



Regione Siciliana

Assessorato regionale dell'energia e dei servizi di pubblica utilità

Dipartimento regionale dell'acqua e dei rifiuti

**Patto per il Sud della Regione Siciliana FSC 2014-2020 – Delibera G.R. n. 3/2019
ID 1793 - Progetto di gestione degli svassi, sfangamenti e sghiaamenti delle dighe**

Affidamento dei servizi di architettura e ingegneria relativi alla redazione dei progetti di gestione degli invasi ex art. 114 del D.Lgs. 152/2006, corredati di piani operativi e studi di valutazione ambientale, previa esecuzione di rilievi topo-batimetrici e caratterizzazione di acque e sedimenti, per l'individuazione di interventi finalizzati al recupero di capacità di invaso e funzionalità idraulica di dighe gestite dalla Regione Siciliana

LOTTO 1

INVASO RUBINO



PIANO OPERATIVO – REV. 1



GRAIA Srl
Via Repubblica, 1
21020 Varano Borghi (VA)



BLU Progetti srl
Via Repubblica, 1
21020 Varano Borghi (VA)



Studio Griffini s.r.l.
Via Pagliano, 37
20149 Milano (MI)

Il Responsabile Unico del Procedimento
Ing. Gaetano Chiapparò

Il Dirigente del Servizio 4 (Gestore Proponente)
Ing. Gerlando Ginex

L'Ingegnere Responsabile
Ing. Antonino Margagliotta

Indice

1	Premessa	4
2	Inquadramento dell'area di interesse	5
3	Quadro di riferimento normativo	7
3.1	Normativa nazionale	7
3.2	Normativa regionale.....	7
4	Descrizione della diga e del Bacino di Rubino	10
5	Condizioni idrologiche attese	14
5.1	Livelli dell'invaso	14
6	Il sedimento presente nel bacino e nell'area di interesse	16
6.1	Quantità e quote del sedimento	16
6.2	Caratteristiche qualitative del sedimento	18
7	Intervento previsto	21
7.1	Analisi delle alternative	21
7.2	Descrizione dell'intervento	22
7.3	Stima dei costi.....	32
8	Effetti ambientali della soluzione scelta e mitigazioni	33
8.1	Disturbo aree e mezzi di cantiere	33
8.2	Torbidità	33
8.3	Tenore di ossigeno	33
8.4	Destinazione sedimento.....	33
9	Monitoraggio.....	34
9.1	Monitoraggio <i>ante operam</i>	34
9.2	Monitoraggio in corso d'opera	34
9.3	Monitoraggio <i>post operam</i>	35

1 PREMESSA

Il presente documento costituisce, ai sensi del D.M. 30 giugno 2004 e delle LINEE DI INDIRIZZO PER LA PREDISPOSIZIONE, L'APPROVAZIONE E L'ATTUAZIONE DEI PROGETTI DI GESTIONE DEGLI INVASI, Piano Operativo allegato al Progetto di Gestione del bacino di Rubino.

Le risultanze delle indagini effettuate, con particolare riferimento ai rilievi morfo-batimetrici, e le esigenze relative alla garanzia dei rilevanti usi in essere prevedono la rimozione di parte del sedimento localizzato nell'intorno dell'opera di presa e dello scarico di fondo, così da tutelare l'efficacia e la sicurezza dell'impianto ed evitare effetti sugli usi della risorsa idrica.

Tali interventi, ai sensi di quanto previsto dal DM 30 giugno 2004, sono accompagnati dalla redazione del presente Piano Operativo (detto Programma di Sintesi dal sopra citato DM) che descrive le prime e più prossime attività da eseguire per la gestione del sedimento presente nel bacino ai fini della salvaguardia degli usi in essere e della piena efficienza nel tempo delle opere di presa e scarico.

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;
- Qualità delle acque e dei sedimenti del bacino;
- Intervento previsto;
- Asportazione del sedimento ed il suo ricollocamento;
- Effetti ambientali della soluzione scelta e mitigazioni;
- Monitoraggi (*ante operam*, in corso d'opera e *post operam*).

Resta inteso che per molte delle tematiche di ordine generale si rimanda ai contenuti del Progetto di Gestione.

La versione iniziale del Piano Operativo dell'invaso di Rubino è stata presentata dal Dipartimento Regionale dell'Acqua e dei Rifiuti con nota prot. N. 45272 del 22/11/2021 all'Autorità di Bacino Distretto Idrografico della Sicilia ed agli enti chiamati ad esprimersi in merito.

Il presente documento costituisce Revisione 1 del Piano Operativo dell'invaso di Rubino, a seguito del Parere n. 6874 del 30/03/2022 emesso dall'Ufficio per Tecnico per le Dighe di Palermo, del quale recepisce e integra le osservazioni e prescrizioni.

Successivi livelli di progettazione approfondiranno, come da richiesta dell'Ufficio per Tecnico per le Dighe di Palermo, le aree d'intervento correlando le stesse al mantenimento della funzionalità nel tempo degli impianti e alla stabilità del fondo lacustre.



2 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERESSE

In questo capitolo viene sinteticamente descritto l'ambito territoriale coinvolto dal progetto e sono individuati i sistemi ambientali potenzialmente interessati dagli interventi previsti.

Il bacino afferente all'invaso di Rubino è quello del Torrente Fastaia, di forma pressoché triangolare con base a sud e vertice a nord, dominato dal rilievo isolato di Montagna Grande su cui corre lo spartiacque meridionale del bacino la cui sommità raggiunge i 750 m. La restante parte dello spartiacque corre sulla sommità di rilievi collinari dolcemente modellati con quote che non raggiungono mai i 500 m. s.l.m.. Sotto il profilo geologico il bacino ricade su un potente complesso plastico formato da argille scagliose e marne argillose disposte intorno alla formazione di calcari bianchi con intercalazioni marnose appartenenti al massiccio isolato di Montagna Grande.

Nel complesso i versanti del bacino risultano dolcemente modellati e stabili.

L'alveo a valle dello sbarramento incide con modeste profondità un territorio pianeggiante le cui linee di corrivazione per successive aggregazioni portano, in direzione della foce, il torrente Fastaia a confluire nel fiume della Cuddia, nel fiume di Bordino, nel fiume di Marcanzotta ed infine nel fiume Birgi. I terreni attraversati dal corso d'acqua sono sede di insediamenti agricoli diffusi nel territorio con modesta densità.

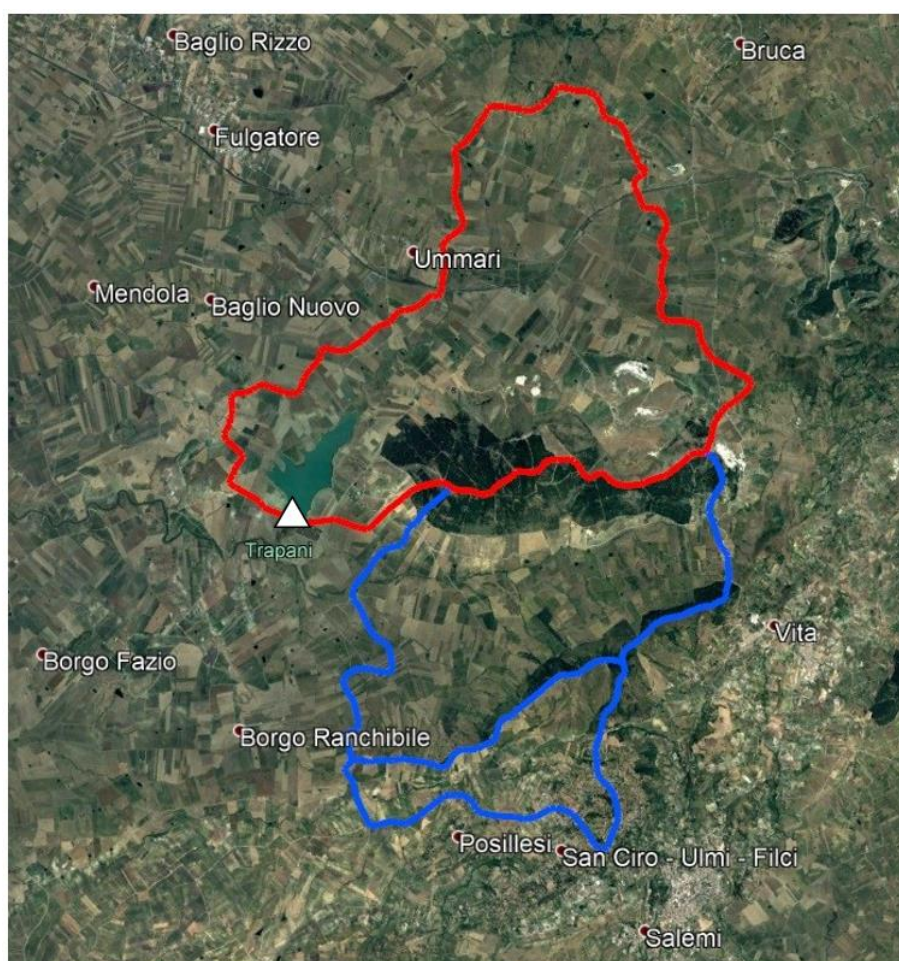


Figura 2-1: la diga di Rubino (indicata dal triangolo bianco) e i bacini imbriferi diretto (in rosso) e allacciato (in blu)

La copertura del territorio, riferita all'uso del suolo, è caratterizzata dalle seguenti macrocategorie principali:

- per circa il 37,9% da seminativi in aree non irrigue;
- per circa il 26,1% da vigneti;
- per circa l'11,8% da praterie aride calcaree;
- per circa il 10,8% da rimboschimenti a conifere.

In termini complessivi, rispetto alle finalità del presente documento, la caratteristica comune di queste aree è una ridotta criticità di origine antropica; il tessuto urbano, infatti, ha un'estensione inferiore all'1% del territorio.

Il bacino di Rubino non è interessato da aree naturali protette e/o siti delle Rete Natura 2000 così come il suo emissario. Sono presenti Siti della Rete Natura 2000 nelle porzioni apicali delle valli di alcuni affluenti, sia diretti che allacciati; queste aree per quota e distanza dal bacino non possono essere in alcun modo influenzate dal bacino stesso o dalla sua gestione.

