



REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

FSC

Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione



CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

CUP G54H17000650002 - CAT. P0917

FONDO DI SVILUPPO E COESIONE 2014 - 2020.

"Revisione Distretti Sassu 1 - 2 - 3 - 4 - 5 di Arborea.

Sostituzione di reti vetuste."

RELAZIONE GENERALE E TECNICA

Il progettista
Geom. Fanari Enzo

V. il Resp. del procedimento
Dott. Ing. Giorgio Bravin

All.

A / 1

Scala

Data

Data appr.

REV.

Data

REV. 2



CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE

Revisione Distretti Sassu 1-2-3-4-5 di Arborea. Sostituzione di reti vetuste. Impianto Sassu 4

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

RELAZIONE GENERALE E TECNICA



PREMESSA

Il Patto per lo Sviluppo della Regione Sardegna stipulato il 29 luglio 2016 tra il Presidente del Consiglio dei Ministri e il Presidente della Regione Sardegna ha programmato la quota regionale di risorse del Fondo di Sviluppo e Coesione (FSC) per il periodo 2010-2020.

Con la Deliberazione della Giunta Regionale n° 35/37 del 18 luglio 2017 è stato approvato il Programma di interventi strutturali relativi all'Area Tematica 3.b Agricoltura - Linea d'Azione 3.b.3.1. "Interventi volti a rendere più efficiente l'uso d'acqua nell'agricoltura", in coerenza con quanto definito attraverso le delibere del CIPE n° 25/2016, 26/2016.

Con la Determinazione del Direttore del Servizio di Programmazione e Governance dello Sviluppo Rurale n° 22180/741 del 04.12.2017 è stata delegata l'attuazione dell'intervento "Revisione Distretti Sassu 1-2-3-4-5 di Arborea. Sostituzione di reti vetuste" con assegnazione dell'importo pari a € 2'600'000,00 al Consorzio di Bonifica dell'Oristanese.

Con l'Atto di Indirizzo del 13 ottobre 2017 vengono fornite al Responsabile del Procedimento le indicazioni per la redazione del Documento Preliminare alla Progettazione, che viene redatto in pari data.

Sempre in data 13 ottobre 2017 con Determinazione n° 89 veniva affidato l'incarico per la progettazione ed il coordinamento sicurezza all'Ing. Giorgio Bravin, funzionario del Consorzio di Bonifica dell'Oristanese.

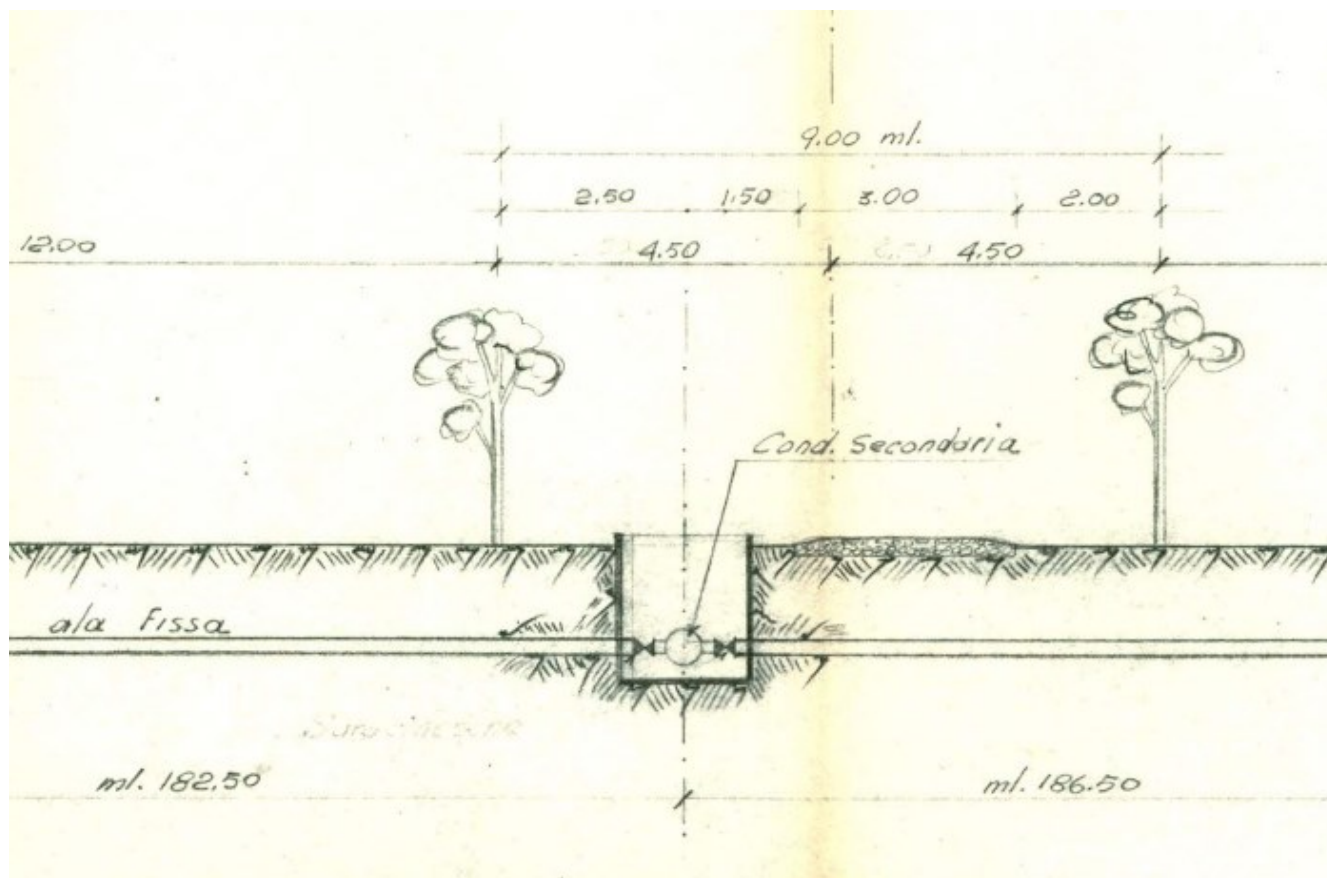
Con Determinazione del Direttore del Servizio Tecnico n. 122 del 18/11/2019, si è proceduto alla rimodulazione degli incarichi in capo al Servizio, pertanto, l'incarico per la progettazione e direzione lavori dell'intervento in questione, è stata affidata al Geom. Fanari Enzo, funzionario dell'Ente.

UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E STATO DI FATTO

Il Distretto Sassu, di cui l'impianto "4" fa parte, è il risultato della storica bonifica dello stagno omonimo. Gli impianti di sollevamento e le reti irrigue sono state attrezzate a partire dagli anni '70 con uno schema idraulico composto da una o più adduttrici principali, diramantesi

dall'impianto di sollevamento, da cui derivano condotte secondarie che fungono anche da distributrici.

