



Finanziato
dall'Unione europea

NextGenerationEU



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
Assessorato dei Lavori Pubblici

Ente acque della Sardegna
Ente Abbas de Sardigna
Servizio Progetti e Costruzioni



PNRR - PIANO NAZIONALE PER LA RIPRESA E RESILIENZA
D.M. MIMS n. 517 del 16.12.2021 - All. 2
Codice di intervento PNRR - M2C4 - I4.1 - A2 - 48

RIASSETTO FUNZIONALE INTERCONNESSIONE FRA IL LAGO FLUMENDOSA E LA DIGA DI IS BARROCUS

MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA TRATTA PONTE MAXIA - IMBOCCO GALLERIA IS PILLUS
PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI
(Art. 1, comma 1, lett. b) della Legge n. 55/2019, come modificato dall'art. 8, comma 7, Legge n. 120/2020)

PARTE A
RELAZIONI TECNICO-DESCRITTIVE GENERALI

RELAZIONE GENERALE

Allegato
A.01.00

Scala
N.D.

Raggruppamento Temporaneo:



Dott. Ing.
Emanuela Sassu
(Mandante)

Dott. Geol.
Angelo Vigo
(Mandante)

Dott.ssa Archeol.
L. Frascini
(Mandante)

Responsabile dell'integrazione delle prestazioni specialistiche:
Ing. Cristina G. Passoni (ETATEC Studio Paoletti srl)

Coordinatore della sicurezza in fase di progettazione:
Ing. Fabio Cambula (Studio associato 4E - Ingegneria)

Responsabili della parte ingegneristica:
Ing. Giovanni Turi (STUDIO ING.G.TURI)
Ing. Fabio Cambula (Studio associato 4E - Ingegneria)
Ing. Cristina G. Passoni (ETATEC Studio Paoletti srl)

Responsabile della parte geologica:
Dott. Geol. Angelo Vigo

Responsabile della parte archeologica:
Dott.ssa Archeol. Letizia Frascini

Ente acque della Sardegna

Responsabile del Procedimento
Ing. Francesco Serra

Il Direttore del Servizio Progetti e Costruzioni
Ing. Stefano Serra

Il Direttore Generale
Dott. Paolo Loddo

CAGLIARI - Novembre 2022

PROGR.	DATA	VERIFICA	APPROVAZIONE RUP	APPROVAZIONE
Rev.00	Nov. 2022			
Rev.01-02	Dic. 2022			
Rev.03	Dic. 2022			
Rev.04	Gen. 2023			
Rev.05	Mar. 2023			



ACCORDO QUADRO DEI SERVIZI TECNICI DI INGEGNERIA
RIGUARDANTI L'INTERVENTO

“L189 RIASSETTO FUNZIONALE INTERCONNESSIONE FRA IL LAGO
FLUMENDOSA E LA DIGA DI IS BARROCUS”

CONTRATTO APPLICATIVO N.01

“Riassetto funzionale interconnessione fra il lago Flumendosa e la diga di Is
Barrocos: manutenzione straordinaria della tratta Ponte Maxia – galleria Is Pillus”

PROGETTO DEFINITIVO
PER APPALTO INTEGRATO

A.01.00-Rev05 RelazioneGenerale.doc

Raggruppamento Temporaneo di Professionisti:

ETATEC
STUDIO PAOLETTI
(Capogruppo)

STUDIO ASSOCIATO 4E-INGEGNERIA
4E CAMBULA-CAMBULA
PANI-PISANO
Via P. Nenni 2/64 - SASSARI
(Mandante)

Studio Ing. G. Turi
(Mandante)

DOTT. ING.
EMANUELA SASSU
(Mandante)

DOTT. GEOL.
ANGELO VIGO
(Mandante)

DOTT.SSA ARCHEOL.
L. FRANCHINI
(Mandante)



INDICE

1. PREMESSA.....1

2. SCHEMA IDRICO ATTUALE E CRITICITÀ ESISTENTI2

2.1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO DELLA PROGETTAZIONE2

2.2 ATTI PRECEDENTI LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA2

2.3 CONTESTO ESIGENZIALE IN CUI SI INSERISCE L’INTERVENTO.....4

3. OPERE IN PROGETTO.....7

3.1 OBIETTIVO DELL’INTERVENTO7

3.2 VINCOLI TECNICI DI PROGETTO7

3.3 CRITERI DI PROGETTO.....8

3.3.1 Generalità.....8

3.3.2 Imposta della condotta8

3.4 VERIFICHE IDRAULICHE DELLE CONDOTTE9

3.4.1 Considerazioni di inquadramento9

3.4.2 Piezometrica di moto vario10

3.4.3 Piezometrica di regime11

3.5 SCELTA DEI MATERIALI DELLE CONDOTTE11

3.6 VERIFICHE STRUTTURALI12

4. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....13

4.1 ADDUTTRICE13

4.1.1 Configurazione del tracciato e della condotta.....13

4.1.2 Sezioni tipo di scavo14

4.1.3 Sezioni tipo di rinfianco e rinterro15

4.2 OPERE DI LINEA16

4.2.1 Scarichi16

4.2.2 Sfiati.....17

4.2.3 Sezionamenti.....17

4.3 ATTRAVERSAMENTI DEI CORSI D’ACQUA18

4.4 ATTRAVERSAMENTI STRADALI.....18

4.5 IMPIANTO DI PROTEZIONE CATODICA19

5. CARTOGRAFIA E TOPOGRAFIA20

6. VERIFICA PREVENTIVA DELL’INTERESSE ARCHEOLOGICO.....22

7. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO23

8. COMPATIBILITÀ AMBIENTALE, PAESAGGISTICA E GENERALE DELLE OPERE.....26

8.1 GENERALITÀ26

8.2 PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO26



8.3	VINCOLO IDROGEOLOGICO	27
8.4	PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE	27
8.5	RETE NATURA 2000	27
8.6	AREE NATURALI PROTETTE E IBA	27
8.7	AREE DI NOTEVOLE INTERESSE PUBBLICO	27
8.8	AREE PERCORSE DAL FUOCO	27
9.	STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO PER GLI ATTRAVERSAMENTI DEI CORSI D'ACQUA	29
10.	INTERFERENZA CON I SOTTOSERVIZI.....	32
11.	GESTIONE DELLE MATERIE E ATTRIBUZIONE SCAVABILITA'	33
12.	DISPONIBILITÀ DELLE AREE E PIANO PARTICELLARE DI ESPROPRIO	33
13.	INDICAZIONI E PRESCRIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA	36
13.1	RIFERIMENTI AGLI ATTI DI PROGETTO	36
13.2	VALUTAZIONI PREVENTIVE IN MERITO AL RISCHIO BELICO.....	36
14.	CRONOPROGRAMMA E INDICAZIONI PER LA PROSECUZIONE DELL'ITER DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	37
14.1	CRONOPROGRAMMA AMMINISTRATIVO.....	37
14.2	CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI.....	38
15.	QUADRO ECONOMICO DI PROGETTO	38
16.	ELENCO DEGLI ATTI DEL PROGETTO DEFINITIVO	41

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Insieme degli interventi in progetto, nel tratto di interesse [Fonte DIP Allegato 2 – Corografia degli interventi - modificato]	5
Figura 2 - Condotta adduttrice – Profili piezometrici	10
Figura 3 – Stralcio planimetrico della base cartografica di riferimento	21
Figura 4 - Planimetria del tracciato suddiviso per tratte omogenee sotto l'aspetto geologico- geomorfologico	24
Figura 5 - Planimetria delle stazioni strutturali	25
Figura 6 - Inquadramento degli interventi (in rosso) nel reticolo idrografico di riferimento ai fini del P.A.I. – base I.G.M. 25VS	29
Figura 7 – Esempio di Tavola degli attraversamenti fluviali (T.3.06.00 rio Figu Craba)	31
Figura 8 – Cronoprogramma delle fasi di progettazione e realizzazione delle opere da DIP 2022	37
Figura 9 – Cronoprogramma dei lavori – Immagine esemplificativa	38
Figura 10 – Quadro economico del progetto definitivo	40



RELAZIONE GENERALE

1. PREMESSA

Il presente elaborato costituisce parte integrante del progetto definitivo delle opere di “Riassetto funzionale interconnessione fra il lago Flumendosa e la diga di Is Barroccus: manutenzione straordinaria della tratta Ponte Maxia – galleria Is Pillus”.

Nella presente relazione vengono richiamati i criteri d'impostazione della progettazione, gli approfondimenti condotti, di cui alle specifiche relazioni, le problematiche eventualmente emerse, le soluzioni definite.

Il presente progetto definitivo è redatto in base alle scelte maturate dalla valutazione dei vari elementi tecnici derivanti:

- dalle informazioni desumibili dagli elaborati progettuali preesistenti;
- dalle verifiche e studi di carattere topografico, geologico, geotecnico, idrologico, idraulico, strutturale.

La presente relazione ha lo scopo di agevolare la consultazione del progetto e la valutazione delle scelte progettuali.

Pertanto essa contiene gli elementi informativi essenziali, costituiti da:

- riferimenti generali del progetto (normativa, documenti e progetti esistenti);
- precedenti dell'iniziativa;
- inquadramento del progetto (scopo dell'intervento, vincoli del progetto, attività di progettazione, criteri di progetto principali);
- descrizione delle opere e relativi criteri progetto (di dettaglio).

Data la necessità di garantire quanto più possibile la continuità del servizio, l'intervento di manutenzione straordinaria sarà realizzato quasi ovunque in affiancamento al tracciato esistente, entro l'attuale fascia di esproprio, limitando la sostituzione a brevi tratte in attraversamento della viabilità o ricadenti in contesti geologico-geomorfologici particolarmente critici: in questo modo le interruzioni dell'erogazione saranno limitate al minimo indispensabile a beneficio dell'utenza.



2. SCHEMA IDRICO ATTUALE E CRITICITÀ ESISTENTI

2.1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO DELLA PROGETTAZIONE

Oltre agli elaborati facenti parte del presente progetto definitivo, si è fatto riferimento al progetto preliminare “Manutenzione straordinaria e riassetto funzionale del collegamento multisettoriale Villanovatulo - Zona industriale di Isili - Is Barroccus” del marzo 2016, ed in particolare agli elaborati:

A.1 - Relazione illustrativa e tecnica

A.3.1 - Relazione idraulica

nonché a:

Intervento: L189 Riassetto funzionale interconnessione fra il lago Flumendosa e la diga di Is Barroccus (Progettazione) - Documento di indirizzo della progettazione.

2.2 ATTI PRECEDENTI LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Con L.R. 11.1.2018 n.1 “Legge di stabilità 2018”, (art. 5, c.4) la Regione Autonoma della Sardegna ha autorizzato la spesa per la predisposizione degli studi di fattibilità e per la progettazione degli interventi di interconnessione tra i bacini, allo scopo di consentire una più efficace azione d'intervento sul territorio.

Nell'ambito della predisposizione del Piano Nazionale degli Interventi nel settore idrico, Sezione Invasi, di cui alla L. 27.12.2017, n.205 e del Piano Nazionale per la Ripresa e la Resilienza (PNRR), a seguito delle interlocuzioni con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT), la Regione Sardegna ha perfezionato un programma di interventi per il settore idrico.

Con seduta della Giunta Regionale n. 67/29 del 31.12.2020 è stato presentato il programma di interventi aventi ad oggetto “Interventi per l'efficientamento del Sistema idrico Multisettoriale Regionale (SIMR)” finalizzato a dare attuazione alla progettazione, fino al livello di cantierabilità, degli interventi in esso ricompresi, per i quali l'Ente Acque della Sardegna è stato individuato quale soggetto attuatore in forza della L.R. 19/2006.

Tra di essi ricadono 7 interventi, tra cui quello oggetto del presente progetto, rubricato “Riassetto funzionale interconnessione fra il lago Flumendosa e la diga di Is Barroccus”.

In data 31.12.2020, tra l'Assessorato dei LL.PP. della R.A.S. e l'ENAS è stata sottoscritta la Delegazione Amministrativa prot. 39084, rep. n. 55, avente ad oggetto “Seduta della Giunta Regionale n.67 del 31.12.2020” con la quale è stata definitivamente affidata all'ENAS la



progettazione dei suddetti 7 interventi.

Con determinazione DSOI LLPP n. 2777 del 31.12.2020, è stata quindi approvata la suddetta Delegazione Amministrativa, che regola il rapporto con l'ENAS in relazione alla progettazione degli interventi in essa contenuti, ed infine stabilito che in sede di attuazione della Determinazione DSOI LLPP n. 2777/2020 l'ENAS è tenuto al rispetto dei cronoprogrammi procedurali e finanziari ed alla relativa tempistica di esecuzione degli interventi prevista negli allegati alla Delegazione stessa.

Con Determinazione n.193 del 26.2.2021, il Direttore Generale dell'ENAS ha disposto l'assegnazione degli "Interventi per l'efficientamento del Sistema idrico Multisetoriale Regionale (SIMR)" ai servizi dell'Ente SGN, SGS ed SPC, disponendo in capo al Servizio Progetti e Costruzioni la competenza su 5 interventi, tra i quali quello in oggetto.