Per ulteriori informazioni e maggiori dettagli rispetto all'inquadramento dell'area di interesse si rimanda al Progetto di Gestione, del quale il presente Piano Operativo costituisce allegato.

3 QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

In questo capitolo si intende fornire un quadro sintetico della vigente normativa di riferimento per la gestione del sedimento negli 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 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. 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.

3.2 Normativa regionale

3.2.1 Linee guida distrettuali

L'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia con Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino della Sicilia n. 1 del 4 gennaio 2021 ha approvato le LINEE DI INDIRIZZO PER LA PREDISPOSIZIONE, L'APPROVAZIONE E L'ATTUAZIONE DEI PROGETTI DI GESTIONE DEGLI INVASI.

Tali linee guida nel capitolo 5 di descrizione dei contenuti del Progetto di Gestione, relativamente ai Piani Operativi, prevedono quanto segue.

I Piani Operativi delle operazioni specifiche, presentati unitamente al progetto generale o successivamente all'approvazione dello stesso, comprendono i seguenti aspetti:

a. descrizione dettagliata delle procedure delle attività di svaso, sfangamento o spurgo, relativo cronoprogramma e tempistiche di realizzazione;

b. indicazione dei volumi di sedimento che si prevede di rilasciare a valle o di asportare dall'invaso;

c. completamento e approfondimento delle valutazioni relative agli effetti delle operazioni sull'ecosistema;

d. definizione e dettaglio delle misure di mitigazione;

e. risultati di eventuali aggiornamenti della caratterizzazione di base (ad esempio, riguardanti la caratterizzazione integrativa del sedimento, a seconda delle modalità di asportazione e gestione del materiale individuate);

f. dettagli relativi al piano di monitoraggio ed al piano delle comunicazioni da effettuarsi prima, durante, dopo l'esecuzione degli interventi, se applicabili per la tipologia di operazione scelta;

g. eventuali autorizzazioni o nulla osta aggiuntivi, necessari per poter procedere all'utilizzo, riutilizzo, recupero o smaltimento del materiale rimosso meccanicamente dall'invaso.

La tipologia di operazioni riportate nel programma generale e/o nei piani operativi dovrà essere scelta con particolare riferimento agli utilizzi delle risorse idriche invase ed a tal fine, con riferimento alle regolazioni annuali/biennali possibili per gli invasi siciliani, saranno da preferire modalità di asportazione dei sedimenti che non comportino la sospensione degli utilizzi per la durata delle operazioni. In ogni caso in fase istruttoria non potranno essere valutate positivamente le proposte di fuori uso degli impianti che comporteranno scenari di severità idrica non sostenibili.

Tra gli scenari presi a riferimento dovrà quindi essere compresa la rimozione dei sedimenti con mantenimento dei volumi necessari invasi per garantire la continuità agli usi praticati da attuare con programmate operazioni di sfangamento del materiale solido sedimentato, trascinato o disperso nella corrente idrica, attraverso gli organi di scarico di fondo, anche in contemporanea di eventi di piena.

3.2.2 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 svasso, 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 svasso, 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 svasso sfangamento e spurgo**

...

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 3-1: 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	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.

...



4 DESCRIZIONE DELLA DIGA E DEL BACINO DI RUBINO

La diga e l'invaso di Rubino presentano le caratteristiche amministrative e dimensionali riepilogate nella tabella che segue. Si rimanda al Progetto di Gestione per ulteriori dettagli.

Tabella 4-1: caratteristiche dell'invaso e della diga di Rubino

Superficie lago alla quota di massima regolazione (km ²)	1,44
Superficie bacino imbrifero direttamente sotteso (km ²)	41
Superficie bacino imbrifero allacciato (km ²)	34
Altezza dello sbarramento (ai sensi del DM 24/03/1982) (m)	31,00
Altezza dello sbarramento (ai sensi della L. 584/1994) (m)	29,80
Altezza di massima ritenuta (m)	26,00
Quota di coronamento (m s.l.m.)	187,00
Sviluppo coronamento (m)	465
Quota di massimo invaso (m s.l.m.)	185,00
Quota massima di regolazione da FCEM (m s.l.m.)	184,00
Quota minima di regolazione (m s.l.m.)	171,00
Quota soglia scarico di superficie (m s.l.m.)	178,40
Quota soglia scarico di fondo (m s.l.m.)	161,75
Quota soglia opera di derivazione (m s.l.m.)	171,00
Volume di invaso attuale (m ³)	12,5 x 10 ⁶
Volume di invaso originale (ai sensi del DM 24/03/1982)	13,40 x 10 ⁶
Volume di invaso originale (ai sensi della L. 584/94) (m ³)	11,50 x 10 ⁶
Volume utile di invaso attuale (m ³)	12,4 x 10 ⁶
Volume utile di invaso originale (m ³)	10,20 x 10 ⁶
Volume di laminazione (m ³)	1,90 x 10 ⁶
Volume di sedimento attualmente presente nel volume utile di regolazione (m ³)	-
Stima dell'apporto solido annuo del serbatoio (m ³ /anno)	21.000

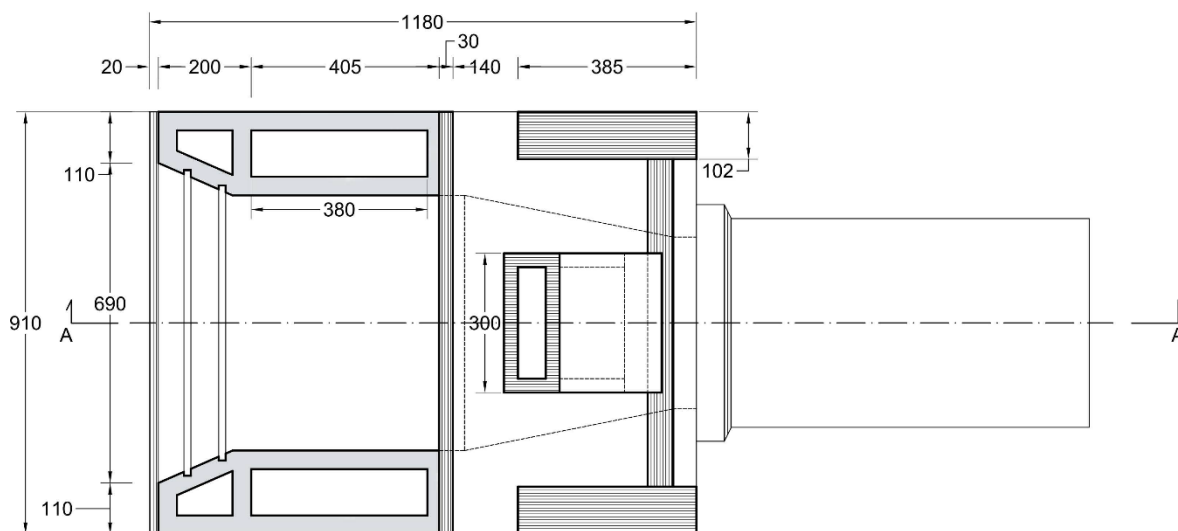
I terreni costituenti le sponde dell'invaso di Rubino risultano disposti su pendii molto dolci e stabili. La formazione di base alla sezione di sbarramento è costituita da argille scagliose della potenza accertata mai inferiore a 40 m ricoperta da depositi alluvionali dello spessore di pochi metri.

Ai fini del presente progetto sono di particolare rilievo le caratteristiche e le quote dello scarico di fondo e dell'opera di presa.

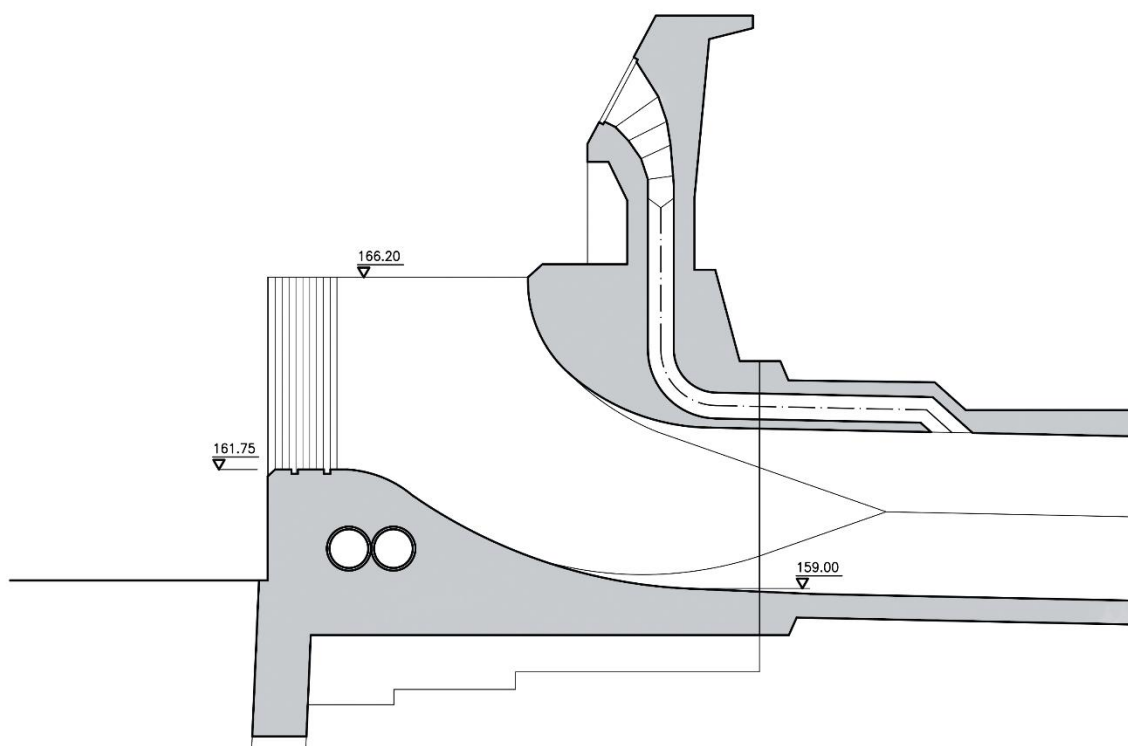
Lo scarico di fondo è ubicato in sponda destra; consiste in una galleria a sezione circolare del diametro di 3,70 m e sviluppo complessivo di 370 m; la soglia di imbocco è a quota 161,75 m s.l.m. e lo sbocco a quota 155,70 m s.l.m.; la galleria è intercettata appena a monte dell'asse dello sbarramento da una coppia di paratoie piane di m 1,80 x 2,00 disposte all'interno di una camera di manovra cui si accede tramite un pozzo verticale a sezione circolare del diametro di 4 m alla sommità del quale è disposta la cabina di manovra delle paratoie dello scarico e degli organi di intercettazione e regolazione della presa; le apparecchiature idrauliche di intercettazione sono azionate da circuiti oleodinamici a comando elettrico da rete o da gruppo elettrogeno, o a comando manuale.



