup>-7</sup>	1 10 <sup>-8</sup>	3 10 <sup>-4</sup>	3 10 <sup>-5</sup>	6,7 10 <sup>-3</sup>	PP
(45)	Terbutrina	886-50-0	0,065	0,0065	0,34	0,034		P

Unità di misura: [µg/l] per le colonne da (4) a (7); [µg/kg di peso umido] per la colonna (8).

Tabella 12-2: Tab 1/B - Standard di qualità ambientale nella colonna d'acqua per alcune delle sostanze non appartenenti all'elenco di priorità (D. Lgs 172/2015)

	CAS	Sostanza	SQA-MA <sup>(1)</sup> (µg/l)	
			Acque superficiali interne <sup>(2)</sup>	Altre acque di superficie <sup>(3)</sup>
1	7440-38-2	Arsenico	10	5
2	2642-71-9	Azinfos etile	0,01	0,01
3	86-50-0	Azinfos metile	0,01	0,01
4	25057-89-0	Bentazone	0,5	0,2
5	95-51-2	2-Cloroanilina	1	0,3
6	108-42-9	3-Cloroanilina	2	0,6
7	106-47-8	4-Cloroanilina	1	0,3
8	108-90-7	Clorobenzene	3	0,3
9	95-57-8	2-Clorofenolo	4	1
10	108-43-0	3-Clorofenolo	2	0,5
11	106-48-9	4-Clorofenolo	2	0,5
12	88-73-3	1-Cloro-2-nitrobenzene	1	0,2
13	121-73-3	1-Cloro-3-nitrobenzene	1	0,2
14	100-00-5	1-Cloro-4-nitrobenzene	1	0,2
15	-	Cloronitrotolueni <sup>(4)</sup>	1	0,2
16	95-49-8	2-Clorotoluene	1	0,2
17	108-41-8	3-Clorotoluene	1	0,2
18	106-43-4	4-Clorotoluene	1	0,2
19	74440-47-3	Cromo totale	7	4
20	94-75-7	2,4 D	0,5	0,2
21	298-03-3	Demeton	0,1	0,1
22	95-76-1	3,4-Dicloroanilina	0,5	0,2
23	95-50-1	1,2 Diclorobenzene	2	0,5
24	541-73-1	1,3 Diclorobenzene	2	0,5
25	106-46-7	1,4 Diclorobenzene	2	0,5
26	120-83-2	2,4-Diclorofenolo	1	0,2
27	60-51-5	Dimetoato	0,5	0,2

	CAS	Sostanza	SQA-MA <sup>(1)</sup> (µg/l)	
			Acque superficiali interne <sup>(2)</sup>	Altre acque di superficie <sup>(2)</sup>
28	122-14-5	Fenitrothion	0,01	0,01
29	55-38-9	Fention	0,01	0,01
30	330-55-2	Linuron	0,5	0,2
31	121-75-5	Malation	0,01	0,01
32	94-74-6	MCPA	0,5	0,2
33	93-65-2	Mecoprop	0,5	0,2
34	10265-92-6	Metamidofos	0,5	0,2
35	7786-34-7	Mevinfos	0,01	0,01
36	1113-02-6	Ometoato	0,5	0,2
37	301-12-2	Ossidemeton-metile	0,5	0,2
38	56-38-2	Paration etile	0,01	0,01
39	298-00-0	Paration metile	0,01	0,01
40	93-76-5	2,4,5 T	0,5	0,2
41	108-88-3	Toluene	5	1
42	71-55-6	1,1,1 Tricloroetano	10	2
43	95-95-4	2,4,5-Triclorofenolo	1	0,2
44	88-06-2	2,4,6-Triclorofenolo	1	0,2
45	5915-41-3	Terbutilazina (incluso metabolita)	0,5	0,2
46	-	Composti del Trifenilstagno	0,0002	0,0002
47	1330-20-7	Xileni <sup>(5)</sup>	5	1
48		Pesticidi singoli <sup>(6)</sup>	0,1	0,1
49		Pesticidi totali <sup>(7)</sup>	1	1
50	375-22-4	Acido perfluorobutanoico (PFBA) <sup>(8)</sup>	7	1,4
51	2706-90-3	Acido perfluoropentanoico (PFPeA) <sup>(8)</sup>	3	0,6
52	307-24-4	Acido perfluoroesanoico (PFHxA) <sup>(8)</sup>	1	0,2
53	375-73-5	Acido perfluorobutansolfonico (PFBS) <sup>(8)</sup>	3	0,6
54	335-67-1	Acido perfluoroottanoico (PFOA) <sup>(8)</sup>	0,1	0,02

### 12.3 PARAMETRI CHIMICO-FISICI DEL SEDIMENTO

Nel punto individuato per il campionamento si procede alla realizzazione del carotaggio. Il sedimento viene poi inserito in contenitori di vetro puliti e inviato al laboratorio di analisi.

La valutazione chimica (test tal quale e cessione) ricomprenderà i parametri previsti nelle tabelle che seguono.

**Tabella 12-3: Concentrazione soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare (D. Lgs 152/2006, Tabella 1, Parte IV, Titolo V, Allegato 5)**

		A	B
		<i>Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale (mg/kg espressi come ss)</i>	<i>Siti ad uso Commerciale e Industriale (mg/kg espressi come ss)</i>
<b>Composti inorganici</b>			
1	Antimonio	10	30
2	Arsenico	20	50
3	Berillio	2	10
4	Cadmio	2	15
5	Cobalto	20	250
6	Cromo totale	150	800
7	Cromo VI	2	15
8	Mercurio	1	5
9	Nichel	120	500
10	Piombo	100	1000
11	Rame	120	600
12	Selenio	3	15
13	Stagno	1	350
14	Tallio	1	10
15	Vanadio	90	250
16	Zinco	150	1500
17	Cianuri (liberi)	1	100
18	Fluoruri	100	2000
<b>Aromatici</b>			
19	Benzene	0,1	2
20	Etilbenzene	0,5	50
21	Stirene	0,5	50
22	Toluene	0,5	50
23	Xilene	0,5	50
24	Sommatoria organici aromatici (da 20 a 23)	1	100
<b>Aromatici policiclici(1)</b>			
25	Benzo(a)antracene	0,5	10
26	Benzo(a)pirene	0,1	10
27	Benzo(b)fluorantene	0,5	10
28	Benzo(k,)fluorantene	0,5	10
29	Benzo(g, h, i,)terilene	0,1	10
30	Crisene	5	50
31	Dibenzo(a,e)pirene	0,1	10
32	Dibenzo(a,l)pirene	0,1	10
33	Dibenzo(a,i)pirene	0,1	10
34	Dibenzo(a,h)pirene,	0,1	10
35	Dibenzo(a,h)antracene	0,1	10
36	Indenopirene	0,1	5
37	Pirene	5	50

