

**DEPURATORE CONSORTILE  
VERIFICA "EX - POST" AI SENSI  
ART. 29, C.3 D.LGS 152/2006**

ELABORATO:

**STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE  
RELAZIONE**

Data: Giugno 2023

IL DIRETTORE  
(Dott. Marcello Siddu)

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
(Ing. Salvatore Daga)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE  
(Ing. Salvatore Daga)

(Ing. Riccardo Ugas)

(Geom. Andrea Pala)

Codice Elaborato

P	I	D	C	0	1	P	F	0	1	A	0	0	0	R	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Lavoro

Fase

Sub Fase

Tipo

Elaborato

Revisione

<b>0</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>0.1</b>	<b>BREVI CENNI INTRODUTTIVI.....</b>	<b>4</b>
<b>0.2</b>	<b>SCHEDA ANAGRAFICA AZIENDALE .....</b>	<b>5</b>
<b>0.3</b>	<b>AUTORIZZAZIONI IN POSSESSO DELL'AZIENDA .....</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>PROGETTO .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1.</b>	<b>EVOLUZIONE STORICA DEL DEPURATORE CONSORTILE .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.</b>	<b>PARAMETRI E CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO ATTUALI .....</b>	<b>30</b>
<b>1.3.</b>	<b>LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO.....</b>	<b>33</b>
1.3.1	INQUADRAMENTO CATASTALE AREA DI INTERVENTO .....	34
1.3.2	INQUADRAMENTO NEL PIANO REGOLATORE DEL CONSORZIO INDUSTRIALE ORISTANO .....	35
1.3.3	INQUADRAMENTO NEL PIANO REGOLATORE DEL COMUNE DI SANTA GIUSTA.....	35
<b>1.4.</b>	<b>INQUADRAMENTO PROGETTUALE .....</b>	<b>36</b>
1.4.1	TIPOLOGIA DI IMPIANTO .....	36
1.4.2	DATI DI VERIFICA .....	37
1.4.3	DESCRIZIONE DEL PROCESSO DEPURATIVO .....	37
1.4.5	DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI TRATTAMENTO A FANGHI ATTIVI A DUE STADI DEL DEPURATORE CONSORTILE .....	50
1.4.6	VERIFICA DELLE CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO CON LA PORTATA MEDIA REGISTRATA NEL PERIODO 2020-2022 .....	51
1.4.7	VERIFICA DELLE CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO CON LA PORTATA MASSIMA REGISTRATA NEL PERIODO 2020-2022 .....	55
1.4.8	VERIFICA DELLE CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO EFFETTUATA NEL PROGETTO DI REVAMPING .....	60
1.4.9	FANGHI PRODOTTI DALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE .....	62
1.4.10	RIFIUTI LIQUIDI TRATTATI PRESSO IL DEPURATORE CONSORTILE.....	63
1.4.10.1	Verifica della Sezione Denitrificazione - Ossidazione – Nitrificazione in CONDIZIONI DI PORTATA MEDIA 65	
1.4.10.2	Verifica della Sezione Denitrificazione - Ossidazione – Nitrificazione in condizioni di portata di punta 68	
1.4.11	IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	71
<b>1.5</b>	<b>COSTO DEL PROGETTO.....</b>	<b>72</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO NELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE NAZIONALE REGIONALE E COMUNALE .....</b>	<b>73</b>
<b>2.1</b>	<b>INDIRIZZI DI TUTELA DEL PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE (P.P.R.)...74</b>	