La derivazione è ubicata in corrispondenza della blindatura di monte delle paratoie dello scarico di fondo e dopo avere attraversato una saracinesca di intercettazione si sviluppa con tubazione metallica DN 1000 staffata al cielo della galleria di scarico recapitando allo sbocco in un manufatto entro cui è posta una valvola a farfalla seguita da un venturimetro.



PIANTA SCARICO DI FONDO

Figura 4-1: pianta dello scarico di fondo della diga di Rubino

SEZIONE SCARICO DI FONDO

Figura 4-2: sezione scarico di fondo della diga di Rubino

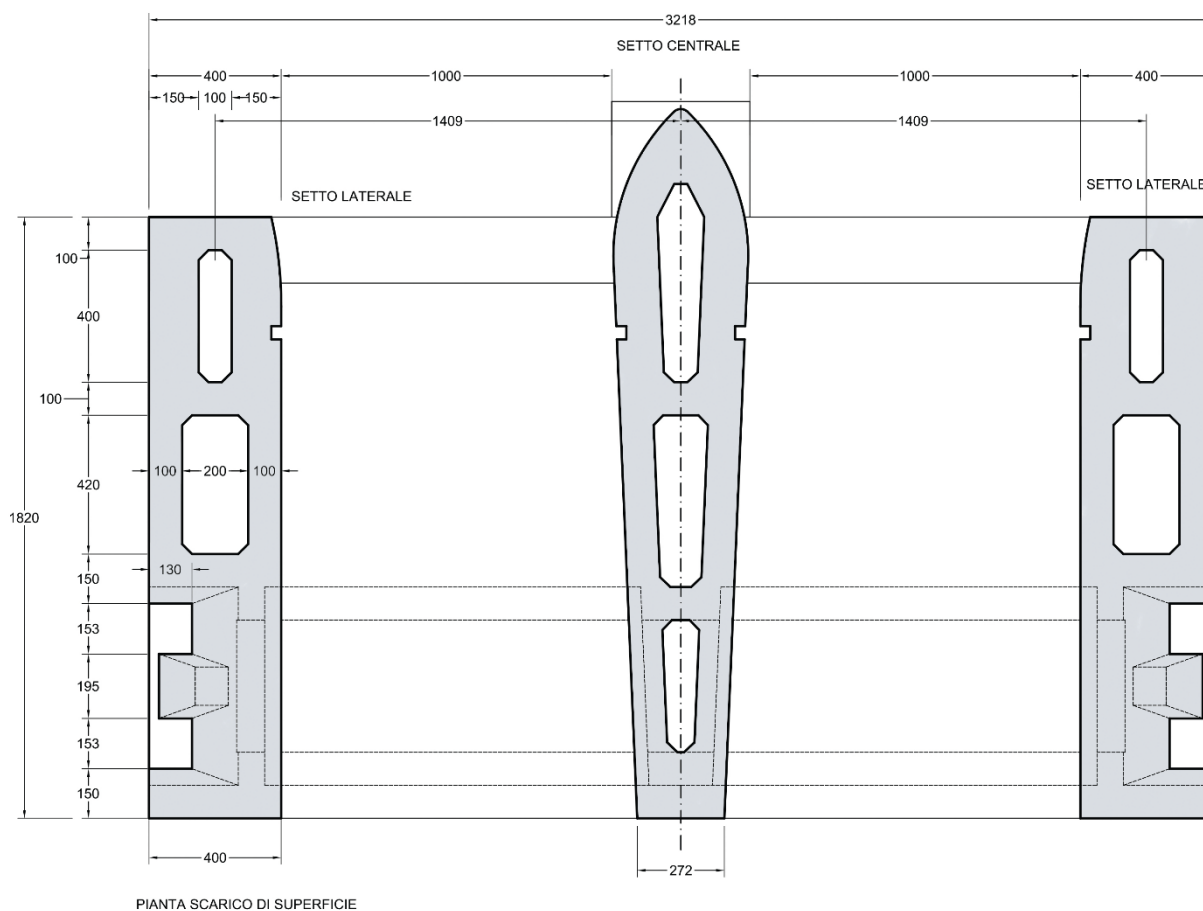


Figura 4-3: sezione dello scarico di superficie della diga di Rubino

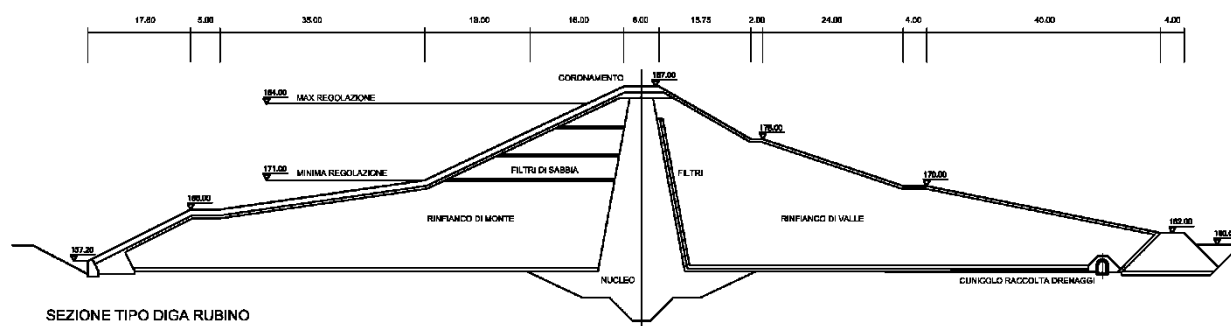


Figura 4-4: sezione tipo della diga di Rubino

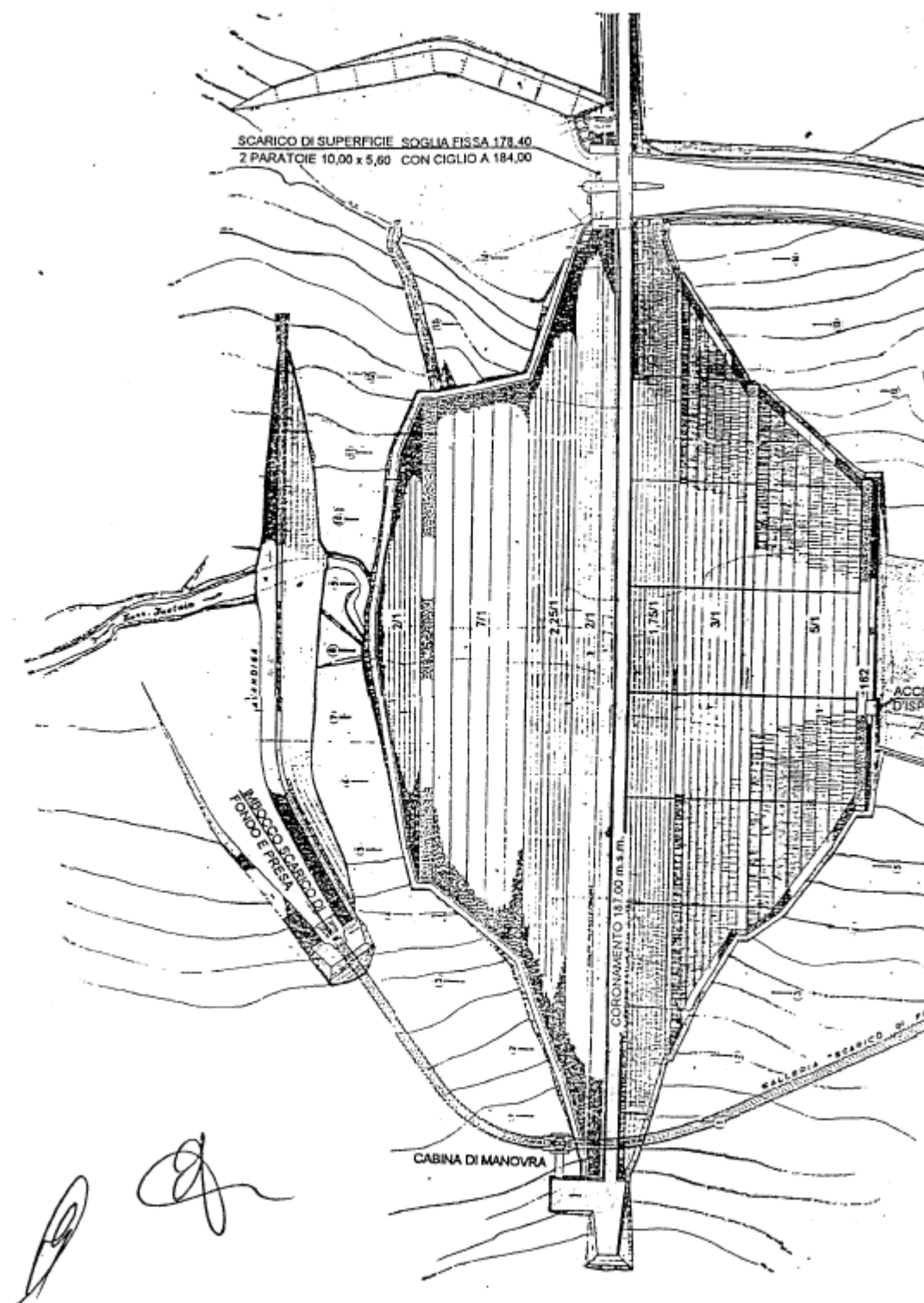


Figura 4-5: planimetria sbarramento e opere di scarico



5 CONDIZIONI IDROLOGICHE ATTESE

In questo capitolo sono sintetizzate le condizioni idrologiche del bacino di interesse.

