

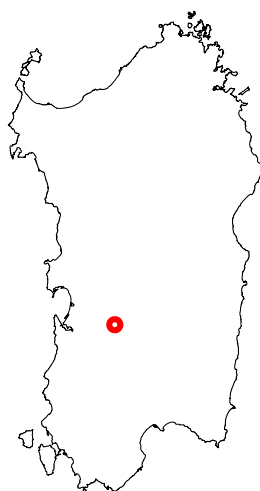


**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

**Ente acque della Sardegna**



**OPERE PER IL RIUTILIZZO DEI REFLUI DELL'IMPIANTO DI  
DEPURAZIONE DI CURCURIS IN UN'AREA IRRIGUA NEL  
COMPRENSORIO DELLA MARMILLA**



**PROGETTO DEFINITIVO**

**Parte A - PARTE GENERALE  
Relazione tecnica illustrativa**

Allegato

**A 1**

*Redatto dal Servizio Studi*

**Progettisti**

Ing. Francesco Caturano  
Ing. Valter Pisano

**Collaborazioni specialistiche**

Ing. Francesca Barracu  
Dott. Biol. Marcella Ferralis  
Ing. Giorgio Ortu  
Ing. Nicoletta Sale

**Geologia**

Dott. Geol. Maria Rita Lai

**Collaborazione tecnica**

Geom. Bruno Careda  
Geom. Pierpaolo Corona

**Collaboratori**

Geom. Luigi Usala  
Geom. Luca Perra

**Il Direttore Generale f.f.**  
Ing. Franco Ollargiu

**Il Direttore del Servizio Studi**  
Ing. Dina Cadoni

**Aggiornamento Aprile 2013**

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO.....</b>	<b>5</b>
<b>3. IL PROGETTO .....</b>	<b>7</b>
<b>4. IL TERRITORIO E L'AREA IRRIGUA DA ATTREZZARE .....</b>	<b>9</b>
<b>5. STUDIO PEDOLOGICO E DI SUSCETTIVITÀ ALL'USO IRRIGUO.....</b>	<b>11</b>
5.1 ASSETTO PEDOMORFOLOGICO .....	11
5.2 LA SUSCETTIVITÀ DEI SUOLI ALL'USO IRRIGUO.....	12
<b>6. STUDIO AGRONOMICO ED ECONOMICO AGRARIO .....</b>	<b>14</b>
6.1 INDAGINE CONOSCITIVA .....	14
6.2 ASPETTI SOCIO ECONOMICI .....	15
6.3 FABBISOGNI IRRIGUI.....	15
<b>7. DESCRIZIONE DELLE OPERE PER IL RIUTILIZZO .....</b>	<b>19</b>
7.1 L'IMPIANTO DI DEPURAZIONE ED IL RIUTILIZZO DEI REFLUI .....	19
7.2 OPERE PER L'ATTREZZAMENTO IRRIGUO .....	26
<b>8. STUDIO DI FATTIBILITÀ AMBIENTALE .....</b>	<b>35</b>
8.1 FATTIBILITÀ AMBIENTALE DELLE OPERE .....	35
8.2 ELEMENTI MITIGATIVI SULL'AMBIENTE ED IL PAESAGGIO.....	36
8.3 SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DELL'INTERVENTO .....	37
<b>9. STUDIO ARCHEOLOGICO PRELIMINARE.....</b>	<b>39</b>
<b>10. VERIFICA DELLE INTERFERENZE .....</b>	<b>40</b>
<b>11. ACQUISIZIONE DELLE AREE .....</b>	<b>41</b>
<b>12. AUTORIZZAZIONI E NULLA OSTA.....</b>	<b>42</b>
<b>13. MODALITÀ DI AFFIDAMENTO DEI LAVORI .....</b>	<b>43</b>
<b>14. TEMPI DI ESECUZIONE.....</b>	<b>43</b>
<b>15. QUADRO ECONOMICO .....</b>	<b>44</b>
<b>ANNESSO - CALCOLI IDRAULICI .....</b>	<b>45</b>
<b>ANNESSO – RELAZIONE SULLA GESTIONE DELLE MATERIE .....</b>	<b>71</b>

## 1. PREMESSA

Il riutilizzo delle acque reflue recuperate è una misura volta ad assicurare l'equilibrio del bilancio idrico, attraverso la limitazione del prelievo delle acque superficiali e sotterranee, contribuendo alla tutela quantitativa delle risorse idriche, ai sensi dell'art. 99 comma 2 del D.Lgs. 152/2006 s.m.i.. L'incentivazione e la regolamentazione del riutilizzo delle acque reflue depurate, soprattutto nei settori più idroesigenti come quello agricolo, costituisce uno dei principali obiettivi che le norme comunitarie, nazionali e regionali intendono perseguire per la tutela quali-quantitativa delle risorse idriche, sia in relazione alla riduzione dei prelievi di acque superficiali e sotterranee, sia per la conseguente limitazione degli impatti degli scarichi nei corpi idrici.

Per regolamentare il recupero delle acque reflue la Giunta Regionale, con Deliberazione n. 75/15 del 30.12.2008, ha approvato la Direttiva concernente "Misure di tutela quali-quantitativa delle risorse idriche tramite il riutilizzo delle acque reflue depurate" che fissa, tra l'altro, i contenuti per l'elaborazione dei Piani di Gestione dei sistemi di riutilizzo. Tale Direttiva, all'Allegato 1, contiene anche un primo elenco di 33 depuratori, individuati come prioritari da destinare al riutilizzo. Tra essi è ricompreso anche l'impianto consortile di Curcuris dotato di sistema di affinamento.

Al fine di dare concreta attuazione al recupero di acque reflue, la Regione Sardegna ha pubblicato un bando per l'accesso alle risorse del POR "Competitività ed occupazione FESR 2007-2013, Asse IV, Obiettivo 4.1.5 e linea di attività 4.1.5.a - "Azioni volte al risparmio idrico attraverso il riutilizzo delle acque reflue depurate", che punta a rafforzare il sistema regionale di approvvigionamento idrico per gli usi multisettoriali.

In tale ambito l'ENAS, in qualità di soggetto proponente, le Agenzie Regionali Agris e Laore e il Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale hanno proposto la realizzazione del progetto denominato "Opere per il riutilizzo dei reflui dell'impianto di depurazione di Curcuris in un'area irrigua nel comprensorio della Marmilla". La proposta è stata ammessa alla seconda fase prevista dal bando e a tal fine l'ENAS, con la collaborazione delle Agenzie Agris e Laore ha redatto il progetto definitivo delle opere.

Inoltre, in data 11.05.2012, è stato stipulato il Protocollo di Intesa previsto dal bando tra tutti i soggetti coinvolti nel riutilizzo: Abbanoa (soggetto gestore dell'impianto di trattamento), ENAS in qualità di soggetto gestore del sistema idrico multisettoriale e proponente dell'iniziativa, il Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale (soggetto territorialmente competente per l'infrastrutturazione irrigua), Agris e Laore Agenzie Regionali istituzionalmente competenti in campo agricolo. Hanno inoltre firmato il protocollo anche ARPAS e Provincia di Oristano, soggetti responsabili di vigilanza e controllo, obbligatoriamente previsti dal bando.

L'impianto di depurazione, collaudato nel 2005, ricade nel territorio di Curcuris e raccoglie le acque reflue dei comuni ricadenti nello schema fognario a servizio degli abitati di Albagiara,

Ales, Curcuris, Escovedu (Usellus), Gonnosnò - Figù, Pau, Villaverde e Zeppara (Ales); tale impianto ha come corpo recettore il Rio Mannu, affluente del Rio Mogoro ch+ e a sua volta recapita le acque nelle aree sensibili rappresentate dagli Stagni di San Giovanni e di Marceddì. Pur essendo l'impianto dotato di sezione di affinamento non esistono attualmente le infrastrutture che consentono il riutilizzo delle acque trattate. L'acqua, resa disponibile dall'impianto attraverso l'intervento di infrastrutturazione irrigua proposto, costituisce una risorsa preziosa per il territorio del comune di Curcuris ove ricadono le opere ed ha valenza di intervento compensativo per la comunità che ha accettato di ospitare nel proprio territorio il depuratore consortile in un primo tempo osteggiato.

L'area oggetto dell'intervento, si inserisce nel territorio dell'alta Marmilla ove l'agricoltura e la zootecnia costituiscono elemento trainante per l'economia a carattere di sussistenza dell'area, con criticità causate dalla scarsa disponibilità di risorsa idrica soprattutto nella stagione estiva a causa dell'assenza di infrastrutture idrauliche di tipo irriguo.

Infatti benché già a partire dal Piano delle Acque del 1988 fino ai più recenti Piano Stralcio di Bacino per l'utilizzo delle risorse idriche e Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna, il comprensorio della Marmilla, venisse indicato come area pedologicamente idonea alla trasformazione irrigua a tutt'oggi, l'area non è collegata idraulicamente né al sistema Tirso né a quello del Flumendosa e risulta priva di fonti di alimentazione idrica ad uso irriguo.

L'ENAS, su incarico della RAS – Ass.to LLPP, sta provvedendo alla progettazione e realizzazione delle opere, da tempo auspiccate dalle popolazioni e dalle amministrazioni locali, di attrezzamento irriguo della Marmilla attraverso le risorse idriche derivate dalle acque del Sistema idrico Flumineddu-Tirso-Flumendosa. Tale intervento, previsto nell'APQ risorse idriche, è stato recentemente confermato dalla delibera CIPE del 3 agosto 2011.

Nell'ambito di detta convenzione ENAS – Ass.to LLPP le Agenzie Agris e Laore hanno redatto rispettivamente gli studi pedologici ed agronomici dell'area della Marmilla che ricomprende il territorio del Comune di Curcuris da alimentare con i reflui depurati dell'omonimo impianto consortile.

Pertanto l'intervento oggetto del presente Progetto Definitivo si inquadra nello schema multisettoriale Flumendosa - Campidano – Tirso gestito dall'ENAS, cui compete pertanto la gestione delle opere e della risorsa idrica. La gestione delle rete irrigua compete territorialmente al Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale.

L'intervento è strategico per un territorio altrimenti privo di risorsa idrica convenzionale e di infrastrutturazione irrigua ed ha una valenza di "laboratorio in scala reale" per la sperimentazione della gestione integrata del sistema di riutilizzo, degli effetti dell'utilizzo delle acque trattate sulle componenti suolo, acqua, colture, assetto aziendale e socio-economico, nonché dei sistemi di conturazione e tariffazione.

Alla progettazione, realizzazione e gestione delle opere per il riutilizzo a scopo irriguo delle acque reflue dell'impianto di Curcuris, contribuiscono con funzioni e compiti diversi l'Ente Acque della Sardegna, le Agenzie Regionali Agris e Laore e il Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale, che rappresentano quindi i soggetti parte attiva anche nel processo di redazione del Piano di Gestione e di monitoraggio associati al riutilizzo dei reflui. Inoltre nella progettazione delle opere e nell'individuazione del sistema di gestione, ha avuto parte attiva l'amministrazione comunale di Curcuris, che ha coinvolto gli operatori delle aziende agricole e zootecniche locali che si sono mostrati ben disposti all'utilizzo della risorsa refluo depurato.

L'intervento prevede la realizzazione dell'opera di presa, della stazione di sollevamento, della condotta premente e della vasca di carico oltre alle condotte di adduzione e di distribuzione irrigua a servizio di una area di circa 120 ettari nel territorio comunale di Curcuris.

Si evidenzia che il progetto è stato studiato con l'obiettivo di minimizzare gli impatti sulle componenti ambientali e paesaggistiche, che sulle aree interessate non sono presenti vincoli territoriali di rilievo e che l'intervento non è soggetto a procedure di valutazione di impatto ambientale. Anche le procedure espropriative non presentano criticità in ragione del limitato numero di mappali interessati.

L'importo complessivo dell'intervento, pari a 950.000,00 € dei quali 802.500,00 € per lavori a base d'asta, è finanziato con fondi POR FESR 2007-2013, Asse IV, Obiettivo 4.1.5, linea di attività 4.1.5.a assegnati attraverso la procedura di selezione di cui al predetto Bando pubblicato dal Servizio Tutela e Gestione delle Risorse Idriche della Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna.

Si precisa che, oltre agli interventi previsti in progetto, sono state individuate alcune opere complementari costituite da una vasca di compenso e da alcune derivazioni della rete di distribuzione da realizzare in una fase successiva.

Le opere previste nel presente progetto consentono la funzionalità del sistema di riutilizzo; mentre le opere di completamento (seconda fase), da realizzare con i ribassi d'asta ed eventualmente con le economie delle somme a disposizione dell'Amministrazione, sono state proposte al fine di incrementare l'efficienza gestionale del sistema di riutilizzo.

La realizzazione delle opere verrà affidata con contratto d'appalto che avrà per oggetto la progettazione esecutiva e l'esecuzione dei lavori ai sensi dell'art.53 comma 2 lettera b del D.Lgs. n. 163/2006 sulla base del presente Progetto Definitivo. A tale fine il progetto comprende, ai sensi dell'art. 24 comma 3 del DPR n. 207/2010, lo schema di contratto, il capitolato speciale d'appalto ed il relativo piano di sicurezza e di coordinamento.

## 2. INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO

L'intervento proposto di attrezzamento irriguo con l'utilizzo di acque reflue depurate, interessa una parte del territorio del comune di Curcuris, ed è inserito in quell'area più vasta denominata, negli strumenti di pianificazione regionale di settore, "Comprensorio irriguo della Marmilla" che si estende per circa 10.000 ettari ove, a fronte di diverse problematiche socio-economiche, l'agricoltura e la zootecnia, costituiscono elemento trainante per l'economia locale particolarmente condizionata dalla scarsa disponibilità della risorsa idrica accentuata in corrispondenza della stagione estiva.

Il territorio comunale di Curcuris ha una superficie di circa 7 kmq e si estende nella parte orientale dell'Alta Marmilla ai piedi del Monte Arci ove i suoli più fertili, principalmente concentrati nelle aree vallive del reticolo fluviale, hanno storicamente favorito lo sviluppo dell'agricoltura.

L'area interessata dal progetto si estende per circa 120 ha considerati irrigabili per le loro caratteristiche pedologiche ed agricole, è ubicata nella valle alluvionale del Rio Mannu, in posizione baricentrica rispetto al nucleo abitato di Curcuris, ed è attraversata, oltre che da una fitta rete di viabilità locale, anche dalle SP 46 e 72. Il territorio è stato plasmato dalla presenza e dal lavoro dell'uomo che nel corso dei secoli ha profondamente trasformato il paesaggio circostante ed ha profondamente inciso sui suoli ad elevato valore agricolo.

Allo stato attuale le acque reflue trattate in uscita dall'impianto di Curcuris non hanno nessun tipo di utilizzazione, vengono scaricate nel Rio Mannu e non esiste alcuna opera di infrastrutturazione irrigua delle aziende agricole e zootecniche. Le aziende presenti in zona allo stato attuale coltivano in asciutto o con modeste risorse derivate da pozzi o da temporanei prelievi delle acque fluviali.

Nell'area operano, oltre ad un certo numero di piccole proprietà a conduzione familiare, una decina di aziende agro-zootecniche di medie dimensioni che dispongono di una superficie aziendale interessante compatibile con i volumi idrici in gioco. Queste aziende puntano sull'apporto di acqua non convenzionale al fine di incrementare le rese unitarie delle produzioni agricole, introdurre avvicendamenti colturali più favorevoli, migliorare la qualità del foraggio prodotto e ridurre l'acquisto per l'approvvigionamento alimentare del significativo numero di capi di bestiame, prevalentemente ovino, presente nelle aziende zootecniche.

Le ridotte dimensioni dell'area irrigabile con le risorse disponibili ha consentito di studiare un sistema di utilizzo della risorsa mirato alle effettive richieste delle aziende, sia in termini di volume d'acqua, che di tipologia del sistema di distribuzione. In pratica la rete è studiata per servire in modo ottimale le richieste degli operatori agricoli.

In particolare l'Agenzia Agris, ha svolto uno studio pedologico di dettaglio costituito da opportuni campionamenti ed analisi di laboratorio, allo scopo di caratterizzare le proprietà chimico, fisiche

e di suscettività irrigua delle aree affinché, con il supporto dell'Agenzia Laore, si potesse individuare il migliore utilizzo per ogni tipo di suolo, le sue limitazioni e gli eventuali interventi necessari per rimuovere e/o limitare i caratteri più limitanti all'uso.

Entrambi gli studi condotti dalle Agenzie regionali Agris e Laore sono giunti alla conclusione che l'attività agricola, condotta con infrastrutture razionali al riutilizzo irriguo dei reflui, risulta essere un elemento decisivo per il potenziamento del comparto. Il rafforzamento della produzione delle essenze foraggere esistenti, costituite principalmente da mais, medica ed erbai estivi, da utilizzare per l'alimentazione diretta del bestiame e per la costituzione delle scorte aziendali, può contribuire infatti in modo considerevole alla riduzione dei costi di produzione, aumentando la convenienza economica delle imprese zootecniche preesistenti.

Si rimanda agli specifici approfondimenti specialistici in particolare allo studio pedologico redatto dalla Agenzia Agris e allo studio agronomico e socio economico redatto dalla Agenzia Laore per gli approfondimenti in materia.

L'estensione delle opere e la natura fisica, socioeconomica e gestionale dell'intervento lo rendono particolarmente idoneo ad una sperimentazione in scala reale, estendibile ad altre realtà, per gli aspetti infrastrutturali delle opere, per la partecipazione alla gestione dei principali soggetti coinvolti (ENAS, Abbanoa, Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale), per i monitoraggi e la valutazione degli effetti del riutilizzo dei reflui sui suoli e sulle colture eseguita in sinergia con le Agenzie agricole regionali Agris e Laore, per il sistema tariffario e soprattutto per le modalità di coinvolgimento degli operatori locali che utilizzeranno la risorsa.

Gli esiti di tutte le attività sperimentali sopraelencate, condurranno alla importante messa a punto di un modello gestionale di significativa importanza in quanto mutuabile su scala regionale ad altre realtà socio economiche.

### 3. IL PROGETTO

Con il presente intervento vengono definite le infrastrutture idriche per l'attrezzamento di un'area irrigua interna al territorio comunale di Curcuris. Il progetto è stato redatto all'interno del Servizio Studi dell'ENAS con il contributo delle Agenzie agricole regionali Agris e Laore che hanno sviluppato rispettivamente gli studi pedologici e agronomici.

L'intervento irriguo in argomento è reso possibile, come detto in premessa, dalla disponibilità della risorsa idrica in uscita dal depuratore consortile di Curcuris. Le opere prevedono l'esecuzione di un impianto di sollevamento che, attraverso una condotta premente in ghisa sferoidale del DN 200, rilancia la risorsa ad una vasca di carico. Dalla detta vasca con una condotta di adduzione in ghisa del DN 250, viene alimentata la nuova rete irrigua a servizio delle aziende agricole esistenti, realizzata con tubazioni in ghisa sferoidale delle classi di diametro DN 100 e 200.

L'intervento presenta particolari elementi di qualità ed innovazione in grado di produrre vantaggi sotto il profilo gestionale, economico ed ambientale. In particolare la stazione di sollevamento, la vasca di carico, la rete di distribuzione saranno predisposti per essere interfacciati ad un efficiente sistema di automazione e telecontrollo in grado di trasferire in tempo reale i principali parametri di esercizio del sistema relativi ai livelli nelle vasche, allo stato delle elettropompe, alle pressioni nei nodi principali ed alle singole portate erogate dai rami della rete.

In questo modo sarà possibile acquisire i dati per elaborare il bilancio idrico della rete per verificare l'efficienza del servizio ed escludere qualunque criticità associata a cali di pressione o ad eventuali perdite. Questo sistema consentirà una razionale esercizio delle infrastrutture irrigue con possibilità di segnalare le anomalie funzionali col fine di ottimizzare l'uso della risorsa ed ottenere una contemporanea riduzione dei costi di gestione associati all'energia ed al personale.

Le informazioni di funzionamento potranno essere rilevate in posizione locale presso gli impianti ed in posizione remota presso le postazioni fisse o mobili degli operatori addetti alla gestione.

Per razionalizzare la distribuzione irrigua dell'acqua si intende far ricorso al sistema di consegna costituito da una tessera elettronica in grado di consentire l'addebito dei volumi di acqua effettivamente prelevati così come già in uso al Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale (CBSM), al quale sarà trasferita la gestione della rete irrigua, mentre rimarrà in gestione all'ENAS, l'impianto di sollevamento e la vasca di carico.

I gruppi di consegna previsti rendono possibile la preventiva assegnazione a ciascun utente di un definito volume d'acqua, compatibile con l'operatività della rete e quindi delle disponibilità idriche e, ove necessario, la realizzazione della turnazione dei prelievi.

Tale tipo di sistema distributivo, già adottato dal CBSM su tutto il territorio consortile con soddisfacenti risultati gestionali, permette l'autosufficienza e l'indipendenza di ciascun gruppo di



consegna aziendale, l'utilizzazione da parte di più utenti, la possibilità di accentrare la gestione nell'ambito del Consorzio operando sulle tessere di prelievo, l'esclusione di qualsiasi necessità di interventi in campo per inizializzazione, programmazione e lettura dei consumi.

Il sistema, in assenza della necessità di collegamenti tra le periferiche ed il sistema centrale via cavo, via radio o misti, assicura una maggiore economicità e sicurezza di funzionamento. Il gruppo di consegna è costituito da una componente idraulica e da una scheda elettronica, opportunamente protetti da manomissioni.

L'assoluta assenza di risorsa ha reso ben accetta da parte degli operatori agricoli l'utilizzazione dei reflui che viene vista, come di fatto è, l'unica fonte idrica al momento disponibile. Nei paragrafi successivi vengono descritte in modo dettagliato le opere necessarie per rendere utilizzabile ai fini irrigui i circa 360.000 m<sup>3</sup>/anno di reflui depurati dell'impianto di Curcuris nel periodo irriguo esteso nel semestre compreso tra aprile e settembre.