<b>2.2</b>	<b>INDIRIZZI DI TUTELA DEL PIANO REGOLATORE DEL NUCLEO INDUSTRIALE ORISTANO.....</b>	<b>78</b>
<b>2.3</b>	<b>INDIRIZZI DI TUTELA DEL PIANO REGOLATORE DEL COMUNE DI SANTA GIUSTA.....</b>	<b>79</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO PAESAGGISTICO E NATURALISTICO DELL'AREA D'INTERVENTO.....</b>	<b>80</b>
3.1	MORFOLOGIA.....	81
3.2	INQUADRAMENTO VEGETAZIONALE .....	83
3.3	CLIMATOLOGIA.....	86
3.4	USO E COPERTURA DEL SUOLO .....	86
3.5	AREE DI GESTIONE FORESTALE FSE.....	87
3.6	AREE DI TUTELA NATURALISTICA .....	88
3.7	VINCOLI IDROGEOLOGICI (L. N° 3267/23) .....	93
3.8	VINCOLI ACQUE PUBBLICHE .....	94
<b>4</b>	<b>ELEMENTI DI VALORE NATURALISTICO, STORICO, CULTURALE (FONTE: P.U.C.).....</b>	<b>95</b>
<b>5</b>	<b>POTENZIALI FONTI D'IMPATTO.....</b>	<b>104</b>
5.2.1	PRODUZIONE DI POLVERI.....	105
5.2.2	ACQUE DI FALDA, ACQUE MARINE .....	105
5.2.3	RIFIUTI SOLIDI.....	108
5.2.4	RUMORE .....	110
5.2.5	CARATTERISTICHE DI ACCESSO E TRAFFICO .....	111
5.2.6	PRESENZA DI SOSTANZE TOSSICHE .....	112
5.2.7	EMISSIONE DI ODORI MOLESTI.....	112
5.2.7.1	STRUMENTI DI ANALISI PREVISIONALE .....	117
5.2.7.2	STUDIO DELLA DIFFUSIONE DI ODORI CON WINDIMULA .....	118
5.2.8	ALTERAZIONI VISUALI E PAESAGGISTICHE .....	121
<b>6</b>	<b>MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI.....</b>	<b>122</b>
6.1	POLVERI .....	122
6.2	RUMORE .....	122
6.3	QUALITÀ DELL'ARIA.....	123
6.4	ODORI.....	123
6.5	QUALITÀ DELL'ACQUA.....	124
6.6	RUMORE .....	124
6.7	REGOLAMENTI GESTIONALI .....	125

6.8	PIANO DI MONITORAGGIO .....	125
<b>7</b>	<b>VALUTAZIONE INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI .....</b>	<b>125</b>
<b>8</b>	<b>DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SITO DI INTERVENTO .....</b>	<b>126</b>

## **0 PREMESSA**

### **0.1 BREVI CENNI INTRODUTTIVI**

Il nucleo originale dell'Impianto di Depurazione Consortile delle acque reflue urbane ed industriali è stato realizzato negli anni '80 mediante appalto concorso e doveva trattare sia le acque reflue di natura industriale provenienti dall'Agglomerato (Corpo Nord e Corpo Centrale) del Consorzio Industriale Provinciale Oristanese (allora Consorzio per il nucleo di industrializzazione dell'Oristanese), che all'epoca si stimavano la quota prevalente, sia gli scarichi civili provenienti dal Comune di Oristano.

Dopo alcuni anni di esercizio il primo nucleo del depuratore fu sottoposto ad importanti interventi di ampliamento e ammodernamento tecnologico per rispondere ad alcune esigenze e nuovi sviluppi normativi nel frattempo sopravvenuti.

Gli interventi di ammodernamento e ampliamento del depuratore vennero inseriti nell'ambito di un più ampio intervento che venne denominato "Disinquinamento dei bacini gravanti negli stagni di Cabras, Santa Giusta, S'Enna Arrubia e sul tratto vallivo del fiume Tirso mediante l'adeguamento delle opere esistenti e la realizzazione di nuove opere" e furono realizzati tra la fine degli anni '90 e i primi anni 2000 a seguito di una convenzione tra l'ESAF (Ente Sardo Acquedotti e Fognature) ed il Consorzio, nel quale il Consorzio assumeva ruolo di alta sorveglianza dei lavori.

