

Spett.le

Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica
Direzione generale valutazioni ambientali (VA)
Divisione V – Procedure di valutazione VIA e VAS
VA@pec.mite.gov.it

p.c. Spett.li

Ministero della Cultura
Soprintendenza Speciale per il PNRR
ss-pnrr@pec.cultura.gov.it

Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica
Commissione Tecnica PNRR-PNIEC
compniec@pec.mite.gov.it

Milano 13/09/2023

Prot. PU0003394

**OGGETTO:[ID_8617] Procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art.23 del D.Lgs.152/2006 relativa al progetto "Taccu sa Pruna" – Impianto di Accumulo Idroelettrico mediante pompaggio ad alta flessibilità.
Trasmissione riscontro alle osservazioni**

Facendo riferimento alle osservazioni di seguito riportate:

- REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA – ASSESSORATO DELLA DIFESA DELL'AMBIENTE - RAS AOO 05-01-00 Prot. Uscita n. 25501, del 01/09/23, pubblicata sul sito di codesto spettabile Ministero in data 05/09/2023 e contenente
 - o nota prot. n. 38171 del 22.08.2023 (prot. D.G.A. n. 24727 di pari data) della Direzione Generale degli Enti Locali e Finanze - Servizio Demanio e Patrimonio di Cagliari
 - o nota prot. n. 11797 del 28.08.2023 (prot. D.G.A. n. 25101 di pari data) dell'Ente Acque della Sardegna

si trasmette in allegato il documento contenente il riscontro alla comunicazione sopra menzionata (Doc. No. P0030780-1-H14 Rev. 0)

Si coglie l'occasione per porgere cordiali saluti.



Daniele Bellini
Direttore Business Unit Idroelettrica

Edison Spa

Foro Buonaparte, 31
20121 Milano
Tel. +39 02 6222 1

Capitale Soc. 4.736.117.250,00 euro i.v.
Reg. Imprese di Milano - Monza - Brianza - Lodi e C.F. 06722600019
Partita IVA 08263330014 - REA di Milano 1698754
Codice destinatario RWYUTBX



Edison S.p.A.
Milano, Italia

“Taccu sa Pruna” – Impianto di Accumulo Idroelettrico Mediante Pompaggio ad Alta Flessibilità

Risposta alle Osservazioni ENAS e Direzione Generale degli Enti Locali e Finanze - Servizio Demanio e Patrimonio di Cagliari Successive alle Integrazioni del Proponente

Doc. No. P0030780-1-H14 Rev. 0 - Settembre 2023

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
0	Prima Emissione	RINA Consulting S.p.A.	C. Valentini	M. Compagnino	Settembre 2023

RINA Consulting S.p.A. | Società soggetta a direzione e coordinamento amministrativo e finanziario del socio unico RINA S.p.A.
Via Cecchi, 6 - 16129 GENOVA | P. +39 010 31961 | rinaconsulting@rina.org | www.rina.org
C.F./P. IVA/R.I. Genova N. 03476550102 | Cap. Soc. € 20.000.000,00 i.v.

Tutti i diritti, traduzione inclusa, sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere divulgata a terzi, per scopi diversi da quelli originali, senza il permesso scritto di RINA Consulting S.p.A.

INDICE

	Pag.
LISTA DELLE TABELLE	2
LISTA DELLE FIGURE	2
PREMESSA	3
1 ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA	4
1.1 OSSERVAZIONE NO.1– TRACCIATO ELETTRODOTTO (PUNTO 3)	4
1.1.1 Testo dell’Osservazione	4
1.1.2 Risposta del Proponente	4
1.2 OSSERVAZIONE NO.2– CONCESSIONI (PUNTO 4)	4
1.2.1 Testo dell’Osservazione	4
1.2.2 Risposta del Proponente	5
1.3 OSSERVAZIONE NO.3 – ABBASSAMENTO DEL LAGO (PUNTO 6)	5
1.3.1 Testo dell’Osservazione	5
1.3.2 Risposta del Proponente	6
1.4 OSSERVAZIONE NO.4 – FENOMENI DI FRANA E STUDIO LIMNOLOGICO (PUNTO 7)	8
1.4.1 Testo dell’Osservazione	8
1.4.2 Risposta del Proponente	8
2 DIREZIONE GENERALE DEGLI ENTI LOCALI E FINANZE - SERVIZIO DEMANIO E PATRIMONIO DI CAGLIARI	21
2.1 OSSERVAZIONE NO.5– DEMANIO IDRICO/IDRAULICO	21
2.1.1 Testo dell’Osservazione	21
2.1.2 Risposta del Proponente	21
2.2 OSSERVAZIONE NO.6– CONCESSIONE AREE DEMANIALI	21
2.2.1 Testo dell’Osservazione	21
2.2.2 Risposta del Proponente	21
REFERENZE	22
SITI WEB CONSULTATI	22

LISTA DELLE TABELLE

	Pag.
Tabella 1.1: Dati della Laminazione delle Piene durante la realizzazione dell'opera di presa del nuovo impianto di pompaggio	7
Tabella 1.2: Tabella Allegato 3	7
Tabella 1.3: Classificazione LTLecco	16
Tabella 1.4: Classificazione Indice Fitoplancton	16
Tabella 1.5: Classificazione Inquinanti Specifici	17
Tabella 1.6: Classificazione Stato Ecologico - Monitoraggio Operativo	17
Tabella 1.7: Stato Chimico - Monitoraggio Operativo	18

LISTA DELLE FIGURE

	Pag.
Figura 1.1: A sinistra Ponte maxia, destra la diga Nuraghe Arrubiu (Regione Autonoma della Sardegna, 2007)	9
Figura 1.2: Planimetria Diga Nuraghe Arrubiu (DGLLPP e DICCAR, 2017)	10
Figura 1.3: Carta Batimetrica Lago Flumendosa 2013 –l'ubicazione dell'area di progetto è indicata con il cerchio rosso (ENAS, 2013)	11
Figura 1.4: Curva di Invaso Nuraghe Arrubiu (DGLLPP e DICCAR, 2017)	12
Figura 1.5: Quota invaso Nuraghe Arrubiu in m s.l.m. (ENAS, 2023)	12
Figura 1.6: Spessore Sedimento Lago Flumendosa 2013 –l'ubicazione dell'area di progetto è indicata con il cerchio rosso (ENAS, 2013)	15

PREMESSA

Edison S.p.A. ha presentato al Ministero della Transizione Ecologica (MiTE), oggi Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), con Prot. No. PU0002417 del 28 Giugno 2022, istanza per l’avvio del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale relativamente al progetto *“Taccu sa Pruna” – Impianto di Accumulo Idroelettrico mediante Pompaggio ad Alta Flessibilità*”.

Nell’ambito della procedura sopra menzionata in data 21 Febbraio 2023, la Commissione Tecnica PNRR-PNIEC del MASE, ha trasmesso a Edison una richiesta di integrazioni (Nota Prot. No. 1815 del 21 Febbraio 2023), in merito alla documentazione di progetto in esame.

In seguito a specifici approfondimenti sviluppati al fine di soddisfare e superare alcune criticità sollevate dagli Enti, sono state introdotte alcune ottimizzazioni progettuali quali:

- ✓ Eliminazione della nuova viabilità che serviva come collegamento dell’altopiano di Taccu Sa Pruna con l’area dell’opera di presa di valle (in riva all’invaso di Nuraghe Arrubiu), prevedendo la realizzazione una discenderia inclinata, lunga circa 1,800 m. Tale opera fungerà da accesso principale alla centrale ed alla sottostazione e nella quale verrà installato un sistema di trasporto su binari con trazione a fune azionata da un argano;
- ✓ Eliminazione di 10.5 km di cavo aereo e della Stazione di transizione aereo-cavo (nei territori dei comuni di Nurri e Orroli) e realizzazione in cavo interrato di tutta la linea di Utenza che collega la SU di Taccu sa Pruna alla SU di Nurri.

Si precisa che la connessione utente, in particolare, sarà costituita da:

- ✓ 1 km di cavo in posa sub lacuale;
- ✓ 16.7 km di cavo in posa interrata della quale 1.7 km posati nella galleria ad hoc dell’impianto.

Tali ottimizzazioni hanno comportato l’aggiornamento di parte della documentazione che è stata quindi trasmessa al MASE insieme alle risposte alle richieste di integrazione ed alle osservazioni pervenute relativamente alla versione originaria del progetto. In seguito a tale consegna documentale è stata avviata un’ulteriore consultazione pubblica in data 31 Luglio 2023 con termine il 15 Agosto 2023.

In data 2 Agosto 2023 è stata pubblicata sul sito del MASE la nota della Direzione Generale dell’Ambiente della Regione Autonoma della Sardegna, prot.22863 del 28.07.2023 (prot. MASE No.0124932 del 31.07.2023), contenente una prima serie di osservazioni e successivamente sono state pubblicate in data 16 Agosto 2023, la nota della Direzione Generale dell’Ambiente della Regione Sardegna con la quale trasmette il riscontro di ARPA Sardegna (nota prot. No. 29551 del 07.08.2023 (prot. D. G.A. No. 23792 di pari data) e in data 24 Agosto 2023 le osservazioni del Comune di Serri (nota registro ufficiale del MASE No. 0133059 dell’11 Agosto 2023).

In data 4 Settembre 2023 il Proponente ha trasmesso il documento di riscontro alle osservazioni sopra citate (Doc. Rina Consulting P0030780-1-H13 Rev. 0).

Il seguente documento è stato predisposto per dare riscontro alle seguenti osservazioni:

- ✓ nota Ente Acque della Sardegna rif. ENAS\U\0011797 del 28.08.2023, pubblicate sul sito del MASE in data 31 Agosto 2023 (nota registro ufficiale del MASE No. 0136492 del 28 Agosto 2023);
- ✓ nota REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA - ASSESSORATO DEGLI ENTI LOCALI, FINANZE E URBANISTICA. Direzione Generale degli Enti Locali e Finanze - Servizio Demanio e Patrimonio di Cagliari rif. RAS AOO 04-01-00 Prot. Uscita n. 38171 del 22/08/2023, contenuta nella comunicazione della REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA – ASSESSORATO DELLA DIFESA DELL’AMBIENTE rif. RAS AOO 05-01-00 Prot. Uscita n. 25501 del 01/09/2023, pubblicata sul sito del MASE in data 5/09/2023 (nota registro ufficiale del MASE No. 0138685 del 1 Settembre 2023).