Il livello di progettazione definitiva è stato sviluppato secondo i contenuti del D.Lgs. n.163/06 e ss.mm.ii. e del relativo Regolamento di attuazione. Il progetto è stato corredato delle relazioni specialistiche, pedologica, di suscettività all'utilizzo dei suoli, agronomica, socio economica, geologica, archeologica, ambientale, paesaggistica ed idraulica, oltre alla stima economica e ai relativi allegati grafici rappresentativi del sistema di attrezzamento irriguo proposto.

Inoltre volendo procedere nella realizzazione dell'intervento con il sistema dell'appalto integrato ai sensi dell'art.53 comma 2 lettera d del D.Lgs. n. 163/2006, il progetto definitivo è corredato degli specifici elaborati previsti dall'art. 24 comma 3 del DPR n. 207/2010, che sono lo schema di contratto, il capitolato speciale d'appalto ed il relativo piano di sicurezza e di coordinamento.

Gli elaborati progettuali sono stati redatti sulla base della Carta Tecnica Regionale e della cartografia in scala al 1:4.000 commissionata dall'Amministrazione Comunale in occasione dell'ultima stesura del PUC. Sono stati, inoltre, svolti una serie di sopralluoghi e riscontri sul campo con particolare riferimento alle aree scelte per l'esecuzione dei manufatti principali costituiti dall'impianto di sollevamento attiguo al depuratore, dalla vasca di carico in località Calaboni oltreché dagli attraversamenti delle Strade Provinciali e dei Rii Mannu e Figu.

#### **4. IL TERRITORIO E L'AREA IRRIGUA DA ATTREZZARE**

L'area del territorio comunale di Curcuris, ove ricade il presente intervento di attrezzamento irriguo, interessa principalmente una decina di aziende agricole aventi superficie compresa fino a 20 ha, per un'estensione territoriale complessiva pari a circa 120 ha. All'interno del predetto comparto sono presenti alcune proprietà frazionate, principalmente in capo a piccoli operatori agricoli tra i quali alcuni, sebbene abbiano raggiunto l'età pensionabile, continuano ad occuparsi di agricoltura con attività a conduzione familiare.

È un territorio prevalentemente agricolo, come risulta evidente dal rapporto socio economico redatto a cura dell'Agenzia Laore, allegato al presente progetto. I dati ISTAT riportati nella citata relazione socio economica mostrano che gli occupati in agricoltura, assimilati agli imprenditori agricoli a titolo principale, rappresentano una percentuale significativa in linea con i valori medi provinciale e regionale che oscillano tra il 6 % e l'8 %.

Questo dato indica quanto sia rilevante il settore agricolo per l'economia locale e quale sia la rilevanza delle azioni strutturali di supporto al comparto, quali appunto quella associata allo stesso attrezzamento irriguo proposto.

La perimetrazione delle zone servite si estende principalmente al di sotto della curva di livello dei 140 m slm al fine di soddisfare l'esercizio a gravità della rete irrigua alimentata dalla vasca di carico dislocata a 170 m slm, in località Calaboni.

L'Agenzia LAORE, in collaborazione con gli uffici comunali, ha svolto un dettagliato censimento delle aziende agricole locali arrivando a definire, per ciascuna di queste, l'area complessiva, la superficie destinata all'irrigazione, la tipologia di colture ed il fabbisogno di risorsa idrica associato a ciascuna utenza irrigua.

Conseguentemente l'Enas, in relazione alla distribuzione delle aziende, ha provveduto a definire il tracciato della rete irrigua progettata che, attraverso una idonea localizzazione dei gruppi di consegna, ha consentito di ottimizzare la distribuzione della risorsa idrica da assegnare a ciascuna azienda. Si rinvia alle elaborazioni dell'Agenzia Laore per l'esame delle aziende agricole servite per le quali, in relazione alle singole pratiche colturali, è stato estrapolato il fabbisogno idrico parziale e complessivo.

Si è operato con l'intento di venire incontro alle principali esigenze riscontrate provvedendo ad estendere la rete fino alle aree ubicate altimetricamente ai limiti delle pressioni di esercizio dei gruppi di consegna, ciò in relazione al fatto che, anche con l'eventuale ipotesi di turnazione sulla consegna, la disponibilità di risorsa è in taluni casi più importante della limitazione nell'uso dei sistemi di distribuzione.

La perimetrazione definitiva dell'area è stata non in ultimo condizionata anche dalle valutazioni di carattere economico, in quanto i costi dell'attrezzamento irriguo, e di conseguenza l'entità delle superfici da attrezzare, sono stati necessariamente ricondotti all'interno della disponibilità

delle risorse finanziarie ad oggi preventivate.

Il progetto prevede l'utilizzo delle risorse derivanti dai reflui a scopi irrigui, non solo per l'irrigazione di colture destinate alla produzione di alimenti per uso in prevalenza animale, ma anche per l'irrigazione di zone destinate a verde pubblico.

Tra queste ultime si segnala l'irrigazione delle aree verdi prospicienti l'abitato, situate sia in prossimità del cimitero che nella zona di insediamenti produttivi a sud-est del centro abitato, oltre alla possibilità di alimentare alcuni idranti distribuiti sul territorio con funzioni antincendio.

Tali utilizzi ricadono tra le destinazioni ad uso irriguo ma con valenza ambientale, intendendo con questo termine una destinazione finalizzata a migliorare e preservare gli aspetti vegetazionali sia di aree artificiali, sistemate a verde pubblico, che di aree naturali a vocazione agricola.

## 5. STUDIO PEDOLOGICO E DI SUSCETTIVITÀ ALL'USO IRRIGUO

### 5.1 ASSETTO PEDOMORFOLOGICO

L'Agenzia regionale Agris Sardegna ha effettuato la caratterizzazione pedologica del territorio comunale di Curcuris basata sui rilevamenti pedologici effettuati nell'anno 2010 in occasione della realizzazione della Carta delle Unità delle Terre alla scala 1:25.000, nell'ambito dello studio di fattibilità per l'attrezzamento irriguo della Marmilla e delle aree contermini del Sarcidano e Mandrolisai. Tale studio ha avuto la finalità di delimitare e quantificare le aree idonee all'uso irriguo e di elaborare gli schemi di valutazione attitudinale del territorio della Marmilla all'irrigazione.

Vista la scala di maggiore dettaglio adottata per la predisposizione del presente progetto, è stata operata una revisione della carta precedentemente prodotta attraverso l'aggiornamento delle informazioni sui suoli con quanto emerso da nuovi sopralluoghi effettuati nelle aree di interesse. Le descrizioni sono pertanto riferite ad una scala di rilevamento 1:10.000 e riprodotte sulla base topografica 1:4.000.

Detto Studio Pedologico (Allegato A4), svolto attraverso un più preciso esame del territorio comunale di Curcuris, è stato effettuato mediante rilevamenti speditivi e trivellate che hanno fornito una buona conoscenza di alcune proprietà pedologiche fondamentali per la comprensione delle tipologie di suolo presenti come: tipo e sequenza degli orizzonti diagnostici, loro spessore, quantità e tipo di scheletro, colore, presenza di figure pedogenetiche (screziature, concentrazioni di carbonati e di Fe e Mn), stima del drenaggio.

Per i dettagli sulle metodologie seguite nello studio e per le classificazioni dei suoli osservati, si rimanda integralmente allo Studio Pedologico (Allegato A4.1).. Lo studio è stato accompagnato dalla redazione della cartografia pedologica definita Carta delle Unità delle Terre (Allegato A4.2).

#### **La Carta delle Unità delle Terre**

Con la nomenclatura *unità delle terre* la carta pedologica assume un pertinente significato di documento di programmazione e pianificazione, infatti, grazie all'associazione delle caratteristiche dei suoli con i due principali fattori pedogenetici "substrato" e "morfologia", la carta viene arricchita dalle informazioni del contesto paesaggistico in cui i suoli stessi risultano inseriti, favorendo una lettura del territorio in termini di porzioni a differente idoneità nei confronti di scelte d'uso potenzialmente attuabili. Secondo questa visione cartografica la legenda viene ripartita in più sezioni e vede una prima suddivisione del territorio in grandi unità di paesaggio, distinte per tipologia di substrato litologico, a loro volta suddivise in unità cartografiche identificabili dagli elementi morfologici maggiormente caratterizzanti (forme del rilievo e pendenze). In tal modo ogni unità cartografica comprende uno o più raggruppamenti di suoli

con comportamento e proprietà simili non solo relativamente alla loro genesi ma anche rispetto all'assetto attuale (stato di degrado, stato di fertilità, presenza/assenza di fattori limitanti il loro uso).

Nell'area indagata sono state identificate in totale 3 unità di paesaggio e 5 unità cartografiche, che definiscono le proprietà fisiche, chimiche e agronomiche dei suoli e la classificazione tassonomica USDA Soil Taxonomy delle tipologie pedologiche individuate.

L'analisi pedologica è stata finalizzata principalmente alla definizione della suscettività all'uso irriguo e, contestualmente, ad altri specifici usi colturali, scelti tra quelli più diffusi nell'area o potenzialmente instaurabili con l'attrezzamento irriguo come erba medica, frumento duro, mais, olivo e mandorlo, colture ortive e vite. La caratterizzazione dei suoli ha costituito quindi lo studio di base per la predisposizione delle ipotesi di utilizzo irriguo dell'area, sviluppate in collaborazione con l'Agenzia Laore, avendo fornito, unitamente agli studi socio-economico ed agronomico, preziose indicazioni sulle forme di utilizzo compatibili e sulle modalità di gestione in regime irriguo dei suoli rilevati.

## 5.2 LA SUSCETTIVITÀ DEI SUOLI ALL'USO IRRIGUO

La metodologia ha posto a confronto le caratteristiche del territorio comunale di Curcuris con varie forme di utilizzazione, al fine di selezionare quelle ottimali per i suoli interessati dalla futura irrigazione con i reflui. Tale confronto è stato operato attraverso gli schemi di classificazione attitudinale già predisposti per l'intero territorio della Marmilla (Studio pedologico dell'Agris per il progetto "Schema idrico del Flumineddu per l'alimentazione irrigua della Marmilla e delle aree contermini del Mandrolisai e Sarcidano", 2010), secondo il metodo F.A.O. della *Land Suitability Evaluation* (1976) adattato alla realtà regionale sarda. Il risultato finale è stato quindi espresso come classe o grado di idoneità del territorio secondo il seguente schema:

ORDINI	CLASSI	GRADO DI SUSCETTIVITA'
<b>S</b>	S1 o <b>classe 1</b> S2 o <b>classe 2</b> S3 o <b>classe 3</b>	Altamente suscettivo Moderatamente suscettivo Scarsamente suscettivo
<b>N</b>	N1 o <b>classe 4</b> N2 o <b>classe 5</b>	Attualmente non suscettivo Permanentemente non suscettivo

L'analisi sulla suscettività all'irrigazione ha evidenziato che i suoli irrigabili, ricadenti nelle classi dalla 1<sup>a</sup> alla 3<sup>a</sup>, sono per lo più localizzati nella porzione orientale e nord-occidentale del Comune, al confine con i territori di Simala, Gonnosnò e Ales. La restante parte del territorio comunale è invece caratterizzata da suoli ricadenti nelle classi 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> di irrigabilità, ossia da

suoli momentaneamente e/o permanentemente non irrigabili a causa di limiti di tipo morfologico o strutturale.

In relazione alle forme di utilizzazione agricola esaminate, i suoli delle aree alluvionali oloceniche risultano particolarmente adatti alle colture foraggicole (erba medica), alle cerealicole da granella (frumento duro e mais) e alle arboree (vite, olivo e mandorlo). Anche le colture ortive trovano ottimi caratteri territoriali per un potenziale uso irriguo e sono state pertanto incluse nella valutazione attitudinale, sebbene nel caso di irrigazione con i reflui debbano sottostare alle obbligatorie prescrizioni ambientali e di prevenzione igienico-sanitaria.

## **6. STUDIO AGRONOMICO ED ECONOMICO AGRARIO**

### **6.1 INDAGINE CONOSCITIVA**

Lo Studio Agronomico è stato redatto a cura dell'Agenzia Regionale Laore ed analizza il contesto territoriale, il sistema sociale ed il sistema economico del comune interessato dall'intervento. Il rapporto, denominato Analisi del Contesto Socio-Economico e Relazione Agronomica è consegnato nell'Allegato A.5, al presente Progetto.

Sulla base dell'analisi dei dati ISTAT e di quelli a disposizione della stessa agenzia Laore, lo studio analizza in maniera dettagliata il contesto sociale ed economico del territorio, permette di descrivere l'attuale scenario produttivo e costituisce la base tecnica di confronto sulla quale sono stati poi sviluppati i possibili scenari d'uso futuro dopo l'attrezzamento irriguo.

Il rapporto dettaglia anche l'attività informativa e le indagini effettuate dall'Agenzia Laore, tradizionalmente presente nel territorio con i propri uffici, servizi e tecnici a diretto contatto con le realtà agricole locali, con l'obiettivo principale di avviare un processo di pianificazione partecipativo tale da esplicitare le esigenze di base e attivare le ipotesi di sviluppo endogeno.

Nel territorio comunale l'Agenzia Laore ha preliminarmente operato una utile azione di presentazione del progetto, di informazione e di divulgazione con gli operatori agricoli. Sono stati infatti organizzati degli incontri divulgativi con l'utenza, contestuali alle rilevazioni di campo di tipo agronomico e socio economiche.

Queste sedute pubbliche sono servite per la presentazione dell'intervento all'amministrazione comunale e agli operatori agricoli, per il confronto delle opinioni e delle aspettative relative all'attrezzamento irriguo.

Sono poi state effettuate delle interviste su un campione di operatori agricoli finalizzati alla conoscenza delle aspettative e delle esigenze connesse alla trasformazione irrigua e alla valutazione dei livelli di consapevolezza e consenso. L'indagine ha evidenziato che gli agricoltori sono tecnicamente preparati e aggiornati sui sistemi di irrigazione e sulle diverse soluzioni adottabili ai fini dell'efficienza e del risparmio idrico. La disponibilità d'acqua è comunque avvertita come un evento in grado di stimolare l'innovazione, sia a livello tecnico dell'attrezzamento aziendale che a livello dell'introduzione di nuove colture e di rafforzamento di quelle esistenti. La maggioranza degli intervistati dichiara la propensione ad investire i propri capitali per l'ammodernamento aziendale al fine di adeguarsi ad una agricoltura irrigua più evoluta, l'unica che può determinare livelli di reddito sostenibili.

Per il dettaglio sullo studio agronomico e socio economico si rimanda allo studio Laore allegato e di seguito si riporta solo una sintesi dei principali risvolti socio economici e delle valutazioni assunte per la definizione dei fabbisogni irrigui.

## **6.2 ASPETTI SOCIO ECONOMICI**

L'intervento proposto risponde alle particolari esigenze agronomiche e socio economiche rappresentate dal territorio così come adeguatamente documentato dalle indagini condotte all'interno dello studio sviluppato dalla Agenzia Laore. Le indagini, attraverso l'analisi dell'attuale contesto produttivo locale, hanno consentito di ipotizzare futuri scenari d'uso a seguito dell'attrezzamento irriguo, consentendo la valutazione del potenziale incremento di reddito, di occupazione e di sviluppo economico.

Il progetto di recupero dei reflui civili per uso irriguo è stato valutato positivamente sia dall'amministrazione comunale di Curcuris, che dagli operatori agricoli del comparto, per gli effetti di indotto che l'intervento può innescare sul tessuto imprenditoriale ed economico della zona interessata.

L'agricoltura rappresenta tradizionalmente una componente fondamentale della realtà economica e produttiva dell'Alta Marmilla e del territorio comunale esaminato. In particolare il comparto agro-zootecnico e quello cerealicolo rappresentano l'attività con maggiori potenzialità di sviluppo economico e pertanto la fornitura di acqua reflua recuperata rappresenta un sostegno fondamentale.

In particolare la disponibilità di acqua irrigua, oltre a razionalizzare e rendere più efficienti le aziende zootecniche, consente tramite la produzione diretta delle unità foraggiere per l'alimentazione zootecnica, il contenimento dei costi di produzione delle aziende, diminuendo la necessità di ricorso al mercato esterno con costi molto sostenuti per l'approvvigionamento alimentare del bestiame e il miglioramento della qualità del latte ovino

Il rafforzamento e l'aumento delle produzioni, determinando un incremento di reddito, permette di contrastare fenomeni ben noti nelle realtà dei paesi interni dell'Isola quali lo spopolamento campagne, il calo degli abitanti, la sopravvivenza delle aziende e quindi delle famiglie stesse;

il sostegno e la premialità nei confronti di chi vive in piccole aree periferiche e lontane dai centri urbani, deve essere sostenuto, in quanto le produzioni agricole che si realizzano in aree marginali, in cui l'abbandono delle campagne presenta costi economici, sociali e ambientali per la comunità oltre ad essere sovente causa di dissesti idrogeologici, svolgono un fondamentale ruolo di custodia e presidio del territorio, contribuendo alla produzione di Beni Pubblici Agricoli e Ambientali oggetto di enfasi della politica della PAC.

L'intervento assume un ruolo determinante in termini socio-economici, quale intervento compensativo a risarcimento dei proprietari, nonché dell'intera comunità, in relazione agli espropri di aree fertili, sottratte all'uso agricolo per la costruzione del depuratore consortile

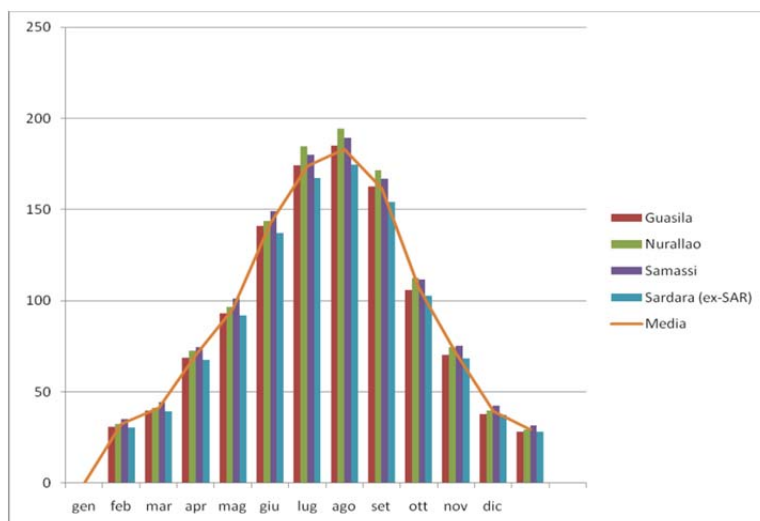
## **6.3 FABBISOGNI IRRIGUI**

Il Servizio idrometeorologico dell'ARPAS ha elaborato i dati relativi all'evapotraspirazione



rilevati da ciascuna stazione climatica; sulla base di tali dati l'Agenzia Laore ha estrapolato le esigenze idriche delle singole colture, e quindi sono ha ricavato i valori del fabbisogno idrico complessivo richiesto per le attività agricolo-zootecniche future, relative al territorio su cui insisterà l'infrastruttura irrigua.

Il metodo utilizzato per la stima dell'evapotraspirazione potenziale, è quello di Hargreaves-Samani, noto come il metodo della radiazione solare stimata. Si tratta di un metodo basato sulla temperatura e che quindi non richiede la conoscenza di altre variabili meteorologiche.



**Andamento dell'evapotraspirazione potenziale ( $ET_0$ ) media**

Il fabbisogno d'acqua della coltura (Crop Water Requirement) è la quantità d'acqua necessaria per sopperire alle perdite d'acqua per evapotraspirazione, senza malattie, che cresce in campi di grandi dimensioni, in condizioni del suolo ottimali (comprendendo nelle condizioni del suolo il contenuto di umidità e la fertilità) e che raggiunge la massima produzione possibile nell'ambiente di crescita considerato. Nelle elaborazioni dei fabbisogni idrici colturali, si è tenuto conto delle variazioni climatiche avvenute negli ultimi 10 anni in cui si è avuta una diminuzione della piovosità nei mesi invernali e si è considerata la possibilità di utilizzare l'irrigazione anche nel periodo dicembre-marzo per i cereali e gli erbai autunno vernini.

Sulla base dei dati forniti sull'evapotraspirazione media giornaliera, è stato poi calcolato il consumo idrico delle singole colture come riportato nelle tabelle elaborate da Laore e di seguito allegate.

Ai fini della progettazione delle infrastrutture di distribuzione idrica si riporta il calcolo delle esigenze idriche (ETR) medie (mc) su base decadale per la stagione irrigua primaverile-estiva dal mese di aprile a al mese di settembre.