		<b>A</b>	<b>B</b>
		<i>Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale (mg/kg espressi come ss)</i>	<i>Siti ad uso Commerciale e Industriale (mg/kg espressi come ss)</i>
38	Sommatoria policiclici aromatici (da 25 a 34)	10	100
<b>Alifatici clorurati cancerogeni (1)</b>			
39	Clorometano	0,1	5
40	Diclorometano	0,1	5
41	Triclorometano	0,1	5
42	Cloruro di Vinile	0,01	0,1
43	1,2-Dicloroetano	0,2	5
44	1,1 Dicloroetilene	0,1	1
45	Tricloroetilene	1	10
46	Tetracloroetilene (PCE)	0,5	20
<b>Alifatici clorurati non cancerogeni (1)</b>			
47	1,1-Dicloroetano	0,5	30
48	1,2-Dicloroetilene	0,3	15
49	1,1,1-Tricloroetano	0,5	50
50	1,2-Dicloropropano	0,3	5
51	1,1,2-Tricloroetano	0,5	15
52	1,2,3-Tricloropropano	1	10
53	1,1,2,2-Tetracloroetano	0,5	10
<b>Alifatici alogenati Cancerogeni (1)</b>			
54	Tribromometano(bromoformio)	0,5	10
55	1,2-Dibromoetano	0,01	0,1
56	Dibromoclorometano	0,5	10
57	Bromodiclorometano	0,5	10
<b>Nitrobenzeni</b>			
58	Nitrobenzene	0,5	30
59	1,2-Dinitrobenzene	0,1	25
60	1,3-Dinitrobenzene	0,1	25
61	Cloronitrobenzeni	0,1	10
<b>Clorobenzeni (1)</b>			
62	Monoclorobenzene	0,5	50
63	Diclorobenzeni non cancerogeni (1,2- diclorobenzene)	1	50
64	Diclorobenzeni cancerogeni (1,4 - diclorobenzene)	0,1	10
65	1,2,4 -triclorobenzene	1	50
66	1,2,4,5-tetracloro-benzene	1	25
67	Pentaclorobenzene	0,1	50
68	Esaclorobenzene	0,05	5
<b>Fenoli non clorurati (1)</b>			
70	Metilfenolo(o-, m-, p-)	0,1	25
71	Fenolo	1	60
<b>Fenoli clorurati (1)</b>			
72	2-clorofenolo	0,5	25
73	2,4-diclorofenolo	0,5	50
74	2,4,6 - triclorofenolo	0,01	5
75	Pentaclorofenolo	0,01	5
<b>Ammine Aromatiche (1)</b>			
76	Anilina	0,05	5
77	o-Anisidina	0,1	10

		A	B
		Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale (mg/kg espressi come ss)	Siti ad uso Commerciale e Industriale (mg/kg espressi come ss)
78	m,p-Anisidina	0,1	10
79	Difenilamina	0,1	10
80	p-Toluidina	0,1	5
81	Sommatoria Ammine Aromatiche (da 73 a 77)	0,5	25
<b>Fitofarmaci</b>			
82	Alaclor	0,01	1
83	Aldrin	0,01	0,1
84	Atrazina	0,01	1
85	$\alpha$ -esacloroesano	0,01	0,1
86	$\beta$ -esacloroesano	0,01	0,5
87	$\gamma$ -esacloroesano (Lindano)	0,01	0,5
88	Clordano	0,01	0,1
89	DDD, DDT, DDE	0,01	0,1
90	Dieldrin	0,01	0,1
91	Endrin	0,01	2
<b>Diossine e furani</b>			
92	Sommatoria PCDD, PCDF (conversione T,E <sub>1</sub> )	1x10 <sup>-5</sup>	1x10 <sup>-4</sup>
93	PCB	0,06	5
<b>Idrocarburi</b>			
94	Idrocarburi Leggeri C inferiore o uguale a 12	10	250
95	Idrocarburi pesanti C superiore a 12	50	750
<b>Altre sostanze</b>			
96	Amianto	1000 (*)	1000 (*)
97	Esteri dell'acido ftalico (ognuno)	10	60

(1) In Tabella sono selezionate, per ogni categoria chimica, alcune sostanze frequentemente rilevate nei siti contaminati. Per le sostanze non esplicitamente indicate in Tabella i valori di concentrazione limite accettabili sono ricavati adottando quelli indicati per la sostanza tossicologicamente più affine.

(\*) Corrisponde al limite di rilevabilità della tecnica analitica (diffrattometria a raggi X oppure I.R. - Trasformata di Fourier)

**Tabella 12-4: Concentrazione soglia nell'eluato (Decreto 5 aprile 2006, n. 186, Allegato 3)**

Parametri	Unita' di misura	Concentrazioni limite
Nitrati	mg/l	50
Fluoruri	mg/l	1,5
Solfati	mg/l	250
Cloruri	mg/l	100
Cianuri	$\mu$ g/l	50
Bario	mg/l	1
Rame	mg/l	0,05
Zinco	mg/l	3
Berillio	$\mu$ g/l	10
Cobalto	$\mu$ g/l	250
Nichel	$\mu$ g/l	10
Vanadio	$\mu$ g/l	250
Arsenico	$\mu$ g/l	50
Cadmio	$\mu$ g/l	5
Cromo totale	$\mu$ g/l	50
Piombo	$\mu$ g/l	50
Selenio	$\mu$ g/l	10
Mercurio	$\mu$ g/l	1

**Progettisti in ATI**

CO.RI.P. S.r.l.

E&G

DIZETA INGEGNERIA

GRAIA

Parametri	Unita' di misura	Concentrazioni limite
Amianto	mg/l	30
COD	mg/l	30
PH	-	5.5-12

**Tabella 12-5: Limiti di concentrazione nell'eluato per l'accettabilità in discariche per rifiuti non pericolosi (Decreto 27/09/2010, Tabella 5)**

Parametri	Unita' di misura	Concentrazioni limite
As	mg/l	0,2
Ba	mg/l	10
Cd	mg/l	0,1
Cr totale	mg/l	1
Cu	mg/l	5
Hg	mg/l	0,02
Mo	mg/l	1
Ni	mg/l	1
Pb	mg/l	1
Sb	mg/l	0,07
Se	mg/l	0,05
Zn	mg/l	5
Cloruri	mg/l	2500
Fluoruri	mg/l	15
Solfati	mg/l	5000
DOC(*) (**)	mg/l	100
TDS (***)	mg/l	10000

(\*) Il limite di concentrazione per il parametro DOC non si applica ad alcune tipologie di rifiuti (vedi normativa)

(\*\*) Nel caso in cui i rifiuti non rispettino i valori riportati per il DOC al proprio valore di pH, possono essere sottoposti a test, con una proporzione L/S=10 l/kg e con un pH compreso tra 7,5 e 8,0. I rifiuti possono essere considerati conformi ai criteri di ammissibilità per il carbonio organico disciolto se il risultato della prova non supera 100 mg/l.

(\*\*\*) E' possibile servirsi dei valori per il TDS (solidi disciolti totali) in alternativa ai valori per il solfato e per il cloruro. Il limite di concentrazione per il parametro TDS non si applica alle tipologie di rifiuti riportate nella precedente nota (\*).

## 12.4 PARAMETRI BIOLOGICI

I parametri biologici previsti nelle attività di monitoraggio sono:

- Il fitoplancton,
- i macroinvertebrati bentonici,
- le diatomee,
- le macrofite.