1 ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA

1.1 OSSERVAZIONE NO.1– TRACCIATO ELETTRODOTTO (PUNTO 3)

1.1.1 Testo dell'Osservazione

“3) oltre alle opere di cui al punto 2), l'intervento prevede la realizzazione delle opere di connessione alla RTN mediante elettrodotti aerei che collegheranno la centrale elettrica in caverna alla SE Nurri 2 e quest'ultima alla futura SE Sanluri. A questo proposito occorre evidenziare quanto segue:

a) in relazione alla realizzazione del tratto di elettrodotto in posa sublacuale le integrazioni confermano le previsioni progettuali originarie e non forniscono quindi alcuna nuova indicazione utile al superamento della criticità in ordine agli impatti sulle attività sportive e turistico ricreative che si svolgono nel bacino idrico;

b) il tracciato dell'elettrodotto di connessione tra la centrale elettrica in caverna e la SE Nurri 2 attraversa il sedime della condotta SIMR 7A.C6 che alimenta la vasca di carico in località Funtana Spidu (agro di Orroli) a servizio Distretti irrigui di Nurri-Orroli, Isili-Serri-Villanovatulo, Escolca-Gergei e Siurgus-Mandas-Gesico. Si tratta di una tubazione in acciaio DN800, capace di una portata di 0,6 me/sec. L'interferenza potrà essere risolta mediante sottopasso della condotta SIMR con tecnologia no-dig (ad esempio mediante toe, ovvero spingi tubo);

c) Il tracciato degli elettrodotti aerei dalla SE Nurri 2 alla nuova RTN Sanluri non presenta interferenze con le opere del SIMR.”

1.1.2 Risposta del Proponente

In merito alle attività di posa del cavo sublacuale, si rimanda all'elaborato G929_DEF_R_004_Ut_rel_tec_ill_conn_1-1_REV01.

La posa dei cavi avrà impatto sulle attività sportive e turistico ricreative esclusivamente nella fase di posa delle condotte in quanto:

1. le stesse saranno posate sul fondo del lago e protette con idonei materassi in cls di protezione;
2. la presenza di dette condotte sul fondo del bacino non inficerà il passaggio di natanti;
3. la presenza dei cavi sul fondo non implica ripercussioni di carattere sanitario;
4. nella parte di approdo la posa sarà effettuata mediante posa con la metodologia TOC (trivellazione orizzontale controllata in modo da superare nel sottosuolo la tratta del bacino a minore profondità);
5. le opere in superficie sono tutte interrato e pertanto a fine lavori non saranno in alcun modo visibili; anche la tratta in forte pendenza di risalita del versante ovest del lago sarà ripristinata mediante ripiantumazione delle essenze esistenti previa modellazione del terreno con tecniche di ingegneria naturalistica.

Prendiamo atto della presenza della condotta dell'impianto idropotabile. Si conferma che la stessa sarà attraversata in sottopasso mediante posa in TOC garantendo le distanze minime di rispetto della condotta di proprietà ENAS.

1.2 OSSERVAZIONE NO.2– CONCESSIONI (PUNTO 4)

1.2.1 Testo dell'Osservazione

“4) si conferma quanto già evidenziato nella nota ENAS Prot 11703 del 14/10/2022 con riferimento ai seguenti argomenti a fronte dei quali le integrazioni non hanno fornito ulteriori elementi utili:

a) concessione di derivazione;

b) attivazione di un'utenza avente natura giuridica diversa da quelle previste dall'Art. 3 (lettera f, comma 1) e Art. 11 della LR19/2006;

c) concessione demaniale per utilizzo dell'area dell'invaso di Nuraghe Arrubiu e delle pertinenze del SIMR coinvolte nell'intervento.”

1.2.2 Risposta del Proponente

In relazione a quanto osservato, si fa presente che per tutti e tre i punti soprariportati Edison ha fornito delle controdeduzioni. Nello specifico:

- ✓ relativamente ai temi sub a) e b) si rimanda al Doc. No. P0030780-1-H8 Rev. 1 - Luglio 2023 inviato in data 26/07/2023, paragrafo 2.4 e al Doc. No. P0030780-1-H13 Rev. 0 - Settembre 2023 inviato in data 4/09/2023 ai paragrafi 4.1.2. e 4.2.2;
- ✓ relativamente al punto sub c) si rimanda al Doc. No. P0030780-1-H8 Rev. 1 - Luglio 2023, inviato in data 26/07/2023, paragrafo 2.3.4.

1.3 OSSERVAZIONE NO.3 – ABBASSAMENTO DEL LAGO (PUNTO 6)

1.3.1 Testo dell'Osservazione

“6) in relazione all'abbassamento del livello del lago sino a quota 242 m slm, previsto in progetto per la realizzazione delle opere di presa e restituzione di valle, da garantire per una durata complessiva di circa 8 mesi, permane la valutazione negativa già espressa con la richiamata nota ENAS Prot 11703 del 14/10/2022. Infatti, anche le integrazioni, nel confermare la scelta progettuale, non hanno fornito elementi atti al superamento delle seguenti criticità:

a) *Impatto su/ funzionamento dell'Acquedotto Sarcidano.*

Il progetto prevede il mantenimento per tutto il periodo di realizzazione dei nuovi lavori di una quota inferiore a quella minima necessaria per il regolare funzionamento dell'impianto di sollevamento della condotta "Acquedotto Sarcidano" (codice SIMR 7A.C1-2-3-4), a servizio delle seguenti utenze:

impianti di potabilizzazione di Pranu Munteri (a servizio dei comuni di Nurri e Orroli) e, in soccorso, quelli di Perd'e Cuaddu (a servizio della Z.I. di Isili) e quello di Is Barroccus (a servizio degli schemi idropotabili NPRGA n. 32 "SARCIDANO" - n. 33 "Laconi" - n. 34 "Nuragus-Nurallao"), gestiti dalla società Abbanoa S.p.A.;

distretto irriguo Isili Nord gestito dal Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale con estensione di circa 300 ha, oltre alle aree fuori distretto; eventuale soccorso all'utenza industriale della Z.I. di Isili.

Attualmente per l'approvvigionamento delle suddette utenze la quota di invaso del lago del medio Flumendosa non deve scendere al di sotto del valore di 254,00 m s.l.m. Per periodi di limitata durata, variabili in funzione degli andamenti climatici, il prelievo può essere nullo in conseguenza dei diversi fabbisogni delle utenze. La documentazione fornita da ENAS ("Storico prelievi utenze") evidenzia che nel periodo 2018 - 2022, l'assenza di prelievo si è verificata, in ciascun anno, per un intervallo della durata al massimo di 4 mesi del tutto incompatibile con i tempi minimi di cui alle previsioni progettuali;

b) *Impatto sul/a funzione di laminazione de/le portate.*

La quota di 242 m slm si configurerebbe, secondo le previsioni di progetto e per tutta la durata dei lavori di realizzazione dell'opera di presa / restituzione di valle, quale effettiva quota di massimo invaso, di conseguenza il bordo superiore della palificata, previsto a quota 243,50 m slm costituirebbe uno sfioro libero verso le aree di cantiere. Quanto sopra appare non compatibile con le previsioni del vigente Piano di Laminazione delle portate per la diga di Nuraghe Arrubiu trasmesso da ENAS. Peraltro, il proponente, a fronte di ciò, non ha formulato alcuna proposta di adeguamento per cui si rende necessario prospettare qui di seguito i possibili scenari di gestione delle eventuali portate di piena.

A questo proposito occorre considerare quanto evidenziato dal documento "Andamento storico quote invaso", fornito da ENAS, da cui si rileva come, per il periodo di osservazione 01/01/2015 - 31/12/2022, si sono verificati fenomeni di piena a fronte dei quali si è registrato, nell'arco delle 24 ore, un innalzamento del livello complessivo dell'invaso superiore a 1,50 m con punte sino a circa 6,00 m, a cui sono corrisposte variazioni di volume, per ogni evento, da circa 10 Mme sino a circa 50 Mme.

Scenario 1. La quota di esercizio dell'invaso è abbassata rispetto a quella di 242,00 m slm di un franco adeguato a contenere la piena. In questa ipotesi potrebbe non essere disponibile un volume di regolazione idoneo a garantire la fornitura idrica alle utenze a valle dell'invaso, con effetti sull'intero Sud Sardegna. La portata di piena è contenuta dal nuovo franco che deve essere adeguatamente valutato anche in relazione alla quota minima della diga (si veda il "Foglio Condizioni") e può essere regolata esclusivamente operando sugli scarichi di fondo e/o di mezzo fondo adeguatamente parzializzati al fine di garantire la protezione dei centri abitati a valle dello sbarramento.

Tale scenario non è accettabile in quanto non è possibile escludere che sia significativamente pregiudicata la continuità e regolarità dell'approvvigionamento idrico alle utenze in ragione delle limitazioni gravissime estese ad un periodo rilevante di tempo.

Scenario 2. La quota di esercizio dell'invaso è mantenuta pari a 242,00 m s.l.m. In questa ipotesi non è disponibile alcun volume di regolazione e la portata di piena deve essere allontanata esclusivamente operando sugli scarichi disponibili il cui utilizzo è tuttavia limitato alle sole portate massime ammissibili a garanzia della sicurezza dei centri abitati a valle dello sbarramento.

In questa ipotesi non si può escludere l'allagamento delle aree di cantiere. Questo fatto, seppur preso in considerazione dalla proponente, ancorché in maniera residuale, è del tutto inaccettabile per ENAS. Infatti, non è possibile escludere danni a persone e/o cose nonché l'accidentale dispersione nel bacino di materie inquinanti connesse alle lavorazioni del cantiere.”