Mese	Mais	Cereali	Medica	Erbai. Estivi	Erbai Invernali	Vite	Olivo	Frutteti
Gennaio	0	0	0	0	340	0	0	0
Febbraio	0	0	0	0	420	0	0	0
Marzo	0	498	0	0	800	0	0	199
Aprile 1 dec	0	214	85	85	0	64	128	85
Aprile 2 dec	64	214	192	192	0	64	128	85
Aprile 3 dec	64	214	85	85	0	64	128	85
Mag 1 dec	114	0	360	360	0	189	208	189
Mag 2 dec	114	0	360	360	0	189	208	189
Mag 3 dec	250	0	375	375	0	208	229	208
Giu 1 dec	303	0	202	202	0	303	252	303
Giu 2 dec	404	0	480	480	0	303	252	303
Giu 3 dec	404	0	480	480	0	303	252	303
Lug 1 dec	618	0	464	464	0	361	232	464
Lug 2 dec	618	0	206	206	0	361	232	464
Lug 3 dec	618	0	538	538	0	397	255	510
Ago 1 dec	567	0	449	449	0	331	213	425
Ago 2 dec	567	0	425	425	0	331	213	331
Ago 3 dec	312	0	208	208	0	312	234	364
Sett 1 dec	165	0	261	261	0	110	151	124
Sett 2 dec	83	0	261	261	0	110	151	124
Sett 3 dec	0	0	248	248	0	0	151	124
Ottobre	0	0	0	0	713	0	0	0
Novembre	0	0	0	0	390	0	0	0
Dicembre	0	0	0	0	340	0	0	0
TOTALI	5264	1139	5679	5679	3003	3999	3619	4880

Nella tabella precedente viene calcolata la stima dei fabbisogni idrici totali delle diverse colture per l'area interessata dal progetto di infrastrutturazione irrigua in base ai dati climatici elaborati dall'ARPAS e considerando la possibilità di utilizzare l'irrigazione anche nel periodo invernale. Tale estendimento della stagione irrigua, è basato sulla considerazione che negli ultimi 10 anni sono avvenute delle variazioni climatiche in cui si è avuta una diminuzione della piovosità nei mesi invernali, come evidenziato nel precedente paragrafo relativo all'inquadramento climatico dell'area.

Nelle tabelle successive viene calcolata la stima dei fabbisogni idrici totali delle diverse colture per l'area interessata dal progetto, in base alla previsione delle superfici destinate alle diverse colture in uno scenario di prevalente utilizzazione zootecnica del territorio e quindi considerando che la maggior parte delle superfici utilizzabili saranno destinate alla produzioni di foraggi o erbai per l'alimentazione del bestiame.

Le superfici irrigate delle due tabelle scaturiscono dalla considerazione che nel periodo

invernale, grazie anche alla notevole disponibilità idrica, tutta la superficie potenzialmente irrigabile (di 120 ettari) possa essere coltivata in gran parte con erbai autunno vernini, che in parte sono intercalari al mais ed in parte sostituire superfici attualmente pascolate. Tale presupposto è avvalorato anche dal fatto che le aziende possono con un semplice intervento di soccorso garantire delle scorte alimentari per il gregge abbassando sensibilmente i costi di produzione.

<b>Stima delle esigenze idriche totali in un'ipotesi di prevalente sviluppo della zootecnia.</b>							
<b>Mesi invernali (Ottobre - Marzo)</b>							
Coltura	Esigenza colturale [mc/ha]	Superficie [ha]	Correzione superficie (0.80x0.80) [ha]	Percentuale superficie irrigata	Superficie effettivamente irrigata [ha]	Esigenza idrica totale [mc]	Esigenza idrica media mensile [mc/mese]
Mais	0	0,0	0	0%	0,0	0	0
Cereali	498	23,0	14,72	100%	14,7	7.331	1.222
Medica	0	25,0	16	0%	0,0	0	0
Erbai inv.	3.003	60,0	38,4	100%	38,4	115.315	19.219
Vite	0	4,0	2,56	0%	0,0	0	0
Olivo	0	4,0	2,56	0%	0,0	0	0
Frutteto	199	4,0	2,56	80%	2,0	408	68
TOTALE		120,0	76,8		55,2	123.053	20.509

Nel periodo estivo la superficie irrigata è limitata a 90 ettari, causa la carenza di disponibilità nei periodi di massima richiesta idrica (totale mensile - mc 55.000).

<b>Stima delle esigenze idriche totali in un'ipotesi di prevalente sviluppo della zootecnia.</b>									
<b>Mesi estivi (Aprile - Settembre)</b>									
Coltura	Esigenza colturale [mc/ha]	Superficie [ha]	Correzione e superficie (0.80x0.80) [ha]	Percentuale superficie irrigata	Superficie effettivamente irrigata [ha]	Esigenza idrica totale [mc]	Esigenza idrica mese di luglio [mc/ha]	Esigenza idrica totale mese di luglio [m]	Esigenza idrica giornaliera a mese di luglio [mc/ha]
Mais	5.264	10,0	6,4	100%	6,4	33.690	1.854	11.866	383
Cereali	642	23,0	14,7	100%	14,7	9.436	0	0	0
Medica	5.679	25,0	16,0	100%	16,0	90.864	1.208	19.328	623
Erbai estivi	7.216	20,0	12,8	100%	12,8	92.365	1.597	20.442	659
Vite	3.999	4,0	2,6	40%	1,0	4.095	1.118	1.145	37
Olivo	3.619	4,0	2,6	40%	1,0	3.706	718	735	24
Frutteto	4.680	4,0	2,6	40%	1,0	4.792	1.437	1.471	47
TOTALE		90,0	57,6		53,0	238.947		54.987	1774

I dati suddetti sono stati utilizzati nelle elaborazioni per la progettazione ed il dimensionamento delle opere idrauliche.

## 7. DESCRIZIONE DELLE OPERE PER IL RIUTILIZZO

Le opere necessarie per il riutilizzo riguardano l'esistente depuratore consortile di Curcuris e le opere di nuova esecuzione per l'attrezzamento irrigue costituite dalla opera di presa, dall'impianto di sollevamento, dalla vasca di carico oltreché dalle condotte e dalla rete di distribuzione con le relative opere d'arte lungo linea.

### 7.1 L'IMPIANTO DI DEPURAZIONE ED IL RIUTILIZZO DEI REFLUI

Il depuratore consortile di Curcuris, collaudato nel 2005, ricade nel territorio dell'omonimo comune e raccoglie le acque reflue dei comuni ricadenti nello schema fognario a servizio degli abitati di Albagiara, Ales, Curcuris, Gonnosnò, Pau, Villaverde, oltre alle frazioni di Zeppara, Figu ed Escovedu; tale impianto risulta dotato delle opere ed infrastrutture necessarie al riutilizzo irriguo dei reflui depurati, ed ha come corpo recettore il Rio Mannu, affluente del Rio Mogoro.

L'impianto di depurazione consortile in argomento, localizzato nelle adiacenze della zona artigianale esterna all'abitato, tratta in prevalenza acque reflue di tipo civile, con un apporto limitato di reflui provenienti dalle attività produttive, per lo più artigianali, insistenti in alcune zone PIP degli abitati serviti. Il quantitativo di risorsa idrica in uscita dal depuratore di Curcuris, nel periodo irriguo compreso tra aprile e settembre, è in grado di servire una superficie irrigua lorda pari a circa 100 ha.

#### CARATTERISTICHE DIMENSIONALI

La potenzialità complessiva del depuratore, prevista in progetto al 2016 per circa 12.000 abitanti equivalenti, è stata ripartita su due linee funzionali di circa 6.000 abitanti equivalenti ciascuna, col fine di consentire una maggiore flessibilità nelle attività di gestione e di manutenzione delle singole sezioni impiantistiche.

Nel seguito si espongono i parametri di dimensionamento al 2016 previsti in progetto:

Numero di abitanti residenti	n°	7.560
Numero di abitanti turistici	n°	300
Numero equivalenti industriali	n°	4.500
Numero abitanti equivalenti totali	n°	12.360
Portata giornaliera nera	mc/g	2.086
Portata media nera (pari a 24,14 l/s nelle 24 h)	mc/h	86,90
Coefficiente di punta	cp	2,5
Portata di punta (pari a 60,35 l/s)	mc/h	217,25
Carico totale BOD5	kg/g	742
Concentrazione specifica BOD5	mg/l	356

Carico totale Solidi sospesi	kg/g	1.112
Concentrazione specifica Solidi sospesi	mg/l	533
Carico totale Azoto	kg/g	148
Concentrazione specifica Azoto	mg/l	71
Carico totale Fosforo	kg/g	37
Concentrazione specifica Fosforo	mg/l	18

#### SCHEMA DI PROCESSO

Lo schema di processo adottato è del tipo con sezione biologica a fanghi attivi completa di trattamento terziario di rimozione dell'azoto, del fosforo e dei solidi sospesi in grado di raggiungere i limiti di affinamento allo scarico richiesti per il riutilizzo irriguo dei reflui depurati, così come attestato anche da parte del gestore dell'impianto nella fase di manifestazione di interesse di cui al presente bando.

In ottemperanza alla Direttiva Regionale degli scarichi, così come recepita dal Regolamento del SII approvato dall'Autorità d'Ambito, la norma prevede che, qualora il territorio dovesse accogliere future attività produttive con scarichi nocivi al processo biologico ed incompatibili con i parametri del refluo influente, ipotesi al momento improbabile, a monte dell'impianto, le aziende provvedano all'abbattimento dei carichi fuori norma e, attraverso idonee vasche di stoccaggio vi sia un rilascio graduale dei reflui pretrattati, rendendoli compatibili con i rapporti di diluizione prefissati dai limiti allo scarico.

In relazione allo schema di processo si riporta una sintesi rappresentativa delle fasi di trattamento dei reflui e dei fanghi presenti nell'impianto

#### LINEA LIQUAMI

- Raccolta di tutti gli scarichi in arrivo e misura della portata
- Grigliatura fine e pulizia meccanizzata
- Grigliatura grossolana a pulizia manuale su canale di by-pass
- Dissabbiatura meccanizzata tipo "Pista"
- Disoleatura aerata
- Campionamento automatico degli scarichi
- Sfiore di troppo pieno e by-pass generale dell'impianto
- Sollevamento
- Misurazione della portata ammessa al biologico
- Vasca di Predenitrificazione
- Vasca di ossidazione biologica a fanghi attivi e Nitrificazione
- Sedimentazione finale

- Destabilizzazione
- Chiariflocculazione per rimozione Fosforo
- Filtrazione su sabbia
- Disinfezione con ipoclorito di sodio
- Scarico nel corpo ricettore
- Sollevamento drenaggi

#### LINEA FANGHI

- Ricircolo fanghi dalla sedimentazione finale
- Sollevamento fanghi di supero biologici alla stabilizzazione
- Sollevamento fanghi chimici alla stabilizzazione
- Stabilizzazione aerobica
- Ispessimento mediante sfioro del surnatante
- Condizionamento
- Disidratazione meccanica tramite nastropressa
- Disidratazione di emergenza sui letti di essiccamento

#### QUALITÀ DELLA RISORSA

Il depuratore consortile in oggetto è stato progettato al fine di ottemperare al Piano straordinario di completamento e razionalizzazione dei sistemi di collettamento e depurazione delle acque. In particolare il depuratore consortile di Curcuris, attuato dell'ESAF, prevede come corpo idrico recettore il Rio Mannu, le cui acque hanno come recapito finale le "aree sensibili" rappresentate dagli Stagni di San Giovanni e di Marceddì, per le quali la norma prescrive limiti restrittivi per il contenuto in fosforo ed azoto dei reflui.

Lo scarico di tali depuratori, afferenti ad aree soggette al fenomeno di eutrofizzazione ed in quanto tali classificate dalla vigente normativa come "aree sensibili", hanno pertanto un assetto processistico-funzionale in grado di rispettare allo scarico i valori previsti dalle Tabelle 1 e 2 dell'Allegato 5 alla Parte Terza del D.Lgs 152/1999, prefissati nel caso di impianti di potenzialità superiore a 10.000 A.E.

L'assenza sul territorio di attività produttive di tipo industriale che abbiano al loro interno dei cicli produttivi che prevedano l'utilizzo di sostanze pericolose è stato avallato del gestore dell'impianto in quanto, nel liquame grezzo in arrivo al trattamento, non sono stati riscontrati inquinanti non biodegradabili e sostanze pericolose di cui all'art. 2 della DGR n. 69/25 del 10/12/2008, tali da comportare l'inidoneità all'impiego irriguo del refluo affinato.

L'esame dei valori medi dei parametri fisico chimici delle acque grezze conferma l'origine urbana dei reflui con caratteristiche domestiche e rileva, come anticipato, l'effetto di diluizione

provocato da sostenuti apporti di acque bianche.

Questo fatto è reso evidente anche dai valori desunti dalle analisi fisico chimiche fornite dal gestore in relazione ai principali indici di inquinamento, BOD5 e Azoto, i quali presentano valori riconducibili al metabolismo umano che indicano un elevato grado di diluizione del refluo con la presenza di bassi valori di nutrienti.

Il quadro delle informazioni acquisite e i dati analitici esaminati evidenziano che il refluo grezzo in ingresso all'impianto è idoneo all'affinamento per il riutilizzo irriguo in quanto non sono stati evidenziati elementi limitanti tali da impedire l'utilizzo.

Le caratteristiche dei reflui in uscita dal depuratore in oggetto sono monitorate dalla Società Abbanoa e dal Dipartimento Provinciale di Oristano dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente le cui analisi indicano il rispetto dei limiti qualitativi dello scarico indicati nel vigente Provvedimento Autorizzativo emesso dalla Provincia di Oristano.

Nel caso in esame, poiché gli abitanti equivalenti attualmente serviti sono inferiori a 10.000 (circa 4500 A.E. al 2012), la predetta autorizzazione allo scarico impone i limiti fissati dalla Tabella 1 e 3 e in particolare per il parametro Escherichia con il limite di 5000 UFC/100 ml.

Dall'esame dei dati chimici, fisici e batteriologici ricavati dai certificati analitici dell'acqua di scarico forniti da Abbanoa e dai certificati analitici emessi dall'ARPAS, che riguardano l'analisi dei campioni medi compositi di acqua di scarico in uscita dal depuratore di Curcuris, prelevati nell'arco delle 24 h mediante l'utilizzo di un campionatore automatico e dal campionamento istantaneo riferito ai parametri batteriologici, si può osservare che tutti i parametri analizzati nelle acque in uscita dal depuratore, nel periodo di osservazione riferito all'anno 2011, rientrano ampiamente nei limiti previsti dalle Tabelle 1 e 3 dell'Allegato 5 Parte III del D.Lgs. N. 152/2006, così come peraltro dichiarato nei certificati analitici forniti da Abbanoa e da quelli emessi dall'ARPAS.

Il rispetto dei limiti di emissione per lo scarico in corpo idrico superficiale non garantisce la conformità ai limiti molto più restrittivi per il riutilizzo irriguo, previsti dalla Tabella 1 dell'Allegato 2 della DGR 75/15. La suddetta tabella, fra l'altro, contiene parametri aggiuntivi non inclusi nelle Tabelle 1 e 3 dell'Allegato 5 Parte III del D.Lgs. N. 152/2006 ed essenziali invece per la valutazione dell'idoneità del refluo per uso irriguo.

L'ENAS ha perciò ritenuto di condurre in proprio una caratterizzazione completa del refluo da destinarsi all'irrigazione, attraverso l'analisi di quasi tutti i parametri inclusi nella Tabella 1 dell'Allegato 2 della DGR 75/15. Le analisi sono state effettuate su un campione istantaneo prelevato all'uscita del depuratore in data 4 giugno 2012.

Dai bollettini analitici emessi dall'ENAS si evince che tutti i parametri rilevati sono inferiori a quelli imposti nella Autorizzazione allo scarico (Tabella 1 e 3 del D.Lgs. n. 152/2006) inoltre nel complesso il refluo rispetta anche i limiti per il riutilizzo irriguo, fatta eccezione per il parametro

*Escherichia coli* il cui valore, pari a 180 UFC/100mL, supera il limite puntuale massimo di 100 UFC/100 mL indicato nella Tabella 1 dell'Allegato 2 della Direttiva.

Comunque, va rilevato che il controllo della componente microbiologica relativa al parametro *Escherichia coli* non costituisce un problema a livello impiantistico, dipendendo principalmente dalla concentrazione del disinfettante utilizzato nella fase di disinfezione del processo depurativo.

In conclusione, sulla base dei dati sintetizzati ed ampiamente documentati nell'allegato Piano di Monitoraggio, si può affermare che l'impianto di depurazione di Curcuris è in grado di assicurare allo scarico il rispetto dei limiti ministeriali, ed è in grado di raggiungere i limiti previsti dalla DGR 75/15 per il riutilizzo dei reflui in uscita ai fini irrigui.

#### QUANTITÀ DELLA RISORSA

L'impianto di depurazione è stato dimensionato utilizzando i dati di popolazione derivati dal vecchio PRGA ove, a posteriori, i parametri di incremento demografico all'epoca vigenti, si sono rivelati eccessivi alla luce dell'effettivo trend di sviluppo della popolazione servita. Inoltre, secondo quanto attestato dal gestore, la situazione attuale ha di fatto evidenziato l'assenza di attività produttive in grado di incrementare significativamente il valore degli abitanti equivalenti presenti nei comuni serviti dal depuratore.

Dall'esame dei dati trasmessi dal gestore Abbanoa, rapportando i carichi idraulici con i valori di BOD in ingresso al depuratore, emerge che attualmente all'impianto risultano registrati apporti corrispondenti ad un carico organico massimo di circa 4.500 A.E.; questi valori confermano l'attuale livello di sottoutilizzo del processo di trattamento rispetto alla capacità di dimensionamento prevista fino alla soglia di 12.000 A.E.

Le portate massime, nei sei anni di osservazione compresi dal 2006 al 2011, sono state registrate nei mesi invernali, mentre nei mesi estivi si denota una netta riduzione degli apporti. Gli elementi predetti confermano come i valori dei carichi idraulici siano caratterizzati da un'elevata dotazione idrica che, non essendo giustificata dagli abitanti presenti negli agglomerati urbani serviti, risulta appunto riconducibile all'apporto di acque bianche, prevalentemente di natura meteorica, trasferite in via anomala verso il trattamento.

Dall'esame delle serie associate ai valori di portata e volumi mensili estrapolati dai dati forniti dal gestore Abbanoa, nel periodo di osservazione compreso tra gli anni 2006 e 2011, si desume che il volume medio annuo trattato dall'impianto risulta pari a 903.984 mc, mentre il valore della risorsa idrica disponibile nel periodo irriguo, esteso dal mese di aprile a quello di settembre, risulta pari a 374.412 mc.

Dalla sintesi dei dati generali registrati nel periodo di osservazione si deduce come i valori medi di portata disponibile allo scarico del depuratore di Curcuris, nel periodo irriguo prescelto, oscillino da un minimo nel mese di luglio pari a 1.698 mc/gg ad un massimo nel mese di aprile



pari a 2.822 mc/gg, con un valore medio di 2.050 mc/gg corrispondente ad una portata media in uscita dal trattamento di affinamento pari a circa 25 l/s utilizzabili nel periodo irriguo.

Nel seguito si riporta la tabella di sintesi dei valori delle portate e dei volumi mensili ricavata dai dati forniti dal gestore Abbanoa, nel periodo di osservazione compreso tra gli anni 2006 e 2011. Dall'esame delle serie acquisite ed annesse al Piano \di Monitoraggio allegato al progetto, si desume che il volume medio annuo trattato dall'impianto risulta pari a 903.984 mc, mentre il volume della risorsa idrica disponibile nel periodo irriguo, esteso dal mese di aprile a quello di settembre, risulta pari a 374.412 mc.

Periodo di osservazione: dall'anno 2006 all'anno 2011	Portate (mc/giorno)	Volumi (mc/mese)
Gennaio	3.539	109.705
Febbraio	3.666	102.924
Marzo	3.169	98.236
Aprile	2.822	84.672
Maggio	2.330	71.817
Giugno	1.938	58.141
Luglio	1.698	52.642
Agosto	1.741	53.964
Settembre	1.773	53.176
Ottobre	1.890	58.594
Novembre	2.263	67.897
Dicembre	2.953	91.548
Periodo irriguo Aprile/Settembre	2.050	374.412

Dalla sintesi dei dati generali registrati nel periodo di osservazione si deduce come i valori medi di portata disponibile allo scarico del depuratore di Curcuris, nel periodo irriguo prescelto, oscillino da un minimo nel mese di luglio pari a 1.698 mc/gg ad un massimo nel mese di aprile pari a 2.822 mc/gg, con un valore medio di 2.050 mc/gg corrispondente ad una portata media in uscita dal trattamento di affinamento pari a circa 24 l/s utilizzabili nel periodo irriguo.

Sulla base del diagramma tipico dell'andamento orario delle portate in piccoli centri è stata valutata una portata massima pari a 50 l/s per il dimensionamento delle opere.

#### PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO

Si richiama l'attenzione sul fatto che la normativa regolante il riutilizzo delle acque reflue

depurate prescrive la definizione di un Piano di Monitoraggio e Controllo finalizzato all'accertamento del rispetto dei limiti, definiti dal DM n.185/2003 e ripresi dalla Direttiva regionale sul riutilizzo delle acque reflue depurate approvata dalla Giunta Regionale con Deliberazione n.75/15 del 30.12.2008.

Il Piano di Monitoraggio e Controllo individua dunque i controlli sulla qualità dei reflui affinati (distinti tra controlli di conformità ed autocontrolli) che ARPAS e Gestore dell'impianto di recupero devono eseguire, ai sensi dell'art. 7 del D.M. 185/03 e dell'allegato 5 della DGR 75/15.

Inoltre il Piano di Monitoraggio e Controllo specifica l'attività di monitoraggio che, ai sensi dell'art. 11 del D.M. 185/03, è in capo al Gestore della rete di distribuzione, ai fini della verifica dei parametri chimici e microbiologici delle acque reflue recuperate che vengono distribuite e degli effetti ambientali, agronomici e pedologici del riutilizzo.

Nella fase di avvio della utilizzazione dei reflui è prevista la realizzazione di un monitoraggio degli aspetti pedologici e agronomico-aziendali, calibrato sulla base delle realtà locali. Queste attività rivestono un carattere di sperimentazione in quanto permettono di realizzare un laboratorio a scala reale degli effetti del refluo.

Il monitoraggio dei suoli, nella fase di avvio dell'utilizzazione dei reflui, è stata calibrata al fine di valutare le variazioni di alcuni parametri fisici e chimici dei suoli più sensibili all'azione degli apporti dei reflui, attraverso la misurazione di specifici indicatori. In particolare l'azione di monitoraggio svolgerà la funzione di valutare le conseguenze sui suoli, mediante il rilascio di elementi fertilizzanti e l'immissione di sostanze potenzialmente inquinanti.