Con Determinazione del Direttore del Servizio Progetti e Costruzioni n.794 del 11.6.2021, l'Ente ha conferito l'incarico di Responsabile Unico del Procedimento per l'attuazione della progettazione.

Relativamente alla realizzazione delle opere, l'intervento "Riaspetto funzionale interconnessione fra il lago Flumendosa e la diga di Is Barroccus", è compreso tra quelli programmati nel PNRR. In particolare, detto intervento è riportato nell'allegato 2 del Decreto MIMS n. 517 del 16.12.2016 "Investimenti in infrastrutture idriche primarie per la sicurezza dell'approvvigionamento idrico dell'Investimento 4.1, Missione 2, Componente C4 del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)", con codice PNRRM2C4-I4.1-A2-48".

A seguito di tali precedenti veniva bandita dall'ENAS una gara di progettazione in esito alla quale, con determinazione del Servizio Appalti e Contratti (SACP) n. 600 del 6.6.2022 è stato aggiudicato al Raggruppamento Temporaneo Etatec Studio Paoletti S.r.l. (mandataria), Studio Tecnico Associato 4E-Ingegneria (Cambula, Cambula, Pani, Pisano), Dott. Ing. Giovanni Turi, Dott. Ing. Emanuela Sassu, Dott. Geol. Angelo Vigo, Dott.ssa Archeologa Letizia Franchini, l'Accordo Quadro per la regolamentazione del successivo affidamento, mediante singoli contratti applicativi, dei vari servizi di ingegneria necessari per l'attuazione dell'intervento di "Riaspetto funzionale interconnessione fra il lago Flumendosa e la diga di Is Barroccus". Con successiva comunicazione in data 08/08/2022 veniva avviato il Contratto Applicativo n. 01, relativo alla progettazione in oggetto: "Progettazione definitiva per appalto integrato con coordinamento della sicurezza in fase di progettazione dei lavori denominati "Riaspetto funzionale interconnessione fra il lago Flumendosa e la diga di Is Barroccus: manutenzione straordinaria della tratta Ponte Maxia - imbocco Galleria Is Pillus".



2.3 CONTESTO ESIGENZIALE IN CUI SI INSERISCE L'INTERVENTO

Si riporta di seguito una breve descrizione degli interventi, tratta dal **DOCUMENTO DI INDIRIZZO DELLA PROGETTAZIONE (DIP)** [(art. 23 comma 4 D.lgs. 50/2016, art. 35 comma 8 L.R. 8/2018) per l'Intervento: L189 Riassetto funzionale interconnessione fra il lago Flumendosa e la diga di Is Barrocos (Progettazione) - CUP I97D20000010002. "Interventi per l'efficientamento del Sistema idrico Multisetoriale Regionale (SIMR)". Delegazione Amministrativa LL.PP. RAS / ENAS prot. 39084 rep. n. 55 in data 31.12.2020, approvata con DDSOI LL.PP. RAS n. 2777 prot. 39103 del 31.12.2020]

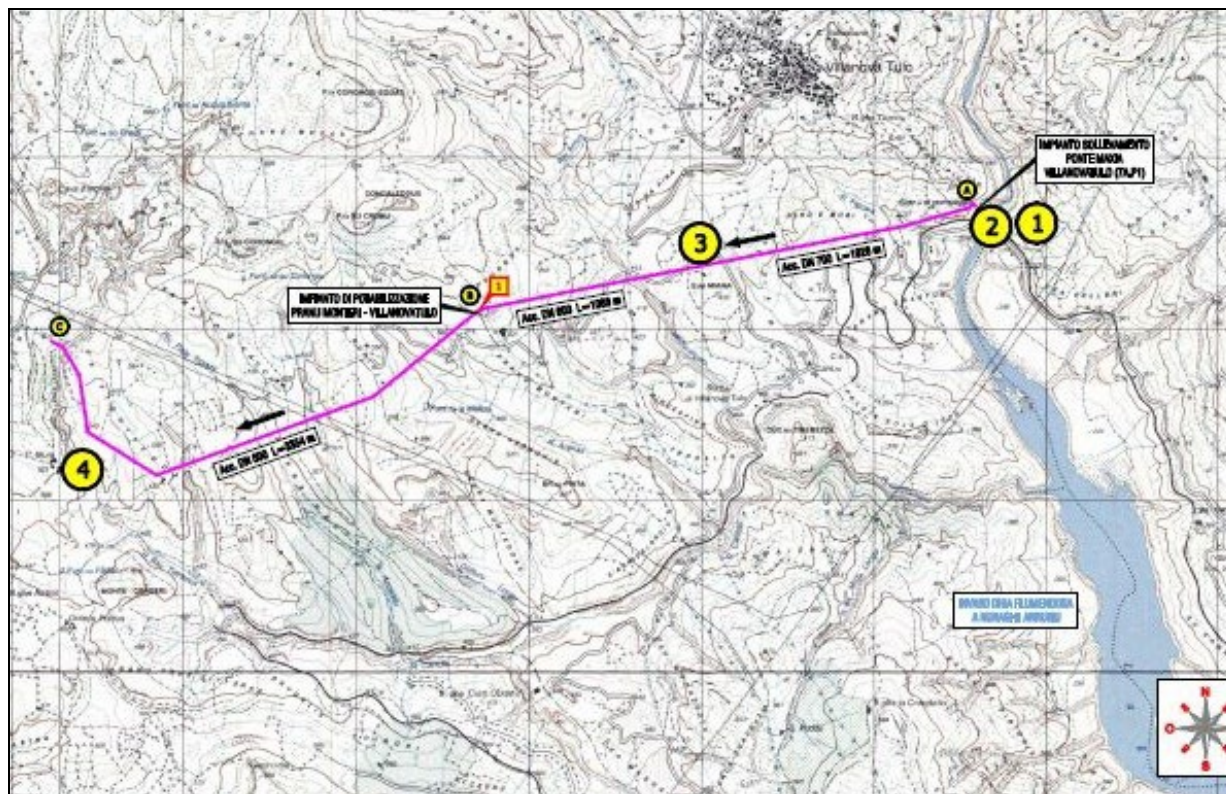
"L'interconnessione tra il Lago del Flumendosa e il lago di Is Barrocos, che serve un bacino di utenti esteso per dimensione e tipologia (civili, irriguo, industriale), presenta da diversi anni un funzionamento poco affidabile e si rende necessario provvedere agli interventi di manutenzione straordinaria, oltre a quelli recentemente conclusi o in corso, atti a garantire la sicurezza dell'approvvigionamento idrico, soprattutto nei confronti dei potabilizzatori e in particolare quello di Is Barrocos (Isili). Quest'ultimo infatti serve circa 60 comuni, ed è ordinariamente alimentato dall'omonimo invaso (volume utile 12 Mmc), ma nelle annate siccitose questo non è sufficiente, e spesso si rende necessaria l'attivazione dell'interconnessione per integrare il volume prelevato dall'invaso di Is Barrocos con quello prelevato dall'invaso del Flumendosa (volume utile 262 Mmc).

L'interconnessione tra il Lago del Flumendosa e il lago di Is Barrocos, è costituita fondamentalmente da due tratte: la prima che parte dal lago Flumendosa (presso ponte Maxia) a sud di Villanova Tulo e termina nell'agglomerato industriale di Isili, la seconda che partendo dalla suddetta zona industriale raggiunge il potabilizzatore a valle della diga di Is Barrocos, sempre in territorio di Isili".

La Figura 1 seguente illustra la tavola di progetto riportante tutti gli interventi inclusi nel riassetto funzionale dell'interconnessione (Allegato 2 – Corografia degli interventi del DIP).



Figura 1 - Insieme degli interventi in progetto, nel tratto di interesse [Fonte DIP Allegato 2 – Corografia degli interventi - modificato]



“Rispetto al totale delle opere da realizzarsi alcuni interventi di manutenzione straordinaria sono in corso di esecuzione o recentemente conclusi; la situazione attuale è la seguente:

- *sono stati completati i lavori di impermeabilizzazione delle vasche Su Murtaxiu;*
- *sono in corso i lavori di sostituzione della condotta nella tratta a valle della galleria Is Pillus fino alle vasche di Su Murtaxiu (circa 2050 m);*
- *è conclusa la progettazione esecutiva della manutenzione straordinaria dell’opera di presa e del sollevamento presso Ponte Maxia, che comprende sia gli interventi sulle apparecchiature elettromeccaniche, che gli interventi sull’edificio dell’impianto di sollevamento.”*

Come si apprende dallo stesso Dip e dagli elementi emersi nel corso dei sopralluoghi, il tratto che collega la stazione di sollevamento di Ponte Maxia all’imbocco della galleria di Is Pillus versa in uno stato di forte deterioramento che, anche in tempi recenti, ha reso necessari numerosi interventi di ripristino distribuiti su tutta la lunghezza, indipendentemente dal grado di sollecitazione.

L’intervento in oggetto è volto a potenziare e migliorare la funzionalità dell’interconnessione esistente fra l’invaso del Flumendosa e l’invaso Is Barroccus con i seguenti obiettivi:



- aumentare la sicurezza dell'approvvigionamento idrico relativa ad un bacino di utenti esteso e di varia tipologia: civile, irriguo, industriale;
- aumentare la resilienza del sistema con un più affidabile funzionamento dell'interconnessione esistente tra l'invaso del Flumendosa e l'invaso di Is Barrocus;
- ridurre le perdite di risorsa idrica.

Il miglioramento dell'affidabilità dell'interconnessione è importante non solo sotto l'aspetto quantitativo ma anche qualitativo, infatti l'invaso di Is Barrocus è in generale caratterizzato da acque dure e soggetto a fenomeni di eutrofizzazione che rendono difficile il trattamento nell'omonimo impianto di potabilizzazione. Con l'interconnessione si può effettuare la miscelazione delle acque provenienti dall'invaso Is Barrocus con quelle provenienti dal Flumendosa in testa all'impianto di potabilizzazione, rendendo più semplice/efficace il trattamento.

Si riporta di seguito un elenco degli interventi oggetto del DIP:

- 1. Completamento della manutenzione straordinaria dell'impianto di sollevamento in località Ponte Maxia;*
- 2. Manutenzione straordinaria acquedotto: tratta Ponte Maxia/Pranu Munteri (Qmax: 400 l/s; L = 1926 m DN 700 + 1068 m DN 600, tratta A-B in corografia);*
- 3. Manutenzione straordinaria acquedotto: tratta Pranu Munteri/Imbocco galleria Is Pillus (Qmax: 350 l/s; L = 3350 m DN 600, tratta B-C in corografia);*

Con riferimento all'intervento di cui al punto 1., occorre precisare che gli interventi di manutenzione della stazione di sollevamento sono oggetto di altro servizio di progettazione estraneo agli scriventi, tuttavia il dimensionamento delle opere e le valutazioni sul funzionamento del sistema sono state condotte considerando il complesso delle opere esistenti e di quelle di progetto.

La lunghezza complessiva della condotta interessata dall'intervento è pari a circa 6200 m. Si precisa che a seguito delle interlocuzioni con l'Amministrazione, considerate le stringenti tempistiche fissate per gli interventi del PNRR, si è deciso di evitare il rifacimento dell'ultimo attraversamento fluviale, Rio Carrulo, in quanto più complesso degli altri sia in termini autorizzativi che esecutivi, e di stabilire il limite dell'intervento poco a monte dell'imbocco della galleria "Is Pillus", a circa 140 m di distanza. Il rifacimento del citato attraversamento verrà affrontato nell'ambito di altro intervento.



3. OPERE IN PROGETTO

3.1 OBIETTIVO DELL'INTERVENTO

Obiettivo dell'intervento è l'adduzione di una portata di 400 l/s dall'esistente centrale di sollevamento di Ponte Maxia alla diramazione per il Potabilizzatore di Pranu Munteri e di una portata di 350 l/s da detta diramazione alla Vasca Su Murtaxiu.

3.2 VINCOLI TECNICI DI PROGETTO

Per il perseguimento dell'obiettivo indicato è prevista la sostituzione della condotta adduttrice insistente sullo stesso tracciato.

Data la necessità di garantire quanto più possibile la continuità del servizio, l'intervento di manutenzione straordinaria sarà realizzato quasi ovunque in affiancamento al tracciato esistente, entro l'attuale fascia di esproprio, limitando la sostituzione a brevi tratte in attraversamento della viabilità o ricadenti in contesti geologico-geomorfologici particolarmente critici: in questo modo le interruzioni dell'erogazione saranno limitate al minimo indispensabile a beneficio dell'utenza.

I vincoli di progetto principali sono costituiti da:

- ☐ necessità di garantire l'esercizio durante i mesi estivi, senza interruzioni;
- ☐ obbligo di rispettare un tracciato prefissato (quello esistente), ricadente in una fascia d'esproprio ristretta, e – per alcuni tratti – a mezza costa con pendenze trasversali non trascurabili;
- ☐ unicità del sistema costituito – oltre che dall'adduttrice – dal sollevamento di Punta Maxia che lo alimenta e che funge da rilancio booster del sollevamento Nuraghe Arrubiu;
- ☐ regime piezometrico (pressioni di valore elevato su un tratto rilevante dello sviluppo);
- ☐ presenza di servizi aerei lungo il tracciato esistente, oltre ad un tratto di parallelismo con una condotta Abbanoa posata entro la fascia di rispetto dell'adduttrice Enas esistente;
- ☐ vincoli di carattere ambientale.