1.3.2 Risposta del Proponente

1.3.2.1 Risposta al punto 6a)

Al fine di non interferire con il normale funzionamento dell'impianto di sollevamento dell'“Acquedotto Sarcidano”, la soluzione tecnica più semplice è quella di realizzare una stazione temporanea (limitata alla fase di realizzazione dell'opera di presa di valle del nuovo impianto di pompaggio) di rilancio, che prelevi l'acqua dalla quota minima in fase di cantiere (242 m s.l.m.) e la immetta nella condotta di aspirazione delle pompe attuali. Il progetto di dettaglio del sistema di booster sarà realizzato in fase di progettazione esecutiva, quando sarà reso disponibile dal gestore dell'acquedotto il layout (civile ed elettro-meccanico) di dettaglio dell'impianto attualmente operante.

1.3.2.2 Risposta al punto 6b)

Il “Piano di Laminazione statica preventivo dell'invaso della diga di Nuraghe Arrubiu sul fiume Flumendosa in Comune di Orroli, Allegato C alla DGR 6/10 del 05.02.2019: Approvazione del Piano speditivo di Laminazione Statica preventivo dell'invaso della diga di Nuraghe Arrubiu sul Fiume Flumendosa in comune di Orroli (Direttiva del Pcm 27.2.2004)”, all'art. 2 specifica che “... In considerazione del regime idrologico del bacino idrografico sotteso, il livello di invaso della diga è ordinariamente mantenuto a quota non superiore a 262 m s.l.m. ...”.

Inoltre, l'art. 4 del “Piano di Laminazione” prevede che “... lo Svaso Preventivo Obbligatorio che deve garantire il raggiungimento della quota di 259,50 m s.l.m. prima dell'inizio dell'evento ...”.

Il successivo art. 7 prevede:

“... Il Gestore provvede a manovrare opportunamente gli scarichi regolati in modo da assicurare, per quanto possibile, il mantenimento della quota di invaso di 259.50 m s.l.m. o, comunque, della quota indicata dal Direttore generale della protezione civile regionale nell'ordine di svaso di cui all'articolo 4.

Dette manovre possono comportare il rilascio in alveo di una portata non superiore alla Q_{Amax} di cui al DPC approvato il 15.09.2017 dal Prefetto di Nuoro, fatte salve differenti valutazioni del Direttore generale della protezione civile regionale contenute nell'ordine di svaso di cui all'articolo 4.

Qualora non si riesca ad assicurare il mantenimento della quota di 259,50 m, si prevede per la gestione della piena, salvo diversa disposizione del Direttore generale della Protezione civile regionale, l'utilizzo dello scarico di mezzofondo fino al raggiungimento della quota d'invaso 265 m s.l.m. Al di sopra di tale quota si attivano anche gli scarichi di superficie in destra e, qualora si registri il superamento della quota di 268 m s.l.m. (1 metro al di sotto del massimo invaso pari a 269 m s.l.m.), si attiveranno anche gli scarichi di fondo. ...”.

Da quanto sopra riportato si deduce che su disposizione del Direttore Generale della Protezione Civile Regionale è già attualmente previsto che gli scarichi di mezzofondo e fondo siano manovrati sia per lo Svaso Preventivo Obbligatorio sia, successivamente, per cercare di assicurare il mantenimento del livello 259,50 m s.l.m.

Durante la costruzione della nuova opera di presa, per la quale si prevede l'abbassamento della quota dell'invaso di Nuraghe Arrubiu a 242.00 m s.l.m., si propone pertanto di mantenere la procedura già ora prevista nel piano di laminazione, con gli adeguamenti necessari, sinteticamente riportata qui di seguito:

- ✓ Svaso Preventivo Obbligatorio da quota 242.00 m s.l.m. a quota 238.35 m s.l.m. che mette a disposizione lo stesso volume, circa 19 Mm³, compreso tra 259.50 e 262.00 m s.l.m.;
- ✓ svaso in fase di allarme per laminazione: apertura degli scarichi per cercare di mantenere la quota 238.25 m s.l.m. in analogia a quanto previsto nell'attuale piano di laminazione per la quota 259 50 m s.l.m.;

- ✓ attivazione degli scarichi di fondo fino alla massima apertura.

Adottando le procedure descritte sinteticamente qui sopra, per i vari idrogrammi di piena in entrata riportati nel documento nell'*allegato_B-Studio DICAAR* alla DGR citata si ottengono i seguenti dati salienti della laminazione delle piene durante la realizzazione dell'opera di presa del nuovo impianto di pompaggio:

Tabella 1.1: Dati della Laminazione delle Piene durante la realizzazione dell'opera di presa del nuovo impianto di pompaggio

Livello iniziale	Tempo di ritorno	[anni]	Tr 5	Tr 10	Tr 50	Tr 100	Tr 200	Tr 500	Tr 1000
[m s.l.m.]	Portata al colmo in ingresso	[m ³ /s]	701	1,220	2,414	2,940	3,461	4,147	4,667
238,25	Portata di picco laminata	[m ³ /s]	227	664	1,218	1,433	1,481	1,509	1,517
	Massimo livello di invaso	[m s.l.m.]	243.50	243.50	243.50	245,19	248.82	253.60	257.09

La tabella merita i commenti seguenti:

- ✓ la portata di picco laminata non è superiore a quella stimata dai vari scenari prefigurati nell'Allegato 3;
- ✓ la portata laminata viene scaricata utilizzando gli scarichi di mezzofondo e fondo;
- ✓ solo per idrogrammi di piena con tempo di ritorno superiore a 50 anni il massimo livello di invaso supera la quota 243.50 m s.l.m. al disopra della quale si ha l'allagamento del cantiere.

Tabella 1.2: Tabella Allegato 3

Scenario	Livello iniziale d'invaso [m s.l.m.]	Scarichi utilizzati	Tr 5	Tr 10	Tr 50	Tr 100	Tr 200	Tr 500	Tr 1000
PSFF	255.5	Superficie	-	-	1'290	1'644	2'121	2'725	-
1 (config. PSFF)	255.5	Superficie	379	633	1'312	1'626	1'946	-	-
2	262	Superficie	-	-	1'621	1'933	2'338	-	-
		Mezzofondo Superficie	701	1'108	1'685	1'990	2'309	-	-
	263	Superficie	-	-	1'682	1'989	2'416	-	-
		Mezzofondo Superficie	-	-	1'759	2'054	2'390	-	-
	265	Superficie	-	-	1'841	2'168	2'590	-	-
		Mezzofondo Superficie	-	-	1'951	2'216	2'588	-	-
267	Superficie	-	-	2'108	2'430	2'810	-	-	
	Mezzofondo Superficie	-	-	2'265	2'501	2'845	-	-	
3	262	Mezzofondo Superficie	701	1'220	-	-	-	-	-
4	255.5	Mezzofondo Superficie Fondo	237	244	1'749	1'914	2'146	2'685	3'953
	259.5	Mezzofondo Superficie	246	660	1'870	2'118	2'436	3'717	4'050
	262	Mezzofondo Superficie Fondo	252	1'121	1'946	2'206	2'565	3'942	4'119
5	259.5	Mezzofondo Superficie	246	254	-	-	-	-	-
	262	Mezzofondo Superficie	252	731	2'262	2'470	3'250	3'967	4'178
6	262	Mezzofondo Superficie	252	349	-	-	-	-	-

Se ne conclude quindi la procedura di laminazione proposta sia congruente con quella attualmente prevista dal Piano di laminazione approvato.

Per quanto attiene all'allagamento del cantiere, non considerato ammissibile da ENAS, è invece esplicitamente previsto da Edison. Tale evento si può verificare solo con eventi di piena con tempo di ritorno elevato quindi a bassa probabilità. Considerando quanto sopra esposto, sono da escludersi:

- ✓ danni a persone e cose all'interno del cantiere perché, come peraltro previsto dal piano di laminazione approvato, il preavviso delle piene (34 h) è tale da consentire l'evacuazione del cantiere sia delle persone che dei mezzi/sostanze inquinanti (i.e., olii, lubrificanti, cemento);
- ✓ dispersione di materiali inquinanti connessa alle lavorazioni di cantiere, poiché all'interno dell'area in cui si eseguiranno le lavorazioni sarà minimizzato allo stretto indispensabile il deposito di tali sostanze. Inoltre, grazie al preavviso di evacuazione sopra citato si avrà tutto il tempo per la messa in sicurezza del cantiere.

1.4 OSSERVAZIONE NO.4 – FENOMENI DI FRANA E STUDIO LIMNOLOGICO (PUNTO 7)

1.4.1 Testo dell'Osservazione

"7) nelle integrazioni non si rinvergono gli ulteriori approfondimenti richiesti in ordine all'evoluzione dei fenomeni di frana presenti su alcuni tratti delle sponde dell'invaso né in ordine allo studio limnologico. Peraltro, l'analisi di Dam Break, sviluppata per il nuovo invaso di monte, non contiene indicazioni circa gli effetti sul bacino del Flumendosa nell'ipotesi descritta nello scenario n. 3 di quello studio (collasso verso l'invaso del Flumendosa)."

1.4.2 Risposta del Proponente

1.4.2.1 Fenomeni di Frana

In relazione all'evoluzione dei fenomeni franosi presenti in alcune porzioni delle sponde dell'invaso (ed in particolar modo il processo di versante in atto in località San Lucifero), si è analizzata la documentazione fornita da ENAS, ed in particolare le relazioni preparate da F. Capozza (1964), A. Moretti (1969) e G. Sanna (2005).

Il trasferimento dell'intero volume utile dell'impianto di pompaggio dal bacino di valle al bacino di monte (fase di pompaggio) e viceversa (fase di generazione) avviene in un tempo non inferiore a 8 h e comporta le oscillazioni di livello del bacino di valle (invaso del Flumendosa) riportate in tabella. Tali variazioni sono state dedotte dalla curva livelli-volumi contenuta nel Foglio di Condizioni per l'Esercizio e la Manutenzione FCEM della diga di Nuraghe Arrubiu. Con riferimento alla fase di generazione:

Condizione	Livello iniziale [m s.l.m.]	Livello finale [m s.l.m.]	Variazione ¹ [m]
Livello minimo funzionamento impianto di pompaggio	242.00	242.60	0.60
Livello massimo funzionamento impianto di pompaggio (Quota di massima regolazione dell'invaso di valle)	267.00	267.40	0.40
Livello medio funzionamento impianto di pompaggio	254,50.	255.00	0.50

Si ritiene pertanto che queste variazioni di livello, distribuite su un tempo relativamente lungo con velocità trascurabili (~7.5 cm/h), non possano avere influenza sull'evoluzione dei fenomeni di frana presenti lungo le sponde dell'invaso del Flumendosa.