Il Progetto prevedeva uno sviluppo in lotti funzionali. Il primo lotto riguardava la realizzazione di una serie di collettori fognari in grado di collegare all'impianto di depurazione tutti i reflui urbani provenienti dai Comuni e Frazioni dell'hinterland oristanese componenti lo Schema fognario-depurativo n. 170 del Piano di Tutela delle Acque della Regione Sardegna. Il progetto, infatti, doveva rendere operativa la programmazione regionale, che aveva individuato quale recapito finale della suddetta rete fognaria comprensoriale l'impianto del Consorzio Industriale Oristanese.

Il secondo lotto prevedeva il potenziamento del depuratore, sia nella linea acque sia nella linea fanghi, per renderlo idoneo a ricevere le acque reflue dei suddetti Comuni.

Il terzo lotto prevedeva infine la realizzazione della sezione di affinamento terziario all'interno del depuratore consortile.

Il sistema di collettori comprensoriali, unitamente ai numerosi impianti di sollevamento dislocati lungo i tracciati, è oggi pienamente in esercizio e tutti i comuni compresi nello "Schema 170" sono allacciati al depuratore dal 2017.

Una descrizione maggiormente dettagliata dell'evoluzione storica del depuratore consortile è riportata nel paragrafo 1.2.1 seguente.

Dopo una prima fase di esercizio provvisorio effettuato dalla Società EMAS di Milano, che terminò nell'aprile del 1989, l'esercizio definitivo venne affidato dal Consorzio senza soluzione di continuità, in regime di Concessione, alla Società "Oristano Ambiente S.r.l.", Società partecipata costituita dal Consorzio Industriale, dal Comune di Oristano e dalla medesima Società EMAS di Milano quale Socio privato.

Dal 2007 il Consorzio gestisce invece l'Impianto di depurazione direttamente con propri dipendenti.

Tutto il sistema dei collettori comprensoriali è gestito direttamente dalla Società Abbanoa, mentre il Consorzio Industriale ha la gestione diretta della rete fognaria dell'Agglomerato Industriale.

Quest'ultima comprende anche quattro impianti di sollevamento fognario:

- l'impianto di sollevamento ubicato nella via Londra, che rilancia le acque reflue provenienti dalla zona del Corpo Nord di recente urbanizzazione posta in prossimità della strada di collegamento Oristano - Santa Giusta;

- l'impianto di sollevamento (Impianto di rilancio) posto lungo la S.P. n. 97 (ex G.A.S.I., che collega il Corpo Nord dell'Agglomerato Industriale con il Corpo Centrale e la S.P. Santa Giusta – Arborea) in località S. Giovanni e che ha la funzione di rilanciare le acque reflue provenienti dal Corpo Nord dell'Agglomerato Industriale;
- gli impianti di sollevamento situati in via Caprera e lungo la S.P. n. 97 (in prossimità dell'intersezione con la via Tavolara), che rilanciano le acque reflue provenienti dalla parte del Corpo Centrale posta a sud del Canale navigabile Ovest - Est.

## 0.2 SCHEDA ANAGRAFICA AZIENDALE

**ragione sociale:** CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

**attività attualmente svolta:** *D8: Trattamento biologico non specificato altrove nel presente allegato che dia origine a composti o a miscugli eliminati secondo uno dei procedimenti elencati nei punti da D1 a D12*

**sede legale e amministrativa:** Via Carducci 21 - Oristano

**legale rappresentante:** Ing. Gianluigi Carta

**ubicazione impianto:** Via Marongiu s.n.c. – Santa Giusta (OR)

**responsabile tecnico impianto:** Ing. Salvatore Daga

**responsabile di processo:** Ing. Riccardo Ugas

**recapiti:** Telefono: 0783/35461  
E-mail: [protocollo@pec.ciporistano.it](mailto:protocollo@pec.ciporistano.it)  
E-mail: [info@ciporistano.it](mailto:info@ciporistano.it)  
E-mail: [ut.impianti@ciporistano.it](mailto:ut.impianti@ciporistano.it)

## 0.3 AUTORIZZAZIONI IN POSSESSO DELL'AZIENDA

Nella tabella seguente sono riportati gli atti autorizzativi vigenti rilasciati per l'esercizio dell'impianto di depurazione consortile in oggetto.