Ogni impianto eroga la risorsa idrica su 441 ha circa di territorio. Le diramazioni delle ali fisse di campo, ognuna dotata di idrovalvola d'intercettazione, derivano direttamente dalla secondaria. Nello schema seguente si riporta la copia di uno degli allegati al progetto d'irrigazione, che descrive lo schema adottato:



Le condotte principali e secondarie sono state realizzate in cemento amianto, tranne alcuni tratti singolari dove è stato utilizzato acciaio. Le ali di campo, dotate di pozzetti porta-irrigatori, sono in PVC DN 90-63.

Il percorso delle tubazioni asseconda l'assetto fondiario regolare conseguente alla bonifica dello stagno Sassu. La sequenza delle opere di bonifica integrale irrigua, iniziata negli

anni '40, è regolata dalla rete di dreno principale, a canali paralleli che sfociano nel canale Acque Basse ad interasse di 400 m; al centro della fascia così definita è ubicata la condotta secondaria da cui diramano le ali fisse, in destra e sinistra, della lunghezza di poco inferiore ai 200 m. Al fianco della condotta (vedi figura precedente) corre la strada di servizio.

L'immagine satellitare è eloquente, riferita alla rete irrigua diramantesi dall'impianto "4", oggetto del presente intervento, ubicato in comune di Arborea, F° 2 mapp. 224, alle coordinate Gauss-Boaga 1'467'607,40 E - 4'407'910,90 N, rilevabile nella CTR sez. 528160.



Attualmente l'esercizio irriguo, formalmente alla domanda ma in effetti "turnato", permette l'adacquamento delle colture, principalmente mais, con circa 50 irrigatori ad aspersione da circa 1.00 l/s a 35 mH₂O per ogni derivazione secondaria, corrispondente, nella norma, a 5 ali fisse di campo. Pur trascurando l'effetto dell'insufficienza di carico sul corretto funzionamento degli aspersori in alcune zone del comprensorio, con l'attuale assetto colturale

e poderale, la turnazione nell'ambito della secondaria riesce a fornire a malapena il volume d'adacquamento necessari nella settimana di punta. In caso di guasto all'impianto o alle condotte, quest'ultima eventualità è purtroppo frequente stante la vetustà delle tubazioni, non è possibile fornire le corrette quantità d'acqua necessarie alla coltura.

In armonia a quanto richiesto dalla Comunità Europea negli anni 2000, inoltre, era prevista l'installazione di misuratori di volume erogato. L'architettura dell'impianto, però, non aveva permesso di effettuare una misura a livello "aziendale" in quanto, avendo ogni utente a disposizione un elevato numero di ali di campo derivanti dalla secondaria (mediamente circa 13), l'investimento necessario avrebbe impegnato una quantità ingente di risorse. Si era pertanto prevista una misurazione progressiva sulla secondaria in ragione di 1 misura ogni 13-15 ettari, sulla scorta della quale, ricorrendo ad un meccanismo di riparto, sarebbe stato contabilizzato il consumo di ogni utente. La macchinosità e l'imprecisione di tale procedimento non soddisfa appieno gli intenti del provvedimento europeo.

I PARAMETRI PROGETTUALI

In primis viene determinato il fabbisogno irriguo dedotto da criteri di operatività, secondo quanto riscontrato presso gli utenti del distretto.

Si assume, come metodo di utilizzazione dell'impianto, l'esercizio irriguo turnato.

L'impianto di sollevamento "Sassu 4" è dotato di 5 elettropompe rispettivamente di 70-120-120-140-140 l/s per un totale, quindi, pari a 590 l/s con una prevalenza di 50 m nel punto di massimo rendimento.

Ipotizzando, come più ampiamente descritto negli allegati al progetto, una consegna ad idrante ogni 108 m, corrispondente a 4 derivazioni d'ala attuali, viene calcolata la lunghezza massima della tubazione necessaria al funzionamento contemporaneo di due idranti in modo da fornire l'acqua necessaria al ciclo vegetativo delle colture più esigenti. Tale quantitativo viene fornito in 8 ore ogni 7 giorni, al fine di consentire l'adozione di due turni giornalieri (16 ore) e sospendere l'irrigazione da sabato pomeriggio a lunedì mattina. Nei periodi di maggior stress

idrico, quindi, la dotazione è aumentabile di ulteriori 8 ore al giorno (terzo turno) e la frequenza di adacquamento può essere aumentata a una ogni tre giorni e mezzo.

Ipotizzando un sistema di irrigazione ad aspersori bigetto (5.5+4.2 mm) su ala fissa o mobile (sistema a basso rendimento ma ancora molto in uso nel comprensorio, di cui si auspica una progressiva conversione in sistemi più performanti) sono necessarie meno di 8 ore per erogare la quantità necessaria dall'idrante selezionato.

Sulla secondaria verranno installati una coppia di idranti dotati di contatore a tessera programmabile DN 150 (per portate derivabili di circa 40 l/s) uno per i campi a sinistra (senso idraulico) ed uno per i campi a destra; in tali ipotesi, potendo funzionare contemporaneamente 2 coppie di idranti per turno, in 5 giorni verranno aperti 10 idranti, appartenenti ad un tronco di condotta in PVC DN 280 di 540 m circa. Nel caso la secondaria sia più lunga, il tratto eccedente di condotta secondaria sarà in PVC 400. Calcolata quindi la portata massima di ogni secondaria si procede al dimensionamento delle condotte principali.

IL PROGETTO

Il progetto si pone l'obiettivo di mantenere la piena funzionalità della rete nella zona interessata dai lavori, che attualmente evidenzia un forte deterioramento delle tubazioni, garantendo anche nel medio termine, il corretto svolgimento del servizio irriguo.

L'intervento si concretizza sostanzialmente, nella manutenzione straordinaria di una porzione ben definita del distretto irriguo di Sassu 4, che prevede la sostituzione di due condotte principali tra quelle presenti, e diverse secondarie della rete irrigua esistente, lasciando pressoché inalterate le ali di campo.

Le opere in progetto, in conformità alle disposizioni del D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, sono pienamente coerenti con le previsioni dell'art. 3, che definisce quanto segue, *"interventi di manutenzione straordinaria", le opere e le modifiche necessarie per rinnovare e sostituire parti anche strutturali degli edifici, nonché per realizzare ed integrare i servizi igienico-sanitari e tecnologici, sempre che non alterino la volumetria complessiva degli edifici e non comportino*

mutamenti urbanisticamente rilevanti delle destinazioni d'uso implicanti incremento del carico urbanistico.

Il progetto prevede specificamente, la sostituzione integrale della principale nord e della principale sud della rete esistente, nonché le condotte secondarie che insistono nelle fasce 30, 31 e 32.