Le stesse considerazioni valgono nel remoto caso di collasso del bacino di monte (*dam break*), con la sola differenza che i sopralti di cui alla tabella precedente si verificano in un tempo più breve.

¹ Errata corrige: si precisa che il trasferimento dell'intero volume utile dell'impianto dal bacino di valle a quello di monte comporta una variazione di livello del bacino di valle non superiore a 60 cm a differenza di quanto indicato nei precedenti documenti di risposta alle osservazioni degli Enti già trasmessi al MASE (Doc. No. P0030780-1-H8, Rev. 0 e Doc. No. P0030780-1-H11, Rev. 0).

1.4.2.2 Approfondimento Limnologico

Con riferimento alla richiesta di ENAS riguardante la redazione di una indagine limnologica che consenta di valutare le possibili conseguenze sulla qualità dell'acqua sia nella fase di esecuzione che in quella di esercizio del sistema di pompaggio, si fa presente che nel SIA e nelle integrazioni inviate è stata già riportata un'analisi dell'impatto atteso sulla qualità delle acque del lago Flumendosa che si riporta sinteticamente nel Paragrafo 1.4.2.2.2.

Premesso tutto questo, si precisa che il proponente si rende comunque disponibile nella fase esecutiva del progetto ad effettuare un'indagine limnologica sul Lago Flumendosa, concordando con gli Enti l'aggiornamento delle informazioni attualmente disponibili in merito alla limnologia del Lago. I contenuti di tale studio saranno condivisi e sviluppati in sinergia con ENAS in maniera da poter utilizzare tutte le informazioni/studi già esistenti e focalizzandosi sugli aspetti più attinenti al progetto.

Al fine di fornire comunque un inquadramento bibliografico generale dello stato limnologico del Lago Flumendosa nel seguito si riporta un prospetto delle informazioni disponibili e accessibili sulle sue acque (Paragrafo 1.4.2.2.1).

1.4.2.2.1 Inquadramento Limnologico Lago Flumendosa

Origine del Lago Flumendosa

Come già descritto nel Paragrafo 4.2.1 dello Studio di Impatto ambientale (P0030780-1-H1_SIA_Rev_1) la diga di Nuraghe Arrubiu sbarrava il fiume Flumendosa a Nuraghe Arrubiu (nel comune di Orroli), nella ex provincia del Sud Sardegna, ora Città Metropolitana di Cagliari (CA). La diga è attualmente gestita dall'Ente Acque della Sardegna (ENAS), ed è inserita all'interno del sistema idrico multisettoriale regionale, all'interno del Sistema 7 (Flumendosa - Campidano - Cixerri), e più specificatamente nel sistema 7A (Schema idraulico Medio e Basso Flumendosa).



Figura 1.1: A sinistra Ponte maxia, destra la diga Nuraghe Arrubiu (Regione Autonoma della Sardegna, 2007)

Nella relazione Monografica di Bacino del Flumendosa (Regione Autonoma della Sardegna 2007) è descritta la diga Nuraghe Arrubiu.

In sponda sinistra, in fregio al lago, è presente uno sfioratore libero formato da due soglie con disposizione planimetrica ad L, entrambe a quota 267 m s.m., aventi uno sviluppo di 7 m e 63 m rispettivamente. Le acque sfiorate sono immesse in una galleria di scarico a sezione policentrica. In destra sono presenti due sfioratori aventi ciascuno una luce di 12 m, con soglia a quota 255.5 m s.m., regolati da paratoie piane scorrevoli su ruote a due elementi, le quali consentono lo scarico dell'acqua sia a stramazzo che a battente.

Lo scarico di mezzofondo, avente l'imbocco in comune con la galleria di collegamento Flumendosa-Mulgaria, a quota in asse 215.45 m s.m., è costituito da una galleria a sezione circolare, del diametro di 5 m, che sottopassa la spalla destra della diga. È regolato da due paratoie metalliche piane a strisciamento delle dimensioni di 2.80 x 3.40 m disposte in serie, precedute e seguite da un tratto di raccordo in lamiera blindata.

La diga è inoltre dotata di due scarichi di fondo pressoché simmetrici, ricavati uno in sponda destra e uno in sponda sinistra con bocche di presa a monte dell'avandiga realizzata in occasione della costruzione dello sbarramento. Si

tratta, in entrambi i casi, di una condotta circolare del diametro di 7.30 m, di cui quella in destra con soglia a quota 184.35 m s.m. e quella in sinistra con soglia a quota 183.05 m s.m..

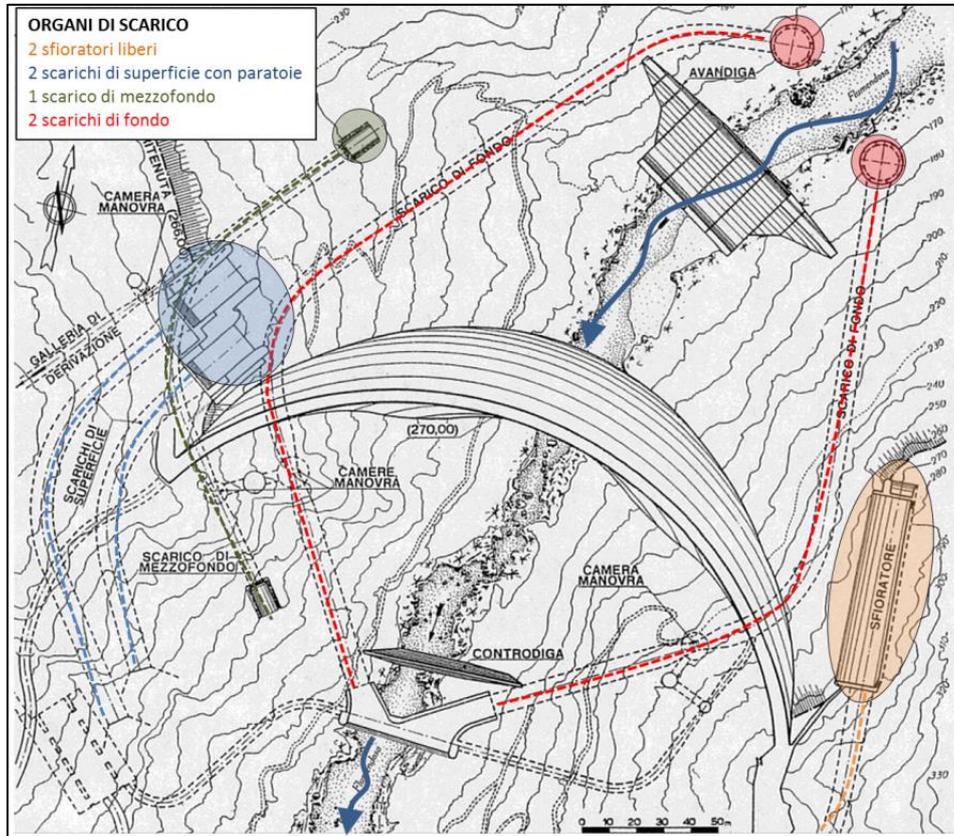


Figura 1.2: Planimetria Diga Nuraghe Arrubiu (DGLLPP e DICCAR, 2017)

Batimetria del lago / Morfologia e morfometria della conca lacustre

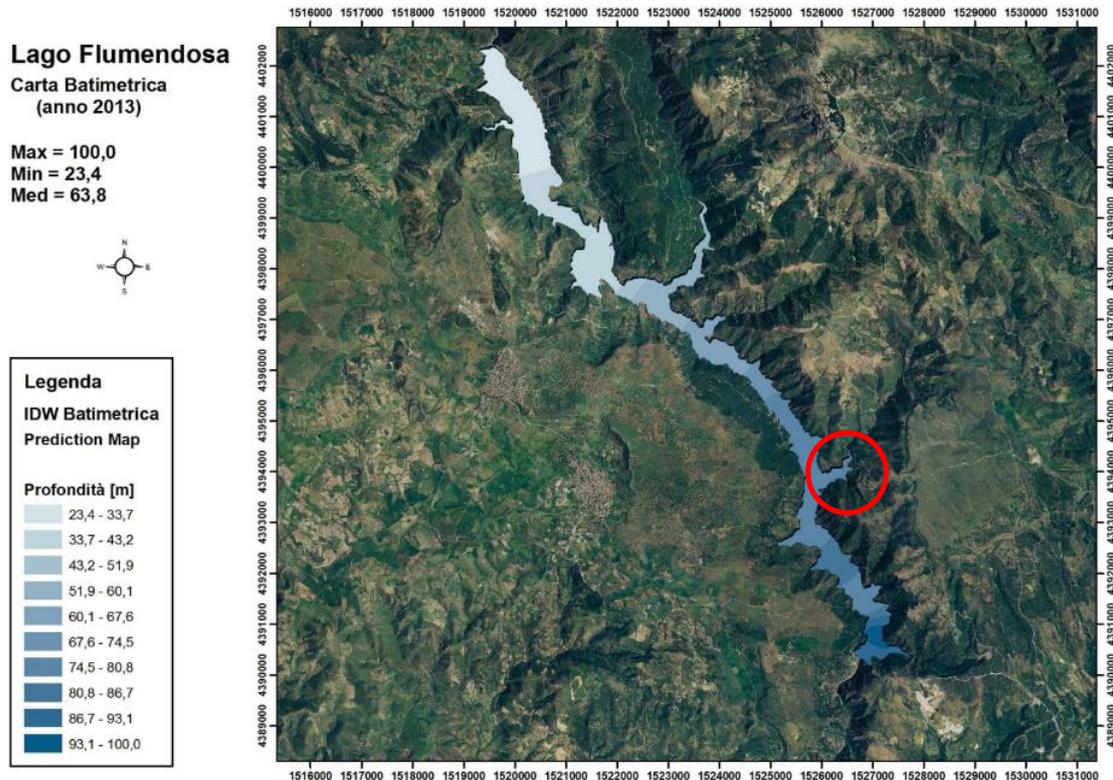


Figura 1.3: Carta Batimetrica Lago Flumendosa 2013 –l’ubicazione dell’area di progetto è indicata con il cerchio rosso (ENAS, 2013)

La superficie del bacino imbrifero afferente all’invaso ha una superficie alla sezione di sbarramento di 752 km² ed una altitudine media di 876 m.s.l.m.; l’asta principale ha una lunghezza di 87.90 km e la pendenza media di 0.1135.