In assenza di informazioni più specifiche, l'andamento medio mensile delle portate in ingresso al bacino di Rubino è stato valutato normalizzando le portate medie mensili della stazione Birgi a Chinisia, desunte dal documento “Bacino Idrografico Birgi (R19051)” allegato al Piano di Tutela delle Acque della Sicilia (PTA).

L'andamento di tali portate normalizzate è osservabile nel grafico che segue.

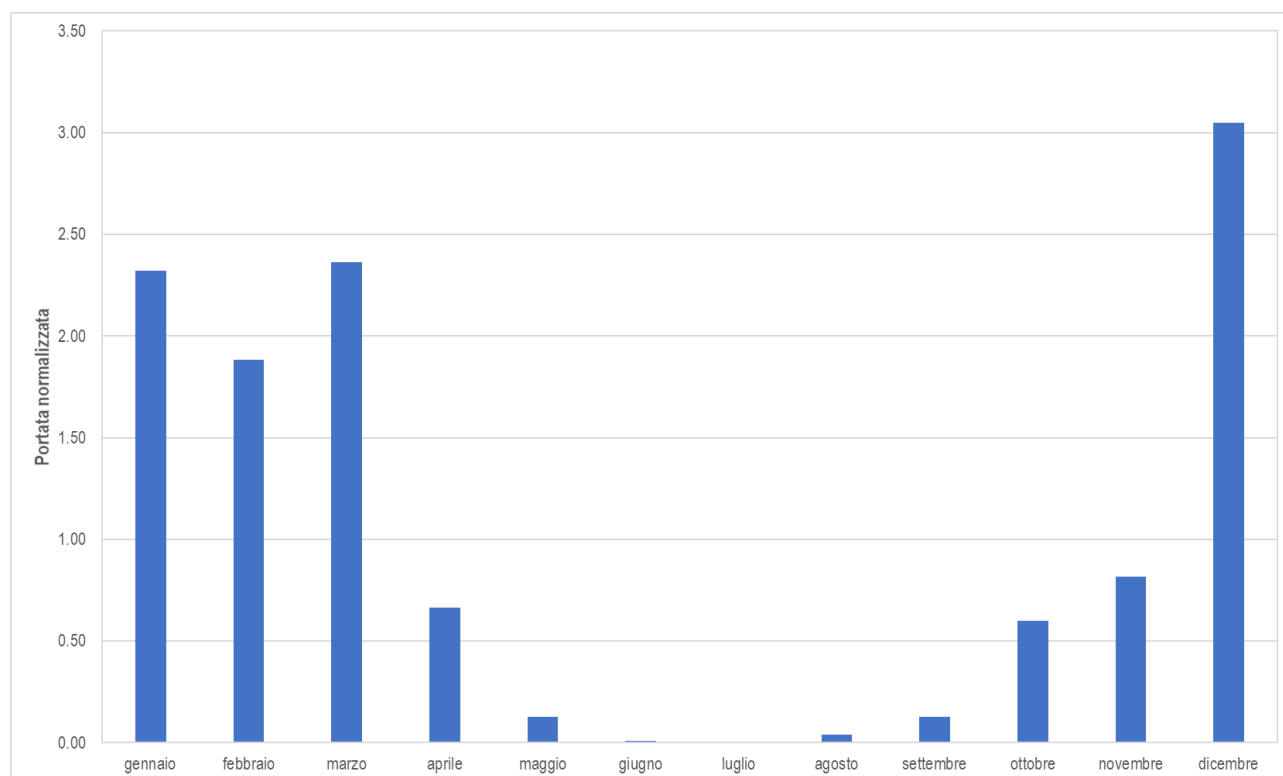


Figura 5-1: portate normalizzate del F. Birgi a Chinisia (fonte: PTA Sicilia)

5.1 Livelli dell'invaso

Sulla base dei dati giornalieri di livello nel bacino di Rubino dal 2015 al 2020 è stato possibile ricostruire l'andamento dei livelli nell'anno medio, osservabile nel grafico seguente.

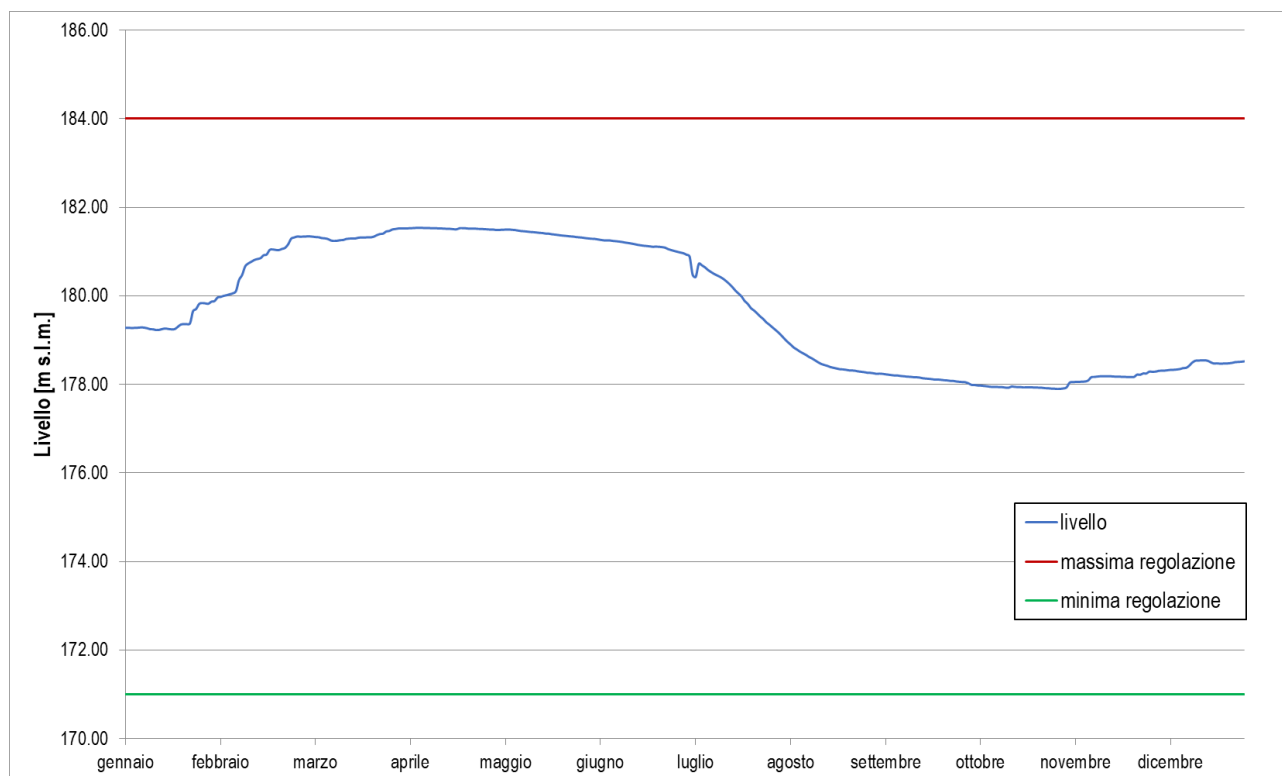


Figura 5-2: andamento dei livelli del bacino di Rubino

Risulta quindi evidente che i massimi livelli sono normalmente raggiunti in primavera e quelli minimi in autunno.



6 IL SEDIMENTO PRESENTE NEL BACINO E NELL'AREA DI INTERESSE

6.1 Quantità e quote del sedimento

Il volume originario dell'invaso, ai sensi della l. 584/1994, risultava pari a 11,5 milioni di m³, mentre il volume utile corrispondeva a 10,2 milioni di m³.

Il rilievo batimetrico eseguito a marzo 2021 ha messo in evidenza la non coerenza con i dati di progetto presenti nel FCEM.

In assenza di informazioni coerenti con le quali effettuare i confronti, sulla base dei rilievi eseguiti si ritiene di poter affermare la presenza di un volume di sedimento pari a 1.205.000 m³ nel volume morto dell'invaso. Non si ritiene invece possibile effettuare valutazioni in merito ai volumi di sedimento presenti nel volume utile dell'invaso.