Le secondarie presenti nelle fasce 27, 28, e 29, verranno collegate alla principale di nuova formazione.

Le ali di campo resteranno pressoché invariate, e saranno interessate dall'intervento di manutenzione in progetto, limitatamente all'attività da svolgersi nella zona di innesto, per il collegamento alle nuove distributrici.

Le nuove condotte, come già detto, ripercorrono il tracciato delle condotte esistenti, affiancandole.

Dalla nuova secondaria verranno diramate le prese d'idrante, una per il campo destro ed una per il sinistro (senso acqua), in ragione di una ogni 108 m, dotate di misuratore a tessera.

Il collegamento alle ali fisse esistenti e che non verranno modificate, verrà garantito da un pettine di distribuzione in PVC DN 160, che alimenta un blocco di quattro ali per lato.

Dall'esame degli elaborati di progetto, si rileva che la lunghezza complessiva delle nuove condotte sarà pari a circa 18 000 m. suddivisa come segue:

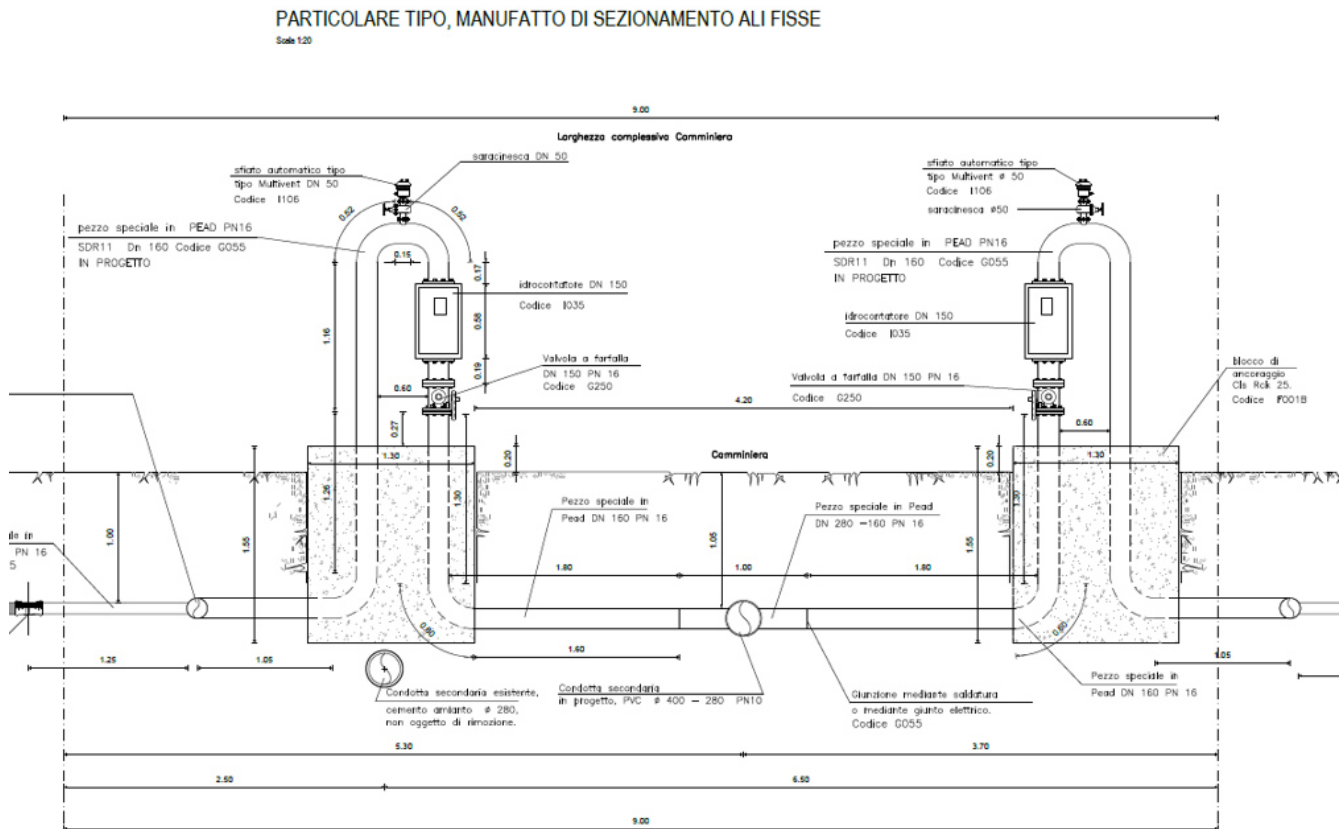
- Condotte in PRFV DN 500	=	793,50 m.;
- Condotte in PVC DN 400	=	1 581,88 m.;
- Condotte in PVC DN 280	=	2 761,59 m.;
- Condotte in PVC DN 160	=	4 624,00 m.;
- Condotte in acciaio DN var.	=	3,80 m.;
- Condotte in PEAD DN var.	=	1 698,91 m.;
Sommano	=	11 463,68 m.

La superficie interessata dai lavori di manutenzione straordinaria in progetto, risulta complessivamente pari a 225 Ha.

Dall'esame dei dati sopra esposti, si evince che l'intervento in progetto, con riferimento alle disposizioni del Decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152, allegati II bis e IV della parte seconda, non rientra tra i progetti sottoposti alla verifica di assoggettabilità VAS, di competenza statale o regionale.

I lavori in progetto verranno realizzati in concomitanza con il servizio irriguo consortile, pertanto, La vecchia condotta, in cemento amianto, verrà rimossa con uno specifico finanziamento dedicato, solo dopo che la nuova rete sarà entrata in esercizio.

Di seguito un esempio di allaccio alla condotta secondaria:



Con questo intervento, pertanto, saranno raggiunti i seguenti obiettivi:

- Mantenimento dell'architettura della rete irrigua e della viabilità di servizio attuale, evitando nuove occupazioni e variazioni della mobilità interpoderale;
- Ridotta necessità di investimenti privati per la revisione degli impianti aziendali, limitati all'allaccio delle ali fisse di campo alla nuova consegna, evitando la sostituzione delle ali di campo esistenti;
- Riduzione dei punti di derivazione dalla secondaria e conseguente riduzione dell'incidenza di guasti (uno ogni 108 m anziché 27 m);
- Misurazione dei quantitativi d'acqua erogati a livello aziendale;

Il Progetto definitivo - esecutivo redatto dal Consorzio, nello specifico prevede i seguenti interventi:

POZZETTO DI PARTENZA

In tale manufatto si prevede il rifacimento integrale del pozzetto in cls e della porzione finale di collettore in uscita dall'impianto, procedendo al rifacimento dei collegamenti alle condotte principali, e prevedendo il riutilizzo delle saracinesche a corpo ovale esistenti.