Le attività di monitoraggio sono effettuate secondo quanto previsto dalle recenti metodiche di indagine delle acque correnti messe a punto e pubblicate a cura di ISPRA e disponibili nel sito <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/metodi-biologici-per-le-acque-superficiali-interne>

### 12.4.1 PROTOCOLLO DI CAMPIONAMENTO DEL FITOPLANCTON

La componente fitoplanctonica, costituita da organismi microscopici fotosintetici che vivono liberi nello strato eufotico delle acque, ha un ruolo fondamentale negli ecosistemi acquatici in quanto rappresenta l'anello primario della catena alimentare nelle acque dolci e marine. Nelle acque interne il fitoplancton è costituito principalmente da specie appartenenti ai gruppi delle Cyanophyceae, Chlorophyta, Conjugatophyceae, Cryptophyta, Crysophyceae, Bacillariophyceae e Dinophyceae.

Si effettua il prelievo di un campione integrato di fitoplancton nello strato d'acqua all'interno del quale si svolgono i processi di fotosintesi e corrispondente allo spessore della zona eufotica.

Lo spessore della zona eufotica (Zeu) è calcolato dai valori di disco di Secchi (Zs) attraverso la relazione:  $Zeu=2,5*Zs$ .

Il campione integrato è raccolto prelevando campioni puntiformi con una bottiglia a strappo (tipo Ruttner), di volume uguale, per ogni metro d'acqua, fino a raggiungere la profondità voluta; i campioni raccolti sono trasferiti in un contenitore di volume opportuno e mescolati, prima di preparare il sub campione da analizzare.

Figura 12-3: bottiglia a strappo (tipo Ruttner).



Il campione destinato all'analisi fitoplanctonica è fissato con Lugol acetico per aiutarne la conservazione e renderne più agevole la successiva analisi. Il conteggio algale è eseguito al microscopio invertito utilizzando il metodo di Utermöhl (1958), effettuato solo in una porzione della camera di sedimentazione: sono esaminati diversi campi adiacenti fino al raggiungimento di un numero di conte statisticamente significativo.

Il campione destinato all'analisi è preventivamente sedimentato in apposite camerette, e grazie all'analisi qualitativa del fitoplancton, si ricavano informazioni sulla densità (cell/litro) e relativa biomassa ( $mm^3/m^3$ ) algale che insieme ai dati relativi alla clorofilla *a* permettono di calcolare gli indici complessivi per il fitoplancton (ICF/IPAM/NITMET) (aggiornamento Dm 260/2010).

Per gli invasi con tipologia ME-4 macrotipologia I1 (a cui appartiene l'invaso di Pozzillo) si applica l'indice di valutazione MedPTI per la valutazione del fitoplancton, così come riportato nel report "Indice per la valutazione della qualità ecologica dei laghi" del CNR-ISE (2018) (allegato 3), che aggiorna il MedPTI sulla base

dell'intercalibrazione della tipologia ME-4, riportata nella decisione della Commissione Europea 229/2018. Tale aggiornamento, che amplia la lista delle specie che contribuiscono al calcolo dell'indice e modica i relativi valori trofici e i valori indicatori, è stato comunicato alle Arpa dal MATTM con nota prot. 0017869 del 9/11/2015 (allegato 4). Per gli altri invasi con tipologia ME-2 macrotipologia I3, il DM 260/2010 prevede l'utilizzo dell'indice PTIot (Phytoplankton Trophic Index basato su optimum-tolerance), anche se formulato per ambienti della ecoregione alpina.

I suddetti indici concorrono alla composizione dell'ICF, che è determinato sulla base di un anno di campionamento calcolando per la tipologia ME-2 macrotipologia I3 la media dell'indice medio di biomassa, a sua volta basato sulla concentrazione media di clorofilla "a" e sul biovolume medio degli organismi fitoplanctonici; mentre per la tipologia Me-4 macrotipologia I1 la media dell'indice medio di biomassa è valutato sul biovolume medio e sulla percentuale di cianobatteri caratteristici di acque eutrofe.

Il "Metodo Italiano per la valutazione del Fitoplancton" - IPAM (Italian PYtoplankton Assessment Method) (allegato 5) e il "Nuovo metodo italiano" NITMET (allegato 6) utilizzano i risultati dell'intercalibrazione riportati nella Decisione della Commissione 2013/480/UE del 20 settembre 2013 (allegato 7). Quest'ultima decisione istituisce i valori delle classificazioni dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultanti dall'esercizio di intercalibrazione e abroga la Decisione 2008/915/CE. I nuovi limiti sono riportati nell'Allegato 2 della Decisione della Commissione 2013/480/UE.

Nella tabella riportata di seguito vengono confrontati i valori di riferimento previsti nel metodo IPAM NITMET e quelli indicati nel D.M. 260/2010, da cui si evince che sono stati modificati i valori di riferimento per clorofilla "a" e biovolume per il macrotipo I3.

**Tabella 12-6: confronto tra i valori di riferimento per il calcolo ICF**

Macrotipo	Riferimento	Valori di riferimento clorofilla "a" $\mu/L$	Valori di riferimento del Biovolume Medio $mm^3/L$	Valori di riferimento Indice MedPTI	Valori di riferimento Indice PTIot
I3	IPAM NITMET	3	0.60		3.55
I3	ICF DM 260/10	3.3	0.70		3.55
I1	IPAM NITMET	1.8	0.76	3.10	
I1	ICF DM 260/10	1.8	0.76	3.10	

Nella tabella seguente vengono confrontati i limiti di classe, ove differenti, per la valutazione dello stato di qualità dell'ICF, secondo quanto indicato nel D.M. 260/2010 e secondo quanto indicato nel metodo IPAM NITMET.

**Tabella 12-7: confronto tra i valori di riferimento per il calcolo ICF**

Macrotipo	Riferimento		Elevato*/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
I3	IPAM NITMET	Valore clorofilla "a" µg/L /RQE	4.0/0.75	7.30/0.41	13.5/0.23	24.60/0.13
I3	DM 260/10	Valore clorofilla "a" µg/L /RQE	4.0/0.75	8/0.41	14.5/0.23	26.4/0.13
I3	IPAM NITMET	Valore del Biovolume Medio mm <sup>3</sup> L <sup>-1</sup> / RQE	0.95/0.63	2.30/0.26	5.95/0.10	14.95/0.04
I3	DM 260/10	Valore del Biovolume Medio mm <sup>3</sup> L <sup>-1</sup> / RQE	1.1/0.64	2.7/0.26	6.6/0.11	16.3/0.04
I3	IPAM NITMET	Valore di Riferimento indice PTIot/RQE	3.37/0.95	3.01/0.85	2.66/0.75	2.31/0.65
I3	DM 260/10	Valore di Riferimento indice PTIot/RQE	3.37/0.95	3.01/0.85	2.66/0.75	2.31/0.65
I1	IPAM NITMET	Valore di Riferimento indice MedPTI /RQE	*	2.38/0.77	2.13/0.69	1.81/0.59
I1	DM 260/10	Valore di Riferimento indice MedPTI /RQE		2.45/0.79	2.13/0.69	1.81/0.59

\*Gli invasi non possono avere classe elevata a causa della loro non naturalità idromorfologica

Nella tabella seguente sono riportati i limiti di classe, espressi come rapporti di qualità ecologica (RQE) dell'indice complessivo per il fitoplancton, indicati sia nel D.M. 260/2010 che nel metodo IPAM NITMET.