3.3 CRITERI DI PROGETTO

3.3.1 Generalità

I criteri di progetto, determinati innanzitutto dai vincoli sopraindicati, sono ispirati altresì a considerazioni tecniche, economiche, dei tempi di costruzione.

I criteri fondamentali vengono sinteticamente esposti nel seguito, quelli di dettaglio vengono riportati nella descrizione delle singole componenti dell'intervento.

3.3.2 Imposta della condotta

I fattori considerati per la scelta dell'imposta della nuova condotta all'interno della fascia di esproprio disponibile (cioè se procedere in affiancamento alla condotta esistente o in sostituzione) sono i seguenti:

- ❑ impatto sulla continuità di esercizio: in affiancamento la sospensione si limita ai brevi tempi per l'allaccio dei tratti costruiti a monte ed a valle, in sostituzione si protrae per il periodo di posa e collaudo e richiede un preciso rispetto del cronoprogramma; i contrattamenti esterni non possono comunque essere esclusi;
- ❑ natura litologica dell'imposta, con costi via via crescenti dai terreni sciolti alla roccia rippabile a quella lapidea;
- ❑ interferenza con altre opere: tralicci della media tensione e relativi blocchi di fondazione presenti tra le pr. 300 e 3800 e sottoservizi, come nel caso di una condotta DN150 (Abbanoa) in adiacenza all'adduttrice;
- ❑ larghezza disponibile per l'allargamento della pista in fase di esecuzione (ricorrendo ad occupazione temporanea): nei tratti a mezza costa, l'allargamento della sezione verso il basso non sarebbe possibile (il rilevato di riporto sfuggirebbe dal profilo originario del terreno), quello verso l'alto comporterebbe scavi che sarebbe necessario sistemare prima a deposito temporaneo e poi a ripristino;
- ❑ oneri economici ed ambientali per conferimento a discarica della vecchia condotta in caso di sostituzione.

Al termine dell'esame dei fattori sopraindicati si è optato per la realizzazione in affiancamento per la quasi totalità del tracciato, salvo il tratto tra le pr. 2659 e 2785 (130 m circa).



3.4 VERIFICHE IDRAULICHE DELLE CONDOTTE

3.4.1 Considerazioni di inquadramento

Come ampiamente descritto nella relazione B.01.00, a cui si rimanda, per il dimensionamento della condotta sono state effettuate analisi idrauliche riferite alla condizione di progetto e di verifica della situazione attuale.

La condotta adduttrice in progetto costituisce la condotta premente che dal sollevamento di Ponte Maxia alimenta la vasca Su Murtaxiu.

Il sollevamento Ponte Maxia funge da rilancio booster del sollevamento Nuraghe Arrubiu, alimentato da una presa da lago; la sua riqualificazione è oggetto di un progetto esecutivo in data marzo 2022¹.

L'adduttrice inizia appunto a valle dalla centrale di Ponte Maxia e termina alla disconnessione idraulica costituita dal manufatto d'imbocco della Galleria Is Pillus, a valle della quale l'adduzione prosegue con una condotta in ghisa sferoidale DN 600, in fase di costruzione.

L'insieme dei sollevamenti in serie Nuraghe Arrubiu e Ponte Maxia e dell'adduttrice sino all'imbocco della Galleria Is Pillus deve pertanto essere considerato un sistema idraulico unico.

In considerazione di ciò, e di quanto segnalato nella nota [1], si è tenuto conto:

- della necessità di aumentare, rispetto a quanto previsto nel progetto esecutivo del sollevamento Ponte Maxia, la quota manometrica iniziale dell'adduttrice al fine di garantire una copertura piezometrica minima (almeno 5 m) lungo tutto il tracciato (in particolare i rilievi alle pr. 2950 e 5560);
- delle disposizioni del D.M. 12.12.1985 - Norme tecniche relative alle tubazioni, circa l'obbligo di ridurre la sovrappressione di colpo d'ariete entro un limite (6 bar, per una pressione idrostatica di riferimento di 30 bar alla sezione iniziale dell'adduttrice).

L'analisi idraulica ha comportato:

- la determinazione della piezometrica di moto vario;
- la determinazione della piezometrica di regime e la verifica del dimensionamento idraulico della condotta;
- il dimensionamento degli sfiati e degli scarichi.

¹ Oltre alla riconfigurazione dell'equipaggiamento idraulico (pompe) il progetto prevede un dispositivo di protezione dal colpo d'ariete rappresentato da una cassa d'aria da 6 m³. Il progetto in parola è stato basato sulla topografia derivante dai progetti storici e su una distribuzione dei diametri dell'adduttrice non corrispondente a quella adottata nel presente progetto definitivo dell'adduttrice.



3.4.2 Piezometrica di moto vario

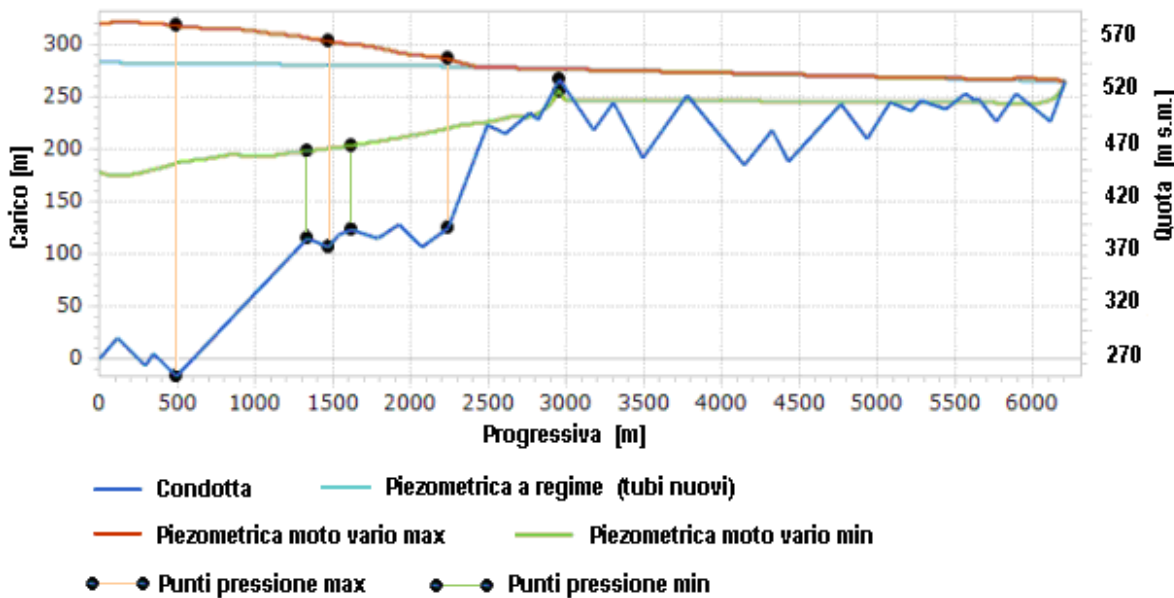
Per il calcolo è stato impiegato il metodo delle caratteristiche, che costituisce attualmente il metodo di calcolo più ampiamente utilizzato e collaudato per l’analisi di moto vario elastico nei sistemi idraulici in pressione.

Il sistema è stato schematizzato nelle sue diverse componenti come di seguito riportato

- condotta: tracciato altimetrico di progetto, caratteristiche dimensionali (diametro/spessore) e meccaniche (modulo elastico);
- condizioni piezometriche al contorno: quota piezometrica al nodo iniziale 578,00 m s.m., corrispondente alla quota necessaria per assicurare l’adduzione della portata di esercizio al nodo terminale (manufatto d’imbocco della Galleria Is Pillus);
- sollevamento: 3 pompe con portata nominale QN 133 l/s e prevalenza nominale HN 305 m (come dal citato progetto esecutivo della Riqualificazione funzionale del sollevamento Ponte Maxia), di caratteristiche portata/prevalenza e portata/rendimento note;
- dispositivi di protezione dal colpo d’ariete: cassa d’aria da 6000 l all’uscita dal sollevamento (come dal citato progetto esecutivo della Riqualificazione funzionale del sollevamento Ponte Maxia), canna piezometrica con sommità all’impianto di potabilizzazione di Pranu Munteri e valvole a grande rientro d’aria nei punti critici.

Il risultato del calcolo è rappresentato schematicamente nella seguente figura.

Figura 2 - Condotta adduttrice – Profili piezometrici





3.4.3 Piezometrica di regime

Il dimensionamento idraulico della condotta è stato effettuato in base all’equazione del moto uniforme di Chézy nella formulazione di Bazin, adottando per il coefficiente di scabrezza di Bazin il valore di 0,23 m^{1/2} a tubi usati (come nel Progetto preliminare 2016) e di 0,16 m^{1/2} a tubi nuovi.

Ne sono risultate le combinazioni portata Q – diametro D – velocità v - cadente piezometrica j come dal seguente prospetto:

Per le due condizioni a tubi usati ed a tubi nuovi, per le diverse combinazioni di portate Q e diametri D, le velocità v e cadenti piezometriche j sono risultate come dal seguente prospetto.

Q (l/s)	D (mm)	v (m/s)	j (m/km)	
			Tubi usati	Tubi nuovi
400	700	1,04	1,96	1,56
400	600	1,42	4,48	3,52
350	600	1,24	3,43	2,70

ed il profilo piezometrico a tubi usati:

Progressiva (m)	0,00	2486,70	2941,10	6192,70
Quota piezometrica (m s.m.)	578,00	573,13	571,09	559,95

3.5 SCELTA DEI MATERIALI DELLE CONDOTTE

I materiali esaminati sono l’acciaio L355 e la ghisa sferoidale GS di “classe preferita” (così come definita dalla norma UNI EN 545).

I fattori presi in considerazione per la scelta del materiale per le condotte sono:

- caratteristiche tecniche, con particolare riguardo alla resistenza meccanica, in relazione alle elevatissime pressioni di esercizio;
- costi di fornitura;
- costi di messa in opera;
- costi accessori (per la ghisa: incidenza dei blocchi di ancoraggio e dei pezzi speciali in acciaio all’interno degli stessi; per l’acciaio: realizzazione ed esercizio dell’impianto di protezione catodica);
- tempi di costruzione.

Sulla base delle valutazioni tecniche, delle ricerche di mercato e delle analisi effettuate, in accordo con l’Amministrazione, si è infine scelto di prevedere la realizzazione delle condotte



in acciaio per tutta la tratta interessata dall'intervento.

Il dimensionamento dello spessore dei diversi tratti di tubazione è stato definito in relazione alla resistenza meccanica da garantire in funzione del funzionamento idraulico. Si rimanda, per dettagli, alle relazioni specialistiche di calcolo idraulico e statico.

3.6 VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche strutturali hanno riguardato:

- le condotte;
- i manufatti di linea;
- le solette di ripartizione degli attraversamenti stradali.

Relativamente alle condotte, in assenza di specifiche previsioni delle vigenti Norme tecniche sulle costruzioni (D.M. 17.1.2018) è stato applicato l'Eurocodice 3 (Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 4-3: Silos, contenitori e condotte - Condotte), verificando per ciascuna delle tre diverse condotte impiegate (DN 700 sn 8, DN 700 sn 7,1, DN 600 sn 6,3) le quattro condizioni di carico:

- collaudo;
- moto vario;
- a regime;
- condotta vuota.

Le verifiche strutturali dei manufatti di linea e delle solette di ripartizione degli attraversamenti stradali sono state eseguite in conformità delle vigenti Norme tecniche sulle costruzioni, per quanto riguarda sia lo SLU di capacità di resistenza, sia gli SLE delle tensioni e della fessurazione.

Per i pozzetti di scarico (soggetti ad immersione) è stata altresì eseguita la verifica SLU al galleggiamento.



4. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

4.1 ADDUTTRICE

4.1.1 Configurazione del tracciato e della condotta

Il tracciato dell'adduttrice è risultato dal vincolo definito dalla fascia di esproprio della condotta esistente e dalla presenza delle interferenze. A seguito dei rilievi e dei sopralluoghi effettuati, per la massima parte del tracciato si è deciso di operare in affiancamento (cioè lasciando in posto la condotta esistente), e solo per brevi tratti in sostituzione, con modalità da definire in relazione al periodo annuo di inattività.

Le tubazioni saranno in acciaio L355 EN10224 saldate elicoidalmente ad arco sommerso SAW. La scelta della qualità dell'acciaio (L355) deriva dalla considerazione che – a fronte di un maggior costo di fornitura di L355 rispetto a L235 e L275 inferiore al 10%, il vantaggio in termini di prestazioni (cioè di resistenza) è rispettivamente del 30% (355/275) e del 50% (355/235).

I giunti saranno del tipo sferico con camera d'aria esterna, che consente la saldatura senza che il rivestimento interno ne venga compromesso.

Il rivestimento interno sarà in resina epossidica.

Il rivestimento esterno sarà in polietilene estruso a triplo strato, materiale che – congiuntamente alle specifiche per una corretta posa in opera - garantisce una buona protezione passiva dalla corrosione; la protezione attiva sarà ottenuta con un impianto di protezione catodica a corrente impressa, previsto in progetto.