Le lavorazioni previste sono le seguenti:

- Smontaggio della porzione finale del collettore in acciaio di uscita DN 600, delle apparecchiature di manovra, e dei pezzi speciali presenti all'interno del pozzetto;
- Demolizione dei blocchi di ancoraggio e del pozzetto esistenti, con smaltimento dei detriti presso discarica autorizzata;
- Scavo per la realizzazione del pozzetto di manovra e svellimento della porzione di condotta principale da rimuovere;
- Realizzazione della struttura in cls armato del pozzetto in cls, avente dimensioni pari a m. 4.50*3.20, e posa in opera del nuovo pezzo speciale in acciaio zincato per il collegamento alle nuove principali;
- Posa in opera delle saracinesche a corpo ovale precedentemente smontate, con relativi sfiati, giunti di smontaggio e giunto di dilatazione a soffietto;

PRINCIPALE NORD

La condotta, che attualmente è costituita da tubi in cemento amianto tipo C, DN 350 e DN 280, verrà sostituita da una tubazione in PVC PN 10, DN 400 e DN 280; Le lavorazioni previste sono le seguenti:

- Scavo per posa in opera di tubazione;
- Fornitura e posa di tubazione in PVC DN 400 PN 10 e DN 280 per complessivi ml. 450,65;
- Realizzazione e posa in opera dei nuovi pezzi speciali in PEAD PN 16 SDR 11, per collegamento al collettore DN 600, alle prese comiziali, e realizzazione dell'attraversamento subalveo del colatore alla sez. 110;
- Fornitura e posa in opera di sabbia non lavata per ricoprimento condotta;
- Realizzazione dei nuovi blocchi di ancoraggio in Cls Rck 25;

PRINCIPALE SUD

La condotta, attualmente costituita da tubi in cemento amianto tipo C, DN 450, DN 300 e DN 280, verrà sostituita in uscita dal pozzetto, da una tubazione in PRFV PN 10 DN 500, e a seguire, da tubazione in PVC PN 10, DN 400 e DN 280, per una lunghezza complessiva di 1 754,17 m., le lavorazioni previste sono le seguenti,

- Scavo per posa in opera di tubazione;
- Fornitura e posa di tubazione in PRFV DN 500 per 793,50 ml.;
- Fornitura e posa di tubazione in PVC DN 400 PN 10 e DN 280 per complessivi 928,97 ml.;
- Realizzazione e posa in opera dei nuovi pezzi speciali in PEAD PN 16 SDR 11, per collegamento al collettore DN 600, alle prese comiziali e alle secondarie;
- Fornitura e posa in opera di sabbia non lavata per ricoprimento delle condotte;
- Realizzazione dei nuovi blocchi di ancoraggio in Cls Rck 25;

PRESE COMIZIALI FASCE 27, 28, 29, 30, 31 e 32

Tali manufatti, attualmente costituiti da una saracinesca a corpo ovale ubicata all'interno di un pozzetto interrato, verranno sostituite da un sezionamento fuori terra in PEAD PN 16 SDR 11 avente DN 400 o DN 280, in grado di consentire una ottimale gestione e manovrabilità del sistema, con la previsione quindi, delle seguenti lavorazioni,

- Scavo a sezione obbligata per la realizzazione del manufatto;
- Realizzazione e posa in opera del nuovo pezzo speciale in PEAD PN 16 SDR 11, necessario al collegamento alla condotta distributrice;
- Fornitura e posa in opera di calcestruzzo Rck 25, per la realizzazione del blocco di ancoraggio della presa;
- Fornitura e posa in opera di valvola a farfalla di adeguato diametro e giunto di smontaggio a tre flange per una ottimale gestione dell'apparecchiatura.
- Posa in opera di sfiato DN 50;

SECONDARIE FASCE 30, 31 e 32,

Tali condotte, attualmente costituite da tubi in cemento amianto tipo C, DN 280, verranno sostituite con tubazioni in PVC PN 10 DN 400 e DN 280, le lavorazioni da eseguire risultano le seguenti,

- Scavo per posa in opera di tubazione;
- Fornitura e posa di tubazione in PVC DN 400 PN 10 e DN 280;
- Fornitura e posa in opera di manufatto di sezionamento in PEAD DN 160 per alloggiamento di idrocontatore DN 150 e alimentazione del pettine di ali fisse in campo;
- Fornitura e posa in opera di sabbia non lavata per ricoprimento delle condotte;
- Fornitura e posa in opera di calcestruzzo Rck 25, per la realizzazione dei blocchi di ancoraggio;
- Fornitura e posa in opera di valvola a farfalla per sezionamento manuale a monte del contatore, e installazione di sfiato a triplice funzione DN 50 PN 10.

Dal punto di vista dei tempi esecutivi, come già accennato, c'è da osservare che la posa delle nuove condotte interferisce con le tubazioni esistenti, pertanto, si renderà necessario in fase di realizzazione, sospendere l'erogazione dell'acqua per il tempo necessario all'esecuzione dei lavori. Le migliori produzioni (avanzamento dei lavori) sono infatti conseguibili nel periodo aprile-ottobre, quando i terreni sono affrancati dall'acqua e gli scavi possono essere eseguiti in sicurezza.

La rete esistente, ovviamente, deve restare in esercizio fino all'ultimazione di tutta la nuova rete, comprese le finiture (installazione delle apparecchiature di misura e di controllo). Ipotizzando pertanto un'organizzazione "media" di cantiere, si possono ipotizzare due squadre in produzione, impegnate in siti diversi, nelle seguenti fasi in sequenza:

1. interruzione dell'erogazione nelle ali interessate dai lavori (10-15) operando sulle idrovalvole di derivazione dell'ala;
2. individuazione delle interferenze;
3. taglio regolare delle tubazioni esistenti finalizzato al loro ripristino e comunque risoluzione dell'interferenza;
4. scavo e posa della nuova condotta;
5. ripristino della continuità delle condotte esistenti e realizzazione di eventuali ancoraggi nel caso sia necessario effettuare dei cambi di direzione;
6. rinterro;
7. riattivazione dell'erogazione all'ala della vecchia condotta (la nuova può essere messa in servizio solo dopo l'ultimazione e connessione all'impianto di sollevamento della rete principale).

Tali attività saranno da effettuare in massimo 5 giorni, cioè una settimana lavorativa, periodo nel quale la coltura prevalente, il mais, può restare a secco. Si procede quindi con il tronco corrispondente ad altre 10-15 ali fino al completamento della secondaria (per le più lunghe saranno necessarie circa 5-6 settimane)

Il collaudo della tubazione verrà effettuato solo al completamento di tutta la secondaria a giunti coperti.