**Tabella 12-8: Confronto tra i limiti di classe degli RQE per la valutazione dello stato di qualità dell'ICF**

Stato	Limite di classe RQE Fitoplancton DM260/2010 e IPAM NITMET
Elevato*/Buono	0.80
Buono/Sufficiente	0.60
Sufficiente/Scarso	0.40
Scarso/Cattivo	0.20

#### **12.4.2 PROTOCOLLO DI CAMPIONAMENTO DEI MACROINVERTEBRATI BENTONICI**

Per la raccolta degli organismi macrobentonici viene indicato l'utilizzo di un retino immanicato tipo Surber con dimensioni del telaio generalmente quadrato di 23 x 23 cm, pari ad un'area di campionamento di 0,05 m<sup>2</sup>, cono di rete lungo dai 60 agli 80 centimetri e maglia di 500 µm, dotata di bicchiere di raccolta terminale. Trattandosi di un campionamento quantitativo viene indicata una superficie massima complessiva per ogni indagine pari a 0,5 m<sup>2</sup>, raggiunta compiendo in ogni stazione 10 repliche di prelievo.

Figura 12-4 - retino immanicato tipo Surber da 23 x 23 cm di lato



I periodi migliori in cui condurre il campionamento dipendono dalla tipologia del corso d'acqua in oggetto e sono indicati generalmente l'inverno (febbraio, inizio marzo), la tarda primavera (maggio) e la tarda estate (settembre); in ogni caso vengono fornite indicazioni accessorie riguardo a periodi o momenti in cui è meglio evitare di campionare, come durante o subito dopo eventi di piena, durante o subito dopo periodi di secca estrema, impedimenti a causa di fattori ambientali nella stima dell'estensione relativa degli habitat (elevata torbidità).

Preliminarmente al campionamento è necessario condurre una stima della composizione del substrato fluviale e della relativa presenza di diversi microhabitat, in cui successivamente allocare le 10 repliche. Si procede identificando una idonea sezione del corso d'acqua che sia rappresentativa del tratto fluviale da indagare, si riconosce la tipologia di mesohabitat prevalente e si distinguono i singoli microhabitat presenti, stimando le percentuali di superficie che occupano con intervalli del 10% e ad ogni intervallo corrisponde una replica. Il rilievo viene condotto osservando l'interezza dell'alveo di torrente, sia il centro sia le rive, compilando una apposita scheda di rilevamento. Nella tabella qui di seguito sono elencate e descritte le diverse tipologie di microhabitat che si possono rinvenire in alveo.

**Tabella 12-9: tipologia dei microhabitat rinvenibili e breve descrizione**

Microhabitat	Codice	Definizione substrato
Igropetrico	IGR	Igropetrico strato d'acqua su roccia spesso ricoperta da muschi
Megalithal	MGL	Megalithal massi che superano i 40 cm*
Macrolithal	MAC	Macrolithal massi compresi tra 20 e 40 cm*
Mesolithal	MES	Mesolithal ciottoli compresi tra 6 e 20 cm*
Microlithal	MIC	Microlithal ghiaia compresa tra 2 e 6 cm*
Ghiaia	GHI	Ghiaia fine (tra 2 mm e 2 cm)

**Progettisti in ATI**

CO.RI.P. S.r.l.

E&G

DIZETA INGEGNERIA

GRAIA

Microhabitat	Codice	Definizione substrato
Sabbia	SAB	Sabbia (tra 6 $\mu$ e 2 mm)
Argilla	ARG	Argilla (minore di 6 $\mu$ m)
Artificiale	ART	Artificiale
Alghe	AL	Macro-micro alghe verdi visibili macroscopicamente
Macrofite sommerse	SO	Macrofite sommerse inclusi muschi e Characeae
Macrofite emergenti	EM	Macrofite emergenti ( <i>Thypha</i> , <i>Carex</i> , <i>Phragmites</i> )
Terrestri	TP	Parti vive di piante terrestri radici fluitanti di vegetazione riparia
Xylal (legno)	XY	Xylal (legno) legno morto, rami, radici
CPOM	CP	CPOM depositi di materiale organico grossolano
FPOM	FP	FPOM depositi di materiale organico fine
Film Batterici	BA	Film batterici, funghi e sapropel

\*: le dimensioni si riferiscono all'asse intermedio

**Tabella 12-10: Tipologia di flussi (Padmore, 1998 e Buffagni et al., 2004)**

Tipo	Cod	Definizione
Asciutto/No flow	DR	Assenza d'acqua. Ove si consideri un'intera sezione fluviale, (i.e. canale asciutto) essa può manifestarsi, ed è quindi da rilevare, sia in relazione a condizioni naturali sia in relazione all'intervento dell'uomo.
Non percettibile/ No perceptible flow	NP	È caratterizzato da assenza di movimento dell'acqua. È possibile osservarlo anche in fiumi con regime idrico regolamentato, a monte o valle di dighe, oppure in presenza di strutture naturali presenti in alveo, come grossi massi, in grado di rallentare l'acqua. In questi casi c'è il rischio di confondere questo flusso con il flow type "liscio". Se in dubbio, si può introdurre verticalmente un bastoncino in acqua ed osservare gli eventuali cambiamenti della superficie dell'acqua intorno al bastoncino stesso, che non devono manifestarsi se il flow type è "non percettibile".
Liscio/Smooth	SM	Si tratta di un flusso laminare, con superficie dell'acqua priva di turbolenze. Se in dubbio con "non percettibile", il riconoscimento può essere facilitato dall'uso di un bastoncino che, inserito verticalmente in acqua, determinerà, in presenza di questo tipo di flusso, la formazione di piccole onde ai suoi lati.
Incespato/Rippled	RP	La superficie dell'acqua mostra delle piccole increspature simmetriche, generalmente non più alte di un centimetro, che si muovono verso valle. Attenzione: in presenza di vento forte è possibile che i tipi di flusso "liscio" e talvolta anche "non percettibile" appaiano ad un'analisi superficiale come "incespato".
Unbroken standing Waves	UW	La superficie dell'acqua appare disturbata, con un tipico profilo a "schiena di drago". Il fronte dell'onda non è rotto, anche se a volte le creste mostrano la presenza di schiuma bianca.
Broken standing waves	BW	L'acqua sembra scorrere verso monte, contro corrente. Perché le onde possano essere definite "rotte" è necessario che ad esse siano associate creste bianche e disordinate.
Chute	CH	L'acqua scorre aderente al substrato, con una dolce curvatura
Flusso caotico/ Chaotic flow	CF	È un misto di tre tra i flussi più veloci (per esempio FF, CH, BW e UW), in cui nessuno sia predominante.
Upwelling	UP	Questo flow type è caratterizzato da acqua che sembra in ebollizione, con 'bolle' che arrivano in superficie da porzioni più profonde del fiume. Tale aspetto è dovuto spesso alla presenza di forti flussi che risalgono dal letto del fiume, disturbando la superficie dell'acqua. Si trova generalmente all'uscita di stretti meandri, dietro a strutture presenti nel canale (per esempio i piloni di sostegno dei ponti) o ai piedi di cascate, toboga, briglie o chiuse. Questo flow type è spesso associato alle "pool" presenti nel fiume; a volte, può determinare erosione laterale delle sponde e.g. in aree di meandro.
Cascata/Free fall	FF	L'acqua cade verticalmente, ed è visibilmente separata dal substrato sottostante o retrostante. Questo flow type è generalmente associato a cascate naturali.