La distribuzione dei diametri e degli spessori delle tubazioni lungo il tracciato è derivata dalle verifiche idrauliche e da quelle strutturali; sullo sviluppo totale di circa 6200 m ne sono risultati i seguenti sviluppi parziali (valori arrotondati):

- 1490 m di DN 700 sn 8;
- 1055 m di DN 700 sn 7,1;
- 3660 m di DN 600 sn 6,3.

Dal punto di vista della tipologia di terreno e, conseguentemente, di scavo, il tracciato presenta:

- fino a pr. 600 una pendenza longitudinale elevata, con presenza di roccia dura o



- rippabile;
- tra le pr. 600 e 2600 pendenze moderate con presenza di terreno sciolto o alluvioni parzialmente cementate;
 - tra le pr. 2600 e 3500 pendenze moderate con presenza di terreno sciolto sovrapposto a roccia dura;
 - tra le pr. 3500 e 4900 pendenze modeste con presenza di alluvioni parzialmente cementate;
 - infine, tra le pr. 4900 e 6200, pendenze modeste con presenza di terreno sciolto su roccia rippabile.

Localmente, prevalentemente in corrispondenza di attraversamenti di corsi d'acqua, risultano pendenze moderate e terreni sciolti.

Per il progetto delle livellette ci si è attenuti ai seguenti criteri:

- assicurare una copertura minima di 1,0 m rispetto alla generatrice superiore esterna della condotta;
- contenere entro 3,5 m la profondità della trincea rispetto al piano campagna;
- rispettare una pendenza minima del 4‰ per garantire la migrazione di bolle d'aria verso gli sfiati.

In relazione alla piezometrica, determinata lungo il tracciato, le pressioni di dimensionamento delle apparecchiature sono risultate:

- tra le pr. 0 e 1050: PN40;
- tra le pr. 1050 e 2300: PN25;
- tra le pr. 2300 e 6200: PN16.

Tuttavia, ai fini di ridurre le tipologie di ricambi e semplificare la gestione, a favore di sicurezza, è prevista l'installazione di apparecchiature con le seguenti pressioni nominali:

- tra le pr. 0 e 2300: PN40
- tra le pr. 2300 e 6200: PN16

4.1.2 Sezioni tipo di scavo

Lungo il tracciato sono previste diverse sezioni tipo di scavo, differenziate per la natura litologica e l'eventuale presenza d'acqua, con conseguenti differenti forme e pendenze delle pareti della trincea. Le sezioni tipo sono state designate con le seguenti sigle:



D: roccia dura (da martellone), scarpa 1:10;

S: roccia rippabile, scarpa 1:5;

C: alluvioni coesive/cementate, scarpa 2:3;

T: terreno sciolto, scarpa 1:1;

W: in presenza d'acqua, scarpa 2:1

e, per le stratigrafie combinate:

SD: roccia rippabile sovrastante roccia dura;

TD: terreno sciolto sovrastante roccia dura;

TS: terreno sciolto sovrastante roccia rippabile;

TC: terreno sciolto sovrastante alluvioni cementate;

TSD: terreno sciolto su roccia rippabile su roccia dura.

Le larghezze dello scavo saranno le minime compatibili con l'esigenza di procedere agevolmente ed efficacemente alla posa ed al rinfiamento: a questo fine si è prevista una larghezza alla base dello scavo pari al diametro della condotta aumentato di 0,40 m su ciascun lato.

4.1.3 Sezioni tipo di rinfiamento e rinterro

Per il rinfiamento ed il rinterro della condotta si farà ricorso in larga parte ai materiali di risulta degli scavi, nel rispetto delle esigenze legate a:

- salvaguardia del rivestimento della condotta;
- soddisfacente compattazione ai fini dei cedimenti e della distribuzione dei carichi sulla condotta.

Per ovvii motivi ambientali ed economici, si è previsto di impiegare i materiali di risulta degli scavi, dove possibile quelli del medesimo scavo di provenienza; dove le caratteristiche di questi non lo consentissero o lo permettessero solo parzialmente, quelli accettabili risultati in esubero dagli scavi di altri tratti di trincea.

Sono state identificate 3 soluzioni tipiche, differenziate per tipo di rinterro, da adottarsi in presenza di situazioni diverse:

O: rinfiamento selezionato sino a 0.30 m sopra il cervello della condotta e rinterro ordinario sino al p.c.;

Z: rinfiamento/rinterro interamente selezionato stabilizzato a cemento 50 kg/m³;

C: rinfiamento in cls magro.



Circa il tipo di rinfiacco e rinterro valgono le seguenti specifiche:

- rinterro ordinario: costituito da materiale tout-venant di risulta degli scavi, compattato per strati di spessore 25 cm;
- rinterro selezionato: costituito da materiale di risulta degli scavi privo di materie organiche, materiali argillosi ad elevata plasticità, frammenti litoidi di pezzatura superiore a 15 cm o a spigoli taglienti, compattato per strati di spessore 25 cm;
- rinterro stabilizzato: con le stesse caratteristiche del rinterro selezionato, stabilizzato con 50 kg/m³ di cemento.

4.2 OPERE DI LINEA

4.2.1 Scarichi

In considerazione della posizione degli scarichi rispetto al p.c., al fine di evitare derivazioni con tubazione fissa per il recapito nel reticolo idrografico, che avrebbero comportato l'estensione degli espropri, è stato necessario adottare in tutti i casi scarichi con sollevamento finale (forzati).

Il recapito finale avverrà attraverso una manichetta DN 150 collegata con giunto sferico al tronchetto in uscita dal manufatto di scarico.

Le manovre sulla saracinesca di scarico, nella prima fase di svuotamento, potranno essere eseguite dall'esterno grazie ad un apposito chiusino. Lo svuotamento finale avverrà mediante asportazione della flangia cieca e l'introduzione della pompa di aggrottamento nella tubazione verticale DN 500 che spicca dalla condotta adduttrice.

L'alloggiamento dell'apparecchiatura è previsto in un pozzetto di dimensioni interne in pianta 2,50x2,50 m, emergente non più di 1 m sul p.c., posto sulla verticale della condotta.

L'accesso avviene attraverso una botola con chiusino in ghisa sferoidale ed una scaletta a parete in acciaio.

La soletta di copertura è amovibile, così da consentire le operazioni sia di smontaggio che di montaggio delle apparecchiature.

Lungo il tracciato sono previsti 17 scarichi.

Il dimensionamento degli scarichi è stato svolto imponendo un limite alla portata di efflusso tale da contenere in valori accettabili le sollecitazioni da moto vario.



4.2.2 Sfiati

In corrispondenza dei punti di massimo della livelletta è prevista l'installazione di apparecchi di sfiato del tipo automatico per le tre funzioni combinate di degasaggio dell'aria sciolta nell'acqua convogliata, di rientro dell'aria in condotta in occasione dello svuotamento della condotta e di uscita dell'aria in condotta in conseguenza del riempimento della stessa.

Gli apparecchi di sfiato saranno del tipo automatico combinato, di classe di pressione PN40, PN25 e PN16, secondo la posizione lungo il profilo.

L'alloggiamento dell'apparecchiatura è previsto in pozzetto di dimensioni interne in pianta 2,00 x 2,00 m, emergente di 0,40 m sul p.c., posto in asse alla condotta e fondato sul rinfiacco della condotta che è previsto del tipo stabilizzato.

Il pozzetto sarà provvisto di un aeroforo ϕ 150 mm sulla soletta di copertura per garantire un sufficiente scambio d'aria con l'esterno nelle fasi di riempimento e svuotamento della condotta.

L'accesso avviene attraverso una botola con chiusino in ghisa sferoidale ed una scaletta a parete in acciaio.

La soletta di copertura è amovibile, così da consentire sia lo smontaggio che il montaggio dello sfiato.

Lungo il tracciato sono previsti 17 sfiati..

Il dimensionamento degli sfiati è stato svolto determinando, per le diverse portate di scarico, le sezioni necessarie per la rientrata d'aria.

4.2.3 Sezionamenti

Al fine di consentire la manutenzione della condotta per tratti, senza procedere al totale svuotamento, sono previsti 2 sezionamenti, alle pr. 2500 e 4300.

L'equipaggiamento idraulico consiste in uno sfiato e in due saracinesche di sezionamento, una a monte ed una a valle, ciascuna con by-pass DN 200, il tutto completato da un giunto di smontaggio a tre flange. È così possibile vuotare indifferentemente ciascuno dei due rami di condotta adduttrice chiudendo la saracinesca sul lato opposto, essendo assicurata dallo sfiato l'alimentazione d'aria.

Il pozzetto che ospita l'apparecchiatura ha dimensioni in pianta interne 2,50x4,00 m

Sulla soletta di copertura il pozzetto sarà provvisto di un aeroforo ϕ 150 mm atto a garantire un sufficiente scambio d'aria con l'esterno.

L'accesso avviene attraverso una botola con chiusino in ghisa sferoidale ed una scaletta a



parete in acciaio.

La soletta di copertura è amovibile, così da consentire le operazioni sia di smontaggio che di smontaggio delle apparecchiature.

4.3 ATTRAVERSAMENTI DEI CORSI D'ACQUA

Per gli attraversamenti dei corsi d'acqua si prevede:

- posa della tubazione in sub alveo con scavo a cielo aperto;
- realizzazione letto e rinfianco in misto stabilizzato;
- ricoprimento in misto di fiume per un'altezza non inferiore a 1,0 m sulla generatrice superiore esterna della condotta;
- ripristino delle scarpate spondali eventualmente mediante realizzazione di protezione anti-erosiva con scogliera di massi rinverditi;
- costruzione di scarico forzato riportato in superficie; il manufatti avrà altezza fuori terra non superiore a 1 m e ingombro planimetrico strettamente limitato alla sua funzione, tale pertanto, da non interferire con la dinamica idraulica del compluvio.

Per tutti gli attraversamenti, gli scavi saranno effettuati a profondità limitata (circa 2÷4 m) e saranno compatibili con le situazioni locali di pericolosità idraulica; trattandosi di alvei naturali in secca per la maggior parte dell'anno saranno utilizzate tecniche tradizionali di scavo a basso impatto ambientale.

I manufatti saranno ubicati il più distante possibile dall'alveo ordinario dei corsi d'acqua attraversati e comunque, in conformità con l'art. 96 lett. f) del R.D. 523/1904, a distanze maggiori di 10 m.

4.4 ATTRAVERSAMENTI STRADALI

Per l'attraversamento della S.P. 52 è previsto di riutilizzare il tombino ARMCO esistente, sostituendo la condotta preesistente. La tubazione esistente verrà rimossa e verrà ricollocata quella nuova. È prevista la demolizione dell'esistente blocco sul lato Ovest e la costruzione di un nuovo blocco a distanza maggior, rispetto al ciglio stradale.

Per l'attraversamento delle strade secondarie (comunali) sono previste due tipologie:

ASA con soletta di ripartizione in c.a.;

ASZ con rinterro stabilizzato.

La prima, nella quale è prevista la realizzazione di una soletta in c.a. di spessore 20 cm, armata con rete elettrosaldata, viene adottata per le strade provviste di pavimentazione.



La seconda, per la quale si provvede semplicemente al miglioramento delle caratteristiche meccaniche del rinterro mediante stabilizzazione con cemento in ragione di 50 kg/m³, viene adottata per gli attraversamenti di minor importanza (strade vicinali, strade “bianche”, ecc.).

4.5 IMPIANTO DI PROTEZIONE CATODICA

Ad integrazione della protezione passiva contro la corrosione costituita dal rivestimento della condotta è prevista la realizzazione di un impianto di protezione catodica.

In questa fase la configurazione dell'impianto è stata studiata in base all'informazione disponibile circa l'assetto topografico, la natura litologica dei terreni, la presenza di falda, la presenza di interferenze elettriche.

Il progetto di dettaglio dell'impianto dovrà necessariamente derivare dalle specifiche indagini da svolgere in sede di progettazione esecutiva, e successivamente – in corso d'opera - dalle misure da effettuare a condotta posata.

Nella configurazione studiata in questa sede l'impianto – del tipo a corrente impressa – consiste in:

- centrale di protezione catodica, ubicata in corrispondenza della diramazione dall'adduttrice del ramo a servizio del Potabilizzatore di Pranu Munteri, ciò in ragione sia della posizione baricentrica sia della possibilità di alimentazione a partire dal potabilizzatore;
- dispersore anodico verticale (realizzato con foro di 100 m di profondità attrezzato con aste in ferro per 60 m e backfill in carboncoke) in prossimità della centrale;
- 5 posti di misura a colonnina, ubicati ad intervalli dell'ordine dei 1000 m lungo il tracciato;
- 3 giunti dielettrici, in corrispondenza dell'inizio della condotta all'uscita dal sollevamento Ponte Maxia (DN 700), del by-pass dello stacco del torrino piezometrico (DN 350) della derivazione per il potabilizzatore di Pranu Munteri (DN 150);
- 10 dispersori a terra delle correnti indotte dall'interferenza con la linea elettrica aerea 150 kV;
- accessori (quadri elettrici, cablaggi, armadi,).