La carta della batimetria riportata nella precedente figura indica che l’area di progetto interesserà un punto del Lago con profondità compresa tra 74.5 e 80.8 m.

La conformazione orografica della vallata interessata dall’invaso del Flumendosa è caratterizzata da uno sviluppo notevole in lunghezza (circa 16 km) e da una larghezza variabile tra i 300-400 m.

Per notevoli tratti le sponde del lago sono costituite da pareti a strapiombo sul lago, scarsamente cespugliate in cui le rocce sono affioranti/sub-affioranti.

Nella seguente Figura è rappresentata la curva dell'invaso come riportato dalla Relazione Tecnico-Scientifica sul Bacino vallivo della diga Nuraghe Arrubiu sul fiume Flumendosa (DGLLP e DICCAR, 2017).

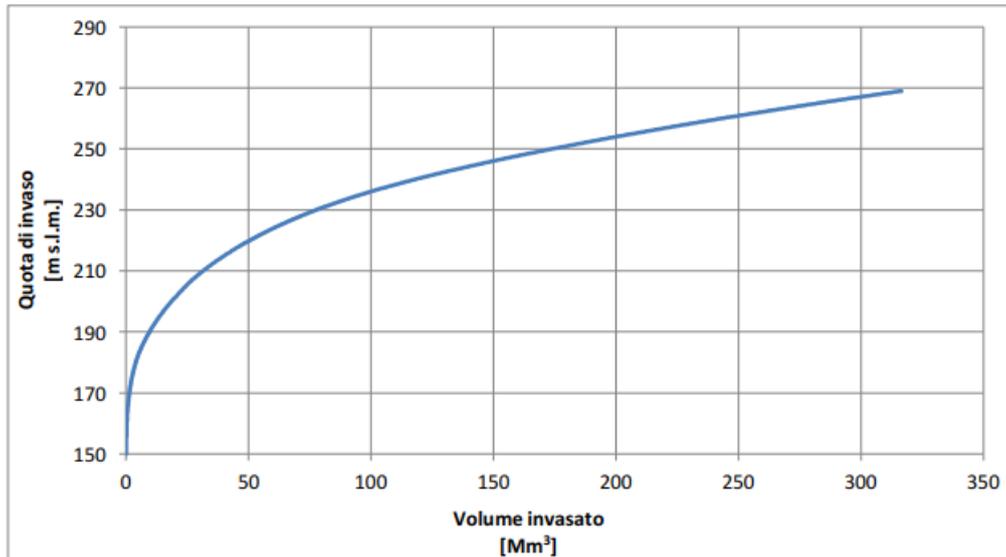


Figura 1.4: Curva di Invaso Nuraghe Arrubiu (DGLLP e DICCAR, 2017)

La Figura seguente illustra i dati relativi alla quota dell'invaso in m s.l.m. per gli anni 2015 – 2022, forniti da ENAS.

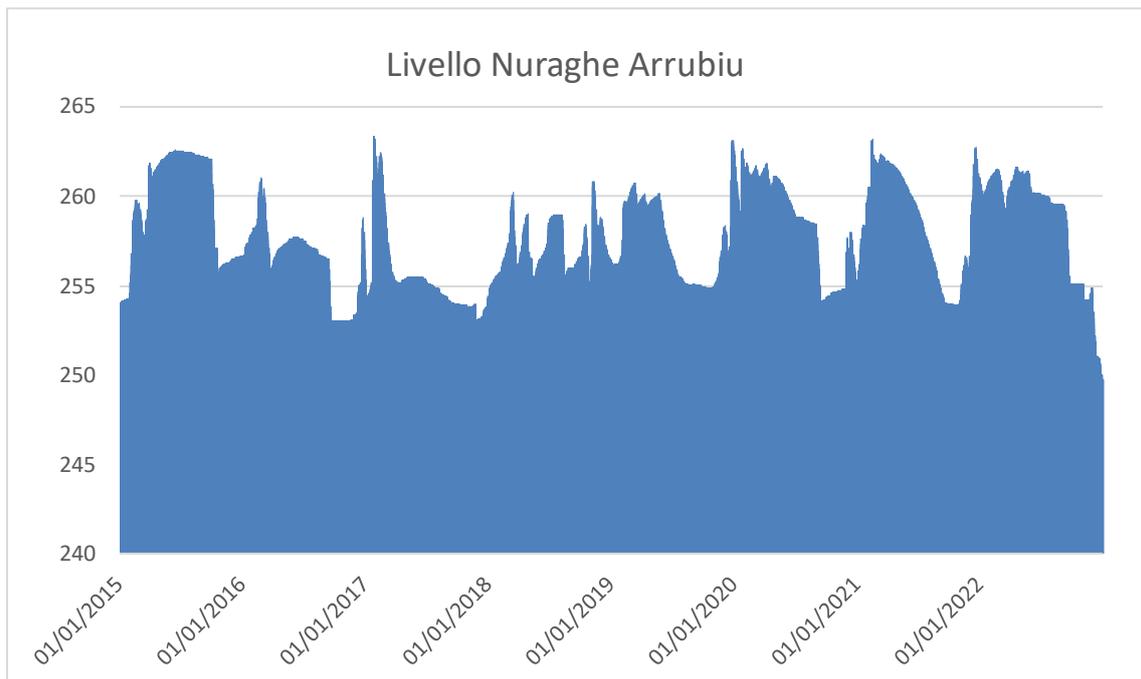


Figura 1.5: Quota invaso Nuraghe Arrubiu in m s.l.m. (ENAS, 2023)

Caratteristiche idrogeologiche del Lago Flumendosa

Il Flumendosa si origina dalle pendici meridionali e orientali del massiccio del Gennargentu con una serie di rivoli che confluiscono a formare il corso principale. Il bacino idrografico è tipicamente montuoso, con quote spesso superiori ai 1,000 m, essendosi sviluppato prevalentemente nei massicci della Sardegna centro-orientale. Quasi tutto il bacino è occupato dal complesso metamorfico-sedimentario paleozoico, e solo limitatamente si osservano i

sedimenti e le vulcaniti delle ere successive, soprattutto depositi marini (calcarei e dolomie) del Mesozoico e rocce magmatiche plio-pleistoceniche. In questi terreni, particolarmente impermeabili, il Flumendosa e i suoi affluenti hanno scavato profonde gole scendendo verso il mare con notevole velocità e con andamento irregolare caratterizzato da brusche variazioni e gomiti acuti.

La distribuzione degli afflussi meteorici annuali, come descritto nella Relazione Geologica del progetto (Doc. No.1351-A-OP-R-01-1), segue l'andamento tipico del clima mediterraneo e la stagione piovosa è irregolare e variabile. Le caratteristiche climatiche e morfologiche dell'area di intervento, oltre alla natura poco permeabile del terreno e lo stato di degrado del suolo, non favoriscono l'infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo. Infatti, a causa dell'acclività dei pendii e della distribuzione sistematica della vegetazione arborea operata dal pascolo, il terreno vegetale manca quasi del tutto su molti rilievi.

. La mancanza la vegetazione e l'asportazione del suolo contribuisce a limitare il processo di infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo e ad aumentare il regime dei deflussi superficiali.

In base alla stratigrafia dell'area possono essere distinti, sostanzialmente tre unità idrogeologiche, contraddistinte da differente comportamento idraulico e differenti caratteri idrodinamici, descritte di seguito dalla più superficiale alla più profonda:

- ✓ dolomie giurassiche della formazione di Dorgali (permeabili per fratturazione);
- ✓ siltiti e argille della Formazione di Genna Selole (sostanzialmente con bassissima permeabilità);
- ✓ rocce metamorfiche scistose sia terrigene che subordinatamente di origine vulcanico-epiclastica (tutte poco permeabili per fratturazione).

In generale, queste tre diverse unità idrogeologiche sono caratterizzate da valori di permeabilità da medi a molto bassi.

L'acquifero più superficiale è contenuto nelle dolomie giurassiche, che presentano una giacitura sub-orizzontale ed uno spessore di circa 40 metri. Questa formazione si trova a tetto della Formazione di Genna Selole (siltiti). Si tratta di un acquifero di modesta importanza a causa del suo moderato spessore e della permeabilità sostanzialmente bassa per fratturazione (permeabilità secondaria), come evidenziato anche durante i sondaggi dove le uniche tracce di dissoluzione chimica dalle rocce carbonatiche sono veramente esigue e molto discontinue.

In generale, il complesso idrogeologico delle unità metamorfiche è permeabile per fessurazione dunque caratterizzato da un forte controllo strutturale, ed è relativamente eterogeneo ed anisotropo.

In generale l'area di studio è contraddistinta da strutture riconducibili a una tettonica trascorrente che si caratterizza per fasce di deformazione discrete. Ciò implica che lo sviluppo delle discontinuità non è omogeneo. Inoltre, la circolazione idrica sotterranea all'interno delle fessure è favorita nella parte più superficiale dove le discontinuità sono più aperte per fenomeni di decompressione, fino a profondità di un centinaio di metri. Al di sotto di questa profondità, il carico litostatico tende ad anastomizzare le fessure, chiudendole e limitando la circolazione sotterranea delle acque. Ciò avviene soprattutto se le discontinuità sono poco o mediamente inclinate.

I dati sulla permeabilità di questo ammasso roccioso superficiale, calcolati in base ai dati rilevati in apposte stazioni di misura, indicano valori compresi tra 10^{-3} e 10^{-4} m/s. Queste caratteristiche di medio-bassa permeabilità sono tipiche delle rocce metamorfiche gneissiche e con questo grado di fratturazione, come comunemente riportato nella letteratura.

Caratteristiche Fisico-chimiche del Lago Flumendosa

Fisiche

I valori della trasparenza sono relativamente alti, secondo questo parametro infatti il lago è ascrivibile per un 50% di probabilità alla categoria mesotrofica e per il restante 50% in ugual misura a quella eutrofica ed oligotrofica.