Documento	Finalità	Ente	prot./n°/data
Autorizzazione edilizia	Manutenzione straordinaria impianto	Comune di Santa Giusta	17/12AEMS 04/07/2012
Determinazione dirigenziale	Trattamento rifiuti	Provincia Oristano	n° 376 del 24.05.2022
Determinazione dirigenziale	Conformità alle norme in materia di emissioni in atmosfera	Provincia Oristano	n°1276 20.07.2015
Determinazione dirigenziale	Autorizzazione allo scarico	Provincia Oristano	n° 1692 del 22.12.2020
Determinazione dirigenziale	Approvazione del piano descrittivo del sistema di rilevamento dati e del piano annuale di campionamento e controllo	Provincia Oristano	n° 1177 05.06.2014

Con nota prot. n. 8804 del 25.05.2022, la Provincia di Oristano ha confermato l'iscrizione del Consorzio Industriale al n. 9 dell'elenco dei gestori di impianti di trattamento acque reflue urbane che hanno effettuato comunicazione di cui al comma 3 dell'Art. 110 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. per il trattamento dei rifiuti con codici EER 200304 e EER 200306, nel rispetto della quantità massima giornaliera di 100 mc/g e annua di 6.000 m<sup>3</sup>.

Con Determinazione Dirigenziale n. 1345 del 27.06.2014 l'Impianto è stato autorizzato dalla Amministrazione Provinciale di Oristano al trattamento di un quantitativo giornaliero di 40 m<sup>3</sup>/g, con un totale annuo pari a 14.000 m<sup>3</sup>, di rifiuti liquidi dei seguenti codici CER: C.E.R **02**: 02 01 01, 02 01 06, 02 02 01, 02 02 03, 02 02 04, 02 03 01, 02 03 04, 02 05 01, 02 05 02, 02 06 01, 02 06 03, 02 07 01, 02 07 04, 02 07 05, **04**: 04 01 05, 04 02 17, **07**: 07 06 12, **08**: 08 01 20, 08 03 08, **12**: 12 01 15, **16**: 16 10 02, **19**: 19 07 03, 19 08 05, 19 08 09, 19 08 12, 19 08 14, 19 09 02, **20**: 20 01 08, 20 03 03.

L'Autorizzazione al trattamento rifiuti liquidi è stata quindi rinnovata con Determinazione Dirigenziale n. 612 del 04.06.2018 e, da ultimo, con Determinazione Dirigenziale n. 376 del 24.05.2022 che conferma il trattamento fino a 40 m<sup>3</sup>/g, con un totale annuo pari a 14.000 m<sup>3</sup>, di rifiuti liquidi aventi codici E.E.R **02**: 02.01.01, 02.01.06, 02.02.01, 02.02.03, 02.02.04, 02.03.01, 02.03.04, 02.05.01, 02.05.02, 02.06.01, 02.06.03, 02.07.01, 02.07.04, 02.07.05, **04**: 04.01.05, 04.02.17, **07**: 07.06.12, **08**: 08.01.20, 08.03.08, **12**: 12.01.15, **16**: 16.10.02, **19**: 19.07.03, 19.08.05, 19.08.09, 19.08.12, 19.08.14, 19.09.02, **20**: 20.01.08, 20.03.03.