I campionamenti quantitativi di macroinvertebrati si eseguono tramite retino Surber, che permette di raccogliere gli organismi presenti in un'area delimitata da una cornice metallica rettangolare e quindi di dimensioni note, in modo da poterne successivamente determinare la densità per unità di superficie. Per

evitare disturbi nel substrato da campionare è necessario stare a valle del retino effettuando le repliche risalendo verso monte; la precisione del campione raccolto dipende inoltre da:

- aderenza della cornice al fondo per evitare la perdita di organismi;
- riflusso dell'acqua causato dalla resistenza della rete che può ostacolare la cattura degli organismi;
- accuratezza nel rimuovere gli organismi, che possono essere saldamente attaccati al substrato;
- profondità del substrato rimosso, in quanto gli organismi bentonici possono vivere anche diversi centimetri sotto la superficie 10-15 cm.

Come accennato, verranno operate 10 repliche, utilizzando il retino Surber avente come area di prelievo 0,05 m<sup>2</sup>, totalizzando per stazione una superficie complessiva di 0,5 m<sup>2</sup>. Il campione viene sortato e riconosciuto in vivo; gli organismi che richiedono ausili ottici per la classificazione vengono fissati e portati in laboratorio.

**Tabella 12-11: limiti per la definizione delle “Unità Sistematiche”**

Gruppi tassonomici	Livelli di determinazione tassonomica per definire le “Unità sistematiche”
Plecotteri	genere
Efemerotteri	genere
Tricotteri	genere
Coleotteri	famiglia
Odonati	genere
Ditteri	famiglia
Eterotteri	famiglia
Crostacei	famiglia
Gasteropodi	famiglia
Bivalvi	famiglia
Tricladi	genere
Irudinei	genere
Oligocheti	famiglia

Parallelamente al campionamento dei macroinvertebrati, al fine di una più precisa caratterizzazione della stazione, verranno annotati anche i principali parametri chimico-fisici quali temperatura, pH, conducibilità, ossigeno disciolto dai quali possono dipendere direttamente la distribuzione e la composizione delle comunità di macroinvertebrati.

Per una rassegna fotografica delle tipologie di microhabitat, si rimanda al documento “Macroinvertebrati acquatici e direttiva 2000/60/EC (WFD) - Parte B. Descrizione degli habitat fluviali a supporto del campionamento biologico” A cura di: Buffagni A., Erba S., Aquilano G., Armanini D.G., Beccari C., Casalegno C., Cazzola M., Demartini D., Gavazzi N., Kemp J.L., Mirolo N., Rusconi M. *Notiziario dei Metodi Analitici n.1 (2007)* CNR-IRSA, Brugherio (MI).

Il sistema di classificazione utile per la definizione dello stato ecologico dei campioni prelevati secondo il protocollo A.P.A.T. è denominato MacrOPer e descritto da:

**Buffagni A., Erba S. & Pagnotta R., 2008.** Definizione dello stato ecologico dei fiumi sulla base dei macroinvertebrati bentonici per la 2000/60/EC (WFD): il sistema di classificazione MacrOper. *Notiziario dei Metodi Analitici numero speciale (2008)*, CNR-IRSA, Brugherio (MI).

Tale sistema combina le informazioni relative ad i seguenti elementi fondamentali:

- sistema tipologico nazionale;

---

#### Progettisti in ATI

CO.RI.P. S.r.l.

E&amp;G

DIZETA INGEGNERIA

GRAIA

- limiti di classe definiti all'interno del processo di intercalibrazione europeo;
- valori numerici di riferimento tipo specifici per sei metriche selezionate;
- calcolo dell'indice STAR\_ICMi;

Il conteggio effettuato in laboratorio viene informatizzato esprimendo, per ogni famiglia, l'abbondanza in termini di densità/m<sup>2</sup>.

È successivamente applicato a questi dati l'indice STAR\_ICMi (Indice multimetrico STAR di Intercalibrazione). L'indice è composto di sei metriche che forniscono informazioni in merito ai principali aspetti che la Direttiva Quadro chiede di considerare per gli organismi macrobentonici.

**Tabella 12-12: metriche che compongono lo STAR\_ICMi e peso loro attribuito nel calcolo (da Buffagni, Erba e Pagnotta, 2008)**

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Nome della Metrica	Taxa considerati nella metrica	Rif. Bibliografico	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di famiglia)	e.g. Armitage et al., 1983	0.333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	Log <sub>10</sub> (Sel_EPTD +1)	Log <sub>10</sub> (somma di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1)	Buffagni et al., 2004; Buffagni & Erba, 2004	0.266
	Abbondanza	1-GOLD	1 - (Abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	Pinto et al., 2004	0.067
Ricchezza /Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	e.g. Ofenböck et al., 2004	0.167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	e.g. Ofenböck et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083
	Indice Diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = -\sum_{i=1}^s \left( \frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left( \frac{n_i}{A} \right)$	e.g. Hering et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083

L'indice ASPT (Armitage et al., 1983) è stato sviluppato per monitorare gli effetti dell'inquinamento di natura organica su un corso d'acqua. Esso considera una lista di 85 famiglie di organismi macrobentonici, cui assegna un punteggio da 1 (per organismi tolleranti) a 10 (per organismi sensibili) in base al loro livello di sensibilità agli inquinanti organici. Il punteggio finale è dato dalla somma dei punteggi delle famiglie presenti, diviso il numero totale delle famiglie campionate: più alto è il punteggio, migliore è la qualità dell'acqua del fiume.

L'indice EPTD valuta invece l'abbondanza di alcuni taxa di Plecotteri, Efemerotteri, Tricotteri e Ditteri, la cui presenza e quantità sono considerate indici di buona qualità ambientale.

L'Indice GOLD si basa invece sull'abbondanza relativa di Gasteropodi, Oligocheti, Ditteri, che nel complesso sono ritenuti indicatori di scarsa qualità ambientale; maggiore è la loro proporzione nel campione e minore è il valore di questo indice.

Il numero di famiglie e il numero di famiglie EPT si riferiscono rispettivamente al numero di famiglie complessivo del campione e al numero di famiglie di Efemerotteri, Plecotteri e Tricotteri; il primo è pertanto indicatore della diversità complessiva della comunità macrobentonica, il secondo è riferito più nello specifico

#### Progettisti in ATI

CO.RI.P. S.r.l.

E&G

DIZETA INGEGNERIA

GRAIA

	Ripristino scarico di fondo della Diga di Pozzillo nel Comune di Regalbuto (Enna) – Progetto Definitivo	APO0304REB_Piano Operativo di Integrazione del PdG – REV1	pag. 112
			Apr-20

ai gruppi considerati più esigenti in termini di qualità ambientale. In entrambi i casi, maggiore è il valore e maggiore è la qualità del sito monitorato.