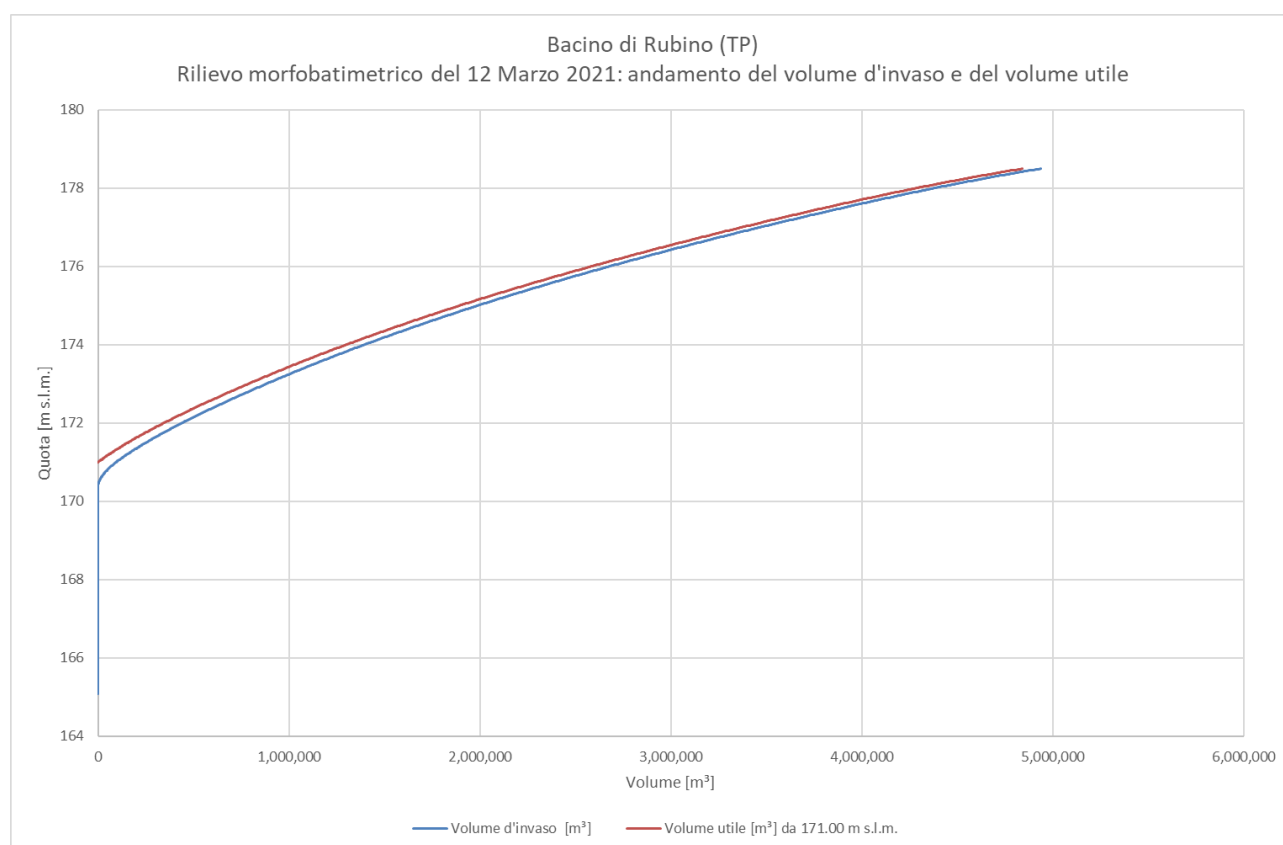


Figura 6-1: confronto curve di invaso totale



Si riportano di seguito estratti delle tavole relative al rilievo eseguito nel 2021.

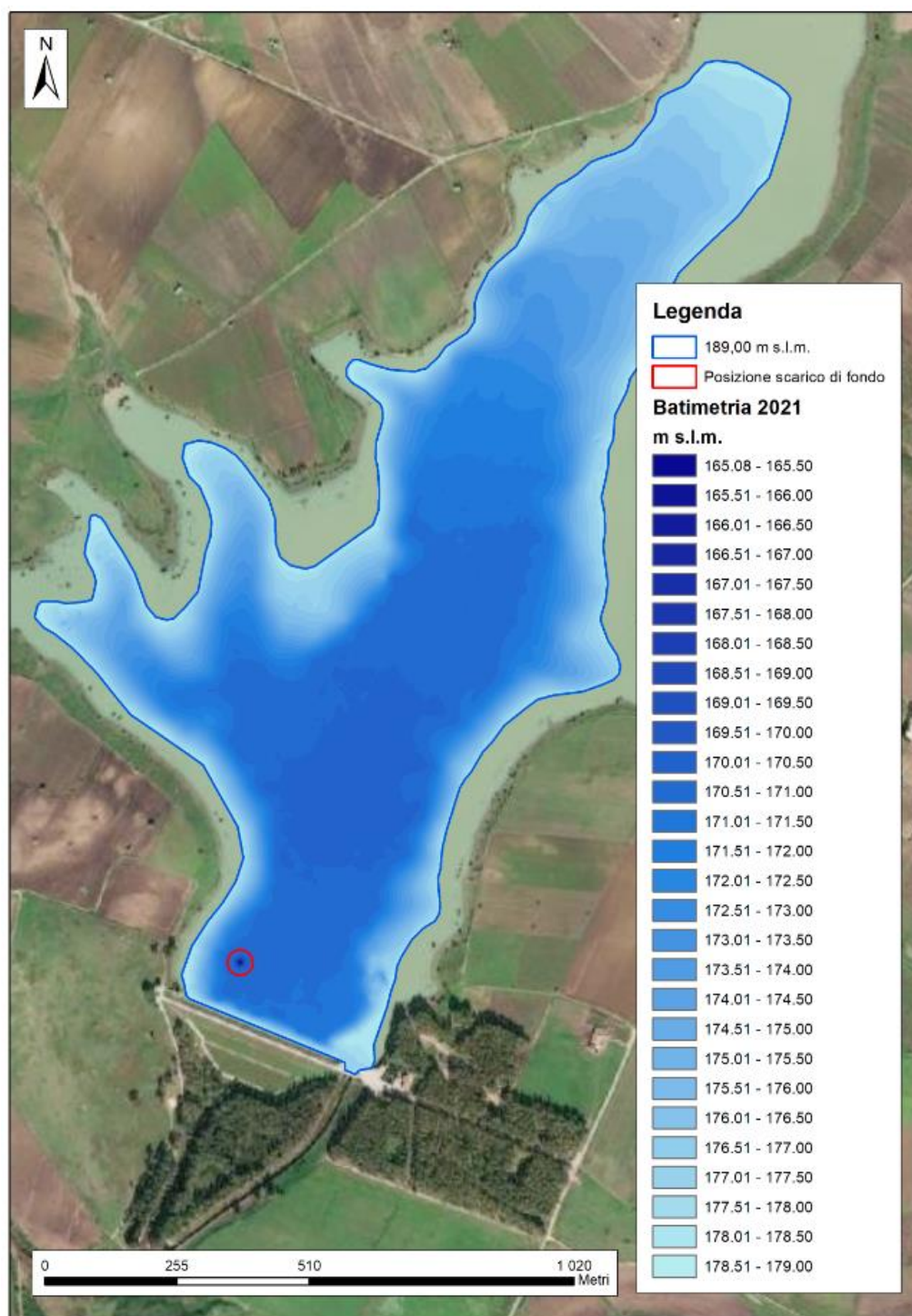


Figura 6-2: carta batimetrica (rilievo 2021)



Figura 6-3: carta batimetrica isobate a 0,5 m (rilievo 2021) – dettaglio diga

6.2 Caratteristiche qualitative del sedimento

Rimandando per i dettagli al PdG nel presente paragrafo si riportano in sintesi gli esiti delle campagne di valutazione qualitativa del sedimento 2021: i cerchi rossi indicano i punti di campionamento della qualità superficiale del sedimento, i rombi bianchi indicano i punti di carotaggio per la caratterizzazione profonda del sedimento presso lo scarico di fondo.

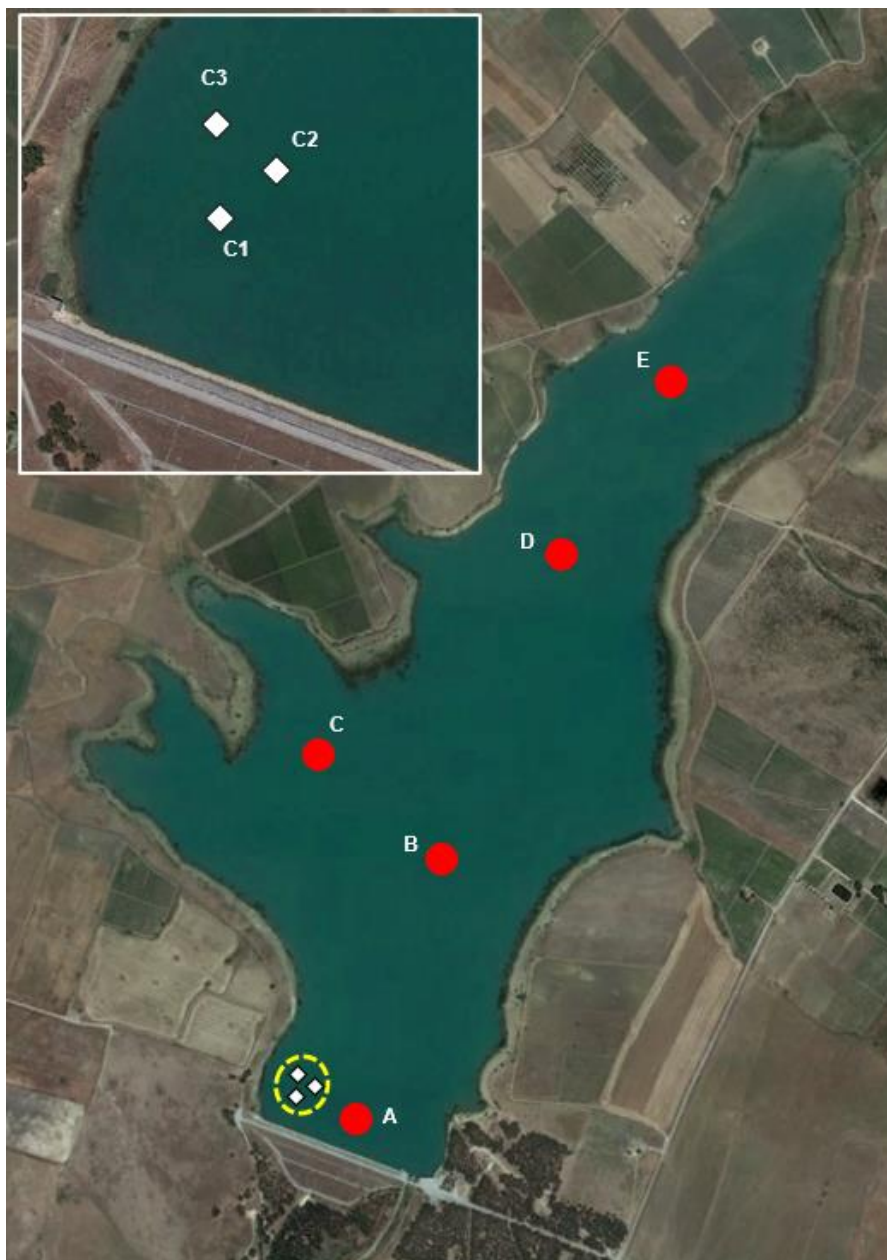


Figura 6-4: localizzazione punti di indagine 2021

Nelle tabelle seguenti si riportano i risultati delle indagini granulometriche effettuate sui campioni di sedimento.