In considerazione dei consistenti oneri dovuti all'avvio a smaltimento del percolato (EER 190703) prodotto dagli impianti gestiti dal Consorzio (impianto di trattamento RSU in loc. Masangionis con annessa discarica di servizio e discarica dismessa in loc. Bau Craboni) verso altri impianti di depurazione, nonché per le richieste delle varie Ditte di autospurgo che operano nella Provincia di Oristano, per le quali l'impianto consortile rappresenta un punto di riferimento per il conferimento, l'Ente ha valutato l'opportunità di ampliare la capacità di trattamento dei rifiuti liquidi mediante la realizzazione di uno specifico impianto di trattamento chimico-fisico con potenzialità fino a **100 m<sup>3</sup>/d**, per un quantitativo annuo fino a **36.000 mc**, in grado di trattare i rifiuti liquidi contenenti metalli pesanti ed ottenere un refluo compatibile con i limiti allo scarico in fognatura, che quindi possa essere considerato alla stregua di un refluo di origine urbana e successivamente trattato mediante il processo a fanghi attivi del Depuratore Consortile.

L'attività di trattamento rifiuti attualmente svolta dalla Ditta è classificata all'allegato B della parte quarta del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 come *D8: Trattamento biologico non specificato altrove nel presente allegato, che dia origine a composti o a miscugli che vengono eliminati secondo uno dei procedimenti elencati nei punti da D1 a D12.*

I composti originati (fanghi) vanno in D2 (Trattamento in ambiente terrestre (ad esempio biodegradazione di rifiuti liquidi o fanghi nei suoli) o in D1 (Deposito sul o nel suolo, ad esempio discarica) se non conformi.

## 1 PROGETTO

Nel presente capitolo, con riferimento anche alle numerose tavole allegate, viene fornita una dettagliata ricostruzione tecnico-grafica delle diverse sezioni impiantistiche che compongono il Depuratore Consortile. Inoltre, per completezza, vengono anche documentati i diversi interventi storici di modifica e ampliamento, i principali parametri di funzionamento, nonché l'inquadramento nel territorio, inteso come sito e come ambito territoriale di riferimento.

Come già detto in premessa, il Consorzio Industriale di Oristano ha realizzato nei primi anni '80 il primo nucleo dell'Impianto di trattamento delle acque reflue civili e industriali. Inizialmente

l'Impianto era a servizio degli insediamenti produttivi dell'Agglomerato Industriale Consortile e della sola città di Oristano. Nel corso del tempo, a seguito dell'ampliamento del bacino d'utenza gravante sul Depuratore Consortile e delle accresciute esigenze ambientali previste dalla normativa l'Impianto di Depurazione ha subito alcuni interventi di ampliamento e ammodernamento tecnologico.

I più significativi furono quelli del periodo 1996-2004 nel quale l'Assessorato Regionale della Difesa dell'Ambiente della RAS affidò all'ESAF (Ente Sardo Acquedotti e Fognature) la realizzazione e al Consorzio l'alta sorveglianza del progetto denominato "Disinquinamento dei bacini gravanti negli stagni di Cabras, Santa Giusta, S'Enna Arrubia e sul tratto vallivo del fiume Tirso mediante l'adeguamento delle opere esistenti e la realizzazione di nuove opere".

Successivamente tra il 2012-2016 il medesimo Assessorato affidò alla Società ABBANOIA SpA un importante intervento di manutenzione straordinaria denominato "Lavori di realizzazione di interventi strutturali di revamping sull'impianto nucleo industriale a servizio dell'area industriale di Oristano, Cabras, Santa Giusta e Palmas Arborea".

Attualmente il Depuratore Consortile è a servizio dell'Agglomerato Industriale di Oristano e dei seguenti Comuni e Frazioni: Oristano con Sili, Cabras con Solanas, Santa Giusta, Palmas Arborea, Riola Sardo, Nurachi, Baratili San Pietro, Zeddiani, Simaxis, Solarussa, Siamaggiore con Pardu Nou, Ollastra e Zorfaliu (Schema fognario-depurativo n. 170 del PTA).