RISPARMIO IDRICO

Il presente punto, si riferisce alle valutazioni in grado di offrire un risparmio idrico calcolato esclusivamente in termini di volume ed in percentuale almeno pari al 10%, secondo i parametri tecnici dell'impianto o dell'infrastruttura esistente, calcolato come riportato nel proseguo della presente.

Il risparmio idrico viene definito quale volume in mc per differenza tra il volume delle perdite attuali ed il volume delle perdite rimanenti in seguito all'intervento in progetto.

Per definire il volume delle perdite attuali si procederà alla stima dei volumi idrici prelevati ed utilizzati a scopo irriguo per l'irrigazione collettiva nell'area oggetto di intervento come definito dal documento tecnico "Metodologia di stima dei volumi irrigui" elaborato dal tavolo permanente per la quantificazione dei volumi irrigui (DM 31 luglio 2015) approvato in Conferenza Stato Regioni del 03.08.2016. I volumi verranno stimati su base annua prendendo a riferimento l'arco temporale di sette anni compreso tra l'anno 2013 e l'anno 2019.

A dimostrazione dell'effettivo risparmio idrico derivante dalla sostituzione delle condotte in progetto, seguendo quanto indicato dal documento tecnico "Metodologia di stima dei volumi irrigui", si procede all'esposizione dell'analisi svolta e dei risultati ottenuti.

1 - stima dei prelievi collettivi

Per la stima dei prelievi collettivi si fa riferimento ai volumi idrici prelevati dalla stazione di pompaggio di Sassu 4, così come previsto nel documento della Metodologia di stima succitato, nel quale il punto 2.1 "Stima dei volumi prelevati in auto approvvigionamento mediante impianti di pompaggio", cita: "in caso di prelievi mediante impianti di sollevamento, la stima dei volumi prelevati può essere effettuata anche in base alle caratteristiche tecniche dell'impianto (prevalenza, rendimento) e alle ore di effettivo funzionamento, se tali informazioni sono note", distribuito nell'arco temporale richiesto di 7 anni.

Tabella 1 - Caratteristiche tecniche impianto di sollevamento di Sassu

Denominazione Impianto	Tipologia	Rendimento ipotizzato	Prevalenza [m]	Pot. Max [kW]	Tempo funzionamento [ore]
SASSU	A	0,65	46,00	203,0	3.432,00

Tabella 2 - Stima mc acqua pompata nell'impianto di sollevamento di Sassu

Denominazione Impianto	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019	
	Energia stagione irrigua [kWh]	Stima volume erogato [m3]	Energia stagione irrigua [kWh]	Stima volume erogato [m3]	Energia stagione irrigua [kWh]	Stima volume erogato [m3]	Energia stagione irrigua [kWh]	Stima volume erogato [m3]	Energia stagione irrigua [kWh]	Stima volume erogato [m3]	Energia stagione irrigua [kWh]	Stima volume erogato [m3]	Energia stagione irrigua [kWh]	Stima volume erogato [m3]
SASSU	246.273	1.277.044	204.700	1.061.468	201.761	1.046.228	200.743	1.040.949	225.874	1.171.265	150.586	780.923	298.381	1.552.434

2 - Stima dei volumi utilizzati

Per quanto attiene la Stima dei volumi utilizzati la metodologia individuata propone di stimare gli utilizzi equiparandoli ai fabbisogni irrigui.

Per fabbisogno irriguo si intende l'apporto idrico artificiale che è teoricamente necessario fornire alla coltura per mantenere l'evapotraspirazione al regime potenziale.

L'evapotraspirazione si riferisce a due processi fisici distinti, l'evaporazione dal suolo e la traspirazione dell'apparto fogliare delle piante. La metodologia di base per la sua stima è stata codificata dalla F.A.O. (Food and Agricultural Organization) nel Quaderno "Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - Irrigation and drainage Paper 56". Per il calcolo del fabbisogno irriguo si ricorre alla definizione di evapotraspirazione in condizioni standard ETp. Il modello di calcolo di ETp più accettato su base scientifica è rappresentato dall'equazione di Penman- Monteith (Monteith e Unsworth, 1990):

$$ET_p = f \{r, LAI, hc; T_a, RH, S_n, U\} \quad [mm/d]$$

Nella pratica tradizionalmente diffusa, spesso si calcola la ETp come il prodotto fra un opportuno valore del coefficiente colturale Kc e l'evapotraspirazione di riferimento ET0 calcolata in base alla : **ETp = ET0 Kc [mm/d]**.

Il coefficiente colturale è legato in maniera empirica all'effettivo sviluppo del manto vegetale della coltura in esame e la sua assegnazione deriva da osservazioni di campo ed informazioni sulla fenologia. Valori di letteratura di tale coefficiente sono disponibili nel Quaderno FAO 56 ovvero da studi di dettaglio condotti di volta in volta con riferimento a condizioni specifiche.

In alternativa al metodo FAO 56 espresso dalla relazione (1), nel caso in cui la radiazione solare, l'umidità relativa e la velocità media del vento non siano disponibili, l'evapotraspirazione di riferimento ET0 può essere stimata usando la formula di Hargreaves-Samani (Hargreaves 1994):

$$ET0 = HC Re(T+17.8) \cdot \Delta T0.5$$

A partire dall'evapotraspirazione, e una volta opportunamente conteggiati gli apporti idrici naturali, è possibile calcolare il fabbisogno irriguo di una coltura, tenendo conto eventualmente delle efficienze di adduzione e distribuzione delle portate derivate e di applicazione degli apporti su campo.

Pertanto esaminiamo i dati reperibili per il periodo di riferimento per le stazioni agrometeo presenti nell'area di intervento in modo da valutare i valori di ETp.

3 - Individuazione Variabili Meteorologiche

Per determinare i fabbisogni irrigui di un territorio è necessario definire alcune variabili meteorologiche, quali:

- Ta : temperatura dell'aria
- RH : umidità dell'aria
- P: pioggia.
- St : Radiazione solare totale
- U : velocità del vento

Per la definizione di tali grandezze, si è fatto riferimento alle pubblicazioni del Riepilogo mensile meteorologico e agrometeorologico a cura dell'ARPAS (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna), Dipartimento Meteorologico Servizio Meteorologico Agrometeorologico ed Ecosistemi. In particolare è stato possibile ricostruire la serie storica mensile per il periodo di riferimento 2013-2019 della Evapotraspirazione di riferimento (ET_o) nel rispetto del punto 2 e secondo le indicazioni tabella 1 del punto 3 dal documento tecnico "Metodologia di stima dei volumi irrigui" elaborato dal tavolo permanente per la quantificazione dei volumi irrigui (DM 31 luglio 2015).