Dal punto di vista granulometrico i campioni superficiali mostrano piena omogeneità: prevale la sabbia fine, seguita, nella maggior parte dei punti, dalla sabbia grossa e dall'argilla. Il limo, sia con la frazione fine sia con la frazione grossolana, risulta presente in tutti i campioni in quantità generalmente ridotte rispetto alle altre componenti.

**Tabella 6-1: Analisi granulometrica sedimento superficiale**

Campione	Sabbia grossa > 0,2 mm g/kg	Sabbia fine 0,2- 0,05 mm g/kg	Limo grosso 0,05- 0,02 mm g/kg	Limo fine 0,02-0,002 mm g/kg	Argilla < 0,002 mm g/kg
A	160	640	64	16	120
B	70	700	10	100	120
C	240	510	29	71	150
D	100	680	12	88	120
E	258	522	32	48	140

Anche nei campioni raccolti dallo strato profondo si osserva piena omogeneità, ma a differenza di quanto rilevato nello strato superficiale, la frazione prevalente è quella argillosa, seguita dalla sabbia fine e dalla sabbia grossa. Il limo, analogamente a quanto osservato nei campioni raccolti dallo strato superficiale, è presente in quantità limitate, rispetto alle altre frazioni, sia per la componente fine sia per la componente grossolana.

Tabella 6-2: Analisi granulometrica sedimento profondo

Campione	Sabbia grossa > 0,2 mm g/kg	Sabbia fine 0,2- 0,05 mm g/kg	Limo grosso 0,05- 0,02 mm g/kg	Limo fine 0,02-0,002 mm g/kg	Argilla < 0,002 mm g/kg
C1	164	227	66	78	465
C2	164	227	56	78	475
C3	165	226	55	86	468

Sulla base del complesso delle indagini eseguite, in riferimento ai parametri analitici considerati, il sedimento del bacino e più in particolare quello interessato dall'attività descritta 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 confronto con i limiti del D.Lgs. 152/2006 (parte IV, titolo V, allegato 5, tabella 1, colonna A) compatibile per l'uso residenziale – verde pubblico;
- tutti i parametri indagati dell'eluato presentano valori inferiori ai limiti del D. Lgs. 152/2006 "Limiti di emissione in acque superficiali" (parte III, allegato 5, tabella 3), ad eccezione del COD e dello zinco per i campioni profondi;
- assenza di ecotossicità.

Nel complesso quindi le indagini eseguite mostrano che il sedimento del bacino Rubino non presenta criticità qualitativa alcuna che ne limiti la movimentazione.



7 INTERVENTO PREVISTO

Il bacino di Rubino presenta, come detto, l'importante funzione di assicurare rilevanti volumi idrici, mediamente circa 3,5 milioni di m³ per l'uso irriguo del comparto del Consorzio di Bonifica 1 di Trapani (Consorzio Bonifica Sicilia Occidentale)

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

7.1 Analisi delle alternative

Una rimozione puntuale e localizzata di sedimento in un'area profonda normalmente allagata e prossima alle opere di presa e scarico può essere eseguita secondo almeno tre approcci operativi diversi:

- fluitazione-spurgo utilizzando, ad invaso vuoto, la capacità erosiva delle acque fluenti nel bacino in periodo di buona idraulicità;
- rimozione meccanica utilizzando, ad invaso vuoto, mezzi di movimento terra in condizioni di magra;
- dragaggio/sorbonatura senza particolari vincoli temporali o di quota.

Tali opzioni sono state valutate alla luce delle indicazioni riportate nelle Linee di indirizzo Distrettuali; poiché le prime due opzioni prevedono lo svuotamento completo del bacino e la conseguente indisponibilità degli usi della risorsa idrica normalmente previsti, la scelta è quella di indirizzare l'intervento verso la terza opzione che è compatibile il mantenimento degli usi in essere.

Tale scelta di principio potrebbe in futuro essere rivista dopo aver valutati i primi interventi, descritti nel presente Piano Operativo, ed i relativi effetti.

In particolare per il bacino Rubino, come più in generale per i bacini ad uso esclusivamente irriguo, non si esclude in futuro l'opzione di un intervento a bacino vuoto collocato temporalmente dopo la fine del periodo irriguo e prima delle piogge autunnali (settembre – metà ottobre).

Relativamente alla destinazione del sedimento rimosso che possibili opzioni sono:

- fluitazione verso valle nell'alveo del corpo idrico recettore;
- riposizionamento all'interno del bacino in area non interferente;
- recupero e trasporto in area di riutilizzo;
- smaltimento in discarica.

Pur essendo tutte tecnicamente e normativamente possibili, in relazione alle condizioni ambientali, operative e di rapporto costi-benefici si propende per la seconda soluzione a che perché i volumi oggetto di intervento sono collocati nel c.d. "volume morto", quindi al di sotto della quota di minima regolazione, e rappresentano una frazione del tutto marginale del volume dell'invaso.

7.2 Descrizione dell'intervento

L'intervento previsto riguarda la rimozione del sedimento nell'area dell'opera di presa e dello scarico di fondo.

In questo piano operativo, come detto, viene sviluppata l'ipotesi progettuale di preliminarmente fattibilità della rimozione del sedimento, con la premessa che la descrizione di dettaglio degli interventi sarà definita negli elaborati progettuali definitivi, una volta condivisi, dagli enti coinvolti nella valutazione, i principi generali qui presentati.

Si riporta di seguito la planimetria dell'area di dragaggio ed una possibile sezione di scavo.

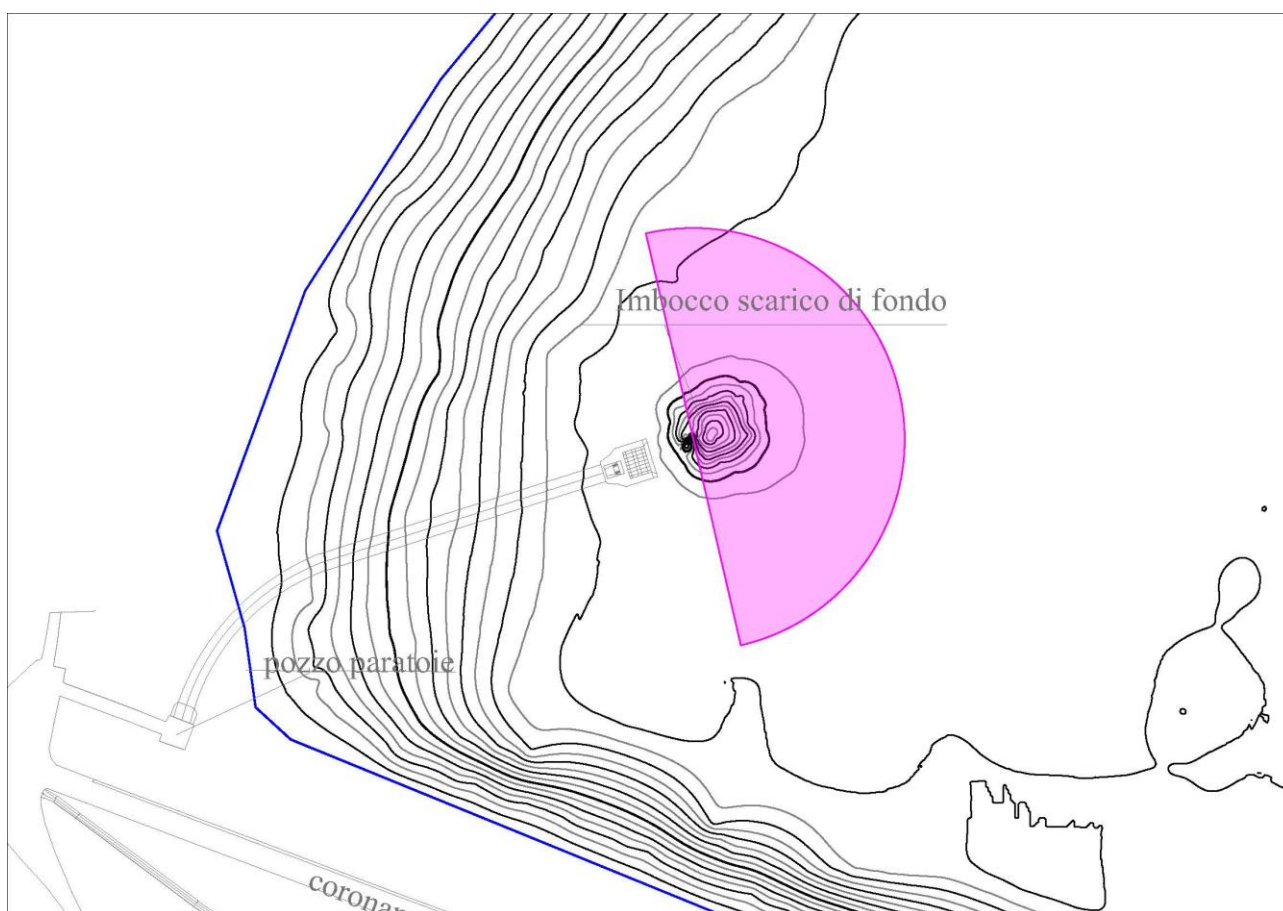


Figura 7-1: planimetria degli interventi di dragaggio



7.2.1 Asportazione del sedimento

La soluzione progettuale proposta, come detto, non richiede in fase di realizzazione lo svasso del bacino e, relativamente alla gestione dei sedimenti, prevede la rimozione anche per step successivi di circa 15.000 m³ e la loro collocazione in area non interferente.

Il volume da rimuovere è stato valutato sulla base dei rilievi morfobatimetrici eseguiti a marzo 2021, ipotizzando di creare una prima area pianeggiante davanti all'imbocco dello scarico di fondo, alla quota della soglia di quest'ultimo, per un raggio di circa 20 metri e successivamente raggiungere la quota attuale del sedimento con una pendenza cautelativa di 1:3.



Le fasi operative individuate nell'ambito dell'asportazione del sedimento sono le seguenti:

1. rimozione tramite dragaggio;
2. trasporto/pompaggio;
3. ricollocazione.