L'impianto, ubicato in Località Cirras nel Comune di Santa Giusta, ha una potenzialità di trattamento di 79.423 ab equivalenti.

## **1.1. EVOLUZIONE STORICA DEL DEPURATORE CONSORTILE**

Per facilitare la comprensione dell'evoluzione storica del depuratore nell'*Allegato A\_Planimetria ricostruzione storica impianto di depurazione* sono state evidenziate con colori differenti le porzioni di impianto realizzate nei diversi periodi storici.

Come già esposto in precedenza, la costruzione del nucleo originario dell'Impianto di Depurazione Consortile viene avviata negli anni '80, mediante appalto concorso, e doveva trattare sia le acque reflue di natura industriale provenienti dall'Agglomerato (Corpo Nord e Corpo Centrale) del Consorzio Industriale Provinciale Oristanese (allora Consorzio per il nucleo di industrializzazione dell'Oristanese), che rappresentavano la quota prevalente, sia gli scarichi civili provenienti dal Comune di Oristano.

Il Progetto originario dell'Impianto è stato predisposto nel 1978 dalla Società Techint di Milano, aggiudicataria dell'appalto concorso, considerando come parametri di dimensionamento i limiti di accettabilità dei reflui trattati imposti dalla disciplina degli scarichi allora vigente: tabella A della Legge n° 319 del 10.05.1976. L'idea progettuale, come detto, considerava di dover trattare soprattutto reflui industriali ed in minor misura i reflui provenienti dalla città di Oristano (considerati circa il 26% del totale).

Per tale ragione l'Impianto è dotato di una importante sezione di flocculazione per l'aggiunta dei reagenti necessari. Data la natura prevalentemente industriale ipotizzata per i reflui provenienti dall'Agglomerato industriale era previsto un consistente utilizzo di reagenti chimici quali: cloruro ferrico, acido solforico e soda caustica, necessari, secondo le tecnologie dell'epoca, per un adeguato trattamento depurativo dei reflui industriali.

L'Impianto originariamente previsto dal Progetto della Società Techint si componeva delle seguenti sezioni:

- Sollevamento iniziale con coclee;



- Grigliatura e misurazione della portata;
- Dissabbiatura e disoleatura (costituita da due vasche rettangolari parallele);
- Flocculazione e Correzione del pH;
- Decantazione primaria (costituita da due sedimentatori circolari);
- Ossidazione (costituita da due vasche rettangolari parallele);
- Decantazione finale (costituita da due sedimentatori circolari);
- Clorazione (costituita da una vasca a chicane);
- Ricircolo fanghi;
- Sollevamento fanghi all'ispessimento;
- Ispessimento fanghi (costituito da una vasca circolare);
- Stabilizzazione chimica dei fanghi con soda caustica

L'Impianto nella sua configurazione generale prevedeva una realizzazione modulare secondo tre fasi di sviluppo: la prima fase da realizzare immediatamente e le successive fasi da realizzare successivamente con il progressivo incremento dei reflui in arrivo conseguente all'ipotizzato sviluppo dell'Agglomerato industriale e alla crescita demografica della città di Oristano:

1<sup>a</sup> Fase

- a) Completo sviluppo degli insediamenti del Corpo Nord;
- b) Sviluppo molto parziale degli insediamenti del Corpo Centrale;
- c) Città di Oristano: situazione demografica al 1983.

2<sup>a</sup> Fase

- a) Completo sviluppo degli insediamenti del Corpo Nord;
- b) Sviluppo parziale degli insediamenti del Corpo Centrale;
- c) Città di Oristano: situazione demografica al 2000.

3<sup>a</sup> Fase

- a) Completo sviluppo degli insediamenti del Corpo Nord;
- b) Completo sviluppo degli insediamenti del Corpo Centrale;
- c) Città di Oristano: situazione demografica al 2018.