L'indice di diversità di Shannon-Wiener valuta la proporzione di organismi che appartengono a ciascuno dei taxa che costituiscono la comunità. Il risultato è tanto più elevato tanto più essa si presenta diversificata (numero elevato di taxa) e bilanciata (assenza di taxa numericamente dominanti sugli altri), con un valore che va da 0 a infinito (in genere si colloca tra 1,5 e 3,5). Si basa infatti sul presupposto che un sito integro ospita una elevata diversità faunistica, senza taxa numericamente dominanti.

L'Indice STAR\_ICMi viene calcolato tramite il software MacrOper.ICM vers. 1.0.5.

### **12.4.3 STUDIO DELLA COMUNITÀ DELLE DIATOMEE BENTONICHE**

La Direttiva 2000/60/CE, nella valutazione della qualità delle acque superficiali prevede, fra i bioindicatori, anche lo studio della comunità algale e, in particolare, delle Diatomee, quali principali componenti del fitobenthos fluviale. Le Diatomee sono alghe unicellulari di natura silicea presenti con una elevata biodiversità in tutti i fiumi, dove vivono adese a substrati di varia natura; sono considerate degli ottimi indicatori per la loro sensibilità alle variazioni ambientali, in particolar modo alla sostanza organica, ai nutrienti nutritivi ed ai sali minerali disciolti nell'acqua, soprattutto i cloruri. Inoltre, presentano un'ampia distribuzione e la loro tassonomia ed ecologia è ben conosciuta. In molti paesi europei l'impiego delle diatomee nel monitoraggio della qualità dei corsi d'acqua è ormai consolidato da tempo anche se non sempre è riconosciuto a livello legislativo. In Italia, il recepimento della Direttiva 2000/60/CE ha dato un notevole impulso allo studio delle diatomee come bioindicatori, ma la quantità di dati attualmente disponibili sulle comunità diatomiche dei fiumi italiani, non ha ancora permesso l'individuazione di un metodo di valutazione dello stato ecologico rappresentativo della realtà nazionale. Ad oggi è stato proposto un nuovo metodo per la valutazione dello stato ecologico delle comunità diatomiche, l'*Intercalibration Common Metric Index* (ICMi), elaborato durante il processo di intercalibrazione del GIG dell'area geografica Centrale /Baltica.

#### **Campionamento, preparazione del vetrino, identificazione e conteggio delle diatomee**

L'analisi delle Diatomee bentoniche per il monitoraggio biologico dei corsi d'acqua prevede le seguenti fasi principali:

- raccolta dei campioni
- preparazione in laboratorio di vetrini permanenti
- osservazione al microscopio dei preparati per la determinazione sistematica ed il conteggio

Il campionamento e l'analisi delle diatomee viene effettuato seguendo il manuale "Metodi biologici per le acque superficiali interne" pubblicato sul sito dell'Ispra (ex Apat) alla pagina <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/metodi-biologici-per-le-acque-superficiali-interne> che si basa sulle norme standard europee (CEN EN 13946,2003; CEN EN 14407, 2004).

Il campionamento delle diatomee epilittiche viene effettuato attraverso la raccolta di 4 o 5 massi o ciottoli nella zona centrale dell'alveo, procedendo lungo il corso d'acqua da valle verso monte, per un tratto di lunghezza pari a circa 10 m, avendo cura di escludere le zone in cui la corrente lenta (pozze laterali o lanche) potrebbe

---

#### **Progettisti in ATI**

CO.RI.P. S.r.l.

E&G

DIZETA INGEGNERIA

GRAIA

favorire il proliferare di alghe filamentose, che costituiscono il substrato preferenziale delle alghe epifitiche. I ciottoli vengono ripuliti con l'ausilio di uno spazzolino e lavati con acqua. Per la conservazione del materiale raccolto viene poi aggiunto etanolo al 70%.

In laboratorio, il campione conservato viene più volte risciacquato con acqua distillata e centrifugato prima di procedere all'ossidazione della sostanza organica presente, attraverso l'aggiunta di agenti ossidanti. Uno dei metodi più utilizzati per la pulizia dei frustoli delle diatomee prevede l'aggiunta di perossido di idrogeno (130 vol) a freddo. Al termine del processo può essere utile l'aggiunta di alcune gocce di acido cloridrico (HCl), al fine di rimuovere il perossido di idrogeno in eccesso ed i carbonati eventualmente presenti. Si ottiene in questo modo un preparato contenente i frustoli ossidati delle diatomee.

Per ogni campione ossidato, opportunamente diluito, viene montato un vetrino permanente, con l'utilizzo di vetrini coprioggetto di forma rotonda e di resina ad alto potere di rifrazione (Naphrax).

Con l'ausilio di un microscopio ottico dotato di obiettivo 1000X ad immersione, si procede all'identificazione delle Diatomee, sulla base dell'osservazione dei frustoli di cui viene analizzata la morfologia. Al fine della classificazione i più importanti elementi tassonomici da esaminare sono la simmetria della valva, la sua iso-etero polarità, la presenza e la disposizione del rafe, il numero e la disposizione delle strie e punteggiature, la lunghezza e la larghezza del frustolo. Gli individui vengono identificati a livello di specie e varietà, seguendo principalmente le chiavi dicotomiche di Krammer et Lange Bertalot (1997-2004) e per ogni campione devono essere contati 400 valve come previsto dalle norme standard (UNI EN 14407:2004).

**Figura 12-5: raccolta delle diatomee epilittiche**



### **ICMi (Intercalibration Common Metric Index)**

Nell'ambito delle attività di implementazione della Direttiva 200/60/CE, l'Istituto Superiore della Sanità ha proposto come metodo per la valutazione dello stato ecologico delle acque correnti mediante le comunità diatomiche, l'ICMi (Intercalibration Common Metric Index) (Mancini & Sollazzo, 2009), un indice basato sulle attuali conoscenze in ambito nazionale e sull'esperienza maturata nell'ambito dei gruppi geografici di

intercalibrazione (GIG) dell'area geografica centrale e Baltica. L'ICMi è un indice multi metrico composto dall'Indice di Sensibilità agli Inquinanti IPS sviluppato in Francia dal Cemagref (1982) e dall'Indice Trofico TI di Rott (Rott et al., 1999).

L'IPS (Index de Pollo Sensibilité) è un indice saprobico che tiene conto della sensibilità delle specie all'inquinamento organico, mentre l'indice TI valuta principalmente l'arricchimento naturale in nutrienti e l'inquinamento trofico. Entrambi gli indici prevedono l'identificazione delle diatomee al livello di specie e attribuiscono a ciascuna di esse un valore di sensibilità (affinità/tolleranza) all'inquinamento e un valore di affinità come bioindicatore.