Per quanto riguarda la temperatura le acque lacustri subiscono cicli termici regolati dalle stagioni. Pertanto, nel periodo invernale, di norma, la colonna d'acqua dei laghi della Sardegna, dalla superficie fino al fondo, è omeotermica e fredda, cioè tutti gli strati d'acqua hanno la stessa temperatura (normalmente, a seconda del clima e dell'altezza sul livello del mare, tra 5 e 10 °C). Questa condizione fa sì che, per effetto turbolento, tutti gli strati siano riforniti d'ossigeno atmosferico e che la saturazione sia intorno al 100%. La temperatura rigida non consente la proliferazione algale, anche se il fosforo e l'azoto sono abbondanti. L'acqua, se non sussistono altri problemi (in Sardegna è molto comune la torbidità minerale causata dall'erosione territoriale) è di buona qualità e può essere facilmente resa potabile dai normali processi effettuati negli impianti di potabilizzazione. Questa condizione può andare dal mese di novembre fino ai primi di marzo, fatte salve situazioni favorevoli specie fitoplanctoniche adattate

a condizioni di basse temperature e intensità della luce, capaci di affermarsi con fioriture estese a tutta la colonna d'acqua e con densità cellulari tali da compromettere la qualità delle acque come quello che è successo nella seconda metà degli anni '90 al Lago Flumendosa.

In generale a Marzo con l'allungarsi delle giornate e con l'aumento dell'input energetico solare, inizia il processo di riscaldamento delle masse d'acqua superficiali. Il trasferimento del calore alle maggiori profondità è dovuto solo in minima parte alla conduzione ed alla convezione, mentre è svolto principalmente dai moti turbolenti indotti dal vento. Questo trasferimento avviene sino alla massima profondità finché il differenziale termico tra strati successivi non è tale da renderlo sempre più difficoltoso, fino a bloccarlo. A questo punto si generano due masse d'acqua: una superficiale, detta epilimnio, sempre a contatto con l'atmosfera e quindi sempre in equilibrio con l'ossigeno atmosferico, ed una profonda, detta ipolimnio, esclusa dal contatto con l'atmosfera. Le due masse sono separate da una serie di microstrati a temperatura decrescente che, nel loro complesso, formano il metalimnio. Questa situazione si rafforza sempre di più con il progredire della stagione, fino a raggiungere il culmine nei mesi estivi di luglio-agosto, con un epilimnio caldo (oltre i 20 °C) ed un ipolimnio freddo (sotto i 15 °C e molto variabile da lago a lago). Il riscaldamento delle acque avviene parallelamente con il miglioramento delle condizioni d'illuminazione dell'ambiente acquatico (maggiore intensità della luce e durata del periodo d'illuminazione all'interno dell'arco giornaliero), allentando la limitazione della crescita delle alghe planctoniche, che quindi contemporaneamente incrementano la loro quantità, in rapporto però anche alla disponibilità di nutrienti, in particolare alla presenza di fosforo e azoto.

Quindi, a parità di condizioni di luce e temperatura (che sono per ogni lago, caratteri dipendenti dalla zona climatica d'appartenenza, dalla morfologia, morfometria ed idrologia lacustre, dal contesto generale e dal posizionamento geografico del lago), lo sviluppo delle alghe dipende sostanzialmente dalla disponibilità di Sali inorganici dell'azoto e del fosforo.

Chimiche

La concentrazione di ossigeno disciolto lungo la colonna d'acqua, si è mantenuta su livelli alti negli strati superficiali, mentre nello strato ipolimnico, è stato osservato un sensibile decremento delle percentuali di ossigenazione.

I contenuti di fosforo totale, come media nell'intera colonna (18 mg P m⁻³), hanno indicato una maggiore probabilità di appartenenza alla mesotrofia (circa il 60%), rispetto a quanto espresso dalla trasparenza, ed all'oligotrofia (circa 30%).

Per quanto riguarda la tessitura, le frazioni più fini (limo fine ed argilla) risultano naturalmente dipendenti dalla profondità ed hanno un comportamento simile a quello della sostanza organica (P, C, N), alla quale è strettamente legato il mercurio; la sabbia fine ed il limo grossolano sono invece ben collegati a Ca e Mg, mentre lo zolfo forma un cluster con i metalli Fe, Pb, Cu, Zn, Cd, Mn; la sabbia grossolana è invece ovviamente costituita di alluminosilicati contenenti Ni, Cr e Ti.

Per quanto riguarda l'aggressività dell'acqua lacustre, dall'insieme dei dati disponibili, l'SI risulta variante nell'arco dell'anno da -0.2 a -1.2, con il valore più basso nel periodo invernale e nel periodo estivo ma limitatamente alle acque ipolimniche. Pertanto, l'acqua appare aggressiva in termini modesti, il che non dovrebbe comportare trattamenti di bilanciamento.

Dati più recenti dei monitoraggi riportati nell'Annuario dei Dati Ambientali 2018 a cura di Arpa Sardegna (ARPAS, 2018) rilevano il monitoraggio del Fiume Flumendosa in cinque stazioni. Sul fiume viene effettuato il monitoraggio per la determinazione degli elementi chimico-fisici a sostegno e degli inquinanti specifici. Lo stato chimico si rileva “non Buono” per l'ultima stazione di monitoraggio prossima alla foce (Piana di Muravera) a causa di concentrazioni di Mercurio (rilevato nel 2013 e 2014) con superamenti dello standard di qualità ambientale annuale (SQA-MA), e per concentrazioni elevate di Cadmio nel rispetto dei limiti.

Sedimenti lacustri

I rilevamenti di ENAS risalenti al 2013 mostrano lo stato di interrimento del lago come rappresentato nella figura seguente. Nell'area di progetto, l'altezza dei sedimenti è media, sui 45-51 cm.

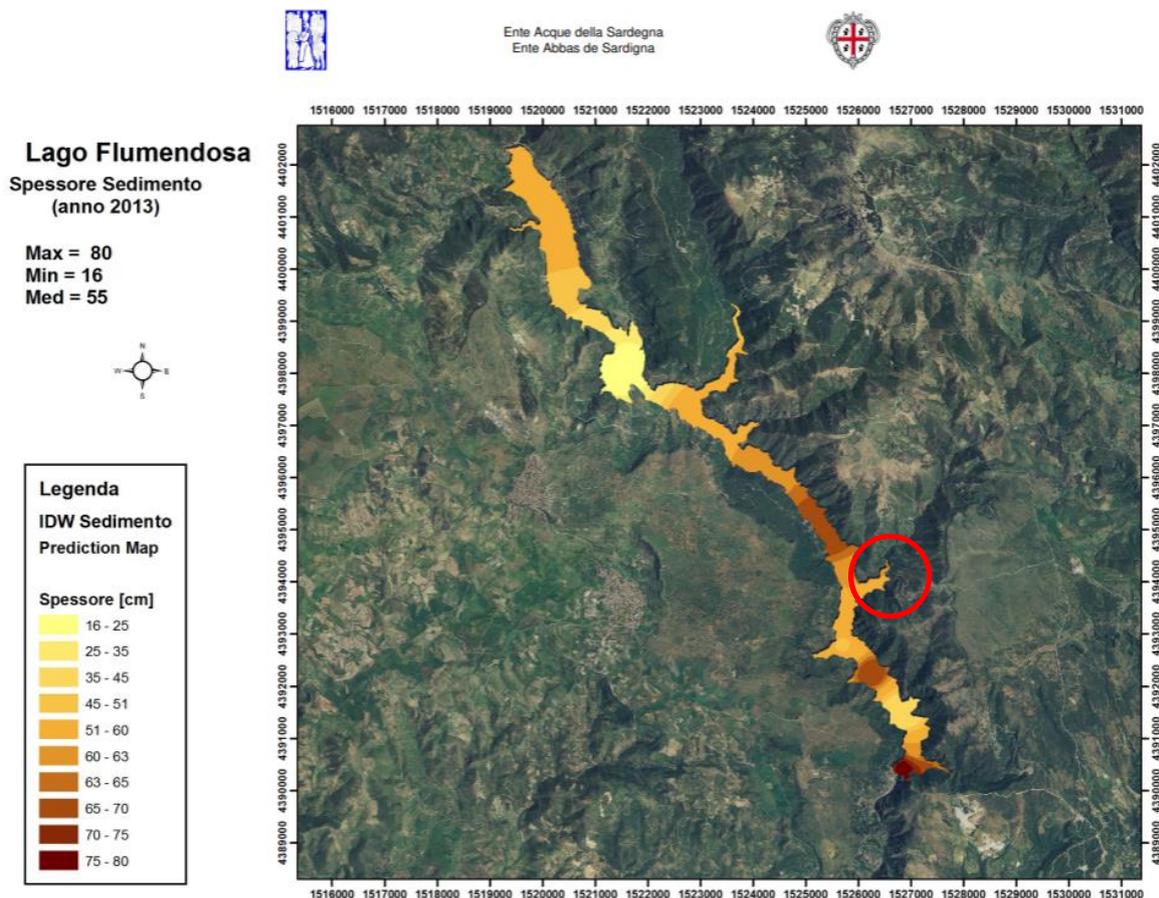


Figura 1.6: Spessore Sedimento Lago Flumendosa 2013 –l’ubicazione dell’area di progetto è indicata con il cerchio rosso (ENAS, 2013)

Stato Ecologico e Trofico

Con riferimento allo stato di qualità delle acque del lago, si evidenzia che nel rapporto di Risposta alle Richieste di Integrazioni del MASE al Paragrafo 4.1.1 (Doc. No. P0030780-1-H11, Rev.0) è stata riportata l’analisi delle informazioni sul lago disponibili e raccolte negli anni a livello regionale nei diversi Piani di tutela e di gestione delle acque. Per completezza di seguito si riporta uno stralcio dei dati più recenti sull’argomento per l’Invaso Flumendosa a Nuraghe Arrubiu (Medio Flumendosa), basati sugli esiti del monitoraggio per lo stato ecologico e lo stato chimico effettuato nel ciclo 2016-2021.

Successivamente si riporta una sintesi della caratterizzazione trofica del Lago.

Stralcio risposta MASE – Paragrafo 4.1.1 dell’H11

Stato Ecologico – Monitoraggio e Classificazione QE Chimico Fisici

Nella tabella seguente si indicano i valori calcolati di LTLeco per ogni anno di monitoraggio e la relativa classificazione effettuata in base a quanto previsto dal D.M. 260/2010 alla Tab. 4.4.1/c, con l’applicazione della deroga per la trasparenza per alcuni invasi.