Il monitoraggio sugli effetti agronomici porterà a migliorare la gestione irrigua e le concimazioni, in particolare permetterà di puntare all'efficienza degli interventi irrigui calibrandoli sui fabbisogni colturali reali in relazione alle fasi fenologiche delle colture, in relazione alle tipologie di suoli ed alle caratteristiche idrologiche dei suoli stessi; sarà opportunamente monitorata la compatibilità delle colture praticate con i principali elementi di potenziale criticità (salinità, cloruri, boro) e valutati in generale gli effetti agronomici dei reflui, al fine di evidenziare potenziali eccessi di nutrizione azotata e fosforica.

Le tecniche agronomiche adottate nella regolazione della irrigazione attraverso turni e volumi, la formulazione di piani di concimazione, la razionalizzazione della rete di distribuzione delle acque, la scelta degli avvicendamenti e la gestione del suolo, possono rappresentare un modello organizzativo aziendale da utilizzare per la riproposizione e la replicabilità su vasta scala in altre realtà regionali limitrofe a quella in esame. In particolare:

Il monitoraggio degli effetti agronomici porterà a selezionare gli aspetti agronomici significativi per tarare il piano di gestione applicabile anche ad altre realtà simili,

Gli esiti del monitoraggio pedologico e della sperimentazione nella gestione agronomica sarà replicabile in altri depuratori simili nella Provincia di Oristano, tra i quali quello gemello a

Masullas, e per altri depuratori gestiti da Abbanoa in altre province, dove le condizioni qualitative e quantitative del refluo possono raffrontarsi e dove le caratteristiche pedoclimatiche e agronomiche sono rapportabili con quelle del presente intervento, semplificando in tal modo l'estensione dei risultati già acquisiti sul monitoraggio e sulle relative sperimentazioni.

I risultati del lavoro potranno essere utilizzati dai tecnici delle Agenzia agricole Laore, Agris e del Consorzio di Bonifica come strumento di supporto tecnico alla gestione dei fabbisogni irrigui ottimali calibrati sull'assetto colturale. Ciò al fine di contribuire alla corretta gestione del ciclo dell'acqua e finalizzare le attività agronomiche al risparmio e tutela della risorsa idrica, con la valutazione di colture e pratiche meno idroesigenti attraverso un rafforzamento delle competenze agronomiche di settore, sviluppando reciprocamente abilità nella gestione delle colture mediante irrigazione con i reflui, da parte degli operatori agricoli e da parte dei tecnici Laore.

Le tecniche agronomiche adottate nella regolazione della irrigazione, attraverso la definizione di turni e volumi, la formulazione dei piani di concimazione, la scelta degli avvicendamenti e la gestione del suolo, caso per caso, potranno condurre alla definizione di un modello organizzativo aziendale ottimale nelle varie realtà territoriali interessate.

## **7.2 OPERE PER L'ATTREZZAMENTO IRRIGUO**

### OPERA DI PRESA

L'opera di presa dei reflui affinati in uscita dal depuratore consortile di Curcuris verrà eseguita interrata rispetto alla quota del piano di campagna pari a 118,50 m s.l.m., esternamente all'impianto di depurazione, intercettando la condotta in acciaio DN 300 in uscita dalla disinfezione nel punto a monte dell'attuale pozzetto di confluenza con la condotta in ghisa DN 500 di by pass del depuratore.

Detto manufatto, costituito da un pozzetto interrato in calcestruzzo con quota di scorrimento pari a 116,80 m s.l.m., avrà al suo interno una soglia di sfioro a quota 117,90 m s.l.m. che consentirà un flusso preferenziale verso la vasca interrata della stazione di sollevamento, inoltre è prevista l'installazione di una paratoia a parete che consente il normale deflusso verso lo scarico del depuratore.

La predetta condotta in acciaio DN 300 avrà anche la funzione di scarico in quanto raggiunto il massimo livello di invaso in vasca, si innescherà sulla soglia di sfioro un battente idrico che consentirà lo smaltimento automatico delle portate eccedenti verso il collettore in ghisa DN 500 ed il manufatto di consegna al Rio Mannu posto a quota 116,65 m s.l.m.

### IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

L'impianto di sollevamento verrà realizzato in adiacenza all'attuale depuratore consortile sul lato che da verso il corso del Rio Mannu.

L'opera sarà eseguita con una vasca di aspirazione interrata con livelli di esercizio di massimo e minimo compresi tra 117,90 m slm e 115,85 m slm, ai quali corrisponde un tirante idrico massimo di 2,05 m ed un volume di circa 90,00 mc che, nel caso di momentanei disservizi gestionali della stazione di sollevamento, consente l'autonomia di circa un'ora rispetto alla portata media di 25 l/s in arrivo dal depuratore.

Nel caso in cui si dovesse escludere l'esercizio del sollevamento, potrà essere intercettata l'alimentazione alla vasca attraverso la chiusura della paratoia a parete installata nel pozzetto di immissione dell'impianto di sollevamento e l'apertura della paratoia a parete installata nel pozzetto di intercettazione. Mentre nel caso di riempimento della vasca di aspirazione è previsto si attivi lo sfioro di troppo pieno presente nel pozzetto di intercettazione, con soglia a quota 117,90 m, consentendo lo scarico in automatico della portata in uscita dal depuratore, non utilizzata dall'impianto di riutilizzo, verso il Rio Mannu mediante l'esistente scarico in acciaio del DN 500.

Inoltre la vasca di aspirazione sarà equipaggiata con specifici passi d'uomo e scalette di accesso per le attività di manutenzione e di pulizia.

La camera di manovra necessaria per l'alloggiamento delle elettropompe e delle relative apparecchiature idrauliche, è previsto sia realizzata totalmente fuori terra, sopra la vasca di aspirazione ed il suo piano di calpestio è stato posto alla quota di 119,00 m slm al fine di consentire la protezione dei locali dagli allagamenti dovuti alla esondazione del vicino rio. Per garantire una migliore salvaguardia delle apparecchiature elettromeccaniche rispetto ai possibili fenomeni di esondazione del corso d'acqua è previsto che i motori elettrici delle elettropompe e tutte le apparecchiature elettriche e gli impianti siano posti ad una altezza minima di 1,00 dal piano di campagna e quindi 50 centimetri dal piano di calpestio della camera di manovra.

Le elettropompe, ciascuna con portata di 25 l/s, prevalenza manometrica di 71,5 m e potenza pari a 30 Kw sono previste del tipo ad asse verticale e potranno entrare in esercizio singolarmente o in coppia, in funzione della quota raggiunta dalla risorsa all'interno della vasca di aspirazione. Nella prima fase verranno installate due pompe che come detto potranno funzionare singolarmente o in coppia, in base ai livelli idrici all'interno della vasca di aspirazione, mentre una terza pompa con funzione esclusiva di riserva attiva sarà installata con gli interventi di seconda fase. La scelta di installare più pompe è dovuta alla variabilità della risorsa disponibile da parte del depuratore consentendo un utilizzo migliore dell'impianto di sollevamento.

L'impianto sarà equipaggiato con saracinesche per l'interruzione del flusso, valvole di non ritorno a ogiva Venturi manometri e cassa d'aria per ridurre le sollecitazioni di pressione associate ai transitori di esercizio delle pompe.

Tutte le apparecchiature di controllo e gestione delle pompe saranno contenute all'interno della

camera di manovra dove troverà alloggiamento anche la centralina elettrica e il display del misuratore di portata elettromagnetico, collocato in pozzetto interrato in prossimità dell'impianto di sollevamento, questo al fine di consentire una facile gestione delle strumentazioni di misura da parte del personale addetto alla gestione e manutenzione delle opere.

La camera di manovra ospiterà anche tutte le apparecchiature idrauliche di intercettazione, di sfiato e di scarico necessarie per il funzionamento dei collettori di mandata atti a garantire il corretto esercizio del gruppo pompe e le relative attività gestionali, i collettori saranno realizzati in acciaio zincato a caldo con giunzioni a flangia.

Il sistema di comando del gruppo pompe sarà asservito ad un misuratore di livello locale, installato nella vasca di aspirazione, e da un sistema di telecontrollo in grado di elaborare in remoto i dati di livello nella vasca di carico al fine di gestire e registrare le funzioni di esercizio della stazione di sollevamento tali sistemi saranno totalmente programmabili.

Completano il manufatto le sistemazioni esterne costituite dal piazzale di manovra in macadam e da uno stradello di accesso sempre in macadam dello sviluppo di circa 200 m che costeggiando l'esistente recinzione del depuratore raccorda alla strada servizio del depuratore il piazzale a servizio della stazione di sollevamento.

#### VASCA DI CARICO

Le acque in uscita dal sollevamento verranno rilanciate con una condotta premente in ghisa sferoidale del DN 200 verso la vasca di disconnessione e compensazione ubicata a quota di massimo invaso pari a 170,50 m, in grado di assicurare l'esercizio a gravità della rete irrigua di distribuzione.

Al fine di ottimizzare l'approvvigionamento irriguo del comparto, limitare i costi di realizzazione e garantire il migliore inserimento del manufatto nel contesto locale, la capacità della vasca è stata contenuta in 5.000 mc.

L'opera, del tipo seminterrato, risulta composta da due distinti manufatti di cui il primo, eseguito in cemento armato, ospiterà la camera di manovra ed una capacità di disconnessione pari a 120 mc mentre il secondo, adiacente al primo, sarà costituito da un bacino in terra al quale verrà affidata la funzione di compensazione della risorsa; quest'ultimo verrà realizzato in una seconda fase.

Nella camera di manovra saranno alloggiate le apparecchiature idrauliche di intercettazione delle tubazioni di ingresso, uscita e scarico mentre tre paratoie piane consentiranno di interconnettere idraulicamente le due capacità e by passare la vasca di compensazione assicurando la continuità del servizio in occasione delle attività gestionali di manutenzione della stessa; tali paratoie, essendo funzionali solo con la realizzazione del bacino in terra, verranno installate nella seconda fase.

La vasca di disconnessione sarà dotata di uno scarico di fondo e di uno sfioratore di superficie

del tipo a calice entrambi collegati ad una condotta in PVC-U del DN 250 con tracciato parallelo alla condotta premente e collegata all'esistente pozzetto di scarico del depuratore. Questo sistema permette di svuotare la vasca durante le ordinarie manutenzioni e di scaricare gli eventuali volumi in esubero. Inoltre anche la condotta premente potrà essere utilizzata come condotta per lo svuotamento della vasca permettendo lo scarico nel suddetto pozzetto o nel collettore fognario di arrivo al depuratore dando la possibilità di sottoporre nuovamente a trattamento depurativo la risorsa, nel remoto caso in cui la risorsa non dovesse rispettare i limiti di norma per lo scarico in ambiente.

Tutti i manufatti saranno eseguiti con tipologia seminterrata sia per ridurre i costi associati alle opere di sbancamento e scavo e sia per migliorare l'inserimento ambientale degli stessi.

Il bacino in terra che sarà realizzato nella seconda fase è previsto sia a pianta rettangolare di dimensioni esterne pari a 40 x 60 m pareti da 4 m di altezza, scarpa pari a 3:2, battente idrico di 3 m e fondo a quota 167,50 m slm ed avrà lungo il perimetro un rilevato in terra con larghezza di coronamento di 4 m lungo il quale sarà realizzata la pista di servizio in macadam. I terreni ove sarà realizzata la vasca, costituiti da marne arenacee litoidi, risultano stabili e scavabili con mezzi meccanici e saranno impermeabilizzati con guaina in PVC dello spessore di 12 mm posata su sottofondo stabilizzato, previa interposizione di strato protettivo in tessuto non tessuto del peso di 300 gr/mq.

Per l'accesso all'area della vasca si percorre un tratto della viabilità comunale sterrata che dalla SP 72 conduce verso il sito della ex discarica comunale, fino alla località Calaboni, da qui è stato previsto di utilizzare uno stradello sterrato esistente fino alla sommità ove è stata localizzata la vasca. La predetta viabilità di servizio verrà completata e sistemata fino all'area della vasca per uno sviluppo complessivo di circa 400 m ed una larghezza di 3 m con una regolarizzazione del fondo con macadam.

Completano il manufatto le sistemazioni esterne costituite dalla recinzione in rete zincata, dal cancello di accesso e dalla realizzazione di un piazzale antistante la vasca di carico in macadam.

#### CONDOTTE E RETE DI DISTRIBUZIONE

Le tubazioni, in relazione alle loro caratteristiche dimensionali e funzionali, possono essere classificate in tre distinte tipologie: condotta premente, adduzione e distribuzione.

È prevista la messa in opera complessivamente di circa 6,5 km di condotte di diametro compreso tra DN 250 mm e DN 100 mm, nella prima fase è prevista la posa in opera delle seguenti condotte suddivise per tipologia, materiale e diametro:

Tipo di Condotta	Materiale	Diametro	Lunghezza
Premente	Ghisa	200	874 m
Adduzione	Ghisa	250	400 m

Rete di Distribuzione	Ghisa	200	1.401 m
Rete di Distribuzione	Ghisa	100	<u>1.389 m</u>
TOTALE			4.064 m

nella seconda fase è prevista la posa delle seguenti condotte:

Rete di Distribuzione	Ghisa	200	1.086 m
Rete di Distribuzione	Ghisa	100	<u>1.367 m</u>
TOTALE			2.453 m

La condotta premente, partendo dall'impianto di sollevamento, verrà posata lungo la fascia laterale attigua all'area del depuratore fino ad attraversare la strada comunale Curcuris-Baressa e successivamente seguirà una posa parallela alla detta strada comunale fino all'incrocio con la strada provinciale n. 72, da qui procederà in parallelismo con la strada provinciale fino a poi staccarsi verso il promontorio denominato "Cuccuru Perda Mogoro" in località Calaboni.

Inoltre la condotta premente verrà posata nel tratto che va dall'impianto di sollevamento all'incrocio con la strada provinciale n. 72 in parallelo con la condotta della rete di distribuzione ramo A-B, mentre dall'incrocio sino alla vasca di carico la condotta premente sarà posata in parallelo con la condotta di adduzione.

La condotta di adduzione come detto è posata in parallelo con la condotta premente sino all'incrocio con la strada provinciale n.72 poi piega verso la stessa strada attraversandola.

Subito dopo l'attraversamento ha inizio la rete di distribuzione. Il tracciato delle condotte della rete di distribuzione segue, laddove possibile, la rete viaria esistente comunale e provinciale, mantenendosi ai margini delle proprietà al fine di limitarne il frazionamento. Non sono previste piste di servizio lungo linea al fine di contenere le aree in esproprio, anche in considerazione della fitta rete viaria, esistente nel territorio, alla quale è possibile appoggiarsi sia durante la fase di posa in opera che nella fase di esercizio per la manutenzione delle opere.

Le scelte progettuali relative ai materiali da utilizzare per le condotte derivano dalle valutazioni dei prezzi di mercato messi in relazione alle caratteristiche dei terreni oltre alle condizioni di posa ed esercizio delle condotte.

Si è così addivenuti ad una valutazione dei costi dei materiali in opera che ha permesso di completare le valutazioni tecniche con le componenti economiche essenziali per la scelta definitiva.

In particolare in relazione ai piccoli diametri di progetto, per la condotta premente, essendo i prezzi dei due materiali metallici ghisa ed acciaio tra loro raffrontabili, si è optato per l'utilizzo della ghisa sferoidale con rivestimento cementizio interno che garantisce un buon livello di protezione delle tubazioni.

Per la rete di distribuzione e per la condotta adduttrice, essendo interessati dai diametri delle tre

classi DN 100, 200 e 250 sono stati verificati anche i costi dei due materiali plastici comunemente utilizzati per realizzazioni simili e cioè il PVC ed il PEAD.

In relazione alla raffrontabilità dei costi nel caso di piccoli diametri tra materiali metallici e plastici si è optato per la ghisa sferoidale in relazione alla durabilità ed alla resistenza meccanica del prodotto.

Per quanto riguarda le sezioni di scavo delle condotte queste sono state previste con la finalità di garantire gli spazi minimi per l'effettuazione delle corrette lavorazioni di posa in opera, nel rispetto delle condizioni operative di sicurezza degli operatori adattando la sezione delle stesse ai diametri ed al numero di condotte da posare nello scavo, tenuto conto anche delle caratteristiche geologiche e geotecniche dei substrati di posa.

Negli allegati grafici di progetto sono evidenziate le caratteristiche dei materiali di sottofondo e da utilizzare per il rinterro, nonché le modalità di effettuazione delle lavorazioni necessarie per garantire la buona riuscita della posa in opera finalizzata alla durabilità dell'opera. Sono stati inoltre indicati i valori minimi di rinterro per assicurare la dovuta protezione delle condotte nei confronti delle attività di lavorazione dei campi oltre al rispetto delle prescrizioni contenute nella DGR 75/15.

I tracciati delle condotte interessano in prevalenza terreni sciolti con brevi tratte a matrice rocciosa che potrà essere scavata nella maggior parte dei casi senza l'ausilio di demolitori meccanici, ma con l'uso di opportune benne da roccia.

La presenza d'acqua negli scavi non è da escludere nelle zone pianeggianti e più depresse dell'area irrigua, ove la falda può essere anche abbastanza superficiale; in tali zone la prevalenza di una matrice argillosa consentirà comunque il facile aggettamento dell'acqua dagli scavi.

Al fine di non pregiudicare l'utilizzo agricolo dei terreni interessati dalla posa delle condotte, anche in relazione al fatto che non è prevista l'espropriazione, ma solo l'asservimento, è stato stabilito il ripristino dello stato di terreno agrario per tutta la larghezza dello scavo, avendo cura nelle fasi di lavoro di depositare il terreno agrario al lato dello scavo, separatamente dall'altro materiale scavato.

#### OPERE D'ARTE LUNGO LINEA

Lungo tutte le condotte sono previste le opere di linea per l'alloggiamento delle apparecchiature di sfiato nei punti di colmo e di scarico nei punti più depressi mentre, nei punti terminali della rete di distribuzione, non sono previsti punti di scarico essendo allo scopo utilizzabili i gruppi di consegna aziendale.

Sono previsti inoltre lungo i rami principali del sistema di distribuzione alcuni punti di intercettazione ubicati in corrispondenza dei nodi di diramazione principali in posizione tale da poter suddividere la rete in tronchi indipendenti onde facilitare le operazioni di manutenzione



senza necessità di vuotamento dell'intera linea.

Lungo le condotte è prevista la predisposizione di 21 gruppi di consegna aziendale che, ove necessario, sono stati abbinati a sfiati e valvole di intercettazione oltre ad alcuni idranti antincendio distribuiti sul territorio e vicino all'abitato, nella prima fase essendo realizzata solo parte della rete verranno installati 13 gruppi di consegna.

Per tutti i manufatti è stato preferito in generale, laddove possibile, una localizzazione in prossimità della viabilità pubblica al fine di consentire un facile accesso per la manutenzione ed evitare la realizzazione di una apposita viabilità.

Nella prima fase, sono previsti gli attraversamenti dei rii Mannu e Figu in sub alveo, l'attraversamento della Strada Provinciale n. 72 e gli attraversamenti di alcune viabilità comunali, mentre nella seconda fase sono previsti gli attraversamenti della Strada Provinciale n. 46, del Rio Mannu e di alcune strade comunali.

Per gli attraversamenti dei Rii Mannu e Figu è previsto che le condotte siano posate in sub alveo e siano protette da un bauletto in calcestruzzo. La profondità delle condotte è stata prevista in modo tale che in ogni punto dell'attraversamento l'estradosso del bauletto in calcestruzzo sia ad almeno un metro di profondità dal fondo dell'alveo. Inoltre, al fine di proteggere l'attraversamento da fenomeni di erosione, è stata prevista la realizzazione di una mantellata in materassi tipo Reno dello spessore di 23 cm, ammorsata all'alveo con dei gabbioni di dimensioni 1,00x1,00x2,00 m.

Per l'attraversamento della strada provinciale n. 72 è previsto che la condotta sia posata all'interno di un tubo camicia di protezione, posto in opera mediante taglio stradale e apertura di trincea ad una profondità tale che la generatrice superiore del tubo camicia si trovi ad una profondità minima di 1,50 m dalla carreggiata. Inoltre, al fine di evitare cedimenti della carreggiata, il rinfiacco e il rinterro del tubo camicia è previsto in misto cementato. Completa l'attraversamento il ripristino della sovrastruttura stradale per una larghezza di 6,00 m, costituito da uno strato in binder dello spessore di 7 cm e un tappetino d'usura dello spessore di 3 cm.

Per gli attraversamenti delle condotte con le strade comunali è previsto che le condotte siano posate mediante taglio stradale e apertura di trincea. Completano gli attraversamenti i ripristini delle sovrastrutture stradali, costituite da uno strato in calcestruzzo dosato a 250 kg/mc di cemento R32,5, per uno spessore di cm 20, al fine di evitare cedimenti della carreggiata ed il ripristino del tappetino d'usura dello spessore di 3 cm per una larghezza di 2,00 m perfettamente raccordato alla preesistente pavimentazione.

#### OPERE DI COMPLETAMENTO

Gli interventi previsti sono stati modulati per essere eseguiti come opere progettuali di immediata realizzazione, da attuarsi col finanziamento di 950.000,00 € concesso con il Bando

pubblicato dall'Agenzia del Distretto Idrografico della Sardegna mentre le opere di completamento, pur non essendo strettamente necessarie, sono state previste al fine di migliorare sotto il profilo gestionale il sistema di distribuzione e di ampliare l'area servita dall'impianto.

In particolare come già più volte accennato, in relazione alle priorità di attrezzamento del territorio si è deciso di rinviare alla fase di completamento alcuni tratti della rete con le relative opere di linea a servizio di aree marginali del comprensorio, il volume di compenso da circa 5.000 mc con le relative sistemazioni esterne e le apparecchiature di automazione da asservire al telecontrollo per ottimizzare a fini gestionali la conduzione della rete stessa.

#### CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI DISTRIBUZIONE

L'intero sistema di distribuzione sarà realizzato in modo adeguato ad evitare qualsiasi contaminazione tra le acque recuperate e le acque potabili o destinate alla potabilizzazione. In tal senso, in relazione alle indicazioni a tutt'oggi fornite da parte dell'ufficio tecnico dell'amministrazione comunale, non sono state riscontrate interferenze con acquedotti e pertanto non è stato necessario prevedere particolari misure precauzionali per dover evitare la commistione tra le acque potabili e quelle destinate al riutilizzo.

In particolare, in ottemperanza a quanto prescritto all'Allegato 3 della D.G.R. 75/15 del 2008, le tubazioni del sistema di distribuzione delle acque recuperate sono state previste ad una profondità pari ad almeno 0,9 m sotto il piano di campagna, mentre la distanza tra le condotte delle acque recuperate e quelle delle acque potabili o reflue nere o miste, è stata prevista in direzione orizzontale di almeno 3 metri ed in direzione verticale di almeno 0,3 metri.

Verrà prescritto il rispetto del principio secondo cui anche in corso d'opera le reti convoglianti acque di qualità inferiore, dovranno essere posate in modo che risultino sempre ad una profondità superiore rispetto a quelle convoglianti acque di qualità superiore, il tutto tenendo conto della seguente gerarchia in ordine decrescente di qualità: acque ad uso potabile o destinate ad essere potabilizzate, acque grezze destinate ad altri usi, acque recuperate ed acque reflue.

Tutte le componenti del sistema di distribuzione comprendenti pompe, tubazioni, valvole, bacini e meccanismi di uscita, dovranno essere identificati in modo chiaro e coerente, a tal fine saranno verniciati con pittura di colore viola. In tal senso i tratti interrati di condotta premente, di adduttrice e di rete irrigua destinata al convogliamento delle acque recuperate verranno identificate con il colore viola, mediante l'apposizione di un nastro di questo colore disteso sopra la generatrice superiore del tubo durante le operazioni di posa e rinterro dello stesso. Mentre le condotte e le apparecchiature fuori terra, oltre al colore saranno dotate di etichette riportanti la dicitura "Attenzione acqua recuperata destinata al riutilizzo – non bere" secondo le apposite indicazioni, conformi alla normativa nazionale, indicante "Acqua non potabile".

In corrispondenza della vasca di compensazione e dell'impianto di sollevamento, oltre che nei punti accessibili del sistema, sarà posta una segnaletica verticale che riporti la dicitura sopra indicata. Il numero dei cartelli e la distanza tra gli stessi deve essere tale da assicurare la trasmissione dell'informazione al pubblico, pertanto si è previsto di posizionare i cartelli in corrispondenza delle recinzioni esterne dei predetti manufatti principali.

Anche tutti i punti di consegna aziendali delle acque recuperate saranno identificati con il colore viola, sia la tubatura che la manichetta saranno pitturati con vernice viola ed i punti di consegna all'utenza finale saranno identificati con la scritta "*Attenzione acqua non potabile – non bere*" e dal simbolo previsto dalla normativa nazionale per l'acqua non potabile.

Seguendo la simbologia internazionale, gli attacchi delle valvole saranno realizzati in modo da non consentire scambi tra acque potabili e non potabili. I rubinetti di uscita saranno contrassegnati e dovranno richiedere un'apposita chiave per il funzionamento. Gli attacchi per tubi flessibili esterni per irrigazione e antincendio saranno ad innesto rapido del tipo a pressione.

Le esigenze gestionali, di manutenzione e di monitoraggio del sistema di distribuzione delle acque reflue recuperate, verranno meglio trattati nell'allegato Piano di Gestione al quale si rimanda per i relativi approfondimenti.

Poiché l'interruzione, per qualsiasi motivo, del servizio di distribuzione potrà causare notevoli inconvenienti, la rete sarà dotata di valvole di isolamento tali da procedere alla riparazione o manutenzione di parti localizzate del sistema senza che ne sia coinvolta una parte molto più rilevante dell'impianto e, qualora necessario, si dovrà procedere ad un lavaggio del sistema una o due volte l'anno per ridurre la presenza di biofilm.

Per quanto attiene i sistemi d'irrigazione da utilizzare in azienda (sistema per aspersione per le coltivazioni erbacee di pieno campo nella zona oggetto di intervento) si fa riferimento all'art. 10 della Direttiva regionale per il riutilizzo delle acque reflue depurate approvata con deliberazione della Giunta regionale n 75/15 del 30.12.2008, nella quale non si esclude prioritariamente nessun sistema irriguo ma lo si vincola alla tipologia di coltura e alla vicinanza a centri abitati.

L'uso delle acque reflue depurate deve avvenire applicando il codice di buona pratica agricola che deve tenere conto della quantità d'acqua utilizzata, delle caratteristiche del suolo (infiltrazione, drenaggio), dei sistemi di irrigazione, del tipo di coltivazione, e delle pratiche di gestione.

Il sistema di distribuzione dell'acqua utilizzabile in futuro dagli utenti è per aspersione, comunemente detto a pioggia, con caduta dall'alto sulle colture e sul suolo, realizzato da irrigatori alimentati da condotte in pressione. L'esercizio del sistema dovrà essere svolto con sistemi a bassa pressione che riducano il rischio di produzione di aerosol ed al fine di escludere potenziali contaminazioni di colture adiacenti destinate al consumo umano con

particolare attenzione per le aziende prossime al centro urbano il tutto secondo quanto prescritto dall'art.10 della DGR 75/15.

## **8. STUDIO DI FATTIBILITÀ AMBIENTALE**

### **8.1 FATTIBILITÀ AMBIENTALE DELLE OPERE**

Come richiamato dall'art. 24 comma 2 lettera e) del decreto del Presidente della Repubblica 207/2010, tra gli elaborati del progetto definitivo è stata prevista la redazione dello studio di fattibilità ambientale. In particolare, nel rispetto della normativa vigente, è stato redatto lo studio di fattibilità ambientale con i contenuti previsti all'art. 27 comma 2 dello stesso decreto, che "analizza e determina le misure atte a ridurre o compensare gli effetti dell'intervento sull'ambiente e sulla salute, ed a riqualificare e migliorare la qualità ambientale e paesaggistica del contesto territoriale avuto riguardo agli esiti delle indagini tecniche, alle caratteristiche dell'ambiente interessato dall'intervento in fase di cantiere e di esercizio, alla natura delle attività e lavorazioni necessarie all'esecuzione dell'intervento, e all'esistenza di vincoli sulle aree interessate. Esso contiene tutte le informazioni necessarie al rilascio delle prescritte autorizzazioni e approvazioni in materia ambientale.

Nello specifico, le opere vengono realizzate in aree antropizzate ad uso agricolo con limitate caratteristiche di naturalità e di non particolare pregio naturalistico. La valenza paesaggistica e storico-culturale del territorio non è alterata dalla realizzazione delle opere essendo le stesse prevalentemente interrato e progettate avendo a riguardo la minimizzazione degli impatti su beni paesaggistici, identitari e componenti paesaggistiche di valenza ambientale.

Lo Studio di Fattibilità Ambientale mette in evidenza che l'opera è conforme alle norme urbanistiche e al Piano Urbanistico del Comune di Curcuris, alle norme ambientali e paesaggistiche ed in particolare al Piano Paesaggistico Regionale.

Si rileva che l'intervento in progetto non è compreso tra le opere di rilevanza nazionale da assoggettare alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale secondo quanto disposto dal D.Lgs n°152/2006 così come modificato dal D.Lgs n. 4 del 16 gennaio 2008 in quanto non rientrano tra le opere elencate nell'allegato II "Progetti di competenza statale" del citato Decreto Legislativo e non sono neppure da assoggettare alla procedura di VIA di competenza regionale in quanto non ricomprese tra quelle elencate nell'allegato III del D.Lgs 152/2006 né nell'Allegato A1 della Deliberazione della G.R. 24/23 del 23.04.08. Le opere in progetto non rientrano nemmeno, con riferimento al citato D.Lgs 152/2006, nell'allegato IV "Progetti sottoposti alla verifica di assoggettabilità di competenza delle regioni". Inoltre, ai sensi della Delibera della G.R. 24/23 del 23.04.2008, le opere in progetto non sono ricomprese nell'allegato B1 "Categorie da sottoporre alla procedura di verifica di assoggettabilità".

L'analisi della vincolistica e della pianificazione di settore è stata analizzata nello studio di

fattibilità ambientale a cui si rimanda.

In questa sede si evidenzia comunque che nell'area interessate dalla realizzazione delle opere (sollevamento, vasca di compenso e rete di distribuzione) non è stata riscontrata la presenza di particolari vincoli territoriali tra cui il PAI.

Con tale studio è anche emerso che non sono presenti aree di salvaguardia di captazioni o derivazioni di acque destinate al consumo umano ai sensi dell'art. 94 parte III del Decreto Legislativo n.152/2006, in quanto non sono presenti pozzi destinati ad uso idropotabile.

## **8.2 ELEMENTI MITIGATIVI SULL'AMBIENTE ED IL PAESAGGIO**

Di seguito si riporta una sintesi degli elementi mitigativi e compensativi previsti e diffusamente trattati nello studio di fattibilità ambientale annesso al presente progetto:

- I tracciati delle condotte seguono principalmente il parallelismo con la viabilità esistente e i limiti delle proprietà;
- Le opere non interessano Beni Paesaggistici e Archeologici, aree boscate e di particolare pregio naturalistico;
- Le opere in calcestruzzo sono per la maggior parte interrato o comunque con altezza fuori terra limitata che saranno previste rinfiancate con il materiale di risulta degli scavi;
- La tipologia dei manufatti e delle opere d'arte è stata studiata in funzione delle componenti di paesaggio;
- Le opere di attraversamento dei rii Mannu e Figu sono state previste in sub alveo;
- La produzione di materiale di risulta degli scavi è stata minimizzata e ne è stato previsto il riutilizzo per quanto possibile all'interno del cantiere e/o per il ripristino della viabilità pubblica locale interessata dai lavori;
- I suoli e il loro utilizzo agricolo, nelle aree interessate dalla posa delle condotte, sono stati preservati attraverso la specifica lavorazione che prevede la preventiva asportazione dello strato agrario preesistente fino ad un'altezza di almeno 30 cm, e il successivo riposizionamento;
- Ripristino al termine dei lavori dello stato dei luoghi nelle condizioni preesistenti l'intervento;
- Nelle aree interessate dai tracciati delle condotte è prevista la servitù in luogo dell'esproprio al fine di consentire l'utilizzo agricolo delle stesse ed evitare i frazionamenti delle proprietà;
- La delimitazione delle aree da irrigare comprende solo aree già attualmente utilizzate a scopo agricolo ed ha escluso quelle aree che presentano limitazioni d'uso di natura pedologica e geomorfologica;
- Coinvolgimento delle popolazioni e degli operatori agricoli nel corso delle fasi decisionali di impostazione dell'intervento;
- Incremento del reddito e della occupazione.

Le analisi svolte nello studio consentono di affermare che le opere sono state progettate in modo da non determinare rilevanti e significativi impatti sulle componenti ambientali,

paesaggistiche, storiche e sociali, né in fase di costruzione né in fase di esercizio; in particolare, la realizzazione delle opere potrà avere un impatto positivo sull'economia e l'occupazione nel territorio comunale di Curcuris.

Inoltre, come emerge dall'allegato studio paesaggistico, l'intervento proposto mira a tutelare il paesaggio agricolo storico, assecondando la vocazionalità del territorio per le colture foraggere e cerealicole, razionalizzando e rendendo più efficienti le aziende agricole, rafforzando le utilizzazioni storiche sfruttando le competenze gestionali, puntando a non modificare ma a tutelare i caratteri paesaggistici e ambientali anche e soprattutto dal punto di vista dell'utilizzazione del suolo.

### **8.3 SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DELL'INTERVENTO**

Come noto nella zona esaminata non esistono fonti convenzionali per l'approvvigionamento idrico destinabili all'irrigazione e la possibilità di utilizzare risorse idriche provenienti da corsi d'acqua superficiali o da acquifero sotterranei è molto limitata. Infatti il Rio Mannu ed il Rio Figu, nei mesi estivi hanno portate bassissime o nulle non sufficienti per gli scopi irrigui delle aziende agricole e anche gli acquiferi hanno una potenzialità limitata

L'utilizzo dei reflui depurati consente di destinare l'acqua di migliore qualità agli usi primari, come quello idropotabile, in quanto diminuisce l'utilizzo di risorse pregiate attraverso la riduzione dei prelievi dalle falde, tramite i pozzi, che alcune delle aziende agricole locali hanno destinato agli usi irrigui. (sebbene scarsi nella zona), con la conseguente riduzione del rischio di depauperamento della risorsa idrica sotterranea.

Attualmente ed in passato diversi imprenditori agricoli locali hanno fatto ricorso alle acque del Rio Mannu per incrementare le rese produttive, per il prelievo, dietro richiesta di concessione di acqua per uso irriguo al Genio Civile, la somministrazione alle colture veniva realizzata utilizzando attrezzature mobili da spostare frequentemente sulle superfici in funzione delle idroesigenze colturali.

La disponibilità di attrezzature fisse per la distribuzione idrica, rende possibile una gestione più razionale ed economica anche sotto il profilo energetico migliorando le prospettive produttive, occupazionali e di incremento del reddito limitando l'impatto acustico e visivo associato alle attuali infrastrutture provvisorie fuori terra. La disponibilità dei reflui consente quindi una riduzione dei prelievi dal fiume e diminuzione di sottrazione di risorse idriche superficiali.

Inoltre lo scarico ordinario dell'impianto di depurazione, in assenza dell'attivazione del sistema di riutilizzo proposto nel presente progetto, avviene, attraverso il Rio Mannu, affluente in destra idraulica del Rio Mogoro a monte della Diga sul Rio Mogoro a Santa Vittoria e a monte della traversa di derivazione sullo stesso fiume in comune di Terralba. I Piani di settore Regionali prevedono l'utilizzo ad uso multiplo dell'invaso di Santa Vittoria. Dalla traversa esistente sul Rio

Mogoro in comune di Terralba può essere derivata una portata massima di 1 mc/s trasferibile, attraverso il collegamento Tirso – Flumendosa agli usi potabili, irrigui e industriali dell'area di Cagliari (vedi Piani di Settore Regionali sull'utilizzo di risorse idriche).

Inoltre il Rio Mogoro è un corso d'acqua con spiccate caratteristiche ambientali in quanto dopo aver attraversato la pianura alluvionale del Campidano di Oristano sfocia nello stagno di S. Giovanni e quindi in quello di Marceddì, stagno che, nel recente passato, ha mostrato forte sofferenza a causa della sensibilità ai processi di eutrofizzazione causati dalla presenza di nutrienti nelle acque. I due stagni inoltre sono considerati "aree sensibili" per le quali la norma prescrive limiti restrittivi per il contenuto in fosforo ed azoto dei reflui.

Il riutilizzo dei reflui consente pertanto un sensibile miglioramento delle condizioni ambientali e delle caratteristiche qualitative del corpo idrico superficiale, attraverso la sottrazione dei reflui ai corpi idrici recettori diminuendo l'apporto di nutrienti ai corsi d'acqua, ai laghi artificiale a servizio del sistema idrico multisettoriale ed ai relativi stagni costieri.

Un ulteriore aspetto migliorativo riguarda la valorizzazione agronomica dei reflui depurati in quanto la sottrazione dei nutrienti ad opera delle colture può essere compensata dall'apporto dei reflui sui suoli con la contestuale riduzione del ricorso alle concimazioni con prodotti chimici di sintesi nel suolo agrario.

Si può pertanto concludere che l'intervento è da ritenersi strategico per un territorio altrimenti privo di risorsa idrica convenzionale e di infrastrutturazione irrigua; inoltre si sottolinea che il progetto di riutilizzo dei reflui, con la redazione del relativo Piano di Gestione e del Piano di Monitoraggio, ha una valenza di "laboratorio in scala reale" per la sperimentazione della gestione integrata del sistema di riutilizzo, degli effetti dell'utilizzo delle acque trattate sulle componenti suolo, acqua, colture, assetto aziendale e socio-economico.

## 9. STUDIO ARCHEOLOGICO PRELIMINARE

La procedura di “Verifica preventiva dell’interesse archeologico” svolta ai sensi dell’art. 95 del D.Lgs. n. 163/2006 e in ottemperanza a quanto disposto dall’art.28, comma 4 del D.Lgs. n.42/2004, è consegnata nel Rapporto Archeologico preliminare (Allegato A3). Secondo quanto previsto all’art.95 del D.Lgs. n. 163/2006, è stata effettuata un’indagine archeologica preventiva dell’intero territorio comunale ed in particolare dell’area interessata dalle opere.

L’indagine archeologica è stata condotta prima a livello bibliografico e cartografico, poi mediante la fotointerpretazione delle ortofoto del territorio, risalenti al 2006, quindi attraverso una dettagliata ricognizione di superficie per l’individuazione di eventuali aree di dispersione.

Dall’analisi cartografica e dei documenti non è emersa la presenza di beni tutelati ai sensi dell’art. 10 del D.Lgs n.42/2004, ricadenti in corrispondenza delle opere in progetto.

L’indagine archeologica preliminare giunge alla conclusione che l’area oggetto dell’intervento è priva di resti monumentali di interesse archeologico, storico, artistico e identitario. Inoltre, l’esame autoptico del terreno effettuato in tutta l’area e con particolare attenzione nei settori in cui sono previsti gli scavi per la realizzazione delle condotte e delle opere puntuali, non ha messo in luce alcun sito archeologico, definito da particolare concentrazione di reperti in superficie. Solo in alcune zone interessate dalle opere, individuate nella cartografia allegata allo studio come “aree di dispersione di materiali ceramici”, si è riscontrata la presenza di una bassa concentrazione di reperti fittili ascrivibili alla dispersione di manufatti erratici, dovuti alla trasformazione del territorio, ai ripetuti lavori agricoli o ai processi di dilavamento.

In estrema sintesi le indagini archeologiche preliminari concludono, salvo diversa valutazione della Soprintendenza Archeologica preposta al rilascio del nulla osta di legge, che le opere sono eseguibili.

La Soprintendenza Archeologica di Cagliari –Oristano competente per territorio ha rilasciato nulla osta all’esecuzione delle opere con nota prot n. 570 del 29/09/2012 con l’obbligo che i lavori nella zona a Sud della vasca debbano essere seguiti da un archeologo professionista.

A seguito delle variazioni apportate al progetto, si è proceduto ad una ulteriore indagine, archivistica, bibliografica e in situ, per la valutazione, del rischio archeologico dell’aree interessate dai soli interventi modificati previsti nella prima fase, che non erano stati quindi precedentemente indagati. Dalle indagini svolte è risultato che nelle aree interessate dagli interventi modificati non vi sono rischi archeologici di nuova acquisizione. Le risultanze di tale indagine sono raccolte nella integrazione alla relazione di archeologia preventiva allegata all’elaborato “A2 – Rapporto Archeologico Preliminare”.



## **10. VERIFICA DELLE INTERFERENZE**

Si è proceduto a verificare l'eventuale interferenza tra le opere in progetto e le infrastrutture esistenti con lo scopo di evitare significative variazioni dei tracciati delle condotte in sede di progettazione esecutiva e, laddove non fosse possibile eliminarle, per ridurne il costo della loro risoluzione evitando cavallotti e le conseguenti necessarie apparecchiature.

Per questo motivo, l'ufficio tecnico del comune, sulla scorta delle informazioni scaturite dalle opere pubbliche autorizzate sul proprio territorio e sulla base delle indagini catastali sugli immobili, ha fornito una prima indicazione dei vari servizi tecnologici presenti nelle aree interessate dalle opere.

In particolare i contatti, gli incontri ed i sopralluoghi svolti hanno permesso di individuare nelle aree d'intervento la rete di collettori fognari afferenti al depuratore di Curcuris, mentre non sono state riscontrate interferenze con condotte acquedottistiche e con infrastrutture del Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale. L'ENEL, nelle zone agricole interessate dalle opere, dispone di una rete di linee aeree mentre il tracciato della rete Telecom segue un parallelismo lungo la SP 46 che, dalle informazioni acquisite, non presenta particolari interferenze con le opere in progetto.

Ad ogni buon fine si sono già avviate le procedure per avere eventuali precisazioni sullo stato dell'arte da parte degli enti competenti affinché, anche in fase esecutiva, possano essere recepite eventuali variazioni che le predette reti potrebbero subire prima delle attività di appalto dei lavori.

## 11. ACQUISIZIONE DELLE AREE

Le procedure di acquisizione delle aree saranno eseguite in conformità con le procedure previste dal D.P.R. n. 327/2001 "Testo unico in materia di espropriazioni per pubblica utilità". In conformità a quanto disposto dall'art. 11 del D.P.R. n° 327/2001, dall'art. 8 della L.241/1990 e dall'art. 12 della L.R. 40/1990, al fine della apposizione del vincolo preordinato all'esproprio e della successiva dichiarazione di pubblica utilità e approvazione del progetto definitivo, l'Enas provvederà a pubblicare sul BURAS, sui quotidiani e sull'albo pretorio del comune di Curcuris, l'avviso di avvio della procedura e a depositare, presso lo stesso comune, gli elaborati più rappresentativi del progetto ed il piano particellare di esproprio affinché siano messi a disposizione del pubblico e gli interessati possano presentare osservazioni nelle forme e nei tempi previsti dalle norme.

Al fine di evitare il frazionamento delle proprietà private interessate dalla realizzazione delle opere e per limitare nel contempo gli oneri a carico dell'Amministrazione si è previsto di espropriare solamente le aree interessate dalla realizzazione della vasca e dalla sistemazione dello stradello di accesso, mentre per l'impianto di sollevamento si opererà all'interno delle aree espropriate da parte dell'ex ESAF in occasione dei lavori di esecuzione dell'impianto di depurazione di Curcuris eccetto che per una parte del stradello di accesso all'impianto di sollevamento, che per la sua realizzazione necessita dell'esproprio di una limitata area prossima al depuratore.