Il valore dell'IPS<sub>5</sub> viene calcolato attraverso la formula di Zelinka e Marvan:

$$IPS_5 = \frac{\sum_{j=1}^n a_j \cdot I_j \cdot S_j}{\sum_{j=1}^n a_j \cdot I_j}$$

Successivamente l'IPS<sub>5</sub> viene convertito in classe 20 con la seguente formula:

$$IPS = (4,75 \times IPS_5) - 3,75$$

Anche l'indice TI si basa sulla formula di Zelinka e Marvan:

$$TI = \frac{\sum_{j=1}^n a_j \cdot G_j \cdot TW_j}{\sum_{j=1}^n a_j \cdot G_j}$$

L'ICMi è dato dalla media aritmetica degli RQE (Rapporto di Qualità Ecologica), cioè del rapporto fra il valore osservato ed il valore di riferimento del "quality element" considerato, della somma dei due indici IPS e TI:

$$ICMi = \frac{(RQE_{IPS} + RQE_{TI})}{2}$$

Gli RQE dei due indici vengono calcolati nel seguente modo:

$$RQE_{IPS} = \frac{Valore_{osservato}}{Valore_{riferimento}}$$

$$RQE_{TI} = \frac{(4 - Valore_{osservato})}{(4 - Valore_{riferimento})}$$

I valori di riferimento degli indici IPS e TI per i diversi tipi fluviali sono riportati nella seguente tabella.

**Tabella 12-13: limiti di classe per i diversi macrotipi fluviali**

Macrotipo fluviale	IPS	TI
<b>A1</b>	18.4	1.7
<b>A2</b>	19.6	1.2
<b>C</b>	16.7	2.4
<b>M1</b>	17.15	1.2
<b>M2</b>	14.8	2.8
<b>M3</b>	16.8	2.8
<b>M4</b>	17.8	1.7
<b>M5</b>	16.9	2.0

Lo stato ecologico viene quindi espresso attraverso il Rapporto di Qualità Ecologica, fra le comunità osservate e quelle di riferimento. I limiti delle classi di qualità sono riportati nella tabella seguente.

**Tabella 12-14: limiti di classe per i diversi macrotipi fluviali**

Macrotipi	E/B	B/S	S/S	S/C
<b>A1</b>	0.87	0.70	0.60	0.30
<b>A2</b>	0.85	0.64	0.54	0.27
<b>C</b>	0.89	0.70	0.55	0.26
<b>M1-M2-M3-M4</b>	0.80	0.61	0.51	0.25
<b>M5</b>	0.88	0.65	0.55	0.26

#### 12.4.4 STUDIO DELLA COMUNITÀ MACROFITICA

Il campionamento deve essere effettuato due volte durante la stagione vegetativa; generalmente per l'Italia sono da preferirsi i periodi da aprile a giugno e da luglio a settembre.

La scelta del sito di campionamento deve comprendere, per quanto possibile, tutte le facies idrologiche e biologiche presenti nel tratto di studio, ed avere uno sviluppo longitudinale di 50-100 m a seconda delle dimensioni del corso d'acqua.

All'interno del sito di campionamento si individuano le zone con presenza di macrofite e se ne valuta la copertura percentuale assoluta e la copertura percentuale relativa dei singoli taxa (con distinzione, se possibile, a livello di specie, altrimenti di genere). Le percentuali di copertura si attribuiscono secondo classi di valori corrispondenti a multipli di 5. Per eseguire il rilievo in corsi d'acqua guadabili si cammina all'interno del tratto di studio controcorrente procedendo a zig-zag, individuando i taxa presenti e successivamente determinandone la copertura percentuale mentre si procede in senso inverso. All'interno di corsi d'acqua non guadabili l'individuazione dei taxa e della loro copertura si effettua tramite campionamenti random con un rastrello dal fondo del corso d'acqua. Qualora la vegetazione fosse caratterizzata da una struttura pluristratificata, le percentuali di copertura si attribuiscono separatamente per ogni strato.

Durante la determinazione dei taxa su campo è necessario prelevare almeno un campione per ogni taxon per la conservazione a lungo termine, al fine di consentire eventuali verifiche successive allo studio. I campioni di fanerogame si conservano essiccati, quelli di alghe in barattoli contenenti l'acqua di campionamento con aggiunta di formalina; ogni campione deve essere etichettato.

Per le metodiche di campionamento, determinazione e conservazione dei campioni si fa riferimento al *Protocollo di campionamento e analisi delle macrofite dei corsi d'acqua guadabili* - ISPRA (2014).

### **Calcolo del Rapporto di Qualità Ecologica (RQE)**

La qualità dei corsi d'acqua sulla base delle macrofite si calcola a partire dall'indice biologico macrofitico dei corsi d'acqua (Indice Biologique Macrophytique en Rivière, IBMR). Tale indice è calcolato sulla base della copertura (coefficiente  $K_i$ ), del coefficiente di stenoecia ( $E_i$ ) e del coefficiente di sensibilità ( $Cs_i$ ) delle specie, tra quelle rinvenute, appartenenti ad una lista appositamente creata per il calcolo dell'indice. Il rapporto tra il valore dell'IBMR del sito di studio e il valore calcolato per il sito di riferimento (RQE) permette di individuare la classe di qualità a cui appartiene il tratto di corso d'acqua in esame.

Calcolo dell'IBMR:

$$IBMR = \frac{\sum_{i=1}^n E_i \cdot K_i \cdot Cs_i}{\sum_{i=1}^n E_i \cdot K_i}$$

Dove:

- $i$  = specie indicatrice
- $E$  = coefficiente di stenoecia da 1 (ampia distribuzione ecologica – specie euriecia) a 3 (ristretta distribuzione ecologica – specie stenoecia)
- $K$  = coefficiente di abbondanza (1-5)
- $Cs$  = punteggio specifico di oligotrofia da 0 (eutrofo) a 20 (oligotrofo)

Coefficiente di abbondanza

1 = copertura della specie  $i < 0.1\%$

2 = 0.1 % – 1 %

3 = 1 % – 10 %

4 = 10 % – 50 %

5 = > 50%

L'elenco delle specie indicatrici e i valori dei rispettivi coefficienti e punteggi sono reperibili nel manuale *Metodologie analitiche della componente vegetazionale negli ambienti di acque correnti* - Centro Tematico Acque Interne e Marino Costiere. Per la messa a punto del metodo si può fare riferimento ad un articolo sull'

IBMR di Haury J. *et al.*, 2006. Il rapporto di qualità ecologica RQE\_IBMR si calcola a partire dal valore di IBMR ottenuto e dal valore di riferimento relativo al macrotipo fluviale in esame.

**Tabella 12.15: valori di riferimento dell'IBMR per i macrotipi fluviali**

Area geografica	Macrotypi	Valore di riferimento
Alpina	Aa	14.5
	Ab	14
Centrale	Ca	12.5
	Cb	11.5
	Cc	10.5
Mediterranea	Ma	12.5
	Mb	10.5
	Mc	10
	Md	10.5
	Me	10
	Mf	11.5
	Mg	11

**Tabella 12.16: valori di RQE\_IBMR relativi ai limiti tra le classi elevata, buona e sufficiente**

Area geografica	Limiti di Classe			
	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
Alpina	0.85	0.70	0.60	0.50
Centrale	0.90	0.80	0.65	0.50
Mediterranea	0.90	0.80	0.65	0.50

## **Principali riferimenti bibliografici**

**APAT-IRSA/CNR, 2003.** Metodologie analitiche per il controllo della qualità delle acque. *Manuali e linee guida - 29/2003.*

**Armitage, P.D., Moss, D., Wright, J.F., Furse, M.T., 1983.** The performance of a new biological water quality scores system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Res.*, 17, 333–347.