Per quanto attiene il dato della piovosità, al fine di ottenere una maggiore accuratezza riferita all'area di studio, si farà riferimento ai dati di piovosità mensile forniti dalla valori degli Annali Idrologici della Regione Sardegna, pubblicazione curata fino al 2013 dall'Agenzia Regionale per il Distretto Idrografico della Sardegna, ed attualmente dall'ARPAS, facendo riferimento alle vicine stazioni dell'Idrovora del Sassu (Santa Giusta), dell'Idrovora sulla strada 14 di Arborea e di Oristano.

4 - Stima dei fabbisogni irrigui rete di "Sassu 4".

L'area di Sassu 4 è interessata da colture foraggere, su una SAU di ha 100 c.ca, a ciclo autunno vernino (loietto) in rotazione in seconda coltura di mais per la produzione di insilato da impiegarsi nell'alimentazione bovina da latte. Recentemente si sta sviluppando una coltivazione di essenze officinali mediterranee messe a dimora nel 2018 su una SAU di ettari 25 e nel 2019 su una SAU di ettari 29.

Per il calcolo del fabbisogno irriguo si farà riferimento ai valori di evapotraspirazione di riferimento (ET_o) rilevati dalle pubblicazioni mensili dell'ARPAS, applicando poi i coefficienti colturali (kc) rilevati nel quaderno FAO n. 56:

Tabella 3 - Coefficienti colturali singoli (mediati nel tempo), Kc e altezze massime medie delle piante per non stressate, colture ben gestite in climi subumidi (RHmin ≈ 45%, u2 ≈ 2 m / s) per l'utilizzo con la FAO Penman-Monteith ETo

	Kc ini	Kc mid	Kc end
Maize, Field (grain) (field corn)		1.20	0.60
Rye Grass hay – averaged cutting effects	0.95	1.05	1.00

Per quanto riguarda le essenze officinali per gli anni 2018 e 2019, considerando il modesto sviluppo delle piante e le relative basse necessità irrigue, si applicherà un valore di Kc = 0,7, analogamente a essenze tipiche mediterranee.

Precisiamo che per il mese di giugno, periodo in cui si procede alla semina del mais in sostituzione del loietto, si considera un Kc pari a 0,5 viste le ridotte esigenze della pianta nella fase post semina fino alle prime foglie.

Uguualmente, nel mese di ottobre si considera un Kc pari a 0,3 in considerazione che in tale periodo si procede alla semina del loietto e le esigenze della pianta sono modeste nella fase post semina fino alle prime piogge invernali.

Per quanto riguarda l'efficienza di applicazione consideriamo un valore di 0,8 tipico per gli impianti ad aspersione.

Per quanto riguarda il periodo irriguo, si evidenzia che il Consorzio apre la stagione di distribuzione della risorsa idrica al 01 aprile, terminando l'erogazione entro il mese di ottobre in funzione dell'andamento pluviometrico stagionale.

Applichiamo dunque la formula:

$$W = 10 \frac{|ET_p - P_n|}{e_{ap} e_d e_a} A \Delta t$$

in cui Pn rappresenta la pioggia efficace o netta, corrispondente alla frazione di precipitazione P che effettivamente raggiunge la superficie del suolo (Dastane, 1974), ovvero la precipitazione

ridotta della quantità d'acqua intercettata dalla vegetazione (intercettazione fogliare). Il valore 10 è inserito per ottenere il fabbisogno irriguo in m³, avendo espresso ET_p e P_n in mm/d e A in ettari. Nella formula sono stati, poi, introdotti dei coefficienti di efficienza irrigua al fine di ottenere i fabbisogni alla testa del distretto irriguo anziché al campo: il termine e_{ap} indica l'efficienza di applicazione (al campo), ed rappresenta l'efficienza del sistema di distribuzione (nel distretto) ed e_a quella di adduzione (fino al distretto); quest'ultimo termine può essere posto uguale ad 1 nel caso in cui la determinazione di W si riferisca al distretto irriguo

Di seguito esponiamo i valori per gli anni 2013-2019 utilizzando i dati disponibili per le due stazioni di riferimento.

5.1 - Stima dei fabbisogni irrigui impianto "Sassu 4" anno 2013

Si riporta il calcolo limitato alla sola irrigazione di ettari 100 di foraggiere e limitata ai soli mesi di erogazione dal Consorzio di bonifica.

	Pioggia mensile	ET _{CMENSILE}	kc	Etp mm	deficit mm	efficienza distribuzione	fabbisogno irriguo netto mc
aprile	69,70	91	1,05	95,55	25,85	0,8	32.313
maggio	29,10	111	1	111	81,90	0,8	102.375
giugno	0,60	141	1	141	140,40	0,8	175.500
luglio	0,00	181	1,2	217,2	217,20	0,8	271.500
agosto	0,00	161	1,2	193,2	193,20	0,8	241.500
settembre	23,80	111	0,6	66,6	42,80	0,8	53.500
ottobre	39,90	71	0,3	21,3	0,00	0,8	0
tot		705		750,3	675,50		876.688

5.2 - Stima dei fabbisogni irrigui impianto "Sassu 4" anno 2014

Si riporta il calcolo limitato alla sola irrigazione di ettari 100 di foraggiere e limitata ai soli mesi di erogazione dal Consorzio di bonifica.

	Pioggia mensile	ET ₀ MENSILE	kc	Etp mm	deficit mm	efficienza distribuzione	fabbisogno irriguo netto mc
aprile	17,8	101	1,05	106,05	88,25	0,8	110.313
maggio	11,9	131	1	131	119,10	0,8	148.875
giugno	4,7	161	0,5	80,5	75,80	0,8	94.750
luglio	6,8	141	1,2	169,2	162,40	0,8	203.000
agosto	0	141	1,2	169,2	169,20	0,8	211.500
settembre	1	111	0,6	66,6	65,60	0,8	82.000
ottobre	0,8	81	0,3	24,3	23,50	0,8	29.375
tot		685		616,5	592,10		879.813

5.3 - Stima dei fabbisogni irrigui impianto "Sassu 4" anno 2015

Si riporta il calcolo limitato alla sola irrigazione di ettari 100 di foraggiere e limitata ai soli mesi di erogazione dal Consorzio di bonifica.

	Pioggia mensile	ET ₀ MENSILE	kc	Etp mm	deficit mm	efficienza distribuzione	fabbisogno irriguo netto mc
aprile	4,6	101	1,05	106,05	101,45	0,8	126.813
maggio	9,4	151	1	151	141,60	0,8	177.000
giugno	11,8	141	0,5	70,5	58,70	0,8	73.375
luglio	0	161	1,2	193,2	193,20	0,8	241.500
agosto	1,2	141	1,2	169,2	168,00	0,8	210.000
settembre	14	101	0,6	60,6	46,60	0,8	58.250
ottobre	82,6	71	0,2	14,2	0,00	0,8	0
tot		695		644,5	608,10		886.938

5.4 - Stima dei fabbisogni irrigui impianto "Sassu 4" anno 2016

Si riporta il calcolo limitato alla sola irrigazione di ettari 100 di foraggiere e limitata ai soli mesi di erogazione dal Consorzio di bonifica.