Tabella 1.3: Classificazione LTLecco

Anagrafica Corpi Idrici				Elementi di Qualità Chimico-Fisica (EQ – CF) LTLecco									
CI-WFD	Tipo	Macrotipo	Denominazione	Giudizio LTLecco 2016	Giudizio LTLecco 2017	Giudizio LTLecco 2018	LTLecco 2016-2018 Da media parametri con deroga trasparenza Tab. 4.2.2/d	Giudizio LTLecco 2019	Giudizio LTLecco 2020	Giudizio LTLecco 2021	LTLecco 2019-2021 Da media parametri con deroga trasparenza Tab. 4.2.2/d	Anni di monitoraggio EQ-CF 16-18	Anni di monitoraggio EQ-CF 19-21
ITG-0039-LA4008	ME-5	I1	Flumendosa a Nuraghe Arrubiu (Medio Flumendosa)	13	9	10	10	11	10		10	3	2

Stato Ecologico – Monitoraggio e Classificazione EQB - Fitoplancton

Nella tabella seguente si elenca il risultato dell'elaborazione dell'indice IPAM per il fitoplancton e la classificazione effettuata ai sensi della tabella 2 del DD 341/STA/2016.

Tabella 1.4: Classificazione Indice Fitoplancton

Anagrafica Corpi Idrici				Elementi di Qualità Biologica (EQB) ICF/IPAM Fitoplancton									
CI-WFD	Tipo	Macrotipo	Denominazione	ICF 2016	IPAM 2017	IPAM 2018	Media IPAM/ICF 2016-2018	IPAM 2019	IPAM 2020	IPAM 2021	Media IPAM 2019-2021	Anni Monitoraggio EQB 16-18	Anni Monitoraggio EQB 19-21
ITG-0039-LA4008	ME-5	I1	Flumendosa a Nuraghe Arrubiu (Medio Flumendosa)	0.61	0.56	0.75	0.64	0.54	0.75		0.64	3	2

Stato Ecologico – Monitoraggio e Classificazione Inquinanti Specifici

Nella tabella seguente si rappresenta il monitoraggio degli inquinanti specifici effettuato negli invasi (D.M. 260/2010 - tabella 1/B), nelle celle il colore verde rappresenta lo stato buono mentre il colore blu con simbolo EL lo stato elevato. Inoltre, nelle celle in verde si riporta la sostanza rilevata in concentrazione superiore al LOQ ma inferiore allo SQA-MA.

Tabella 1.5: Classificazione Inquinanti Specifici

Anagrafica Corpi Idrici				Classificazione Inquinanti Specifici Tabella 1/B (DM 260/10)							
CI-WFD	Tipo	Macrotipo	Denominazione	Giudizio NP_2016	Giudizio NP_2017	Giudizio NP_2018	Giudizio NP_2019	Giudizio NP_2020	Giudizio NP_2021	Anni Monitoraggio EQB 16-18	Anni Monitoraggio EQB 19-21
ITG-0039-LA4008	ME-5	I1	Flumendosa a Nuraghe Arrubiu (Medio Flumendosa)				As	As		0	2

Classificazione dello Stato Ecologico

Complessivamente, sulla base di quanto sopra, di seguito si riporta la classificazione dello stato ecologico dell'Invaso Flumendosa a Nuraghe Arrubiu (Medio Flumendosa) con l'indicazione degli anni di monitoraggio.

Tabella 1.6: Classificazione Stato Ecologico - Monitoraggio Operativo

CI-WFD	Tipo	Macrotipo	Denominazione	Stato Ecologico 2016-2018	Stato Ecologico 2019-2021	Anni di Monit. QE 16-18	Anni di Monit. QE 19-21	Stato Ecologico Complessivo	Livello di affidabilità	Anni in cui è classificato	EQ che det. fallimento	Sostanza rilevata > LOQ	Sostanze conc. Med > SQA-MA
ITG-0039-LA4008	ME-5	I1	Flumendosa a Nuraghe Arrubiu (Medio Flumendosa)	BUONO	BUONO	3	2	BUONO	Alto	16-18/ 19-20		As	

Monitoraggio dello Stato Chimico

La classificazione dello stato chimico degli invasi è stata effettuata: per 15 corpi idrici su un intervallo temporale di 3 o più anni, per 13 su due anni, per 3 sono state effettuate solo attività di screening con un unico campionamento annuale e pertanto non sono classificabili (celle barrate nella tabella).

Nella tabella seguente si riporta la classificazione dello stato chimico dell'Invaso Flumendosa a Nuraghe Arrubiu (Medio Flumendosa) per il sessennio 2016-2021 (le celle barrate sono relative alle sole attività di screening, con un unico campionamento annuale).

Tabella 1.7: Stato Chimico - Monitoraggio Operativo

CI-WFD	Tipo	Macrotipo	Denominazione	Stato Chimico_2016	Stato Chimico_2017	Stato Chimico_2018	Stato Chimico_2019	Stato Chimico_2020	Stato Chimico_2021	Classificazione Stato Chimico 2016-2020	No. Anni di Monit.	Liv. Di affidab.	SOST > SQA-MA	SOST > SQA-CMA	Anni in cui è classificato
ITG-0039-LA4008	ME-5	I1	Flumendosa a Nuraghe Arrubiu (Medio Flumendosa)		B		B	B		BUONO	2	Medio			2019-2020

Stato Trofico

Il lago è definito mesotrofico secondo la rete di Monitoraggio e classificazione dei Laghi della Regione Sardegna.

L'evoluzione trofica del Lago Flumendosa (1999) è influenzata dalla stratificazione termica, instauratasi alla fine della primavera, che ha determinato una netta separazione fra lo strato compreso tra 0 e 15 metri e quello sottostante tra 20 e 60 metri.

Come descritto nel Piano Regolatore Generale degli Acquedotti della Sardegna il lago presenta condizioni mesotrofiche. È utile ricordare che le indagini sistematiche sono iniziate nel 1985, quando si è verificata una fioritura molto intensa di *Planktothrix* (*Oscillatoria*) *rubescens*, una Cianoficea la cui tossicità è stata accertata proprio in quell'occasione. La tossina prodotta, come tutte le tossine delle Cianoficce, è intracellulare e viene liberata in caso di lisi e come conseguenza della senescenza cellulare. Pertanto, la rimozione delle cellule determina anche la rimozione della tossina. Da allora i controlli limnologici continui e costanti effettuati dall'E.A.F. hanno permesso di tenere sotto controllo la situazione. Si sono verificati altri eventi di blooms di *P. rubescens* (almeno quattro) ed hanno generato problemi solo quando si sono presentati nel periodo invernale, in situazione omeotermica, con distribuzione dei tricomi della Cianoficea in tutta la colonna d'acqua. Si tratta in genere di una condizione abbastanza transitoria perché già a marzo, con l'instaurarsi della stratificazione termica, *P. rubescens* si sposta in profondità nella zona fotica, a ridosso del termocline, sfruttando le proprie capacità fotosintetiche anche a basse intensità luminose, in corrispondenza di acque fresche (circa 15 °C) e con qualche possibilità di maggiore disponibilità di nutrienti.

Le concentrazioni medie annuali del fosforo totale si posizionano sui 20 mg P m⁻³, superando solo eccezionalmente i 30 mg P m⁻³. La clorofilla a media annuale nella zona fotica è per lo più inferiore ai 5 mg m⁻³ superando raramente i 7 mg m⁻³. Il lago è abbastanza ben ossigenato anche nell'ipolimnio e l'acqua rimane di ottima qualità anche nella porzione superficiale.

L'assetto complessivo dei popolamenti algali è tipico di condizioni mesotrofiche anche se la presenza di *P. rubescens* indica una possibile eutrofia incipiente. Nell'ultimo decennio lo sviluppo di questa specie è stato comunque solo sporadico e contenuto, con danni limitati e circoscritti ai rari momenti in cui la sua presenza è stata concomitante all'omogeneità termica.

Le concentrazioni di ferro sono state sempre abbastanza contenute (inferiori a 30 mg Fe m⁻³) così come quelle del manganese, solo eccezionalmente elevate nelle acque ipolimniche. Pertanto, non sembrano necessari processi per ricondurre le concentrazioni a valori inferiori.

L'analisi dei dati relativi ai popolamenti algali ha evidenziato come gruppi più importanti le *Chlorophyceae* e le *Diatomeae*. La totale assenza delle *Cyanophyceae* ha determinato sicuramente un aumento del livello qualitativo delle acque del lago, ma bisogna tener conto che l'analisi è stata effettuata in un lasso di tempo molto breve e che tale situazione può evolvere in tempi molto rapidi. Complessivamente la densità e la tipologia del fitoplancton può essere considerata caratteristica di un ambiente mesotrofico.

Popolamento delle Acque Interne

Gli ambienti acquatici che caratterizzano l'area di indagine, rappresentati dal Fiume Flumendosa, determinano la presenza di diverse specie di pesci e anfibi, tra cui il discoglossino sardo (*Discoglossus sardus*) il quale utilizza una ampia varietà di habitat acquatici e terrestri incluse acque lentiche in aree aperte, boscate o a macchia. Tra i pesci,

dalla Carta ittica della regione Sardegna realizzata a seguito del monitoraggio svolto nel periodo 2016 – 2020, nel bacino del Flumendosa sono state rilevate 6 specie ittiche autoctone: l'alosa (*Alosa fallax*), l'anguilla (*Anguilla anguilla*), il latterino (*Atherina boyeri*), lo spinarello (*Gasterosteus aculeatus*), la cagnetta (*Salaria fluviatilis*) e la trota sarda (*Salmo cetti*) e 7 alloctone: il carassio (*Carassius carassius*), la carpa (*Cyprinus carpio*), il cobite (*Cobitis bilineata*), la gambusia (*Gambusia holbrooki*), il persico trota (*Micropterus salmoides*), la trota iridea (*Oncorhynchus mykiss*) e la tinca (*Tinca tinca*).