Conseguentemente si prevede l'asservimento, in luogo dell'esproprio, degli immobili interessati dalla posa delle condotte e dalla realizzazione delle opere d'arte di linea; evitando per i proprietari dei terreni interessati il danno economico associato alla parziale utilizzabilità delle aree produttive interessate dai frazionamenti.

Parallela alla fascia asservita è prevista una fascia in occupazione temporanea per le lavorazioni di posa in opera delle condotte relative allo sfilamento lungo linea dei tubi, deposito del materiale scavato, transito dei mezzi per le operazioni di scavo, posa e rinterro.

Ultimati i lavori, in fase di esercizio, non è previsto il mantenimento di viabilità o piste di servizio per la gestione e manutenzione delle condotte. Infatti la tipologia dell'opera non necessita se non per l'accesso alle opere puntuali lungo linea, generalmente posizionate in punti prossimi alla viabilità ordinaria, di una viabilità per l'accesso a tutto il traccio delle condotte.

Nel quadro economico del presente progetto, tra le somme a disposizione dell'Amministrazione, è stata prevista la somma necessaria per le espropriazioni, le istituzioni delle servitù e gli oneri afferenti.

## 12. AUTORIZZAZIONI E NULLA OSTA

Nel corso delle attività di progettazione sono stati presi i primi contatti con l'Amministrazione Comunale, la Soprintendenza Archeologica, il Servizio del Genio Civile ed il Servizio di Governo del Territorio della R.A.S. al fine di ottenere le indicazioni preliminari di competenza sulle opere in progetto.

Per il tramite dell'ufficio tecnico comunale sono state inoltre acquisite le prime indicazioni sui sottoservizi amministrati dai vari Enti Gestori al fine di identificare le interferenze con le opere in progetto e definire le tipologie più idonee di intersezione ed, a seguito dell'adozione del progetto definitivo da parte dell'Enas, si provvederà a formalizzare le richieste di autorizzazione.

Nel prospetto seguente vengono elencati i soggetti istituzionali competenti al rilascio di provvedimenti autorizzativi e il tipo di provvedimento che dovrà essere emesso.

Soggetto	Tipo di provvedimento
Comune di Curcuris	Autorizzazione edilizia e attraversamenti strade comunali
R.A.S. Ass.to LL.PP. Servizio del Genio Civile di Oristano	Autorizzazione attraversamento corsi d'acqua (art.93 TU RD 523/1904)
R.A.S. Enti Locali Finanza e Urbanistica, Servizio Governo del Territorio e Tutela Paesaggistica di Oristano e Medio Campidano	Autorizzazione (D.Lgs. 42/2004 'art. 146) Giudizio della compatibilità Paesaggistica (Piano Paesaggistico Regionale - D.Lgs. 42/2004)
Soprintendenza Archeologica per le Prov. di CA e OR	Verifica preventiva dell'Interesse Archeologico (D.Lgs n. 163/2006 art. 95)
Provincia del Oristano	Nulla osta Preliminare attraversamento strade provinciali
R.A.S. Ass.to Ambiente Forestale S.T.I.R. Oristano	Nulla Osta
Parco Geominerario Ambientale e Storico della Sardegna area 1 "Monte Arci"	Parere
Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale	Nulla Osta
Abbanoa	Nulla Osta
Telecom	Nulla Osta
Enel.	Nulla Osta

### **13. MODALITÀ DI AFFIDAMENTO DEI LAVORI**

I lavori saranno affidati con contratto d'appalto che avrà per oggetto la progettazione esecutiva e l'esecuzione dei lavori ai sensi dell'art.53 comma 2 lettera b del D.Lgs. n. 163/2006. La gara sarà esperita ai sensi dell'art.122 comma 7 del D.Lgs. n. 163/2006 con il sistema di aggiudicazione al massimo ribasso di cui all'art.82 del D.Lgs. n. 163/2006.

### **14. TEMPI DI ESECUZIONE**

Si prevede che l'appalto, l'aggiudicazione e la stipula del contratto con l'impresa appaltatrice avvengano entro la fine del 2013.

Essendo stati previsti 60 giorni naturali e consecutivi per la redazione del progetto esecutivo e 360 giorni per l'esecuzione dell'intervento, si prevede che l'opera potrà essere attivata entro i primi mesi del 2015.

## 15. QUADRO ECONOMICO

L'importo finanziato complessivo è pari ad 950.000,00 €, di cui 802.500,00 € per lavori, progettazione esecutiva ed oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza non soggetti a ribasso e 140.500,00 € per somme a disposizione dell'Amministrazione; completano il quadro economico 7.000,00 € per altre spese quali spese per divulgazione e spese per controlli sulla rete di distribuzione.

	<b>A - IMPORTO DEI LAVORI A BASE D'APPALTO</b>	
A1	Importo Lavori	759.460,55
A2	Progettazione esecutiva	20.000,00
A3	Compenso oneri sicurezza non soggetti a ribasso	23.039,45
	<b>TOTALE LAVORI A BASE D'APPALTO</b>	<b>802.500,00</b>
	<b>B - SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE</b>	
B1	Spese tecniche, contributi previdenziali (progettazione e direzione lavori, studi specialistici, altre spese tecniche)	69.125,00
B2	Rilevi, diagnosi iniziali, accertamenti e indagini	6.000,00
B3	Allacciamenti servizi pubblici	8.000,00
B4	Imprevisti circa il 2% di A	15.650,00
B5	Espropriazioni ed oneri afferenti alle espropriazioni	27.700,00
B6	Spese per attività di consulenza o di supporto, compresi oneri RUP di cui all'art. 92 del D.Lgs 163/2006 (1% di A)	8.025,00
B7	Spese per pubblicazioni	3.000,00
B8	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato d'appalto, collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	3.000,00
	<b>TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE</b>	<b>140.500,00</b>
	<b>C - ALTRE SPESE</b>	
C1	Relazioni relative al Piano di Gestione del riutilizzo dei reflui depurati (già Finanziato con DGR n.52/26 del 23 dicembre 2011)	0,00
C2	Spese per divulgazione (realizzazione campagne informative e/o pubblicazione materiale informativo)	4.000,00
C3	Spese di controllo, sulla rete di distribuzione, dei parametri chimici e microbiologici delle acque reflue recuperate per l'avvio del riutilizzo	3.000,00
	<b>TOTALE ALTRE SPESE</b>	<b>7.000,00</b>
	<b>IMPORTO COMPLESSIVO DEL FINANZIAMENTO (A+B+C)</b>	<b>950.000,00</b>
	<b>D - I.V.A. A CARICO ENAS</b>	
D1	I.V.A. su Importo Lavori a base di appalto (10%)	80.250,00
D2	I.V.A. su Somme a disposizione dell'Amministrazione (21%)	29.505,00
D3	I.V.A. su Altre spese (21%)	1.470,00
	<b>TOTALE I.V.A. A CARICO ENAS</b>	<b>111.225,00</b>
	<b>TOTALE</b>	<b>1.061.225,00</b>

## **ANNESSO - CALCOLI IDRAULICI**

### PREMESSA

Il riutilizzo dei reflui in uscita dal depuratore passa attraverso la realizzazione dell'opera di presa allo scarico del depuratore consortile di Curcuris, dell'impianto di sollevamento, della vasca di carico della risorsa e della rete di distribuzione irrigua.

In particolare il progetto prevede la realizzazione delle seguenti opere di captazione, di compenso e di distribuzione irrigua:

- Opera di presa allo scarico del depuratore;
- Impianto di sollevamento;
- Vasca di carico e/o compenso;
- Condotte premente e adduttrice e rete di distribuzione;
- Opere d'arte lungo linea

La fonte di alimentazione del sistema idraulico è lo scarico del depuratore consortile di Curcuris disposto ad una quota di 116,80 m slm.

Fuori dall'area dell'impianto, lungo la tubazione in acciaio del DN 300 in uscita dalla sezione di disinfezione finale e a monte dell'attuale manufatto di scarico nel Rio Mannu, verrà realizzata l'opera di presa per il trasferimento dello scarico all'impianto di sollevamento.

Successivamente, attraverso una condotta premente in ghisa sferoidale del DN 200 dello sviluppo di circa 880 m si prevede di trasferire la risorsa, dall'impianto di sollevamento eseguito a quota 118,50 m slm in adiacenza al depuratore, fino alla vasca di compenso della capacità di 5.000 mc dislocata a quota 170,00 m slm in località Calaboni.

L'ubicazione altimetrica della vasca, individuata con posizione baricentrica rispetto al comprensorio irriguo, consente un esercizio a gravità di tutta la rete di distribuzione ed assicura ai gruppi di consegna aziendali una pressione di esercizio pari ad almeno 2 - 2,5 bar sufficiente a garantire il corretto funzionamento degli stessi.

La condotta adduttrice di avvicinamento, tra la vasca di carico ed il pozzetto di consegna alla rete, sarà realizzata in ghisa sferoidale del DN 250 per uno sviluppo complessivo pari a circa 400 m mentre, la rete di distribuzione si sviluppa con una configurazione del tipo ramificata per un totale di circa 5.200 m e sarà eseguita, anch'essa in ghisa con classi di diametro DN 100 e 200, con le relative opere di linea. Lungo la rete è prevista l'installazione di 21 gruppi di consegna aziendale e alcuni idranti con funzione antincendio distribuiti sul territorio in corrispondenza della pubblica viabilità.

### OPERA DI PRESA E SOLLEVAMENTO

La portata in arrivo all'impianto di sollevamento è stata stimata pari a circa 50 l/s, l'impianto è costituito da una camera di manovra dove trovano alloggiamento oltre alle elettropompe, le apparecchiature elettriche e idrauliche necessarie per il corretto funzionamento dello stesso e

da una sottostante vasca interrata della capacità di circa 90 mc con la funzione di raccolta e regolazione dei volumi in arrivo dal depuratore (Portata media del depuratore 25 l/s).

Dall'impianto di sollevamento la risorsa viene rilanciata verso la vasca in località Calaboni mediante due elettropompe centrifughe ad asse verticale. Inoltre nell'impianto è prevista l'installazione di una terza pompa con funzione di riserva attiva.

#### DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

La scelta delle elettropompe da installare all'interno della stazione è stata condotta secondo i criteri adoperati nell'idraulica per la determinazione delle prevalenze necessarie.

Sono state calcolate le perdite di carico con l'utilizzo della nota formula COLEBROOK:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \lg \left( \frac{k}{3.71 \cdot D_i} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} \right)$$

dove k (ruvidità assoluta del tubo) è stata assunta pari 0,26 mm per tubi in ghisa sferoidale rivestiti internamente in malta cementizia.

Lo schema idraulico prevede due pompe installate all'interno della stazione di sollevamento ciascuna con le seguenti caratteristiche:

portata = 25 l/sec

prevalenza = 71,50 m

All'interno della stazione di sollevamento sono presenti apparecchiature idrauliche necessarie per il suo funzionamento oltre alle condotte di mandata realizzate in acciaio zincato a caldo.

La premente è prevista in ghisa sferoidale del Diametro Nominale del 200 con Diametro Interno 203,4 mm e della lunghezza complessiva di circa 880 m.

I diametri delle tubazioni sono stati determinati considerando le perdite di carico che si generano nella premente e all'interno della stazione di sollevamento.

L = 880 m Ghisa sferoidale DN 200 mm (Di 203,4 mm)

Portata Q = 50 l/sec  $\Delta H_{geod} = 52,30$  m

Perdite di carico premente

$\Delta H_{prem} = 15,5$  m  $V = 1,54$  m/s

Perdite di carico interne alla stazione di sollevamento

$\Delta H_{staz} = 3,10$  m

$\Delta H_{manom} = \Delta H_{geod} + \Delta H_{prem} + \Delta H_{staz} = 70,90$  m

In base ai calcoli sopra riportati sono state individuate le elettropompe disponibili sul mercato con le caratteristiche più simili a quelle richieste.

Sono state scelte le seguenti apparecchiature:



n. 2 Elettropompe centrifughe ad asse verticale per il sollevamento di acque pulite

$Q = 25 \text{ l/sec}$

$\Delta H = 71,50 \text{ m}$

Potenza = 30,00 Kw

Le elettropompe saranno comunque dotate di valvole di ritegno a ogiva Venturi e saracinesca di chiusura.

#### STUDIO DEL COLPO D'ARIETE

Negli impianti di sollevamento il problema del colpo d'ariete è rilevante, in quanto la situazione più critica si verifica generalmente a seguito di un brusco distacco del carico, che da luogo all'arresto della pompa in un tempo molto breve, per cui le massime oscillazioni di pressione possono raggiungere valori assai elevati.

Lo studio del moto vario, che ha in questo caso origine con una fase di depressione, risulta molto complesso, infatti la chiusura non è istantanea, in quanto la girante della pompa una volta che è venuta a mancare la sua alimentazione, si arresta in un certo tempo, durante il quale il sollevamento del liquido continua.

La determinazione della legge di chiusura  $Q = Q(t)$  è quindi molto difficile, in quanto implica la conoscenza della legge di variazione del numero di giri della pompa nel tempo e delle varie curve caratteristiche portata – prevalenza della pompa ai diversi numeri di giri.

Una teoria molto semplice per calcolare le massime oscillazioni di pressione negli impianti di sollevamento privi di dispositivi di attenuazione è quella di Mendiluce, che da una serie di osservazioni su impianti sperimentali è pervenuto alla seguente espressione del tempo di chiusura  $T_c$ , espresso in secondi, durante il quale la pompa continua l'erogazione di portata dopo il distacco della potenza motrice:

$$T_c = C + k \cdot \frac{V_0 \cdot L}{g \cdot H_m}$$

dove, oltre ai simboli noti,  $H_m$  (m) rappresenta la prevalenza manometrica della pompa e  $C$  e  $k$  sono due costanti i cui valori sono stati rilevati per molti impianti con valori di velocità  $V_0 > 0,50 \text{ m/s}$ .

La costante  $C$  assume in funzione di  $H_m/L$  i valori della tabella sotto riportata:

$H_m/L$	0 – 0.20	0.21 – 0.28	0.29 – 0.32	0.33 – 0.37	0.38 – 0.40
$C$	1	0.75	0.50	0.25	0

La costante  $k$  dipende invece dalla lunghezza  $L$  della condotta e si può assumere:

$k = 1$  per  $L > 2000 \text{ m}$

$$k = 2 - 0.0005 \cdot L \quad \text{per } L < 2000 \text{ m}$$

Trovato  $T_c$ , si suppone in prima approssimazione, che la portata decresca linearmente dal valore  $Q$  iniziale fino ad annullarsi all'istante  $T_c$  e che quindi anche la velocità decresca linearmente da  $V_0$  a zero.

Con questa premessa è possibile calcolare la sovrappressione di colpo d'ariete mediante la formula di Michaud:

$$\Delta H = \frac{2 \cdot L \cdot V_0}{g \cdot T_c}$$

Attraverso le formule descritte, calcoliamo i valori della sovrappressione di seguito riportati:

$$C = 1$$

$$k = 1,56$$

$$T_c = 4,035 \text{ sec (chiusura lenta)} > 2L/a = 1,47 \text{ sec}$$

$$\Delta H = 68,47 \text{ m}$$

La normativa tecnica sulle tubazioni, (Decreto Ministero LL.PP. 12/12/1985) stabilisce che le sovrappressioni di colpo d'ariete massime devono essere minori di 3 Kg/cm<sup>2</sup> per pressioni idrostatiche minori di 6 Kg/cm<sup>2</sup> quindi è necessario prevedere apparecchiature atte alla attenuazione dei fenomeni di moto vario (Cassa d'aria e/o valvole di ritegno anti colpo d'ariete e smorzamento delle sovrappressioni).

#### DIMENSIONAMENTO DELLA CASSA D'ARIA CON IL METODO DI EVANGELISTI

Il dimensionamento della cassa d'aria è stato effettuato facendo riferimento alla trattazione di Evangelisti di condotta rigida e fluido anelastico applicabile fino a che le massime oscillazioni di carico in condotta, in presenza di cassa d'aria, non raggiungono, in valore assoluto, all'incirca la metà della massima sovrappressione per chiusura brusca, in assenza di cassa d'aria.

Quindi abbiamo che la massima sovrappressione per chiusura brusca è pari a:

$$\Delta h_{\max} = \frac{a V_0}{g} = 188,38 \text{ m}$$

con la celerità pari  $a = 1.200 \text{ m/s}$  per condotta in ghisa sferoidale.

Visto che dimensioniamo la cassa d'aria per avere una sovrappressione massima pari a  $Z_{\max} = 20 \text{ m}$  molto inferiore alla metà del valore assoluto della massima sovrappressione per chiusura brusca possiamo utilizzare il metodo di Evangelisti.

Quindi posto:

$$Y_s = 52,30 + 10,33 = 62,33 \text{ m} \quad \text{Carico piezometrico assoluto in condizioni statiche;}$$

$$H_0 = 11,30 \text{ m} \quad \text{Perdite di carico distribuite in condotta in condizioni di regime;}$$

da cui posto  $H_0 = JL = \alpha V_0^m$  abbiamo  $\alpha = 4,76$  con  $m = 2$ .

Si ha quindi:

$$z_{\max} = Z_{\max}/Y_s = 0,321$$

$$h_0 = H_0/Y_s = 0,181$$

Dagli abachi di Evangelisti per casse d'aria senza stozzatura e considerando una trasformazione adiabatica  $n = 1,41$  abbiamo:

$$\sigma = 0,083$$

$$z_{\min} = -0,311$$

da cui risulta che il volume dell'aeriforme in condizioni statiche è dato dalla formula seguente:

$$U_s = \frac{\pi D^2 L V_0^2}{4 g Y_s \sigma} = 0,6475 \text{ m}^3$$

Le oscillazioni del carico massima e minima sono pari a:

$$Z_{\max} = 20,00 \text{ m} \quad Z_{\min} = z_{\min} Y_s = -19,37 \text{ m}$$

$$U_s = \frac{\pi D^2 L V_0^2}{4 g Y_s \sigma} = 0,6475 \text{ m}^3$$

Il volume massimo dell'aeriforme  $U_{\max}$  corrispondente a  $Y_{\min}$  è dato dalla formula seguente:

$$U_{\max} = \frac{U_s}{(1 + z_{\min})^{1/n}} = 0,830 \text{ m}^3$$

da cui il volume complessivo della cassa d'aria sarà pari al volume  $U_{\max}$  dell'aeriforme incrementato del 20% per consentire all'interno della cassa un adeguato volume di acqua, quindi abbiamo:

$$U_{\text{utile}} = 1,20 U_{\max} = 0,996 \text{ m}^3$$

Quindi la cassa d'aria è previsto abbia una capacità complessiva di  $1,00 \text{ m}^3$ .

<b>Q [l/s]</b>	<b>D [mm]</b>	<b>Vo [m/s]</b>	<b>Ho [m]</b>	<b>Ko [m]</b>	Calcola
50	203	1,545	11,360	0,000	
<b>L [m]</b>	<b>c [m/s]</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>0.5 c/g Vo [m]</b>	<b>T [s]</b>	Chiudi
880	1200	0,083	94,49	27,95	
<b>Us [mc]</b>	<b>Uo [mc]</b>	<b>Umax [mc]</b>	<b>Umin [mc]</b>	Grafico Z	
0.6475	0,577	0,83	0,53		
<b>Ys [m]</b>	<b>Yo [m]</b>	<b>Zmin [m]</b>	<b>Zmax [m]</b>	Grafico U	
64.33	75,690	-19,37	20,00		
					Schema

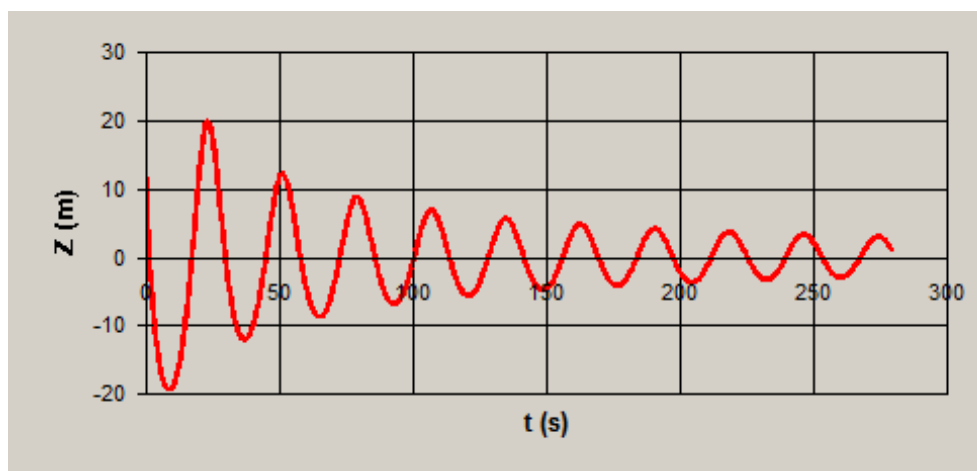
<b>perdite di carico:</b>		<b>SO</b> <input checked="" type="radio"/> <b>SNO</b> <input type="radio"/>	<b><math>\beta</math></b>	<input type="text" value="0"/>	<input type="radio"/> Trasformazione isoterma $n=1$ <input checked="" type="radio"/> Trasformazione adiabatica $n=1.41$ <input type="radio"/> $n =$ <input type="text" value="1,41"/>
Continue <b><math>\alpha</math></b>	<input type="text" value="4.76"/>	Strozzatura <b><math>\mu</math></b>	<input type="text" value="0.6"/>		
<b><math>\alpha V^m</math></b>	<b>m</b> <input type="text" value="2"/>	<b><math>\beta V^2</math></b>	<b>d [cm]</b> <input type="text" value="0,00"/>		

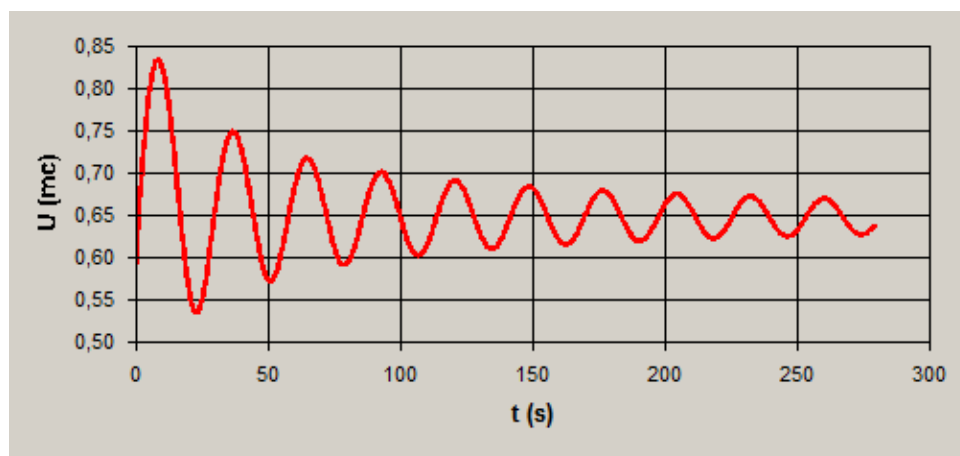
<b>Zoom</b>	<b>+</b>	<b>-</b>	<b>Simboli</b>	<b>N</b> <input type="text" value="10"/>
-------------	----------	----------	----------------	--

**N = durata simulazione = multiplo periodo T in assenza di resistenze**

Calcolo cassa d'aria



Variazione del carico durante il fenomeno di moto vario con cassa d'aria



Variazione del volume di aeriforme della cassa d'aria durante il fenomeno di moto vario

### VERIFICA AL GALLEGGIAMENTO DELL'IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

Essendo l'area in cui dovrà essere collocato l'impianto di sollevamento, soggetto ad allagamenti dovuti alle periodiche esondazioni del vicino rio, è necessario verificare che la vasca interrata della stazione di sollevamento nelle condizioni peggiori, vasca vuota e battente d'acqua pari al livello del piano di calpestio della sovrastante camera di manovra 119,00 m slm, non sia soggetta ad una sottospinta idrostatica maggiore al suo peso proprio.