**Bisson P.A., Nielsen J.L., Palmason R.A. & Grove L.E., 1982.** A system of naming habitat types in small streams, with examples of habitat utilization by salmonids during low streamflow, in *Acquisition Utilization of Aquatic Habitat Inventory Information*, Armantrout ed., American fisheries Society, Western Division, Bethesda, MD, pp. 62-73.

**Buffagni A., Erba S., Armanini D., Demartini D. & Somarè S., 2004.** Aspetti idromorfologici e carattere lenticolo-tico dei fiumi mediterranei: River Habitat Survey e descrittore LRD. *Quad. Ist. Ric. Acque*, Roma 122: 41-64.

**Buffagni A., Erba S., Aquilano G., Armanini D.G., Beccari C., Casalegno C., Cazzola M., Demartini D., Gavazzi N., Kemp J.L., Mirolo N., Rusconi, 2007.** “Macroinvertebrati acquatici e direttiva 2000/60/EC (WFD) - Parte B. Descrizione degli habitat fluviali a supporto del campionamento biologico” *Notiziario dei Metodi Analitici n.1 (2007)*, CNR-IRSA, Brugherio (MI). [http://www.irsa.cnr.it/Docs/Notiz/notiz2007\\_\(03\).pdf](http://www.irsa.cnr.it/Docs/Notiz/notiz2007_(03).pdf)

**Buffagni A., Erba S., Aste F., Mignuoli C., Scaniu G., Sollazzo C., Pagnotta R. 2008.** Direttiva 2000/60EC (WFD). Condizioni di riferimento per fiumi e laghi. Classificazione dei fiumi sulla base dei macroinvertebrati acquatici. *Notiziario dei metodi analitici Numero speciale 2008*. IRSA-CNR., Brugherio (MI) [http://www.irsa.cnr.it/Docs/Notiz/notiz2008\\_\(NS\).pdf](http://www.irsa.cnr.it/Docs/Notiz/notiz2008_(NS).pdf)

**Busacker G.P., Adelman I.R. & Goolish E.M., 1990.** Growth, in *Methods for Fish Biology*. Schreck C.B. and Moyle P.B. eds, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, pp 363-388.

**CEMAGREF, 1982.** Etude des méthodes biologiques quantitative d'appréciation de la qualité des eaux. Rapport Q.E. Lyon-A.F. Bassin Rhône-Méditerranée-Corse, Lyon, France.

**EN 13946, 2003.** Water quality – Guidance Standard for the routine sampling and pre-treatment of benthic diatom samples from rivers. Committee of European Normalization, 14 pp.

**EN 14407, 2004.** Water quality – Guidance Standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters. Committee of European Normalization, 12 pp.

**Haury J., Peltre M.C., Tremolieres M., Barbe J., Thiebaut G., Bernez I., Daniel H., Chatenet P., Haan-Archipof G., Muller S., Dutartre A., Laplace-Treyture C., Cazaubon A., Lambert-Servien E., 2006.** A new method to assess water trophy and organic pollution. The Macrophyte Biological Index for Rivers (IBMR): its application to different types of river and pollution. *Hydrobiologia*: 153-158.

**ISPRA, 2014.** Metodi biologici per le acque superficiali interne. *Manuali e Linee Guida* 111/2014. <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/metodi-biologici-per-le-acque-superficiali-interne>

**Klemm D.J., Stober Q.J. & Lazorchak J.M., 1993.** *Fish field and laboratory methods for evaluating the biological integrity of surface waters.* EPA/600/R-92/111. Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati OH, 348 pp.

**Krammer K, Lange-Bertalot H., 1991a.** Bacillariophyceae 4 Teil: Achnathaceae Kritische Ergänzungen zu Navicula und Gomphonema In: Ettl H. (Ed.) Sußwasserflora von Mitteleuropa Stuttgart: Gustav Fischer-Verlag.

**Krammer K, Lange-Bertalot H., 1986.** Bacillariophyceae 1 Teil: Naviculaceae In: Ettl H. (Ed.) Sußwasserflora von Mitteleuropa Stuttgart: Gustav Fischer-Verlag.

**Krammer K, Lange-Bertalot H., 1988.** Bacillariophyceae 2 Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Ettl H. (Ed.) Sußwasserflora von Mitteleuropa Stuttgart: Gustav Fischer-Verlag.

**Krammer K, Lange-Bertalot H., 1991.** Bacillariophyceae 3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Ettl H. (Ed.) Sußwasserflora von Mitteleuropa Stuttgart: Gustav Fischer-Verlag.

**Krammer K, Lange-Bertalot H., 2000.** Bacillariophyceae 5 Teil: English and french translation of the keys In: Ettl H. (Ed.) Sußwasserflora von Mitteleuropa Stuttgart: Gustav Fischer-Verlag.

**Mancini L., Sollazzo C. (Ed), 2009.** Metodo per la valutazione dello stato ecologico delle acque correnti: comunità diatomee. Roma: Istituto superiore della Sanità. (Rapporti ISTISAN 09/19).

**Marcus M.D., Young M.K., Noel L.E. & Beth A., 1990.** *Salmonid-habitat relationships in the western United States.* Gen. Tech. Rep. RM-188. Fort Collins, CO. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. 84 pp.

**Mc Cain M., Fuller D., Decker L. & Overton K, 1990.** Stream Habitat Classification and Inventory Procedures for Northern California. *FHR Currents, R-5's Fish Habitat Relationships Technical Bulletin 1*, 15 pp.

**Padmore C.L., 1998.** The role of physical biotopes in determining the conservation status of flow requirements of British rivers. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 1: 25-35.

**Rinaldi M., Belletti B., Comiti F., Nardi L., Mao L., Bussetini M., 2016a.** Sistema di rilevamento e classificazione delle Unità Morfologiche dei corsi d'acqua (SUM). Versione aggiornata 2016. ISPRA – Manuali e Linee Guida 132/2016. Roma, gennaio 2016.

**Rinaldi M., Surian N., Comiti F., Bussetini M., 2016b.** IDRAIM – Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua. Versione aggiornata 2016 – ISPRA – Manuali e Linee Guida 131/2016. Roma, gennaio 2016.

**Rott E, Pfister P, van Dam H, Pipp E, Pall K, Binder N, Ortler K., 1999.** Indikationslisten für Aufwuchsalgen in Österreichischen Fließgewässern, Teil 2: Trophieindikation und autökologische Anmerkungen Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. Wien: Wasserwirtschaftskataster.

**Utermöhl, H. (1958).** Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitteilungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 9: 1-38

**White R.J., 1973.** Stream channel suitability for coldwater fish, in *Proceedings of the 28th Annual Meeting of the Soil Conservation Society of America, (Plants, Animals and Man)*, Hot Springs, Arkansas, pp. 61-79.

	Ripristino scarico di fondo della Diga di Pozzillo nel Comune di Regalbuto (Enna) – Progetto Definitivo	APO0304REB_Piano Operativo Integrazione del PdG – REV1	di	pag. 120
				Apr-20

**Woodiwiss F.S., 1978.** Woodiwiss F.S. Comparative study of Biological-ecological water quality assessment methods. Second practical demonstration, Nottingham (20 Sept-1-Oct 1976). Summary report. Commission of the European Communities, Environment and Consumer Protection Service.