5. CARTOGRAFIA E TOPOGRAFIA

La cartografia di base è costituita dalla cartografia IGM 1:25000 (Carta d'Italia 1:25000 – Tavoletta 540-I – Nurri) e dalla C.T.R. 1:10'000 della Regione Autonoma della Sardegna (sezione 540030 - Villanova Tulo).

La base topografica per gli sviluppi della progettazione è costituito dal rilievo LIDAR di dettaglio, eseguito dall'Enas nel corso del 2022, appoggiato a punti rilievo a terra.

Come chiaramente descritto nella relazione della ditta Compucart incaricata da ENAS, il servizio fornito ha consentito di ottenere la seguente base di dati:

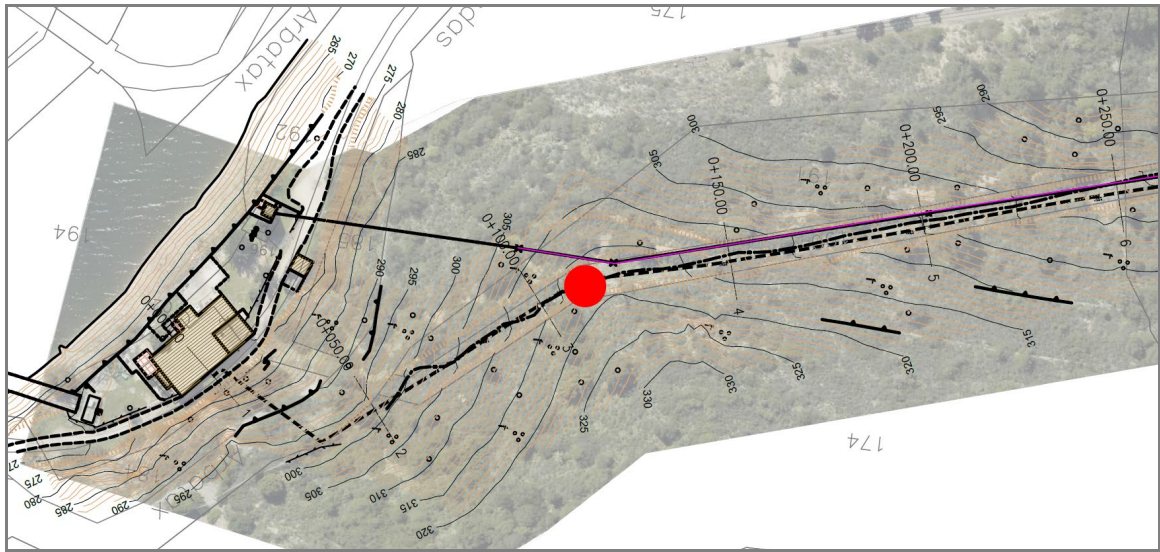
- rilievi topografici di inquadramento geodetico ed apposizione di caposaldi opportunamente materializzati, in numero di almeno uno per ogni chilometro di tracciato;
- rilievi topografici mediante tecniche GNSS dei punti d'appoggio aerofotogrammetrico e dei punti di controllo;
- presa aerofotogrammetrica e LiDAR da aeromobile di una fascia di terreno a cavallo dell'asse della condotta esistente e in progetto, per una larghezza di restituzione di almeno di 40 m;
- elaborazione della triangolazione aerea e creazione degli stereo modelli georeferenziati: elaborazione del DSM (Digital Surface Model) con passo 25 cm; elaborazione del DTM (Digital Terrain Model) con passo 25 cm, mediante filtraggio della nuvola di punti dalla vegetazione, delle opere di origine antropica ed eventuale integrazione con rilievi topografici diretti, sia qualora il filtraggio produca delle lacune di dimensioni eccessive sia per integrare i rilievi di maggior dettaglio eseguiti per l'individuazione e collocazione piano altimetrica della condotta esistente;
- produzione dell'ortomosaico a colori con pixel a terra di dimensione compresa tra 5 e 6 cm;
- restituzione aerofotogrammetrica di cartografia numerica alla scala nominale di 1:1000, della fascia di 40 m di larghezza, contenente tutte le singolarità naturali ed antropiche con opportuna simbologia grafica, e le curve di livello con equidistanza di 1 m;
- prospezioni georadar occorrenti a definire l'asse della condotta mediante l'individuazione dei vertici piano-altimetrici e la verifica intermedia dei rettifili e rilievi topografici di dettaglio, eseguiti mediante tecniche GNSS in adeguata modalità, atti a individuare la collocazione piano altimetrica della condotta esistente;



- sovrapposizione della cartografia aerofotogrammetrica ottenuta con le mappe catastali aggiornate, al fine di verificare il posizionamento della condotta esistente, rilevata con ausilio delle prospezioni georadar di cui al punto precedente, all'interno della fascia di esproprio;

Il rilievo fornito dalla Committenza è risultato, quindi, una base adeguata e caratterizzata da buon dettaglio per la elaborazione delle tavole progettuali e delle conseguenti valutazioni. In corrispondenza degli attraversamenti di corsi d'acqua, l'estensione dell'area DTM fornita agli scriventi è stata allargata fino alla copertura totale del volo Lidar, per consentire la ricostruzione dell'alveo e del suo comportamento idraulico in corrispondenza dell'interferenza.

Figura 3 – Stralcio planimetrico della base cartografica di riferimento





6. VERIFICA PREVENTIVA DELL'INTERESSE ARCHEOLOGICO

L'atto A-04-01 "Relazione archeologico" costituisce la relazione archeologica, parte integrante del presente progetto definitivo.

Oggetto della relazione è la verifica archeologica preventiva (VIARCH) concernente la presenza/assenza di evidenze archeologiche e determinazione del potenziale e rischio archeologico nell'area interessata dal progetto.

Nella relazione, cui si rimanda, sono riportate la descrizione e gli esiti delle seguenti attività condotte:

- ricerca bibliografica, che comprende un inquadramento e una sintesi delle conoscenze archeologiche della porzione di territorio interessata dal progetto;
- analisi cartografiche del comune di Villanova Tulo;
- sopralluogo e ricognizione dell'area interessata dal progetto;
- valutazione degli impatti sul patrimonio archeologico, sulla base dei dati raccolti e delle caratteristiche progettuali.

Dall'indagine svolta sul tracciato interessato dall'intervento e nelle aree contermini oggetto di accesso e possibile utilizzo in fase di cantiere, non sono emerse tracce o testimonianze di beni archeologici, mobili o immobili, che possano interferire con le azioni previste dal progetto. Inoltre, il fatto che il tracciato dovrà ripercorrere interamente quello della condotta esistente, insieme alla diffusa la presenza di roccia affiorante, rendono il rischio archeologico definito BASSO.



7. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Relativamente agli aspetti geologici, geognostici e idrogeologici, si rimanda alla relazione *B.04.01 Relazione geologica* e alle indagini geognostiche ivi richiamate, riportate per completezza, nell'atto *B.04.02 Report delle indagini geognostiche*. Gli esiti delle analisi hanno fornito anche i parametri geotecnici del terreno indicati nella *B.05.00 Relazione geotecnica*.

Negli atti di cui sopra, sono riportate le specifiche analisi condotte per fornire il modello geologico dell'area d'intervento, con specifico approfondimento delle tematiche elencate di seguito:

- Inquadramento geologico a scala di bacino e a scala di intervento con la definizione dei caratteri dei litotipi in affioramento e di quelli profondi, mediante indagini in situ, e ai loro rapporti stratigrafici;
- Inquadramento geomorfologico a scala di bacino e a scala di intervento;
- Inquadramento idrogeologico con definizione delle unità idrogeologiche principali, del grado di permeabilità e della geometria e profondità degli acquiferi a scala di intervento;
- Pericolosità geologica in rapporto alla pericolosità intrinseca del territorio ed agli effetti dell'inserimento dell'opera.

Lo studio è stato articolato come segue:

- reperimento delle fonti bibliografiche cui attingere per la definizione del contesto geologico-geomorfologico a scala locale e di bacino;
- analisi cartografica e fotointerpretazione;
- rilevamento in situ a scala locale, con verifica e mappatura delle litologie in affioramento e prime ipotesi sui rapporti crono-stratigrafici;
- direzione delle indagini in situ;
- definizione dell'assetto litostratigrafico locale mediante correlazione dei litotipi prevalenti;
- individuazione di criticità idrogeologiche ed idrauliche.

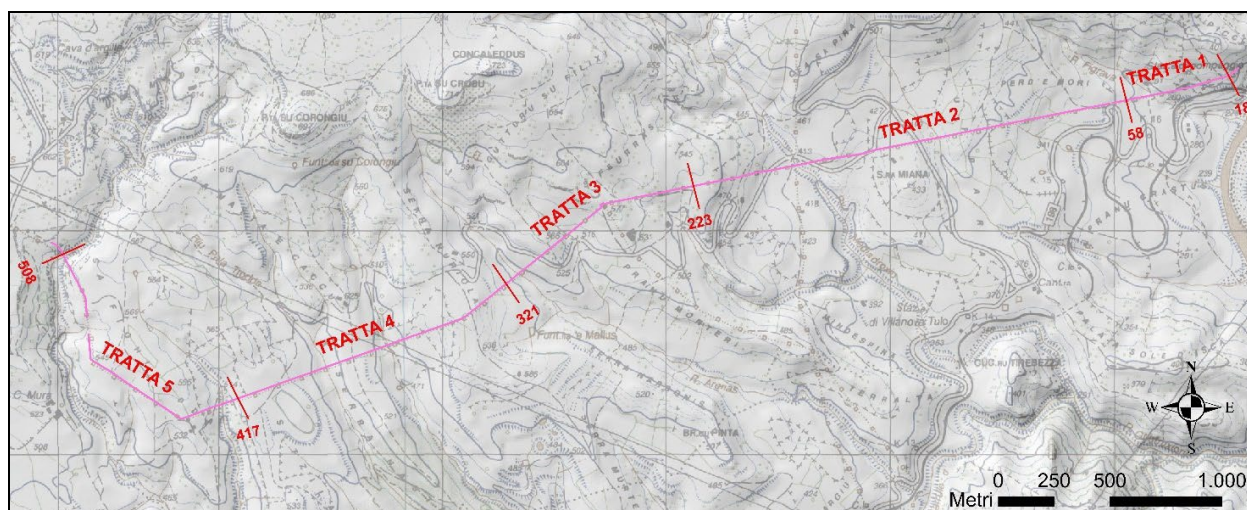
La campagna di indagini è stata concordata con la S.A. nel rispetto della normativa vigente e delle esigenze del progetto. Dette indagini sono state eseguite dalla Ditta Te.Cam., incaricata da ENAS, sotto la direzione del dott. Vigo dello scrivente RTP, che ne ha curato anche la predisposizione del piano d'indagine. Nella predisposizione del piano delle indagini si è



cercato di conciliare l'esigenza di caratterizzare le specifiche singolarità con quella di poter disporre di una distribuzione delle verticali quanto più possibile uniforme lungo il tracciato, anche in funzione dell'intervallo di 500 metri (DPR 120/2017), previsto nell'ambito dei campionamenti ambientali per la caratterizzazione delle TRS eseguiti ai sensi del DPR 120/2017.

Di seguito si riporta, suddiviso per tratte omogenee delimitate dalle progressive corrispondenti riportate sul profilo geologico e in Figura 4, il quadro litostratigrafico ricavato dall'interpretazione delle verticali di scavo e, entro margini di incertezza accettabili, dalla loro correlazione.

Figura 4 - Planimetria del tracciato suddiviso per tratte omogenee sotto l'aspetto geologico-geomorfologico

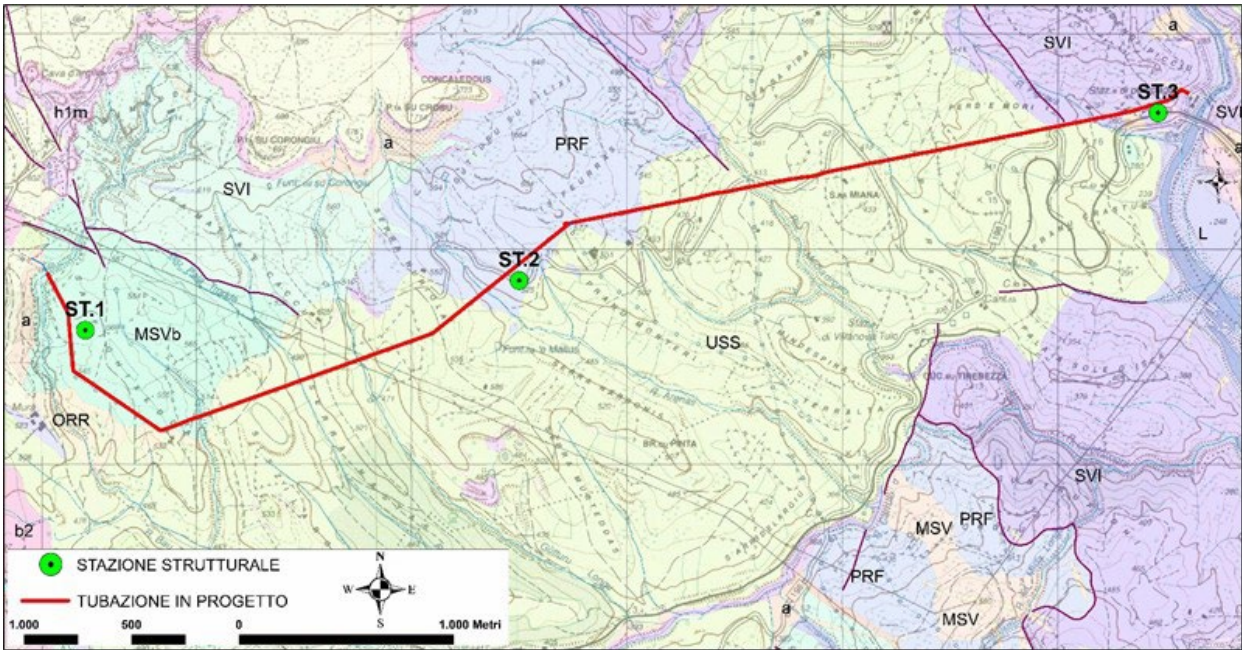


Sia il rilievo di superficie che le indagini geognostiche hanno confermato, con maggiore dettaglio, quanto emerso dall'inquadramento geologico a scala dell'area vasta circa la ripartizione tra coperture detritiche e basamento metamorfico paleozoico. Quest'ultimo, in effetti, è stato rinvenuto sia alla quota di indagine raggiunta nei pozzetti esplorativi, sia in alcuni affioramenti rinvenuti lungo il tracciato della condotta o a brevissima distanza da essa. Alcuni tratti del nuovo tracciato in affiancamento, pertanto, ricadranno nel substrato lapideo compatto e fratturato, definibile in prima battuta come ammasso roccioso, la cui caratterizzazione qualitativa e successiva parametrizzazione geotecnica hanno reso necessario l'esecuzione del rilievo strutturale su significative porzioni in affioramento.