Per realizzare l'intervento previsto deve essere dragata un'area con una superficie di circa 3000 m² al fine di rimuovere i circa 15.000 m³ di sedimenti presenti.

Il materiale da asportare è costituito principalmente da sabbia e argilla, come da dettagli riportati nel capitolo precedente, la prima prevalente negli strati superficiali la seconda in quelli profondi.

Durante le operazioni di rimozione le attività di derivazione e scarico saranno mantenute in funzione.

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 disaggregazione del materiale, che grazie ad un regime di rotazione estremamente ridotto 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 disagregatori idraulici può essere installato un disagregatore *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 disagregatori 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.

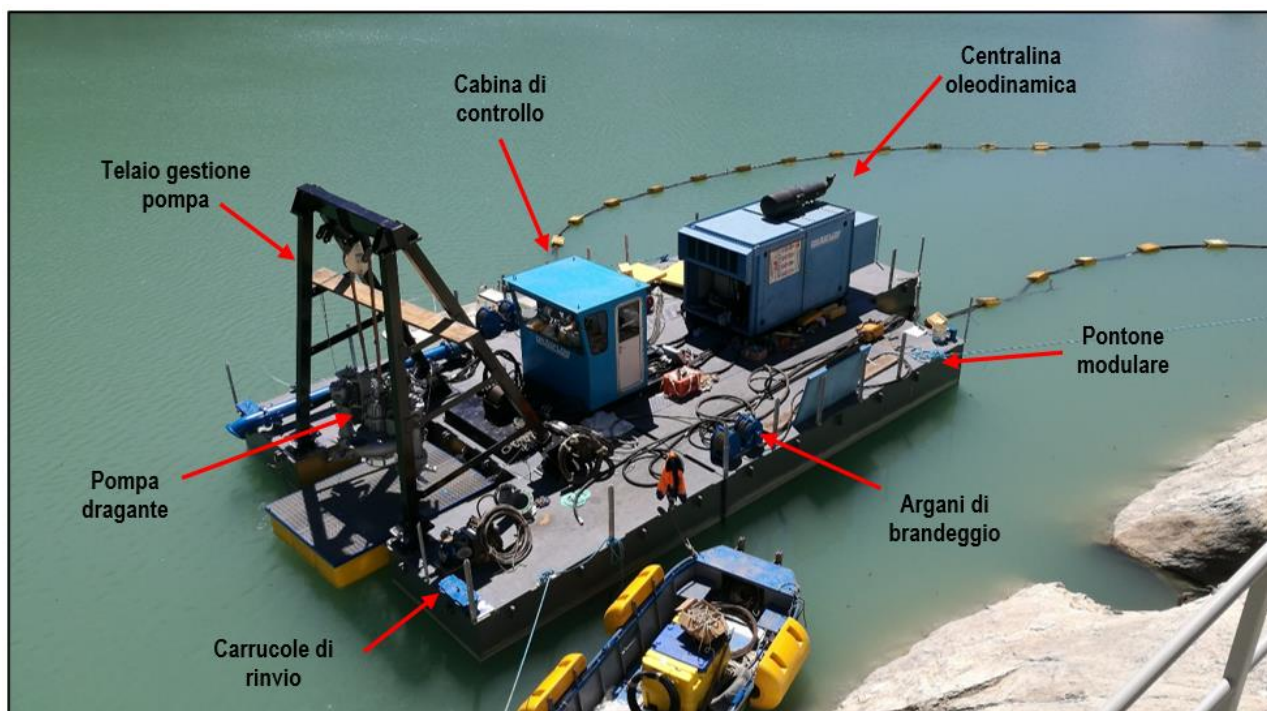


Figura 7-4: pontone completo con le diverse componenti

La miscela acqua-sedimento aspirata dalla pompa viene convogliata al sito di destinazione 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 ± 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.

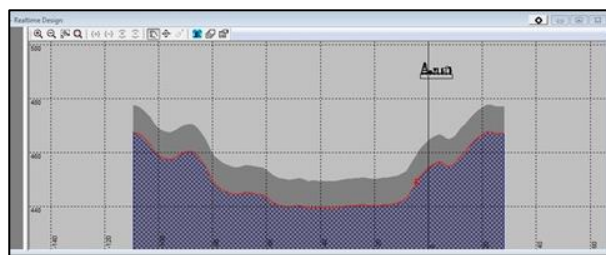
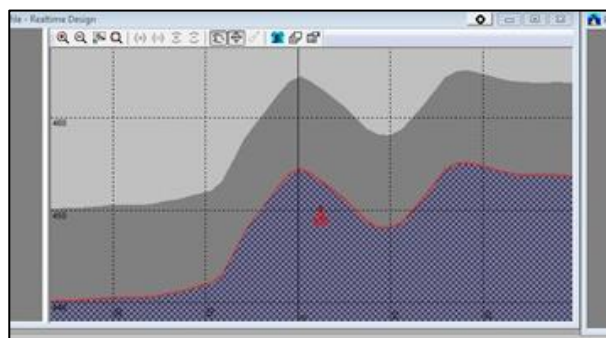
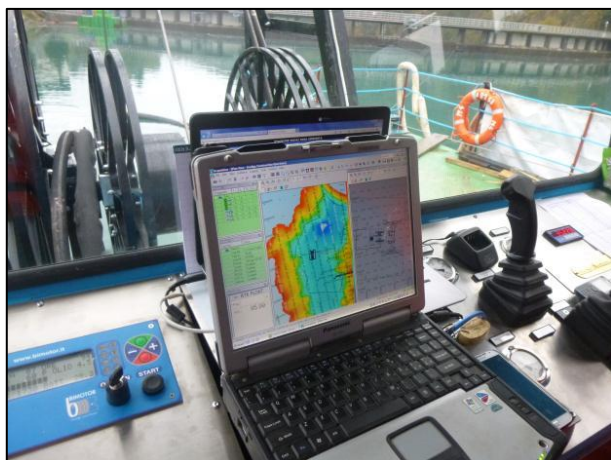


Figura 7-6: cabina di comando e visualizzazione in sezione e in pianta dei dati aggiornati in tempo reale

Il sistema disagregante/pompante, considerando un rapporto solido liquido prossimo ad 1 a 10, può arrivare a trattare sino a 600 m³/ora di miscela. Teoricamente, procedendo in continuo (8 ore al giorno), in assenza di imprevisti, la fase di dragaggio può arrivare ad una rimozione di circa 500 m³ giorno quindi l'obiettivo complessivo dell'intervento può essere raggiunto in circa 30 giorni di lavoro.

Tale attività, come detto può essere eseguite per step successivi.

La miscela solido-liquido pompata viene quindi indirizzata nell'area di deposito individuata nell'ansa posta in sx idraulica alla diga, che dista circa 450 m, secondo lo schema riportato nell'immagine che segue.

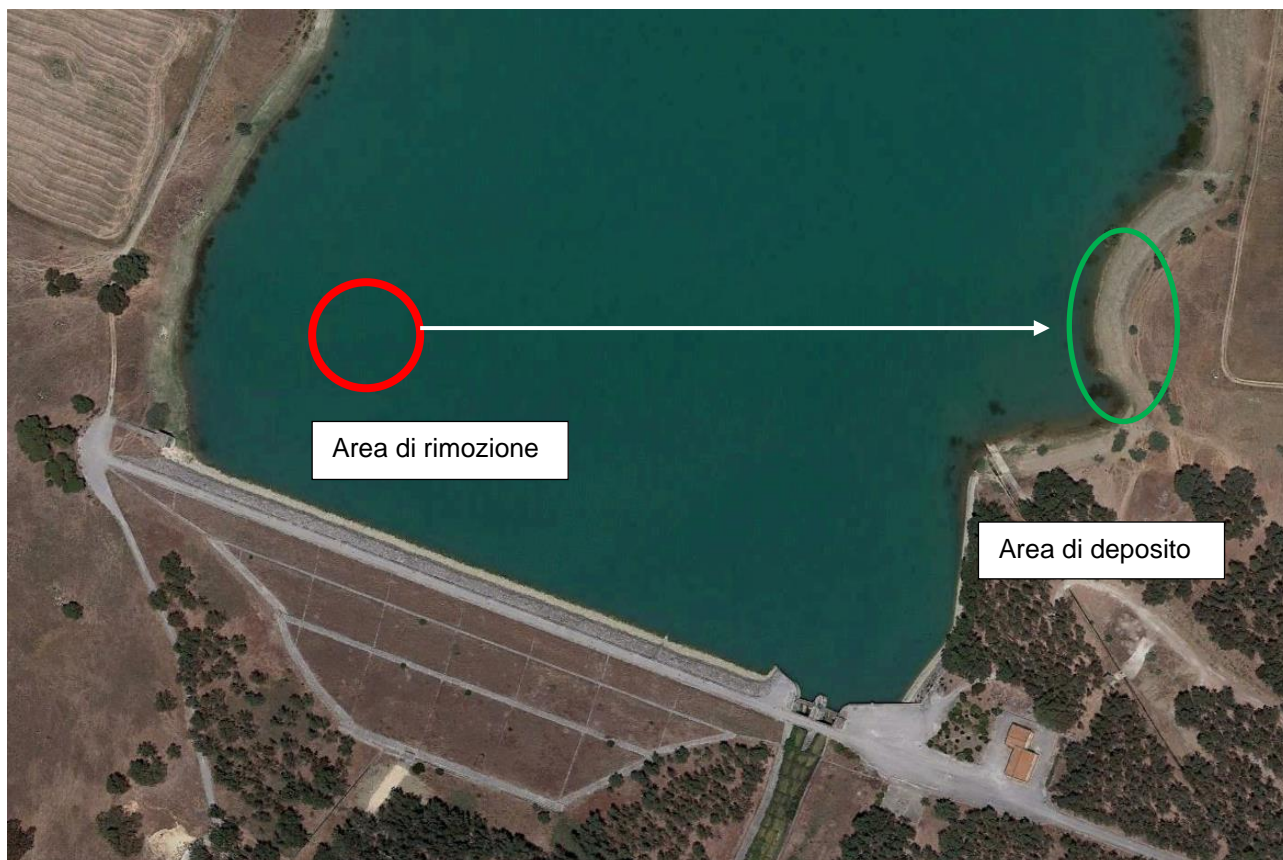


Figura 7-7: area di rimozione e area di stoccaggio del sedimento rimosso dall'invaso di Rubino

Poiché la fase precedentemente descritta genera una miscela solida/liquida necessita strutture di contenimento che possano far sedimentare la fase solida.