	Pioggia mensile	ET ₀ MENSILE	kc	Etp mm	deficit mm	efficienza distribuzione	fabbisogno irriguo netto mc
aprile	12	111	1,05	116,55	104,55	0,8	130.688
maggio	29	121	1	121	92,00	0,8	115.000
giugno	18,6	161	0,5	80,5	61,90	0,8	77.375
luglio	0,6	181	1,2	217,2	216,60	0,8	270.750
agosto	0,2	161	1,2	193,2	193,00	0,8	241.250
settembre	66,4	101	0,6	60,6	0,00	0,8	0
ottobre	8,4	81	0,3	24,3	15,90	0,8	19.875
tot		725		672,5	563,50		854.938

5.5 Stima dei fabbisogni irrigui impianto "Sassu 4" anno 2017

Si riporta il calcolo limitato alla sola irrigazione di ettari 100 di foraggere e limitata ai soli mesi di erogazione dal Consorzio di bonifica.

	Pioggia mensile	ET ₀ MENSILE	kc	Etp mm	deficit mm	efficienza distribuzione	fabbisogno irriguo netto mc
aprile	38,1	101	1,05	106,05	67,95	0,8	84.938
maggio	0	151	1	151	151,00	0,8	188.750
giugno	2,4	161	0,5	80,5	78,10	0,8	97.625
luglio	3,2	181	1,2	217,2	214,00	0,8	267.500
agosto	0,2	181	1,2	217,2	217,00	0,8	271.250
settembre	25,8	111	0,6	66,6	40,80	0,8	51.000
ottobre	4,2	81	0,3	24,3	20,10	0,8	25.125
tot		785		732,5	700,90		986.188

5.6 Stima dei fabbisogni irrigui impianto "Sassu 4" anno 2018

Si riporta il calcolo limitato alla sola irrigazione di ettari 100 di foraggere e limitata ai soli mesi di erogazione dal Consorzio di bonifica.

	Pioggia mensile	ET _{OMENSILE}	kc	Etp mm	deficit mm	efficienza distribuzione	fabbisogno irriguo netto mc
aprile	49,20	111	1,05	116,55	67,35	0,8	84.188
maggio	115,30	121	1	121	0,00	0,8	0
giugno	8,20	151	0,5	75,5	67,30	0,8	84.125
luglio	0,60	181	1,2	217,2	216,60	0,8	270.750
agosto	39,00	161	1,2	193,2	154,20	0,8	192.750
settembre	20,00	111	0,6	66,6	46,60	0,8	58.250
ottobre	137,60	76	0,3	22,8	0,00	0,8	0
tot		725		673,5	484,70		690.063

5.7 Stima dei fabbisogni irrigui impianto "Sassu 4" anno 2019

Si riporta il calcolo limitato alla sola irrigazione di ettari 100 di foraggiere e limitata ai soli mesi di erogazione dal Consorzio di bonifica.

	Pioggia mensile	ET _{OMENSILE}	kc	Etp mm	deficit mm	efficienza distribuzione	fabbisogno irriguo netto mc
aprile	52,4	96	1,05	100,8	48,40	0,8	60.500
maggio	65,6	121	1	121	55,40	0,8	69.250
giugno	2,4	171	0,5	85,5	83,10	0,8	103.875
luglio	1,8	181	1,2	217,2	215,40	0,8	269.250
agosto	64,8	161	1,2	193,2	128,40	0,8	160.500
settembre	0,6	111	0,6	66,6	66,00	0,8	82.500
ottobre	66,2	76	0,3	22,8	0,00	0,8	0
tot		745		683,5	548,30		745.875

Si riporta il calcolo limitato alla sola irrigazione di ettari 54 di essenze officinali e limitata ai soli mesi di erogazione dal Consorzio di bonifica.

	Pioggia mensile	ET ₀ MENSILE	kc	Etp mm	deficit mm	efficienza distribuzione	fabbisogno irriguo netto mc
aprile	52,4	98	0,7	68,6	16,20	0,8	10.935
maggio	65,6	123	0,7	86,1	20,50	0,8	13.838
giugno	2,4	175,5	0,7	122,85	120,45	0,8	81.304
luglio	1,8	185,5	0,7	129,85	128,05	0,8	86.434
agosto	64,8	165,5	0,7	115,85	51,05	0,8	34.459
settembre	0,6	115,5	0,7	80,85	80,25	0,8	54.169
ottobre	66,2		0,7	0	0,00	0,8	0
tot		765		535,5	400,30		270.203

6 - Raffronto Fabbisogno irriguo e volume idrico per l'impianto "Sassu 4"

Di seguito riepiloghiamo i risultati ottenuti relativamente al fabbisogno irriguo e al volume idrico distribuito nel impianto "Sassu 4" sud nel periodo di riferimento 2013-2019.

Dalla tabella che segue si evince per tutto il lasso temporale analizzato (aa 2013 - 2019) che i volumi della risorsa idrica distribuita dal Consorzio di bonifica in tale distretto irriguo risultano maggiori rispetto ai fabbisogni colturali calcolati per un valore medio del 21%.

Tabella 4 - Raffronto tra il Fabbisogno irriguo e volume idrico per l'impianto "Sassu 4"

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	media
VOLUME NETTO SASSU	1.277.044	1.061.468	1.046.228	1.040.949	1.171.265	780.923	1.552.434	1.132.902
FABBISOGNO IRRIGUO CULTURALE	876.688	879.813	886.938	854.938	986.188	690.063	1.016.078	884.386
DIFFERENZA ASSOLUTA	400.357	181.656	159.291	186.012	185.078	90.861	536.357	248.516
DIFFERENZA %	31%	17%	15%	18%	16%	12%	35%	21%

Tale maggiore volume è da attribuirsi alle perdite per l'efficienza del sistema di distribuzione considerato che il fabbisogno irriguo è stato già calcolato al lordo delle efficienze di distribuzione di applicazione al campo.

I maggiori volumi sono riconducibili nel caso in esame alle perdite localizzate e diffuse dovute alla vetustà della rete di distribuzione ed al materiale di costruzione delle condotte.

La sostituzione di tutte le tubazioni principali e secondarie con nuove condotte (PVC o vetroresina), e la revisione del nodo di diramazione delle condotte principali e delle diramazioni secondarie e i punti di consegna agli utenti rinnoverà complessivamente la rete di distribuzione incidendo sull'efficienza di distribuzione eliminando tutti i punti di dispersione idrica presenti lungo il vecchio impianto, ottenendo un risparmio idrico pari al 21%.