Il rilievo ha interessato le tre principali formazioni intercettate dal tracciato, ossia le Arenarie di San Vito, i Porfiroidi Auct. e la Formazione di Monte Santa Vittoria (Fig.32), realizzando su ciascuna di esse una stazione strutturale di estensione lineare non inferiore a 10 metri ().



Figura 5 - Planimetria delle stazioni strutturali



Il rilievo geologico e la campagna di indagini geognostiche hanno consentito di definire il modello geologico associato all'area (fisiografica) di intervento, nei termini e nei contenuti previsti dalle NTC 2018, rappresentati graficamente negli elaborati di sintesi riportati nelle Tavole T1.02.03 e T1.02.04.

Gli esiti delle analisi descritte sono stati utilizzati per le valutazioni tecniche (tracciato, profondità e sezioni di scavo, tecniche di scavo) ed economiche (costi associati alle effettive attività e modalità di scavo) esposte negli altri atti del progetto.



8. COMPATIBILITÀ AMBIENTALE, PAESAGGISTICA E GENERALE DELLE OPERE

8.1 GENERALITÀ

Nell'elaborato A-05-00 "Relazione di fattibilità ambientale" si sono analizzati gli strumenti di pianificazione locale e sovracomunale per poter definire in maniera adeguata il quadro dei vincoli e le peculiarità ambientali del territorio interessato dagli interventi.

Le opere previste dal presente progetto non hanno un impatto rilevante sul territorio a regime, mentre in fase di cantiere l'ambiente subisce un effetto reversibile, e, pertanto, si riportano le linee guida e indicazioni opportune per la minimizzazione dell'impatto.

8.2 PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

Dall'analisi svolta non sono risultate perimetrazioni di aree a pericolosità idraulica derivanti dallo studio idraulico dei corsi d'acqua direttamente interessati dagli interventi in progetto.

Le opere previste ricadono invece all'interno delle Fasce di prima salvaguardia istituite dalle Norme di attuazione del PAI; pertanto (art. 30 c.3) si applicano le norme di disciplina per le aree a pericolosità idraulica molto elevata Hi.

Considerato che gli interventi consistono nella posa di una condotta in affiancamento a quella esistente e, per alcuni tratti limitati, in sostituzione della medesima (sullo stesso sedime dell'attuale), si è valutato che le opere previste in progetto siano riconducibili alla fattispecie di cui alla lett.b), c. 3 dell'art. 27 delle Norme di Attuazione, per le quali sono consentiti esclusivamente gli interventi di manutenzione straordinaria, quale appunto l'intervento in progetto.

Non è pertanto necessaria la predisposizione dello Studio di compatibilità idraulica.

La condotta premente in partenza dal sollevamento di Ponte Maxia interessa per circa 3 km della sua lunghezza aree classificate a rischio geomorfologico (Hg2, Hg3).

Considerato che gli interventi consistono essenzialmente nella posa di una condotta in affiancamento a quella esistente e, per alcuni tratti limitati, in sostituzione della medesima (sullo stesso sedime dell'attuale), si è valutato che le opere previste in progetto siano riconducibili alla fattispecie di cui alla lett.b), c. 3 dell'art. 31 delle Norme di Attuazione, per le quali sono consentiti esclusivamente gli interventi di manutenzione straordinaria, quale appunto l'intervento in progetto.

Non è pertanto necessaria la predisposizione dello studio di compatibilità geologica e geotecnica.



8.3 VINCOLO IDROGEOLOGICO

Nel primo tratto delle opere in progetto, a partire dal sollevamento Ponte Maxia, è stata riscontrata la presenza di zone tutelate ai sensi della L. 25.7.1952, n.991 “Provvedimenti in favore dei territori montani” (Art.18) e pertanto sottoposte ai vincoli del R.D. 3267/1923.

Pertanto sarà necessario richiedere il parere degli enti regionali preposti al controllo ed ottenerne il relativo nulla osta.

8.4 PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE

Gli interventi ricadono nella casistica di cui all’Allegato B del D.P.R. n. 31 del 13 Febbraio 2017, pertanto si ritiene possibile seguire l’iter di procedura semplificata per la richiesta dell’autorizzazione paesaggistica.

8.5 RETE NATURA 2000

Dall’analisi della cartografia si è rilevato che non esistono interferenze con l’area di progetto, essendo tutti i siti rientranti in Rete Natura 2000 a distanza superiore a 8 km.

8.6 AREE NATURALI PROTETTE E IBA

Dall’analisi della cartografia si è rilevato che non esistono interferenze con l’area di progetto, essendo due siti più prossimi rientranti nella perimetrazione Aree Naturali Protette, IBA in Rete Natura 2000 a distanze di 7,9 e 9,2 km.

8.7 AREE DI NOTEVOLE INTERESSE PUBBLICO

Tutto il territorio comunale di Villanova Tulo, e quindi l’area di progetto, non è risultato soggetto a vincolo quale bene paesaggistico di notevole interesse pubblico.

8.8 AREE PERCORSE DAL FUOCO

Dall’analisi della cartografia di riferimento è stato riscontrato la sovrapposizione tra l’area di cantiere, nel tratto di collettore a valle dell’impianto di potabilizzazione, e due zone site in località Is Serras - Pranu Monteri, di limitata estensione (0,84 e 1,70 ha), percorse dal fuoco il 20.7.2008.

In relazione ai vincoli, per tali aree risulta ormai decaduto il vincolo quinquennale e, in linea



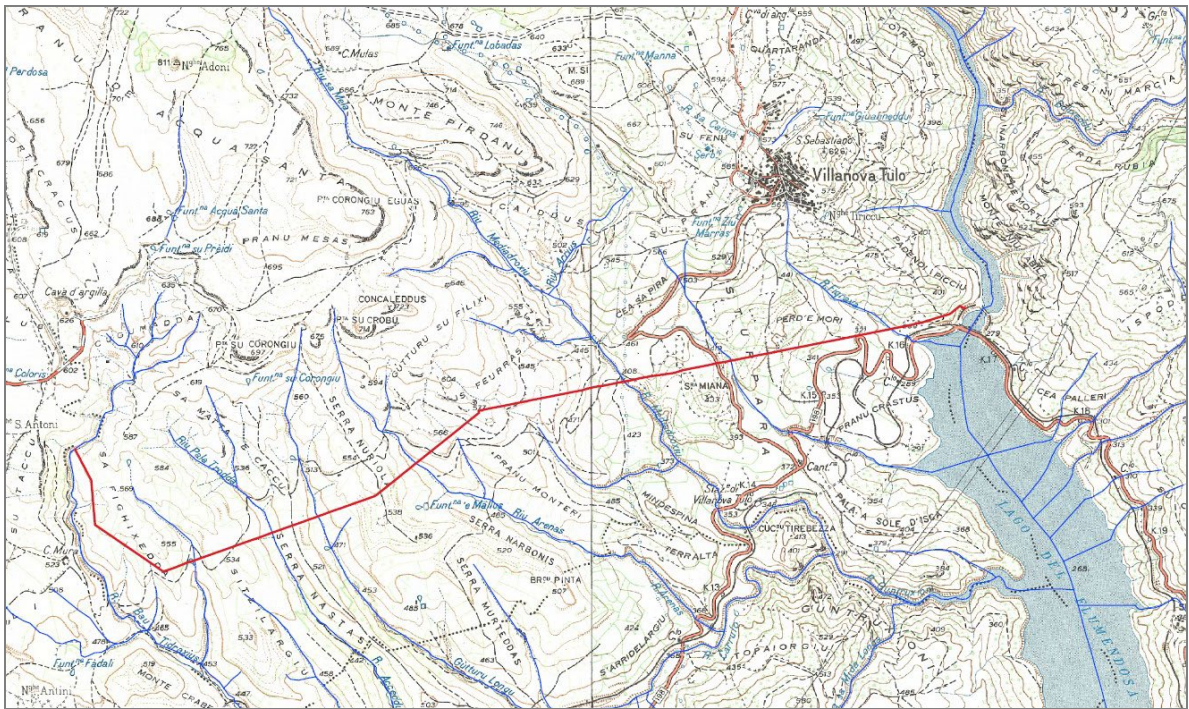
di massima, anche quello decennale, mentre permane quello quindicennale. Tuttavia l’influenza delle opere sulle suddette aree sarà limitata alla fase di cantiere, e terminati i lavori si provvederà al ripristino dello stato “ante operam”. La sistemazione avverrà mediante lo smontaggio e la rimozione delle installazioni temporanee, il rinterro dei cavi e la stesa di terreno vegetale.



9. STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO PER GLI ATTRAVERSAMENTI DEI CORSI D’ACQUA

Il tracciato delle opere in progetto attraversa numerosi corsi d’acqua, di vario calibro e importanza. Al fine di individuare le interferenze delle opere in progetto con i corsi d’acqua, il tracciato della condotta è stato sovrapposto al reticolo idrografico regionale di riferimento (Data Base Geo Topografico) 1:10.000 ed alla cartografia dell’I.G.M. 1:25000 (Figura 6).

Figura 6 - Inquadramento degli interventi (in rosso) nel reticolo idrografico di riferimento ai fini del P.A.I. – base I.G.M. 25VS



Nella relazione specialistica *B.02 Relazione idrologica-idraulica attraversamenti corsi d'acqua*, sono riportate le analisi territoriali e le analisi specifiche relative ai tratti oggetto d’intervento, per la definizione delle condizioni idrodinamiche attuali dei tratti di alveo interessato dalle opere e della posizione e tipologia delle opere in progetto, nel rispetto delle distanze minime e delle fasce di rispetto dei corsi d’acqua.

Dalle analisi è risultato che i compluvi interessati dagli attraversamenti sono caratterizzati da bacini imbriferi di modeste dimensioni (inferiore a 1 km²), ad eccezione del Rio Guntruxioni (8,4 km²) che risulta anche avere particolari caratteristiche litologiche, anche in termini di subalveo.

In conformità alle Linee Guida del PAI, le portate di piena per tutti i bacini sono state ottenute



attraverso la trasformazione afflussi-deflussi con il metodo razionale, a partire dalle curve di possibilità pluviometrica da modello probabilistico TCEV e con l'utilizzo di elaborazioni numeriche in ambiente GIS per la descrizione ed interazione delle diverse componenti territoriali coinvolte nel Piano di salvaguardia delle Fasce Fluviali del P.A.I..

Per il Rio Guntruxioni è stato svolto uno studio approfondito, con modellazione idraulica specifica per determinarne il profilo di moto permanente e le aree di allagamento sia per le portate massiche che per quelle ordinarie. Per la modellazione è stato utilizzato il noto codice di calcolo HEC-RAS.