Le due opzioni normalmente utilizzate sono:

- cassa di colmata per volumi significativi;
- geotubi, per volumi minori.

I volumi di rimozione previsti per l'operazione descritta sono compatibili con una soluzione di deposito attraverso geotubi. La definizione definitiva di lungo periodo dell'approccio utilizzato sarà compiuta in fase di progettazione definitiva dell'intervento.



Figura 7-8: geotubi in fase di riempimento

Le caratteristiche fisiche di queste strutture di raccolta consentiranno il trattenimento del materiale solido e la fuoriuscita dell'acqua. Non si esclude, per aumentare l'efficienza del processo di precipitazione, l'opportunità di prevedere l'uso di una soluzione contenente un agente flocculante/coagulante (polielettrolita) attraverso apposita stazione di dosaggio.

In genere in poche settimane si raggiunge una concentrazione di solidi di oltre il 70%. Una volta che il contenuto di umidità obiettivo è stato raggiunto il sedimento potrà essere rimosso e traslocato o lasciato in loco e consolidato con un apposito intervento di stabilizzazione attraverso anche approcci di ingegneria naturalistica che consentano in pieno recupero anche paesaggistico dell'area di intervento.

Le immagini che seguono evidenziano:

- l'area preliminarmente individuata che presenta, al di sotto della quota di massima regolazione una superficie normalmente libera dell'acqua di circa 7.000 m² che risulta ampiamente sufficiente per lo scopo;
- le linee di livello con evidenziata la quota di massima regolazione (184,00 m s.l.m.).

Lo spessore del sedimento accumulato nei geotubi, che possono essere posizionati anche uno sopra l'altro, dipende dalle scelte progettuali, a loro volta legate alla disponibilità delle aree ed alla loro stabilità.

In questo caso specifico le valutazioni preliminari eseguite sulla base dei dati disponibili consentono di valutare la fattibilità dell'intervento nel rapporto fra volumi di rimozione previsti ed area disponibile; la valutazione dei carichi puntuali sostenibili sarà eseguita a seguito di appositi rilievi stratigrafici in fase di progettazione definitiva degli interventi.



Figura 7-9: area di intervento

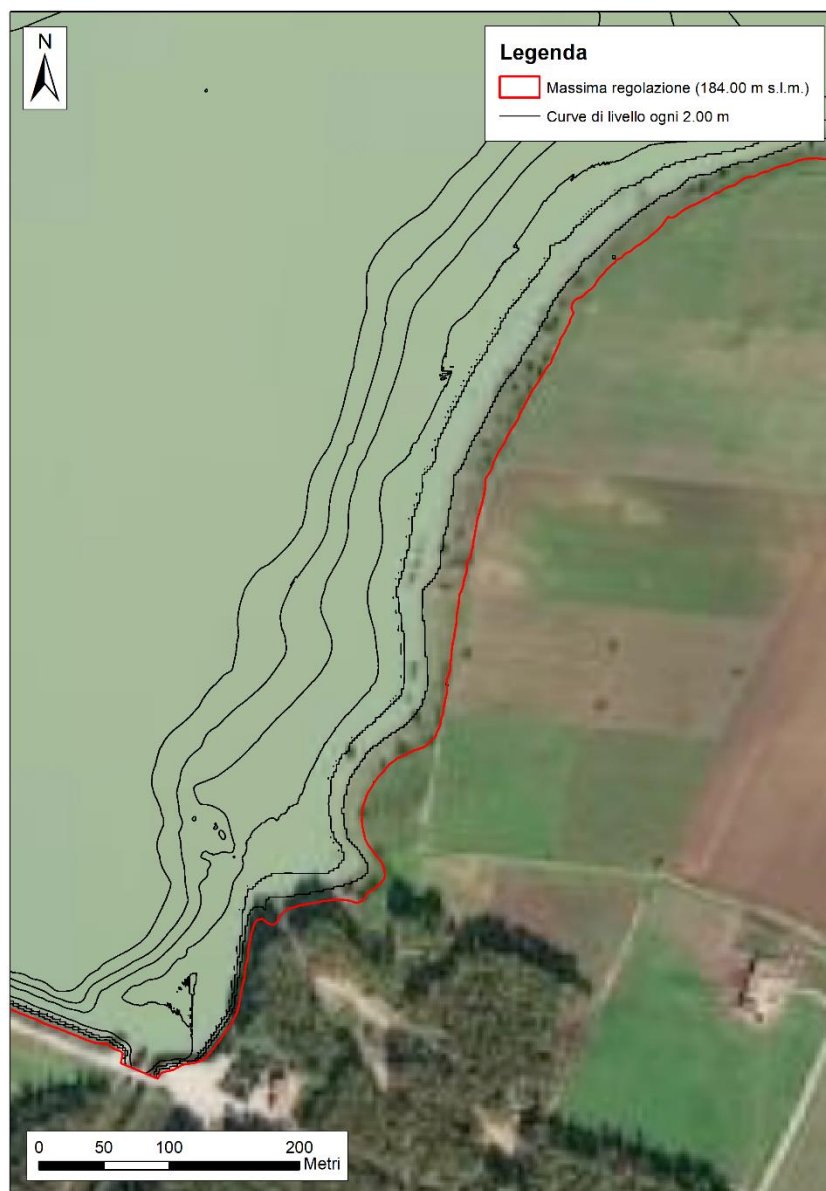


Figura 7-10: area di intervento

Circa la stabilità delle sponde sulle quali verrà posizionato il materiale dragato dal bacino nei geotubi, sulla base degli elementi disponibili non si sono delineati elementi ostativi che possano far pensare a una loro instabilità.

In particolare, sono stati presi in considerazione parametri quali la pendenza, le caratteristiche geolitologiche e la falda e, anche assumendo ipotesi cautelative, non sono emersi elementi che possano far scendere il fattore di sicurezza al di sotto dei valori di riferimento.

Resta inteso che, a corredo della progettazione definitiva dell'intervento, saranno eseguiti i sondaggi specifici necessari alla conferma delle preliminari valutazioni effettuate e che nell'area di posizionamento saranno previsti gli interventi di stabilizzazione utili a migliorare ulteriormente la stabilità di lungo periodo dell'intervento stesso.

7.3 Stima dei costi

La stima dei costi degli interventi descritti si compone di differenti elementi, alcuni valutabili a corpo altri a misura. Le principali voci di costo sono così riassumibili:

- trasporto dei macchinari e installazione del cantiere, stimabili complessivamente in 150.000÷200.000 € a prescindere dai volumi complessivi rimossi;
- predisposizione del sito di stoccaggio e dei geotubi e loro gestione in fase di scarico della miscela solido-liquido, stimabili complessivamente in 300.000÷360.000 € per un intervento di rimozione circa 15.000 m³ di sedimento. Tali costi ricomprendono allestimento dell'area, acquisto dei geotubi, acquisto del polielettrolita e degli accessori necessari, attività di riempimento dei geotubi;
- realizzazione dell'intervento di rimozione, i cui costi sono direttamente proporzionali all'entità della rimozione e quantificabili in circa 35 €/m³;
- stabilizzazione definitiva del sedimento stoccato nei geotubi oppure rimozione e sua ricollocazione, i cui costi dipendono dalle scelte progettuali relative alle modalità di consolidamento piuttosto che nel caso di rimozione e ricollocazione della distanza del punto di stoccaggio finale. Tali scelte saranno effettuate nell'ambito della progettazione definitiva dell'intervento e non sono pertanto al momento economicamente quantificabili.

Resta inteso che una valutazione economica più accurata potrà essere eseguita a seguito delle attività di progettazione definitiva degli interventi.



8 EFFETTI AMBIENTALI DELLA SOLUZIONE SCELTA E MITIGAZIONI

Le attività descritte non comportano, come detto lo svuotamento del bacino quindi sono evitate tutte le conseguenze, nel bacino e nel corpo idrico di valle, connesse a tale evento.

La soluzione progettuale individuata permette quindi di mantenere il livello del lago entro le quote di gestione ordinaria durante le fasi di cantiere e di minimizzare gli effetti a carico dell'ambiente nelle sue diverse componenti.

Gli effetti sull'ambiente dell'intervento descritto, sono quindi così prevedibili:

- disturbo aree e mezzi di cantiere;
- torbidità nel bacino;
- riduzione tenore di ossigeno;
- 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 sua installazione è prevedibile che la fauna presente, si sposti naturalmente in aree indisturbate disponibili nel resto del bacino. Gli effetti possono dunque essere considerati trascurabili.

L'area di deposito del sedimento non determina alcuna azione di disturbo sulle biocenosi acquatiche, poiché le attività di cantiere si svolgeranno con un livello idrico inferiore rispetto alle quote di tale area di deposito.

8.2 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.

8.3 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.

8.4 Destinazione sedimento

Come indicato in precedenza, in relazione alle sue buone caratteristiche qualitative ed alla marginalità dei volumi totali movimentati rispetto alla capacità di invaso, il sedimento sarà riposizionato in aree spondali all'interno del bacino ricomprese nelle sopra citate aree di cantiere.

9 MONITORAGGIO

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

In termini metodologici si rimanda a quanto descritto nell'apposto capitolo del PdG.

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 multibeam dell'area di rimozione;
- Caratterizzazione analitica dell'acqua.

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 dell'acqua

In corrispondenza dell'area del cantiere si procederà a:

- registrare i valori dei principali parametri chimico-fisici lungo la colonna;
- 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 (LTLecco) secondo il DM 260/2010.

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

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.



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).

9.3 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 delle opere di presa e scarico.

9.3.2 Caratterizzazione analitica dell'acqua

In corrispondenza dell'area del cantiere si procederà a:

- registrare i valori dei principali parametri chimico-fisici lungo la colonna;
- 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 (LTLecco) secondo il DM 260/2010.

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