Se l'acqua dovesse raggiungere quote superiori al piano di calpestio della camera di manovra l'incremento dei valori di sottospinta sarebbero bilanciati dal peso d'acqua che allagherebbe la camera di manovra, con il probabile riempimento anche della vasca di aspirazione.

Quindi la situazione più gravosa è quella predetta, cioè che l'acqua raggiunga la quota di calpestio della camera di manovra e la vasca di aspirazione sia vuota.

Considerato che il piano del magrone su cui agisce la sottospinta è ha quota 114,95 m slm abbiamo un battente per il calcolo della sottospinta pari a 4,05 m.

La sottospinta agente sulla vasca è pari a:

$$(8,00\text{m} \times 9,00\text{m} + 2,70\text{m} \times 3,50\text{m}) \times 4,05\text{m} \times 1.000 \text{ kg/m}^3 = 329.900 \text{ kg}$$

Alla sottospinta si oppone il peso proprio della struttura che è pari a:

Peso magrone

$$(8,00\text{m} \times 9,00\text{m} + 2,70\text{m} \times 3,50\text{m}) \times 0,10\text{m} \times 2.000\text{kg/m}^3 = 16.290 \text{ kg}$$

Peso Platea

$$(8,00\text{m} \times 9,00\text{m} + 2,70\text{m} \times 3,50\text{m}) \times 0,60\text{m} \times 2.500\text{kg/m}^3 = 122.175 \text{ kg}$$

a detrarre abbassamento per aspirazione pompe

$$-(1,00\text{m} \times 3,60\text{m}) \times 0,40\text{m} \times 2.500 \text{ kg/m}^3 = -3.600 \text{ kg}$$

Muri laterali

$$2 \times (7,80\text{m} + 6,00\text{m}) \times 0,40\text{m} \times 3,05\text{m} \times 2.500\text{kg/m}^3 = 84.180\text{kg}$$

$$(1,70\text{m} \times 2 + 1,90\text{m}) \times 0,40\text{m} \times 3,05\text{m} \times 2.500\text{kg/m}^3 = 16.165\text{kg}$$

A detrarre aperture pozzetto di aspirazione

$$-(1,55\text{m} \times 1,50\text{m}) \times 0,40\text{m} \times 2.500\text{kg/m}^3 = -2.325\text{kg}$$

Soletta

$$(6,80\text{m} \times 7,80\text{m} + 2,30\text{m} \times 2,10\text{m}) \times 0,30\text{m} \times 2.500\text{kg/m}^3 = 43.400 \text{ kg}$$

Peso proprio struttura 276.285 kg

Peso terreno sopra sbalzo platea

$$35,80\text{m} \times 0,60\text{m} \times 2,85\text{m} \times 1.600\text{kg/m}^3 = 97.950 \text{ kg}$$

Peso totale 374.235 kg

da cui abbiamo una risultante diretta verso il basso pari 44.335 kg con un coefficiente di sicurezza pari 1,13.

A vantaggio della sicurezza sono stati trascurati il peso delle murature e del solaio di copertura della camera di manovra, gravante sulla vasca e il peso delle apparecchiature installate, inoltre sempre a vantaggio della sicurezza, è stato considerato il solo peso del terreno gravante sullo sbalzo della platea, senza tenere conto degli effetti dovuti all'attrito e alla coesione del terreno.

#### VASCA DI CARICO

La vasca di carico in località Calaboni, è stata pensata con due distinte capacità, un primo volume con funzione di disconnessione idraulica della capacità di 120 mc ed un secondo volume con funzione di compenso per una capacità complessiva pari a circa 5.000 mc.

La capacità della vasca è tale da garantire, con i volumi medi disponibili dal depuratore, il servizio irriguo per una superficie territoriale pari ad almeno 90 ha.

La vasca di carico è previsto che abbia un escursione del livello di invaso di 3,00 m variabile tra la quota massima di 170,50 m slm e quota minima pari a 167,50 m slm.

La capacità è stata determinata per regolare i volumi in arrivo dal depuratore con i volumi necessari per servire la prevista area irrigua, secondo i fabbisogni stimati dall'allegato studio agronomico.

In questa sede riportiamo la stima delle esigenze idriche totali e mensili del solo periodo irriguo (Aprile – Settembre) così come desunte dal predetto studio.

DISTRETTO CURCURIS

Stima delle esigenze idriche totali								
Coltura	Esigenza colturale	Superficie Territoriale	Percentuale superficie totale	Superficie attrezzata (0.8x0.8)	Percentuale superficie irrigata	Superficie irrigata	Esigenza idrica totale netta	Esigenza idrica totale lorda incr. 5%
	[mm/anno ha]	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	[mc/anno]	[mc/anno]
Mais	526.40	10.00	11.11	6.40	100.00	6.40	33 690	35 374
Cereali	64.10	23.00	25.56	14.72	100.00	14.72	9 436	9 907
Medica	567.90	25.00	27.78	16.00	100.00	16.00	90 864	95 407
Erbai invernali	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0
Erbai estivi	721.60	20.00	22.22	12.80	100.00	12.80	92 365	96 983
Vite	399.90	4.00	4.44	2.56	40.00	1.02	4 095	4 300
Olivo	361.90	4.00	4.44	2.56	40.00	1.02	3 706	3 891
Frutteto	468.00	4.00	4.44	2.56	40.00	1.02	4 792	5 032
TOTALE		90.00	100.00	57.60		52.99	238 947	250 894
Gr. utilizzazione						92.00%	Netto	Lordo
							[mc/anno*ha]	[mc/anno*ha]
Fab. specifico su sup. territoriale							2 655	2 788
Fab. specifico su sup. attrezzata							4 148	4 356
Fab. specifico su sup. irrigata							4 509	4 735

DISTRETTO CURCURIS - MESE APRILE

Stima delle esigenze idriche totali								
Coltura	Esigenza colturale	Superficie Territoriale	Percentuale superficie totale	Superficie attrezzata (0.8x0.8)	Percentuale superficie irrigata	Superficie irrigata	Esigenza idrica totale netta	Esigenza idrica totale lorda incr. 5%
	[mm/mese ha]	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	[mc/mese]	[mc/mese]
Mais	12.80	10.00	11.11	6.40	100.00	6.40	819	860
Cereali	64.10	23.00	25.56	14.72	100.00	14.72	9 436	9 907
Medica	36.30	25.00	27.78	16.00	100.00	16.00	5 808	6 098
Erbai invernali	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0
Erbai estivi	64.10	20.00	22.22	12.80	100.00	12.80	8 205	8 615
Vite	19.20	4.00	4.44	2.56	40.00	1.02	197	206
Olivo	38.40	4.00	4.44	2.56	40.00	1.02	393	413
Frutteto	25.60	4.00	4.44	2.56	40.00	1.02	262	275
TOTALE		90.00	100.00	57.60		52.99	25 119	26 375
Gr. utilizzazione						92.00%	Netto	Lordo
							[mc/mese*ha]	[mc/mese*ha]
Fab. specifico su sup. territoriale							279	293
Fab. specifico su sup. attrezzata							436	458
Fab. specifico su sup. irrigata							474	498

DISTRETTO CURCURIS - MESE MAGGIO

Stima delle esigenze idriche totali								
Coltura	Esigenza culturale	Superficie Territoriale	Percentuale superficie totale	Superficie attrezzata (0.8x0.8)	Percentuale superficie irrigata	Superficie irrigata	Esigenza idrica totale netta	Esigenza idrica totale lorda incr. 5%
	[mm/mese ha]	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	[mc/mese]	[mc/mese]
Mais	47.70	10.00	11.11	6.40	100.00	6.40	3 053	3 205
Cereali	0.00	23.00	25.56	14.72	100.00	14.72	0	0
Medica	109.40	25.00	27.78	16.00	100.00	16.00	17 504	18 379
Erbai invernali	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0
Erbai estivi	117.30	20.00	22.22	12.80	100.00	12.80	15 014	15 765
Vite	58.70	4.00	4.44	2.56	40.00	1.02	601	631
Olivo	64.50	4.00	4.44	2.56	40.00	1.02	660	694
Frutteto	58.70	4.00	4.44	2.56	40.00	1.02	601	631
TOTALE		90.00	100.00	57.60		52.99	37 434	39 306
Gr. utilizzazione						92.00%	Netto	Lordo
							[mc/mese*ha]	[mc/mese*ha]
Fab. specifico su sup. territoriale							416	437
Fab. specifico su sup. attrezzata							650	682
Fab. specifico su sup. irrigata							706	742

DISTRETTO CURCURIS - MESE GIUGNO

Stima delle esigenze idriche totali								
Coltura	Esigenza culturale	Superficie Territoriale	Percentuale superficie totale	Superficie attrezzata (0.8x0.8)	Percentuale superficie irrigata	Superficie irrigata	Esigenza idrica totale netta	Esigenza idrica totale lorda incr. 5%
	[mm/mese ha]	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	[mc/mese]	[mc/mese]
Mais	111.10	10.00	11.11	6.40	100.00	6.40	7 110	7 466
Cereali	0.00	23.00	25.56	14.72	100.00	14.72	0	0
Medica	116.10	25.00	27.78	16.00	100.00	16.00	18 576	19 505
Erbai invernali	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0
Erbai estivi	151.50	20.00	22.22	12.80	100.00	12.80	19 392	20 362
Vite	90.90	4.00	4.44	2.56	40.00	1.02	931	977
Olivo	75.70	4.00	4.44	2.56	40.00	1.02	775	814
Frutteto	90.90	4.00	4.44	2.56	40.00	1.02	931	977
TOTALE		90.00	100.00	57.60		52.99	47 715	50 101
Gr. utilizzazione						92.00%	Netto	Lordo
							[mc/mese*ha]	[mc/mese*ha]
Fab. specifico su sup. territoriale							530	557
Fab. specifico su sup. attrezzata							828	870
Fab. specifico su sup. irrigata							900	945



DISTRETTO CURCURIS - MESE LUGLIO

Stima delle esigenze idriche totali								
Coltura	Esigenza culturale	Superficie Territoriale	Percentuale superficie totale	Superficie attrezzata (0.8x0.8)	Percentuale superficie irrigata	Superficie irrigata	Esigenza idrica totale netta	Esigenza idrica totale lorda incr. 5%
	[mm/mese ha]	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	[mc/mese]	[mc/mese]
Mais	185.40	10.00	11.11	6.40	100.00	6.40	11 866	12 459
Cereali	0.00	23.00	25.56	14.72	100.00	14.72	0	0
Medica	120.80	25.00	27.78	16.00	100.00	16.00	19 328	20 294
Erbai invernali	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0
Erbai estivi	159.70	20.00	22.22	12.80	100.00	12.80	20 442	21 464
Vite	111.80	4.00	4.44	2.56	40.00	1.02	1 145	1 202
Olivo	71.80	4.00	4.44	2.56	40.00	1.02	735	772
Frutteto	143.70	4.00	4.44	2.56	40.00	1.02	1 471	1 545
TOTALE		90.00	100.00	57.60		52.99	54 987	57 736
Gr. utilizzazione						92.00%	Netto	Lordo
							[mc/mese*ha]	[mc/mese*ha]
Fab. specifico su sup. territoriale							611	642
Fab. specifico su sup. attrezzata							955	1 002
Fab. specifico su sup. irrigata							1 038	1 090

DISTRETTO CURCURIS - MESE AGOSTO

Stima delle esigenze idriche totali								
Coltura	Esigenza culturale	Superficie Territoriale	Percentuale superficie totale	Superficie attrezzata (0.8x0.8)	Percentuale superficie irrigata	Superficie irrigata	Esigenza idrica totale netta	Esigenza idrica totale lorda incr. 5%
	[mm/mese ha]	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	[mc/mese]	[mc/mese]
Mais	144.70	10.00	11.11	6.40	100.00	6.40	9 261	9 724
Cereali	0.00	23.00	25.56	14.72	100.00	14.72	0	0
Medica	108.30	25.00	27.78	16.00	100.00	16.00	17 328	18 194
Erbai invernali	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0
Erbai estivi	146.50	20.00	22.22	12.80	100.00	12.80	18 752	19 690
Vite	97.40	4.00	4.44	2.56	40.00	1.02	997	1 047
Olivo	65.90	4.00	4.44	2.56	40.00	1.02	675	709
Frutteto	112.00	4.00	4.44	2.56	40.00	1.02	1 147	1 204
TOTALE		90.00	100.00	57.60		52.99	48 160	50 568
Gr. utilizzazione						92.00%	Netto	Lordo
							[mc/mese*ha]	[mc/mese*ha]
Fab. specifico su sup. territoriale							535	562
Fab. specifico su sup. attrezzata							836	878
Fab. specifico su sup. irrigata							909	954

DISTRETTO CURCURIS - MESE SETTEMBRE

Stima delle esigenze idriche totali								
Coltura	Esigenza colturale	Superficie Territoriale	Percentuale superficie totale	Superficie attrezzata (0.8x0.8)	Percentuale superficie irrigata	Superficie irrigata	Esigenza idrica totale netta	Esigenza idrica totale lorda incr. 5%
	[mm/mese ha]	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	[mc/mese]	[mc/mese]
Mais	24.80	10.00	11.11	6.40	100.00	6.40	1 587	1 667
Cereali	0.00	23.00	25.56	14.72	100.00	14.72	0	0
Medica	77.00	25.00	27.78	16.00	100.00	16.00	12 320	12 936
Erbai invernali	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0
Erbai estivi	82.54	20.00	22.22	12.80	100.00	12.80	10 566	11 094
Vite	22.01	4.00	4.44	2.56	40.00	1.02	225	237
Olivo	45.40	4.00	4.44	2.56	40.00	1.02	465	488
Frutteto	37.14	4.00	4.44	2.56	40.00	1.02	380	399
TOTALE		90.00	100.00	57.60		52.99	25 543	26 821
Gr. utilizzazione						92.00%	Netto	Lordo
							[mc/mese*ha]	[mc/mese*ha]
Fab. specifico su sup. territoriale							284	298
Fab. specifico su sup. attrezzata							443	466
Fab. specifico su sup. irrigata							482	506

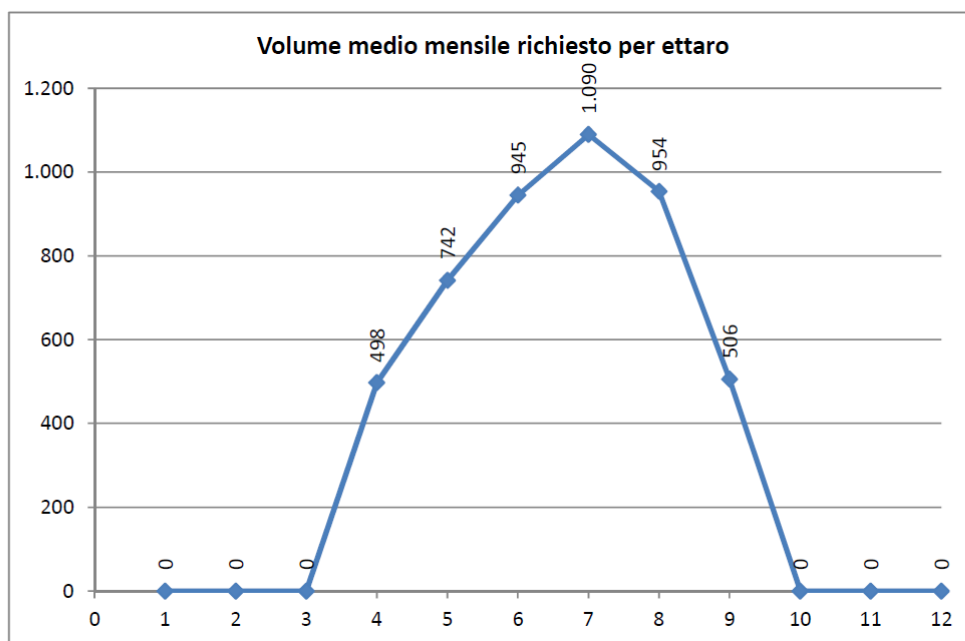
Dalle suddette tabelle si ricava il fabbisogno stagionale irriguo lordo, pari a 4.735 mc/ha, e la sua la ripartizione mensile.

I dati di fabbisogno lordo mensile sono stati utilizzati come base per determinare il volume di regolazione della vasca necessario per soddisfare i fabbisogni richiesti con le risorse disponibili dal depuratore.

Si riportano i calcoli del volume di regolazione:

Fabbisogno stagione irrigua netto	Perdite per somministrazione e reti	Fabbisogno stagione irrigua Lordo	Volume medio mese di Punta (Luglio) netto	Volume medio mese di Punta (Luglio) Lordo	Percento su fabbisogno complessivo
[mc/ha]	[%]	[mc/ha]	[mc/ha]	[mc/ha]	
4.509	5	4.735	1.038	1.090	23,02%

	Mese	Percento su consumo complessivo	Volume medio mensile richiesto per ettaro IRRIGATO	Portata media richiesta mensile per ettaro	Portata media richiesta mensile complessiva
		%	[mc/ha]	[mc/gg*ha]	[mc/gg]
1	Gen	0	0	0	0
2	Feb	0	0	0	0
3	Mar	0	0	0	0
4	Apr	10,52%	498	16,6	880
5	Mag	15,67%	742	23,9	1.268
6	Giu	19,96%	945	31,5	1.669
7	Lug	23,02%	1.090	35,2	1.863
8	Ago	20,15%	954	30,8	1.631
9	Set	10,69%	506	16,9	894
10	Ott	0	0	0	0
11	Nov	0	0	0	0
12	Dic	0	0	0	0
	<b>SOMMANO</b>	100%	4.735		



Superficie territoriale	Coef. Tare distrettuali e aziendali	Superficie attrezzata	Grado di utilizzazione	Superficie effettivamente irrigata
ha		ha	%	ha
90,00	0,640	57,60	92,00	52,99

	Mese	Portata media ingresso	Portata media richiesta	Volume medio ingresso	Volume medio uscita
		[mc/gg]	[mc/gg]	[mc]	[mc]
1	Gen	3.539	0	109.709	0
2	Feb	3.666	0	102.648	0
3	Mar	3.169	0	98.239	0
4	Apr	2.822	880	84.660	26.390
5	Mag	2.330	1.268	72.230	39.320
6	Giu	1.938	1.669	58.140	50.077
7	Lug	1.698	1.863	52.638	57.761
8	Ago	1.741	1.631	53.971	50.554
9	Set	1.773	894	53.190	26.814
10	Ott	1.890	0	58.590	0
11	Nov	2.263	0	67.890	0
12	Dic	2.953	0	91.543	0
	<b>MEDIA</b>	2.482		75.287	41.820
			<b>SOMMANO</b>	903.448	250.917
			<b>SFIORO</b>	652.531	
			<b>Percentuale di utilizzo risorsa</b>	27,77%	

		Volume medio ingresso	Volume medio uscita	Volume Regolazione
		[mc]	[mc]	[mc]
7	Lug	52.638	57.761	5.123
8	Ago	53.971	50.554	1.707
9	Set	53.190	26.814	-24.669
10	Ott	58.590	0	-83.259
11	Nov	67.890	0	-151.149
12	Dic	91.543	0	-242.692
1	Gen	109.709	0	-352.401
2	Feb	102.648	0	-455.049
3	Mar	98.239	0	-553.288
4	Apr	84.660	26.390	-611.558
5	Mag	72.230	39.320	-644.468
6	Giu	58.140	50.077	-652.531
			<b>Volume regolazione</b>	<b>5.123</b>

Dalle risultanze delle suddette tabelle si desume che la capacità di compenso necessaria per soddisfare le richieste idriche della area irrigua è pari a circa 5.000 mc.