1.4.2.2.2 Impatti sulla Qualità delle Acque

Come già evidenziato nello SIA (Doc. No. P0030780-1-H1, Rev. 1) al Paragrafo 3.2.1.2 si ribadisce che il progetto in esame, che prevede lo spostamento di volumi di acqua dal bacino inferiore esistente a quello superiore e viceversa, non comporta attività che possano causare il deterioramento dello stato chimico delle acque prelevate dall'Invaso Nuraghe Arrubiu.

In merito alla stessa tematica nel Paragrafo 1.3 del documento di risposta alle osservazioni del MASE (Doc. No. P0030780-1-H11 Rev. 0), si precisava che in fase di pompaggio, il trasferimento dell'intero volume utile dell'impianto di pompaggio (~3,000,000 m³) dal bacino di valle a quello di monte avviene, a massima potenza in circa 8 h e comporta un abbassamento del livello del bacino di valle non maggiore di 60 cm. Questi cicli di prelievo e restituzione, la cui occorrenza dipenderà dalle esigenze di stabilizzazione della rete elettrica nazionale e dalla effettiva disponibilità di acqua presso l'invaso di Nuraghe Arrubiu, dovrebbe avere una cadenza giornaliera.

Al Paragrafo 4.1.15 “Impatti sulla Qualità delle Acque per Esercizio Progetto” dello stesso documento si riportava che per il corretto funzionamento dell'impianto di accumulo idroelettrico è essenziale che il sistema sia un sistema chiuso, senza perdite della risorsa idrica che viene spostata dal bacino di valle a quello di monte (e viceversa). Quindi, considerando le caratteristiche di impermeabilità delle gallerie idrauliche e del pozzo piezometrico (per approfondimenti vedi doc ref. 1351-A-GD-R-03-1 e 1351-A-GD-R-05-1) è possibile affermare che l'acqua utilizzata durante l'esercizio, prelevata direttamente dal Lago Flumendosa (bacino di valle), non subirà alcuna modifica chimica nella composizione e nell'ossigenazione rispetto al suo stato originario.

Non sono, altresì, attesi fenomeni di contaminazione delle acque movimentate, legati a eventi incidentali o attività di cantiere durante la fase di realizzazione del progetto.

Si evidenzia, infatti, che eventuali fluidi/sostanze utilizzati durante l'esercizio del pompaggio, sia circolanti nei sistemi di impianto che quelli stoccati all'interno di appositi depositi/serbatoi/recipienti, non entreranno mai in contatto con le acque e saranno gestiti secondo specifiche procedure.

Al fine di evitare che fluidi o le sostanze nocive per l'ambiente si possano disperdere, saranno adottate idonee soluzioni tecniche. In particolare, gli olii lubrificanti impiegati in impianto saranno gestiti adottando le seguenti misure preventive:

- ✓ bacini di contenimento di capacità adeguata ad evitare che una rottura del serbatoio provochi dispersione di olio;
- ✓ pavimentazione impermeabile dotata di sistema di drenaggio a pavimento per tutte le zone in cui potrebbero verificarsi perdite di olio da sistemi di processo, quali pompe, valvole, tubazioni.

Con riferimento all'impatto sulla ittiofauna, come riportato nelle Integrazioni al MASE si evidenzia che *“l'Impianto di Accumulo Idroelettrico mediante Pompaggio ad Alta Flessibilità di Taccu sa Pruna è stato progettato al fine di garantire una velocità di aspirazione dall'opera di presa del Bacino Flumendosa, molto contenuta (<1 m/s). In considerazione di ciò, non si prevede che le velocità in gioco siano in grado di poter risucchiare la fauna ittica (anche considerando gli esemplari più piccoli) all'interno delle vie d'acqua.”*

Per quanto riguarda il cantiere :

- ✓ nello SIA (Doc. No. P0030780-1-H1, Rev. 1) si specifica che le aree di cantiere di valle saranno attrezzate adeguatamente per ridurre l'eventuale torbidità generata in fase di realizzazione delle opere, al fine di minimizzare le eventuali interferenze con l'invaso esistente;
- ✓ come ribadito nel documento di risposta alle osservazioni post integrazioni (Doc. No. P0030780-1-H13 Rev. 0), si specifica che *“l'eventuale aumento di torbidità delle acque a causa della sola posa sul fondo del cavo sub-lacuale AT può essere significativamente limitata pianificando, in fase esecutiva, la rapidità di posa del cavo. La velocità di posa sarà attentamente determinata e pianificata a valle dei prelievi dei sedimenti del fondale che ne caratterizzeranno la granulometria”*;
- ✓ in generale come buona pratica ambientale in accordo con gli Enti e a valle degli esiti dei monitoraggi potranno essere utilizzate durante il cantiere delle panne galleggianti in grado di contenere i solidi risospesi.

Si evidenzia, infine, che sono stati previsti monitoraggi della qualità delle acque sia in corrispondenza del bacino esistente (lago del Flumendosa), sia presso il nuovo bacino di Taccu sa Pruna (si veda nel dettaglio la Proposta di Monitoraggio Ambientale ripresentata tra la documentazione di VIA aggiornata Doc. P0030780-1-H5).

2 DIREZIONE GENERALE DEGLI ENTI LOCALI E FINANZE - SERVIZIO DEMANIO E PATRIMONIO DI CAGLIARI

2.1 OSSERVAZIONE NO.5– DEMANIO IDRICO/IDRAULICO

2.1.1 Testo dell'Osservazione

“Al fine dell'accertamento della titolarità della Regione Sardegna del diritto dominicale sui beni inquadrabili nel novero del demanio idrico/idraulico interessati da interferenze per l'esecuzione dei lavori di cui all'oggetto, è necessario integrare gli elaborati grafici con la puntuale individuazione delle interferenze in corrispondenza dei corpi idrici e delle particelle catastali interessate. A tal fine, si allega alla presente nota schema esemplificativo circa la rappresentazione e identificazione degli attraversamenti dei beni del Demanio idrico”.

2.1.2 Risposta del Proponente

Nelle successive fasi autorizzative ed in particolar modo nella fase di Autorizzazione Unica, che sarà attivata ai sensi dell' art.12 comma 4 del D.Lgs. n. 387/2003 comprensiva della richiesta di pubblica utilità dell'opera e l'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio delle aree interessate dalla realizzazione dell'impianto e delle opere connesse, come correttamente richiamata dalla Direzione, sarà cura di Edison predisporre gli elaborati grafici con la puntuale individuazione delle interferenze in corrispondenza dei corpi idrici e delle particelle catastali interessate, così come richiesto dalla Direzione .

2.2 OSSERVAZIONE NO.6– CONCESSIONE AREE DEMANIALI

2.2.1 Testo dell'Osservazione

“Si coglie l'occasione per ricordare che particolari facoltà di godimento inerenti la realizzazione e l'esercizio di opere e manufatti che occupino, o attraversino in proiezione o in subalveo, delimitate porzioni di aree del demanio idrico possono essere assentite soltanto attraverso uno specifico atto di concessione, avente propriamente natura costitutiva. Fino all'emissione di tale provvedimento, il soggetto interessato non può vantare alcun titolo legittimo alla fruizione del bene con modalità differenziate rispetto alla generalità dei cittadini di un qualsiasi bene appartenente al demanio, tanto meno realizzare le opere se prevedono attraversamenti di tali beni. Poiché ai fini del rilascio dell'Autorizzazione Unica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, ai sensi dell' art.12 comma4 bis del D.Lgs. n. 387/2003, il proponente deve dimostrare la disponibilità delle aree demaniali su cui realizzare l'impianto ovvero può richiedere la dichiarazione di pubblica utilità e l' apposizione del vincolo preordinato all'esproprio delle aree interessate dalla realizzazione dell'impianto e delle opere connesse, a tal proposito si informa codesto Ufficio che agli atti del Servizio scrivente non risulta pervenuta alcuna richiesta di concessione per l'occupazione delle aree demaniali in parola né è stato avviato alcun procedimento per il rilascio del titolo concessorio. Tanto si rappresenta affinché codesto Servizio possa valutare le azioni da intraprendere per il prosieguo del procedimento”.

2.2.2 Risposta del Proponente

Si ribadisce quanto indicato nel punto precedente e precedentemente riportato nel documento di risposta alle osservazioni degli enti al Paragrafo 2.3.4 (Doc. P0030780-1-H8, Rev.0) ovvero che *“così come previsto dalla disciplina di settore, che rinvia in sede di Autorizzazione Unica l'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio, sarà cura di Edison predisporre nella successiva fase autorizzativa l'eventuale istanza per l'occupazione delle aree demaniali interessate dal progetto in esame”.* Nel caso di specie Edison attiverà quindi, nelle successive fasi autorizzative, la richiesta di concessione delle aree demaniali individuate.

REFERENZE

Bianchi, Michele & Vacca, Sergio & Muntau, Herbert. (2000). SISTEMA IDRAULICO FLUMENDOSA-CAMPIDANO: Stato di Contaminazione Ambientale.

Vacca, S.. 1990. Aspetti qualitativi delle acque. In: Cixerri – Il serbatoio di Genna Is Abis. Ente Autonomo del Flumendosa, Cagliari: 37-38.

STUDI, INDAGINI, ELABORAZIONI ATTINENTI ALL'INGEGNERIA INTEGRATA, NECESSARI ALLA REDAZIONE DELLO STUDIO DENOMINATO PROGETTO DI PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI (PSFF), Relazione Monografica di Bacino Idrografico – Flumendosa, Regione Autonoma della Sardegna (2007).

Piano Regolatore Generale degli Acquedotti della Sardegna revisione 2004, Ente Sardo Acquedotti e Fognature (2004).

Relazione sulla Laminazione - Invaso diga di Nuraghe Arrubiu, ACCORDO DI COLLABORAZIONE tra Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna e Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura dell'Università degli Studi di Cagliari (2008).

Direzione Generale Assessorato dei Lavori Pubblici (DGLLPP) della Regione Autonoma della Sardegna e Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura (DICAAR) dell'Università degli Studi di Cagliari (2017), Relazione Tecnico-Scientifica sul Bacino vallivo della diga Nuraghe Arrubiu sul fiume Flumendosa.

SITI WEB CONSULTATI

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche
https://dgdighe.mit.gov.it/categoria/articolo/_dighe_di_rilievo/diga_di_nuraghe_arrubiu