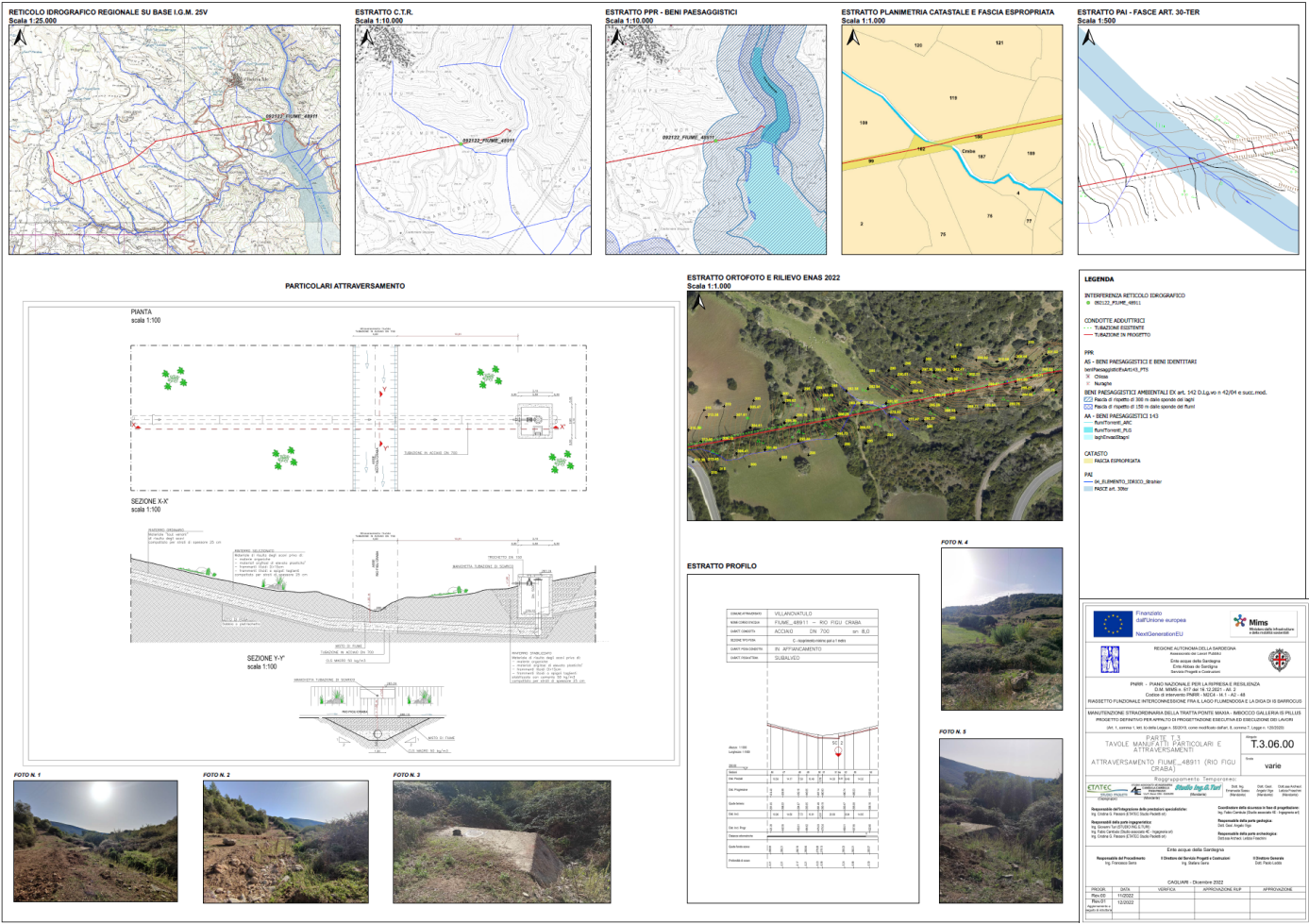
Tutti gli attraversamenti sono stati progettati in sub alveo ad una profondità tale da mantenere almeno 1 metro di ricoprimento sulla generatrice superiore della tubazione; tale condizione rispetta le indicazioni delle N.A. del PAI (art. 30 ter e art. 27) per evitare l'analisi idraulica dei corsi d'acqua attraversati e la redazione dello studio di compatibilità idraulica, limitandosi ad effettuare per ciascun caso l'asseverazione.

Inoltre, in relazione alle condizioni previste dall'art. 93 del R.D. 523/1904, vincolanti per poter ottenere il nulla osta di competenza del Genio Civile, di ciascun corpo idrico è stata individuata la sezione di piena ordinaria e a partire dai relativi cigli spondali sono state definite le fasce di larghezza pari a 10 m, all'interno delle quali vige il divieto di edificazione e in conseguenza, al di fuori di esse, sono stati ubicate le opere d'arte minori ricadenti lungo linea (pozzetti di scarico).

Per ciascun attraversamento sono state prodotte tavole specifiche con indicazione delle modalità di realizzazione delle opere ed eventuale sistemazione degli alvei.



Figura 7 – Esempio di Tavola degli attraversamenti fluviali (T.3.06.00 rio Figu Craba)





10. INTERFERENZA CON I SOTTOSERVIZI

Le aree interessate dagli interventi di progetto risultano essere interessate dalla presenza di alcuni importanti sottoservizi, oltre alle interferenze con la viabilità comunale, provinciale e statale. Particolarmente significativa risulta anche la presenza della linea elettrica aerea che corre parallelamente alla tubazione esistente, proprio all'interno della fascia di servitù nella disponibilità di Enas.

Nella relazione *B.03.00 Relazione sui servizi interferenti e risoluzioni*, cui si rimanda, sono descritte le attività preliminari condotte, le comunicazioni inviate, le segnalazioni ricevute e le rispettive indicazioni progettuali o di vincolo.

Di tutto ciò si è tenuto debito conto nella definizione di dettaglio delle opere e del costo di realizzazione delle stesse, oltre che in relazione alle esigenze di mantenimento in esercizio degli impianti e della sicurezza propria delle maestranze impegnate nella realizzazione delle opere in progetto.



11. GESTIONE DELLE MATERIE E ATTRIBUZIONE SCAVABILITÀ

La scelta delle tipologie di sezione di scavo in funzione delle litologie presenti lungo il tracciato dell'opera è stata effettuata a partire dalla mappa delle facies geologiche individuate a seguito delle indagini geognostiche e dei sopralluoghi effettuati dal geologo del RTP, individuabili nel profilo geologico allegato.

A ciascuna facies è stato attribuito un litotipo con specifiche caratteristiche geotecniche in base alle quali sono state valutate le condizioni di scavabilità e di conseguenza l'assegnazione dei prezzi unitari per l'esecuzione degli scavi alle differenti condizioni.

Le tabelle allegate alla presente relazione e a quella per la Gestione delle Materie illustrano nel dettaglio per i tratti ritenuti omogenei le suddette associazioni, inclusa la ripartizione percentuale delle diverse tipologie di terreno eventualmente presenti nella stessa sezione di scavo.

Con riferimento al DPR 120/2017, sono stati effettuati i campionamenti e le analisi chimiche del materiale prelevato lungo il tracciato ed è stata predisposta apposita relazione sulla gestione delle materie.

12. DISPONIBILITÀ DELLE AREE E PIANO PARTICELLARE DI ESPROPRIO

L'opera esistente oggetto dell'intervento, denominata anche "Acquedotto industriale Sarcidano" è stata realizzata negli anni '80 dall'allora Consorzio per l'Area di Sviluppo Industriale (ASI) della Sardegna Centrale, al fine di garantire l'alimentazione idrica della nascente Zona Industriale di Isili, in località Perd'e Cuaddu.

Con Decreto del Presidente della Regione n. 135/2007 è stato riconosciuto il carattere "multisetoriale" (civile, irriguo, industriale) dell' "acquedotto industriale del Sarcidano", e pertanto è stato stabilito il trasferimento dell'opera in gestione all'Ente Acque della Sardegna (ENAS).

Con riferimento alla situazione catastale, all'epoca della realizzazione dell'acquedotto "Sarcidano" l'ASI Consorzio Sardegna Centrale si occupò della procedura espropriativa, tanto che attualmente sulle mappe catastali risulta il frazionamento di una fascia della larghezza media di 8 m per tutta la lunghezza dell'acquedotto.



Tuttavia non è stato rinvenuto il decreto prefettizio di esproprio dell'epoca e risulta che le aree sono ancora intestate ai privati. Pertanto L'ENAS ha recuperato i documenti dell'epoca comprovanti il pagamento delle indennità di esproprio e la relativa accettazione da parte dei proprietari presso il Consorzio Industriale Provinciale (ex ASI Consorzio Sardegna Centrale) e, avvalendosi della collaborazione dell'Avvocatura dello Stato, ha in corso le attività per la trascrizione al demanio idrico RAS delle aree relative alla citata fascia di esproprio ricadente nel territorio di Vilanova Tulo. Per un numero limitato di particelle della fascia di esproprio non è stata rinvenuta la necessaria documentazione comprovante il pagamento e l'accettazione delle indennità di esproprio: per queste particelle si procederà ai sensi dell'art. 42 bis del DPR 327/2001 "Utilizzazione senza titolo di un bene per scopi di interesse pubblico".

La posa delle nuove tubazioni in progetto è prevista sostanzialmente in affiancamento alla condotta esistente, all'interno della citata fascia di larghezza pari a circa 8 metri. Non saranno, quindi, necessari ulteriori espropri.

Per quanto attiene le modalità di realizzazione e la fase di cantiere, per tenere conto di tutti gli aspetti realizzativi, logistici e anche delle necessità temporali di realizzazione delle opere, si sono valutate anche le necessità di occupazione temporanea di aree adiacenti e opportunamente collocate:

- nel primo tratto della lunghezza di circa 500 m, la fascia in corso di acquisizione al Demanio idrico RAS è costituita da una pista a mezza costa di larghezza limitata, non è possibile estendere troppo lateralmente le aree di lavoro, pertanto si è concordato con l'amministrazione, di prevedere uno slargo al termine della citata tratta;
- per il resto del tracciato, si è stabilito di delimitare una fascia di larghezza variabile lungo uno dei due margini della trincea di posa delle tubazioni, con larghezza massima di 14 metri; in taluni casi, ove la posa della condotta avverrà in prossimità del limite dell'area nelle disponibilità di Enas, è stata delimitata una fascia di 3-4 metri di larghezza anche nel margine più prossimo alla trincea di scavo;
- gli spazi per il deposito temporaneo delle tubazioni o delle apparecchiature, saranno ricavati all'interno della fascia di occupazione temporanea;
- sono previsti alcuni accessi alla pista di cantiere dalla viabilità presente nell'area di intervento.

Nelle somme a disposizione del quadro economico è inserito un importo per tali richieste di



occupazione temporanea. Non si escludono, comunque, eventuali esigenze differenti da verificare durante il cantiere, anche in relazione all’effettiva organizzazione delle imprese e/o ad eventuali ulteriori problematiche non definibili nella presente fase progettuale.

Studio
Ing. G. Turi

Ing. EMANUELA
SASSU

Dott. Geol.
Angelo VIGO

Archeol. L.
Franchini



13. INDICAZIONI E PRESCRIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA

13.1 RIFERIMENTI AGLI ATTI DI PROGETTO

Nell'Atto A.12.00 *Piano di Sicurezza e Coordinamento*, cui si rimanda, è riportato il PSC allegato alla presente progettazione definitiva per appalto integrato. Si rimanda al PSC e alle tavole specifiche per tutti gli opportuni riferimenti e considerazioni.

13.2 VALUTAZIONI PREVENTIVE IN MERITO AL RISCHIO BELLICO

La posa delle tubazioni di acquedotto e i manufatti è prevista all'interno della fascia già ampiamente rimaneggiata per la costruzione dell'attuale linea e dei corrispondenti manufatti, oltre che per la costruzione delle altre interferenze (fondazioni dei tralicci della linea elettrica e tubazione Abbanoa in affiancamento in un tratto di interesse).

In periodo bellico non è segnalata la presenza di obiettivi sensibili nelle immediate vicinanze dei tracciati oggetto di posa.

Inoltre le aree oggetto d'intervento sono già sede di numerosi sottoservizi vari, inoltre le condotte idriche di progetto sono posate in affiancamento ed alla stessa profondità di quelle esistenti.

In funzione delle osservazioni soprariportate e della limitata profondità degli scavi, si conclude come sia da escludersi il rischio bellico per i lavori in oggetto.



14. CRONOPROGRAMMA E INDICAZIONI PER LA PROSECUZIONE DELL'ITER DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

14.1 CRONOPROGRAMMA AMMINISTRATIVO

Nel DIP alla base della presente progettazione, era riportato il seguente cronoprogramma relativo all'intera procedura di redazione del progetto fino alla realizzazione. Nel cronoprogramma delle fasi attuative dell'intervento (Figura 8) sono riportate le durate che consentono il rispetto delle scadenze del PNRR relativamente all'aggiudicazione e al completamento delle attività (ultimazione dei lavori), evidenziate in rosso.