#### CONDOTTE E RETE DI DISTRIBUZIONE

La condotta di adduzione e la rete di distribuzione irrigua sono del tipo ramificato in Ghisa Sferoidale con classi di diametro DN 100, 200 e 250 di lunghezza complessiva pari a circa 5.250 m.

Le tubazioni sono state dimensionate e verificate con il software EPANET 2.0 rilasciato dalla National Risk Management Research Laboratory dell'E.P.A. – U.S.A. (Environmental Protection Agency – United States of America).

Il programma permette la risoluzione di reti di condotte idriche ramificate o a maglie che possono essere costituite da tubi, nodi (giunzioni), pompe, valvole, serbatoi, etc..., fornendo un ambiente integrato sia per l'editing dei dati di input della rete e sia per l'esecuzione di simulazioni idrauliche e di qualità dell'acqua, permettendo di visualizzare i risultati sia in forma grafica che tabellare.

Per le valutazioni delle perdite di carico, tra le diverse formule disponibili nel software si è

selezionata quella di Chezy-Manning che di seguito si riporta:

$$J = \frac{Q^2}{(\chi \cdot A \cdot R^{0,5})^2}$$

Dove:

$$\chi = \frac{R^{1/6}}{n}$$

Dove abbiamo:

Q = Portata nella condotta

R = Raggio Idraulico =  $\frac{A}{P} = \frac{r}{2}$

A = Area bagnata (area interna della condotta) =  $\pi r^2$

P = Perimetro Bagnato =  $2\pi r$

n = Coefficiente di Manning assunto pari a  $0,0115 \text{ m}^{-1/3s}$ .

Nel calcolo sono state trascurate, come da prassi in casi del genere, le perdite di carico concentrate. La ragione di tale scelta sta nel fatto che il valore del coefficiente di Manning è tale da tenere in conto anche le perdite concentrate, per quanto in maniera sommaria, quando queste non assumono, come nel caso in esame, un'incidenza notevole rispetto alle perdite "continue".

Per i dati di input (portate prelevate e quote dei nodi, lunghezze e diametri delle condotte, etc.) e per i dati di output (portate circolanti, velocità, quote piezometriche, etc.) della rete di distribuzione elaborati con il software EPANET 2.0 si rimanda agli allegati del progetto.

I Calcoli fanno riferimento a 21 gruppi di consegna aziendali distribuiti sul territorio in funzione delle esigenze aziendali ognuno della portata di 5 l/s.

Nel calcolo idraulico è stato da prima simulata la situazione più svantaggiosa corrispondente all'esercizio contemporaneo di tutti gli idranti e successivamente è stato simulato un utilizzo turnato degli stessi.

I risultati dei calcoli sono illustrate nelle tabelle e nelle figure di seguito riportate dove sono rappresentate le caratteristiche idrauliche principali (Portate e Pressioni).

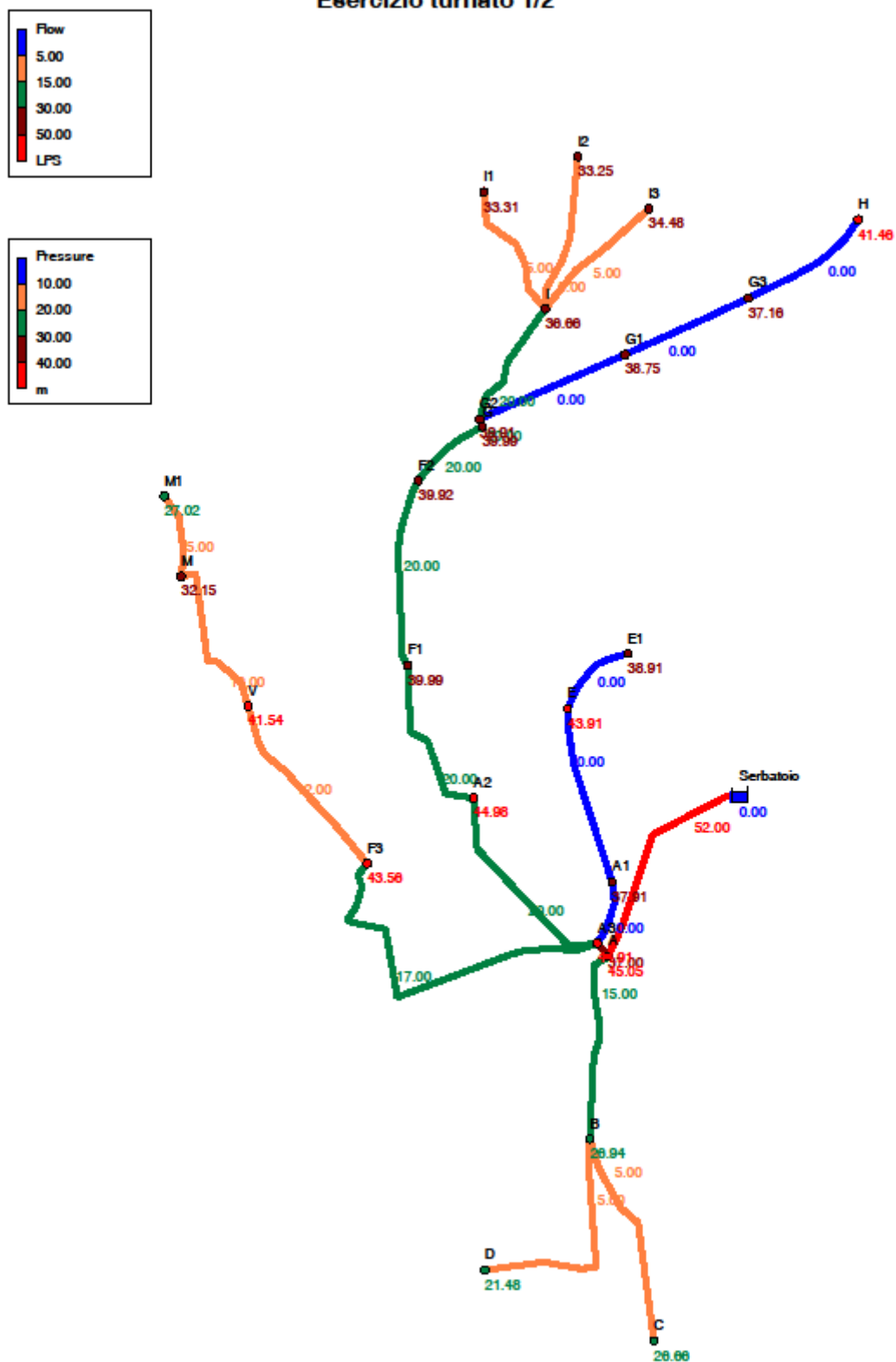


Node ID	Elevation m	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc A	123.00	0.00	161.74	38.74
Junc A3	123.00	5.00	160.80	37.80
Junc B	120.13	5.00	140.70	20.03
Junc D	123.25	5.00	138.42	15.17
Junc C	118.00	5.00	138.35	20.35
Junc A1	130.00	5.00	160.72	30.72
Junc E	124.00	5.00	152.50	28.50
Junc E1	120.00	5.00	151.47	22.47
Junc A2	122.10	5.00	154.03	32.53
Junc F1	120.40	5.00	150.20	23.80
Junc F2	125.80	5.00	140.01	21.11
Junc G2	125.45	5.00	145.46	20.01
Junc G1	120.61	5.00	145.00	18.48
Junc G3	128.20	5.00	138.07	10.77
Junc H	123.00	5.00	137.44	13.54
Junc I	128.11	5.00	144.88	16.77
Junc I1	120.00	5.00	143.31	13.41
Junc I2	120.70	5.00	143.06	13.36
Junc I3	128.65	5.00	143.24	14.50
Junc F3	123.27	5.00	150.81	30.54
Junc V	125.00	2.00	150.52	34.52
Junc M1	131.28	5.00	151.28	20.00
Junc M	127.10	5.00	152.23	25.13
Junc G	125.45	0.00	145.70	20.34
Resvr Serbatoio	170	-107.00	170.00	0.00



Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe Ser-A	360	254.40	0.0115	107.00	2.11	22.95	0.026
Pipe A-A3	50	254.40	0.0115	92.00	1.81	16.96	0.026
Pipe A-B	320	100.00	0.0115	15.00	1.91	65.57	0.035
Pipe B-D	320	100.00	0.0115	5.00	0.64	7.29	0.035
Pipe B-C	330	100.00	0.0115	5.00	0.64	7.29	0.035
Pipe A3-A1	115	203.00	0.0115	15.00	0.46	1.50	0.028
Pipe A1-E	280	100.00	0.0115	10.00	1.27	29.14	0.035
Pipe E-E1	150	100.00	0.0115	5.00	0.64	7.29	0.035
Pipe A3-A2	310	203.00	0.0115	55.00	1.70	20.20	0.028
Pipe A2-F1	260	203.00	0.0115	50.00	1.54	16.70	0.028
Pipe F1-F2	250	203.00	0.0115	45.00	1.39	13.52	0.028
Pipe G2-G1	250	203.00	0.0115	15.00	0.46	1.50	0.028
Pipe G1-G3	210	100.00	0.0115	10.00	1.27	29.14	0.035
Pipe G3-H	210	100.00	0.0115	5.00	0.64	7.29	0.035
Pipe G2-I	220	203.00	0.0115	20.00	0.62	2.67	0.028
Pipe I-I1	215	100.00	0.0115	5.00	0.64	7.29	0.035
Pipe I-I2	250	100.00	0.0115	5.00	0.64	7.29	0.035
Pipe I-I3	225	100.00	0.0115	5.00	0.64	7.29	0.035
Pipe A3-F3	560	203.00	0.0115	17.00	0.53	1.93	0.028
Pipe F3-V	305	203.00	0.0115	12.00	0.37	0.96	0.028
Pipe V-M	250	100.00	0.0115	10.00	1.27	29.14	0.035
Pipe M-M1	130	100.00	0.0115	5.00	0.64	7.29	0.035
Pipe F2-G	105	203	0.0115	40.00	1.24	10.69	0.028
Pipe G-G2	30	203	0.0115	40.00	1.24	10.69	0.028

# Esercizio turnato 1/2



Node ID	Elevation m	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc A	123.00	0.00	168.05	45.05
Junc A3	123.00	0.00	167.91	44.91
Junc B	120.13	5.00	147.07	26.94
Junc D	123.25	5.00	144.73	21.48
Junc C	118.00	5.00	144.66	26.66
Junc A1	130.00	0.00	167.91	37.91
Junc E	124.00	0.00	167.91	43.91
Junc E1	129.00	0.00	167.91	38.91
Junc A2	122.10	0.00	167.08	44.98
Junc F1	126.40	0.00	166.39	39.99
Junc F2	125.80	0.00	165.72	39.92
Junc G2	125.45	0.00	165.36	39.91
Junc G1	126.61	0.00	165.36	38.75
Junc G3	128.20	0.00	165.36	37.16
Junc H	123.90	0.00	165.36	41.46
Junc I	128.11	5.00	164.77	36.66
Junc I1	129.90	5.00	163.21	33.31
Junc I2	129.70	5.00	162.95	33.25
Junc I3	128.65	5.00	163.13	34.48
Junc F3	123.27	5.00	166.83	43.56
Junc V	125.00	2.00	166.54	41.54
Junc M1	131.28	5.00	158.30	27.02
Junc M	127.10	5.00	159.25	32.15
Junc G	125.45	0.00	165.44	39.99
Resvr Serbatoio	170	-52.00	170.00	0.00

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe Ser-A	360	254.40	0.0115	52.00	1.02	5.42	0.026
Pipe A-A3	50	254.40	0.0115	37.00	0.73	2.74	0.026
Pipe A-B	320	100.00	0.0115	15.00	1.91	65.57	0.035
Pipe B-D	320	100.00	0.0115	5.00	0.64	7.29	0.035
Pipe B-C	330	100.00	0.0115	5.00	0.64	7.29	0.035
Pipe A3-A1	115	203.00	0.0115	0.00	0.00	0.00	0.000
Pipe A1-E	280	100.00	0.0115	0.00	0.00	0.00	0.000
Pipe E-E1	150	100.00	0.0115	0.00	0.00	0.00	0.000
Pipe A3-A2	310	203.00	0.0115	20.00	0.62	2.67	0.028
Pipe A2-F1	260	203.00	0.0115	20.00	0.62	2.67	0.028
Pipe F1-F2	250	203.00	0.0115	20.00	0.62	2.67	0.028
Pipe G2-G1	250	203.00	0.0115	0.00	0.00	0.00	0.000
Pipe G1-G3	210	100.00	0.0115	0.00	0.00	0.00	0.000
Pipe G3-H	210	100.00	0.0115	0.00	0.00	0.00	0.000
Pipe G2-I	220	203.00	0.0115	20.00	0.62	2.67	0.028
Pipe I-I1	215	100.00	0.0115	5.00	0.64	7.29	0.035
Pipe I-I2	250	100.00	0.0115	5.00	0.64	7.29	0.035
Pipe I-I3	225	100.00	0.0115	5.00	0.64	7.29	0.035
Pipe A3-F3	560	203.00	0.0115	17.00	0.53	1.93	0.028
Pipe F3-V	305	203.00	0.0115	12.00	0.37	0.96	0.028
Pipe V-M	250	100.00	0.0115	10.00	1.27	29.14	0.035
Pipe M-M1	130	100.00	0.0115	5.00	0.64	7.29	0.035
Pipe F2-G	105	203	0.0115	20.00	0.62	2.67	0.028
Pipe G-G2	30	203	0.0115	20.00	0.62	2.67	0.028



Node ID	Elevation m	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc A	123.00	0.00	107.82	44.82
Junc A3	123.00	5.00	107.51	44.51
Junc B	120.13	0.00	107.82	47.69
Junc D	123.25	0.00	107.82	44.57
Junc C	118.00	0.00	107.82	40.82
Junc A1	130.00	5.00	107.34	37.34
Junc E	124.00	5.00	150.18	35.18
Junc E1	120.00	5.00	158.00	20.00
Junc A2	122.10	5.00	104.08	42.88
Junc F1	120.40	5.00	103.42	37.02
Junc F2	125.80	5.00	102.37	30.57
Junc G2	125.45	5.00	102.01	30.50
Junc G1	120.61	5.00	101.64	35.03
Junc G3	128.20	5.00	155.52	27.32
Junc H	123.90	5.00	153.90	30.00
Junc I	128.11	0.00	102.01	33.00
Junc I1	120.90	0.00	102.01	32.11
Junc I2	120.70	0.00	102.01	32.31
Junc I3	128.65	0.00	102.01	33.36
Junc F3	123.27	0.00	107.51	44.24
Junc V	125.00	0.00	107.51	42.51
Junc M1	131.28	0.00	107.51	30.23
Junc M	127.10	0.00	107.51	40.41
Junc G	125.45	0.00	102.00	30.64
Resvr Serbatoio	170	-55.00	170.00	0.00

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe Ser-A	360	254.40	0.0115	55.00	1.08	6.06	0.026
Pipe A-A3	50	254.40	0.0115	55.00	1.08	6.06	0.026
Pipe A-B	320	100.00	0.0115	0.00	0.00	0.00	0.000
Pipe B-D	320	100.00	0.0115	0.00	0.00	0.00	0.000
Pipe B-C	330	100.00	0.0115	0.00	0.00	0.00	0.000
Pipe A3-A1	115	203.00	0.0115	15.00	0.46	1.50	0.028
Pipe A1-E	280	100.00	0.0115	10.00	1.27	29.14	0.035
Pipe E-E1	150	100.00	0.0115	5.00	0.64	7.29	0.035
Pipe A3-A2	310	203.00	0.0115	35.00	1.08	8.18	0.028
Pipe A2-F1	260	203.00	0.0115	30.00	0.93	6.01	0.028
Pipe F1-F2	250	203.00	0.0115	25.00	0.77	4.17	0.028
Pipe G2-G1	250	203.00	0.0115	15.00	0.46	1.50	0.028
Pipe G1-G3	210	100.00	0.0115	10.00	1.27	29.14	0.035
Pipe G3-H	210	100.00	0.0115	5.00	0.64	7.29	0.035
Pipe G2-I	220	203.00	0.0115	0.00	0.00	0.00	0.000
Pipe I-I1	215	100.00	0.0115	0.00	0.00	0.00	0.000
Pipe I-I2	250	100.00	0.0115	0.00	0.00	0.00	0.000
Pipe I-I3	225	100.00	0.0115	0.00	0.00	0.00	0.000
Pipe A3-F3	560	203.00	0.0115	0.00	0.00	0.00	0.000
Pipe F3-V	305	203.00	0.0115	0.00	0.00	0.00	0.000
Pipe V-M	250	100.00	0.0115	0.00	0.00	0.00	0.000
Pipe M-M1	130	100.00	0.0115	0.00	0.00	0.00	0.000
Pipe F2-G	105	203	0.0115	20.00	0.62	2.67	0.028
Pipe G-G2	30	203	0.0115	20.00	0.62	2.67	0.028

## **ANNESSO – RELAZIONE SULLA GESTIONE DELLE MATERIE**



Con la presente relazione, redatta ai sensi della lettera i dell'art. 26 del DPR n. 207/2010, si identificano le principali operazioni messe in atto per la realizzazione dell'infrastruttura che determinano la produzione e la movimentazione di materiali terrigeni e si valutano i conseguenti fabbisogni di materiali da approvvigionare da cava, al netto dei volumi reimpiegati e degli esuberi di materiali di scarto, provenienti dagli scavi necessari per la realizzazione delle opere.

Le operazioni generanti la produzione e la movimentazione di materiali terrigeni o simili sono principalmente gli scavi all'aperto per la posa delle opere in progetto (condotte, pozzetti, manufatti, etc.) ed il loro successivo rinterro.

Le aree interessate dagli scavi ricadono in zone omogenee classificate dal Piano Urbanistico Comunale come "E – zona agricola" in tali aree si svolgono prevalentemente la coltivazione di graminacee e foraggere per l'alimentazione di animali.

In progetto è previsto un parziale riutilizzo dei materiali di escavo, quando idonei e accettabili dal punto di vista geotecnico, per il rinterro delle opere e la realizzazione di rilevati.

Si precisa che i materiali di scavo riutilizzati nell'ambito del cantiere, non provenendo da siti inquinati o sottoposti a bonifiche, e considerata la vocazione esclusivamente agricola dell'area, non sono soggetti alla applicazione della normativa sui rifiuti e sulla normativa della gestione dei sottoprodotti, ai sensi rispettivamente del D.M. n. 161/2012 e del D.Lgs. n.152/2006.

Nel presente progetto, per i materiali provenienti dagli scavi, sono state adottate tutte le misure volte a favorire in via prioritaria il reimpiego diretto di tali materiali, pur restando un volume di materiale non utilizzato direttamente in situ che sarà conferito ad idonea discarica autorizzata.

In generale, nelle fasi realizzative dovranno essere adottate tutte le misure atte a favorire la riduzione di rifiuti da smaltire in discarica, attraverso operazioni di reimpiego, previa verifica della compatibilità tecnica per il riutilizzo in relazione alla tipologia dei lavori previsti.

Al fine di limitare la produzione dei rifiuti inerti si dovrà:

- favorire in ogni caso, ove possibile, la demolizione selettiva dei manufatti e la conseguente suddivisione dei rifiuti in categorie merceologiche omogenee;
- favorire, direttamente nel luogo di produzione, una prima cernita dei materiali da demolizione in gruppi di materiali omogenei puliti;
- prevedere, ove possibile, precise modalità di riutilizzo in cantiere dei materiali in fase di demolizione, per il loro reimpiego nelle attività di costruzione;
- conferire i rifiuti inerti presso gli impianti di gestione presenti sul territorio provinciale e regolarmente autorizzati ai sensi della vigente normativa.

Il conferimento in discarica dovrà avvenire con le modalità previste dalla normativa vigente esclusivamente nei casi in cui non risulti possibile riutilizzare e/o recuperare i materiali da scavo e demolizione in situ.

L'intervento prevede l'esecuzione delle seguenti quantità di scavo e demolizioni, secondo la stima del computo metrico:

- Scavo a larga sezione 273,27 mc
- Scavo a sezione obbligata 1.157,42 mc
- Scavo a sezione ristretta 4.863,04 mc

Sulla base della "Relazione Geologica e di Caratterizzazione Geotecnica" allegata al progetto, le suddette quantità sono state suddivise nelle seguenti tipologie di materiali:

- Terreno sciolto 5.098,60 mc
- di cui terreno vegetale si stima 1.270,00 mc
- Roccia dura 1.195,14 mc

Nella esecuzione degli scavi e dei successivi rinterri si avrà cura di preservare lo strato di terreno vegetale accantonandolo separatamente dagli strati sottostanti e successivamente nelle operazioni di rinterro si procederà al ripristino finale dello scavo con il materiale precedentemente accantonato.

Dall'attività di scavo saranno prodotti dei materiali riutilizzabili nell'ambito dello stesso cantiere, oltre ai seguenti materiale proveniente da cave vicine:

- Volume rinterro con materiale proveniente dal cantiere 4.568,21 mc
- Volume rinterro con materiale proveniente da cave 482,28 mc
- Volume di rilevato con materiale proveniente dal cantiere 152,45 mc
- Volume sottofondo con materiale proveniente da cave 631,32 mc
- Volume inerti per realizzazione stradelli proveniente da cave 738,00 mc

Dalle attività di demolizione e scavo sarà prodotto un volume di materiale stimato in 1.440,60 mc, la cui quantità effettiva sarà valutata in corso d'opera, che sarà avviato presso un impianto autorizzato per il recupero di rifiuti non pericolosi, la cui individuazione si rinvia alla fase esecutiva.