Allegati - Dati agro climatici anni 2013 - 2019

Tabella 5 - ETo (mm) mensile rilevata dal Riepilogo mensile meteorologico e agrometeorologico a cura dell'ARPAS (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna), Dipartimento Meteorologico Servizio Meteorologico Agrometeorologico ed Ecosistemi.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
gennaio	31	36	36	36	31	36	36
febbraio	41	46	41	51	46	41	51
marzo	61	71	71	71	81	71	76
aprile	91	101	101	111	101	111	96
maggio	111	131	151	121	151	121	121
giugno	141	161	141	161	161	151	171
luglio	181	141	161	181	181	181	181
agosto	161	141	141	161	181	161	161
settembre	111	111	101	101	111	111	111
ottobre	71	81	71	81	81	76	76
novembre	41	46	46	46	41	41	41
dicembre	31	31	31	36	33	36	36
TOT:	1.072	1.097	1.092	1.157	1.199	1.137	1.157

Tabella 6 - Valori mensili delle precipitazioni per gli Annali Idrologici pubblicati da ARPAS, Dipartimento Geologico ,Servizio Idrogeologico e Idrografico e Dipartimento Meteorologico Servizio Meteorologico, Agrometeorologico e Ecosistemi; anni dal 2013 al 2018 per l'area di riferimento.

 mese	2013	2014	2015	2016	2017	2018
gennaio	73,4	111,2	122,2	51,4	74,2	31
febbraio	84,4	51,5	173	81,8	44,8	77
marzo	62,8	62,9	57,2	46,2	19,3	93,3
aprile	69,7	17,8	4,6	12	38,1	49,2
maggio	29,1	11,9	9,4	29	0	115,3
giugno	0,6	4,7	11,8	18,6	2,4	8,2
luglio	0	6,8	0	0,6	3,2	0,6
agosto	0	0	1,2	0,2	0,2	39
settembre	23,8	1	14	66,4	25,8	20
ottobre	39,9	0,8	82,6	8,4	4,2	137,6
novembre	106,9	33,4	36,4	82,4	46,5	233
dicembre	34,6	45	4	58,8	76,3	21,4
Tot	525,2	347	516,4	455,8	335	825,6

Tabella 7 - Valori agroclimatici stazione LAORE (Agenzia Regionale per lo sviluppo in agricoltura) di Oristano "Sa Rodia" anno 2019.

	Pioggia mensile	Tmin (°C) mese	Tmed (°C) mese	Tmax (°C) mese	URmin (%) mese	URmed (%) mese	URmax (%) mese
gennaio	67,20	2,62	7,92	13,69	56,78	84,31	99,13
febbraio	13,00	2,73	8,99	16,29	47,87	80,66	99,28
marzo	13,80	5,88	12,06	18,81	45,57	74,53	97,11
aprile	52,40	7,83	13,76	19,99	48,86	77,57	96,59
maggio	65,60	10,34	16,02	21,85	46,91	74,98	96,48
giugno	2,40	17,03	24,14	31,87	32,48	65,68	96,67
luglio	1,80	18,66	25,73	32,99	33,54	69,20	97,21
agosto	64,80	18,56	25,32	33,31	35,88	71,58	96,75
settembre	0,60	16,09	22,30	29,75	42,39	75,36	97,44
ottobre	66,20	13,40	18,95	25,80	46,70	77,69	97,17
novembre	308,60	9,47	13,61	18,23	62,32	87,73	99,01
dicembre	94,20	8,07	12,40	17,62	59,25	83,83	98,72
tot.	750,60						

4. ELEMENTI DI COSTO

I lavori sono previsti a corpo secondo l'accezione dall'art. 3 comma 1 lett. dddd) del Codice.

Sulla base di un computo metrico estimativo particolareggiato, sono state valutate le opere più sopra descritte.

I prezzi utilizzati per l'elaborazione della stima sono corredati di analisi, e fanno riferimento al prezzo Regionale della RAS.

Da detto computo si ricava che vengono previste opere per € 2.007.135,55 a base d'appalto, comprensivi degli oneri per la sicurezza pari a € 30.683,09.

Il quadro economico di progetto pertanto, risulta il seguente:

REVISIONE DISTRETTI SASSU 1-2-3-4-5 DI ARBOREA. SOSTITUZIONE DI RETI VETUSTE.
IMPIANTO SASSU 4. CUP: G54H17000650002 - CAT P0917

QUADRO ECONOMICO

A1	Lavori a base d'asta		1 976 452,46 €	
A2	Oneri di sicurezza, non soggetti a ribasso d'asta		30 683,09 €	
A3	Forniture		- €	
A	TOTALE LAVORI E SICUREZZA		2 007 135,55 €	2 007 135,55 €
B	SOMME A DISPOSIZIONE STAZIONE APPALTANTE			
B1	Lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura;		- €	
B2	Rilievi, accertamenti ed indagini	SG	- €	
B3	Allacciamenti a pubblici servizi		- €	
B4	Imprevisti		5 448,09 €	
B5	Acquisizione aree o immobili e pertinenti indennizzi		70 000,00 €	
B6	Accantonamento di cui all'art. 106 D.lgs 50/2016		- €	
B7	Spese tecniche relative alla progettazione, alle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alla conferenza dei servizi, alla direzione dei lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità, l'importo relativo all'incentivo (2%) di cui all'art. 113 D.lgs 50/2016, nella misura corrispondente alle prestazioni che dovranno essere svolte dal personale dipendente.	SG + INC	50 846,54 €	
B8	Spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione, di supporto al RUP e di verifica e validazione	SG	8 000,00 €	
B9	Eventuali spese per commissione giudicatrice	SG	14 000,00 €	
B10	Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche	SG	3 000,00 €	
B11	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici;		- €	
B12	IVA di A)		441 569,82 €	
B	TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE		592 864,45 €	592 864,45 €
	TOTALE		2 600 000,00 €	2 600 000,00 €

5. TEMPO UTILE DI ESECUZIONE

Il tempo utile per dare ultimati i lavori, viene stabilito in 720 giorni naturali e consecutivi comprensivo del tempo occorrente per l'avvio del cantiere.

Nel periodo esecutivo di settecentoventi giorni è compreso anche il tempo occorrente per i tracciamenti ed i rilievi esecutivi necessari all'esecuzione delle opere, quello occorrente per tutte le operazioni e procedure di cui ai commi che precedono, l'impianto del cantiere e per ottenere dalle competenti Autorità le eventuali concessioni, licenze e permessi di qualsiasi natura, e per ogni altro lavoro preparatorio da eseguire prima dell'effettivo inizio dei lavori.

La realizzazione dei lavori viene affidata in appalto a ditta esterna secondo le procedure previste dal D. Lgs 50/2016 e s.m.i.

Oristano, 2022

IL PROGETTISTA

Geom. Fanari Enzo