Figura 8 – Cronoprogramma delle fasi di progettazione e realizzazione delle opere da DIP 2022

Riaspetto funzionale interconnessione fra il lago Flumendosa e la Diga di Is Barrocos FINANZIAMENTO PNRR (MIMS) - CUP: I87H21004870005			
CRONOPROGRAMMA ATTUATIVO			
durata in mesi	descrizione attività/fase	Inizio	Fine
2	Redazione documenti gara servizi ingegneria (AQ)	01/09/2021	31/10/2021
7	Gara d'appalto per accordo quadro servizi di ingegneria	01/11/2021	31/05/2022
2	Affidamento rilievi planoaltimetrici con APR	01/03/2022	30/04/2022
2	Esecuzione e restituzione rilievi planoaltimetrici	01/05/2022	30/06/2022
2	Affidamento indagini geognostiche e di caratterizzazione terreni	01/06/2022	31/07/2022
2	Esecuzione indagini geognostiche e di caratterizzazione terreni	01/08/2022	30/09/2022
1	Tempi tecnico amministrativi per avvio attività progettuale	01/06/2022	30/06/2022
2	Affidamento diretto verifica PD e PE	01/06/2022	31/07/2022
3	Redazione PD	01/07/2022	30/09/2022
1,5	istruttoria interna e 1a fase verifica PD	01/10/2022	15/11/2022
0,5	Adozione del PD	16/11/2022	30/11/2022
2	Conferenza dei servizi decisoria sul PD	01/12/2022	31/01/2023
1,5	eventuale aggiornamento PD e chiusura verifica	01/02/2023	15/03/2023
0,5	approvazione PD	16/03/2023	31/03/2023
6	Gara d'appalto per PE + esecuzione lavori	01/04/2023	30/09/2023
1	Tempi tecnico amministrativi per avvio attività progettuale	01/10/2023	31/10/2023
2	Redazione PE	01/11/2023	31/12/2023
2	istruttoria interna e 1a fase verifica PE	01/01/2024	29/02/2024
0,5	Adozione ENAS	29/02/2024	15/03/2024
1	approvazione PE	15/03/2024	15/04/2024
3	avvisi art. 17 - rich. DOU - DOU - notifiche DOU - immissioni in possesso	15/04/2024	15/07/2024
1	Tempi tecnico amministrativi per avvio esecuzione	16/07/2024	15/08/2024
19,7	esecuzione lavori	16/08/2024	30/03/2026

Con riferimento a quanto sopra, risulta che al momento il cronoprogramma non si discosta in modo significativo da quello previsto.



L189 RIASSETTO FUNZIONALE INTERCONNESSIONE FRA IL LAGO FLUMENDOSA E LA DIGA DI IS
BARROCUS: MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA TRATTA PONTE MAXIA – GALLERIA IS PILLUS
PROGETTO DEFINITIVO

PAG. 39

A.01.00-Rev05 RelazioneGenerale.doc



Figura 10 – Quadro economico del progetto definitivo

Riassetto funzionale dell'interconnessione fra il lago Flumendosa e la Diga di Is Barrocos											
Manutenzione straordinaria della tratta Ponte Maxia – imbocco Galleria Is Pillus (appalto di progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori)											
CUP I87H21004870005											
PNRR-M2C4-I4.1-A2-48											
- QUADRO ECONOMICO Marzo 2023 -											
a) Lavori e prestazioni in appalto										€	6'621'844.48
1. Importo per lavori a base d'asta										€	6'346'875.07
2. Importo per costi della sicurezza non soggetto a ribasso										€	211'913.17
3. Progettazione esecutiva (inclusi oneri previdenziali)										€	63'056.24
Importo totale appalto										€	6'621'844.48
b) Somme a disposizione dell'amministrazione										€	3'672'185.98
1. Lavori in economia previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi a fa										€	-
2. Rilievi, accertamenti e indagini										€	-
3. Allacciamenti ai pubblici servizi e diritti di attraversamento										€	20'000.00
4. Imprevisti (circa 15% di a.1 + a.2, compreso premio di accelerazione (DL 77/2021 art. 50 c.4))										€	988'665.94
5. Acquisizione aree o immobili, occupazioni temporanee e pertinenti indennizzi										€	97'500.00
6. Spese di cui all'art. 16 c. 1 lett. b) punto 7 del D.P.R. 207/2010:										€	83'952.49
fondo incentivante dipendenti ENAS										€	83'952.49
7. Spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, di verifica e validazione, assunzioni TD supporto al RUP										€	420'000.00
8. Spese per commissioni giudicatrici										€	-
9. Spese per pubblicità e contributi di gara										€	50'000.00
10.1 Collaudo tecnico amministrativo (inclusi oneri previdenziali)										€	26'273.44
10.2 Spese per accertamenti di laboratorio, verifiche tecniche										€	20'000.00
11. Fondo per accordi bonari (3% di a.1 + a.2)										€	196'763.65
12. I.V.A. ed eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge										€	1'769'030.46
IVA su a)										€	1'456'805.79
IVA su b)1.-b)5., b)7. (su € 20.000), b)8.+b)11										€	312'224.67
Importo totale somme a disposizione										€	3'672'185.98
Totale complessivo										€	10'294'030.46
Di cui:											
Sul finanziamento PNRR										€	8'525'000.00
IVA (non ammissibile al finanziamento PNRR) a carico ENAS										€	1'769'030.46



16. ELENCO DEGLI ATTI DEL PROGETTO DEFINITIVO

Il presente progetto definitivo è costituito dai seguenti atti.

Elaborati tecnico amministrativi				Rev	Data
A Relazioni tecnico-descrittive generali					
A.	00.	00	Elenco elaborati	04	Gen '23
A.	01.	00	Relazione generale	05	Mar '23
A.	02.	00	Studio di Fattibilità Ambientale	00	Nov '22
A.	03.	00	Relazione paesaggistica semplificata	01	Dic '22
A.	04.	01	Relazione Archeologica	00	Nov '22
A.	04.	02	Inquadramento generale. Carta Beni Archeologici noti	00	Nov '22
A.	04.	03	Carta del rischio archeologico	00	Nov '22
A.	05.	00	Documentazione fotografica	00	Nov '22
A.	06.	00	Relazione sulla sostenibilità dell'opera	01	Gen '23
A.	07.	00	Relazione di verifica dei criteri ambientali minimi	00	Gen '23
B Relazioni parte specialistica					
B.	01.	00	Relazione idraulica acquedotto	01	Dic '22
B.	02.	00	Relazione idrologico-idraulica attraversamenti corsi d'acqua e Allegati	00	Nov '22
	All_1		Calcoli idrologici	00	Nov '22
	All_2		Simulazioni idrauliche HEC-RAS - Rio Guntruxioni	00	Nov '22
	All_3		Verifiche alle azioni di trascinamento - Rio Guntruxioni	00	Nov '22
	All_4		Simulazioni idrauliche HEC-RAS - Alvei minori	00	Nov '22
B.	03.	00	Relazione sui servizi interferenti e risoluzioni	00	Nov '22
B.	04.	01	Relazione geologica	01	Dic '22
B.	04.	02	Report delle indagini geognostiche	00	Nov '22
B.	05.	00	Relazione geotecnica	01	Dic '22
B.	06.	00	Relazione statica	00	Nov '22
B.	07.	00	Relazione sulla Gestione delle materie	02	Gen '23
C Piano particellare e aspetti catastali					



L189 RIASSETTO FUNZIONALE INTERCONNESSIONE FRA IL LAGO FLUMENDOSA E LA DIGA DI IS
BARROCUS: MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA TRATTA PONTE MAXIA – GALLERIA IS PILLUS

PROGETTO DEFINITIVO

A.01.00-Rev05 RelazioneGenerale.doc

PAG. 42

C.	01.	00	Piano particellare: relazione, tabelle, planimetrie	01	Dic '22
G Cronoprogramma					
G.	01.	00	Cronoprogramma e relazione esplicativa	02	Gen '23
H Elaborati economici					
H.	01.	00	Elenco dei prezzi unitari	04	Gen '23
H.	02.	00	Analisi dei prezzi non riportati nei listini ufficiali e dei prezzi a corpo	04	Gen '23
H.	03.	00	Computo Metrico Estimativo	04	Gen '23
H.	04.	00	Computo Metrico	04	Gen '23
H.	05.	00	Quadro economico	04	Gen '23
H.	06.	00	Quadro dell'incidenza percentuale della manodopera	04	Gen '23
L Capitolati					
L.	01.	00	Schema di contratto	01	Gen '23
L.	02.	00	Capitolato speciale d'appalto - Parte prima	01	Mar '23
L.	03.	00	Capitolato speciale d'appalto - Parte seconda	01	Gen '23
S Sicurezza					
S.	01.	00	Piano di sicurezza e coordinamento	02	Gen '23
S.	02.	00	Layout di cantiere	02	Gen '23
S.	03.	00	Computo costi della sicurezza	02	Gen '23
S.	04.	00	Fascicolo dell'opera	01	Dic '22
S.	05.	00	Analisi nuovi prezzi costi sicurezza	00	Gen '23
Elaborati grafici					
T.1 Tavole generali e di inquadramento territoriale				Rev	Data
T.1	01.	01	Corografia generale d'inquadramento delle opere in progetto su IGM	00	Nov '22
T.1	02.	00	Inquadramento degli interventi nel Piano Paesaggistico Regionale - P.P.R.	00	Nov '22
T.1	03.	00	Inquadramento degli interventi nei piani per l'assetto idrogeologico (P.A.I. , P.G.R.A.)	00	Nov '22
T.1	04.	00	Inquadramento degli interventi - Vincolo idrogeologico	00	Nov '22



T.1	05.	00	Corografia generale stato di fatto e opere in progetto su ortofoto	00	Nov '22
T.1	05.	01	Corografia generale stato di fatto e opere in progetto su CTR	00	Nov '22
T.1	06.	00	Carta geologica	00	Nov '22
T.1	07.	01/07	Profilo geologico da 1 a 7	01	Dic '22
T.1	08.	00	Verifica di stabilità delle sezioni di scavo	01	Dic '22

T.2 Tavole planimetrie e profili di progetto

T.2	00.	00	Planimetria Piano particellare, aspetti catastali. Planimetria generale	01	Dic '22
T.2	01.	01/07	Planimetria di dettaglio e profilo su rilievo aerofotogrammetrico	03	Gen '23
T.2	02.	01/07	Planimetria di dettaglio e profilo su ortofoto	03	Gen '23
T.2	03.	00	Profilo schematico	01	Dic '22
T.2	04.	00	Sezioni Trasversali stato di fatto e di progetto	01	Dic '22

T.3 Tavole manufatti particolari e attraversamenti

T.3	01.	00	Stazione di sollevamento e primo tratto sub-verticale. Planimetria e particolari collegamenti e opere in progetto	01	Dic '22
T.3	02.	00	Potabilizzatore P. Munteri. Planimetria e particolari opere civili	02	Dic '22
T.3	03.	00	Potabilizzatore P. Munteri. Schema idraulico	02	Dic '22
T.3	04.	00	Attraversamento strada provinciale S.P. 52	02	Dic '22
T.3	05.	00	Attraversamento Fiume_48911 (Rio Figu Craba)	01	Dic '22
T.3	06.	00	Attraversamento Fiume_36944 (Rio Acqua Guttura)	01	Dic '22
T.3	07.	00	Attraversamento Rio Guntruxioni	01	Dic '22
T.3	08.	00	Attraversamento Fiume_42167 (Rio S'Acciatori)	01	Dic '22
T.3	09.	00	Attraversamento Fiume_65675 (Rio Su Nurazzolu)	01	Dic '22
T.3	10.	00	Attraversamento Rio Arenas	01	Dic '22
T.3	11.	00	Attraversamento Fiume_64991 (Rio Sa Mandra)	01	Dic '22
T.3	12.	00	Attraversamento Rio Trodda (Rio Pala Sa Trota)	01	Dic '22
T.3	13.	00	Attraversamento Fiume_64639 (Rio Gutturu)	01	Dic '22
T.3	14.	00	Attraversamento Compluvio IGM_2 (Rio Fighixedda)	01	Dic '22



L189 RIASSETTO FUNZIONALE INTERCONNESSIONE FRA IL LAGO FLUMENDOSA E LA DIGA DI IS
BARROCUS: MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA TRATTA PONTE MAXIA – GALLERIA IS PILLUS
PROGETTO DEFINITIVO

A.01.00-Rev05 RelazioneGenerale.doc

PAG. 44

T.4 Tavole generali manufatti tipo e sezioni di scavo e ripristino				
T.4	01.	00	Sezioni tipo di scavo e posa tubazioni	01 Dic '22
T.4	02.	00	Opere d'arte minori: pozzetti di sfiato	02 Dic '22
T.4	03.	00	Opere d'arte minori: pozzetti di scarico	02 Dic '22
T.4	04.	00	Opere d'arte minori: pozzetti di sezionamento	02 Dic '22
T.4	05.	00	Protezione catodica	00 Gen '23

Cagliari, marzo 2023

DOCUMENTO FIRMATO DIGITALMENTE

La presente copia e' conforme all'originale depositato presso gli archivi dell'Azienda

85-F3-C9-AA-BA-05-94-FD-F7-09-A5-4F-BF-65-9A-50-CC-41-8E-51

PAdES 1 di 3 del 30/03/2023 15:38:46

Soggetto: Passoni Cristina Giuseppina

S.N. Certificato: 1DFE3121

Validità certificato dal 18/06/2020 00:00:00 al 18/06/2023 23:59:59

Rilasciato da ArubaPEC S.p.A.

PAdES 2 di 3 del 31/03/2023 09:37:12

Soggetto: VALLARIO MICHELE

S.N. Certificato: 52084549

Validità certificato dal 13/09/2022 00:00:00 al 12/09/2025 23:59:59

Rilasciato da ArubaPEC S.p.A.

PAdES 3 di 3 del 04/04/2023 12:54:52

Soggetto: Francesco Serra

S.N. Certificato: 36833E58

Validità certificato dal 21/02/2022 16:13:38 al 28/12/2024 08:38:38

Rilasciato da ArubaPEC S.p.A.