I principali parametri di progetto, per le tre fasi, desunti dal "progetto Techint" sono riportati nella seguente tabella:

Parametro	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
Portata giornaliera	m <sup>3</sup> /g	<b>25.838</b>	33.120	46.400
Portata media	m <sup>3</sup> /h	<b>1.077</b>	1.380	1.940
Portata di punta	m <sup>3</sup> /h	<b>2.061</b>	2.659	4.160
Portata max	m <sup>3</sup> /h	<b>2.276</b>	2.984	4.530
Portata BOD <sub>5</sub>	kg/g	<b>8.108</b>	10.213	13.912
Concentrazione BOD <sub>5</sub>	mg/l	<b>313</b>	314	300
Portata MS tempo secco	kg/g	<b>12.562</b>	15.636	21.230

Concentraz. MS tempo secco	mg/l	<b>486</b>	841	457
Portata Oli e grassi	kg/g	<b>1.290</b>	1.627	2.324
Concentraz. Oli e grassi	mg/l	<b>50</b>	50	50
Portata composti dell'azoto	kg/g	<b>1.098</b>	1.400	1.928
Concentraz. composti azoto	mg/l	<b>42,5</b>	43	41,5
Portata Fosforo	kg/g	<b>405</b>	506	688
Concentrazione Fosforo	mg/l	<b>15,7</b>	15,6	14,8

I lavori di costruzione dell'impianto sono stati avviati nel 1980 (Verbale di consegna in data 31.07.1980) a cura dell'Impresa Techint di Milano, aggiudicataria dell'Appalto concorso, secondo la soluzione impiantistica prevista dal Progetto originario per la 1<sup>a</sup> Fase.

Durante la realizzazione dell'impianto fu evidente la necessità di potenziare la sezione biologica (originariamente prevista solamente per la 1<sup>a</sup> fase) al fine di servire in modo conveniente l'area urbana di Oristano, in quel tempo in fase di espansione demografica, predisponendo il Depuratore anche per la seconda e terza fase di sviluppo in modo da consentire in futuro il collegamento di tutta la rete fognaria del Comune.

Venne quindi approvata una perizia suppletiva e di variante contenente i lavori di adeguamento del depuratore necessari per potenziare la sezione di trattamento biologico, nella considerazione che le portate di liquami di origine civile sarebbero state ben superiori al 26% di quelle in ingresso, come originariamente previsto dal Progetto.

In particolare, la sezione di ossidazione-nitrificazione venne dotata di una sezione preliminare di denitrificazione (una vasca di denitrificazione a monte di ciascuna vasca di ossidazione), vennero realizzate n° 4 vasche di ossidazione-nitrificazione di identiche dimensioni anziché le n° 2 originariamente previste, venne realizzato un ulteriore sedimentatore finale di dimensioni identiche a quelle dei primi due, un pozzetto di ricircolo dei fanghi e furono anche previsti interventi per l'adeguamento della viabilità stradale e dell'illuminazione esterna, l'ampliamento delle cabine di trasformazione, un laboratorio per le analisi chimico-biologiche e gli uffici.

L'ultimazione dei lavori dell'Impresa Techint è avvenuta nel 1984 (Certificato di ultimazione in data 14.11.1984).

In via propedeutica all'avviare dell'esercizio, tuttavia, fu necessario eseguire degli ulteriori lavori accessori di completamento, oltre agli allacciamenti idrici e elettrici. I lavori accessori e di allacciamento idrico vennero affidati alla ditta CO.GE.DI.CO (Verbale di consegna del 15.05.1986) e furono ultimati nel corso dello stesso anno (Certificato di ultimazione lavori in data 10.08.1986).

A lavori ultimati l'impianto di Depurazione si componeva dei seguenti blocchi funzionali:

- a) Sollevamento iniziale con coclee;
- b) Grigliatura e misurazione della portata;
- c) Dissabbiatura e disoleatura (costituita da due vasche rettangolari parallele);
- d) Flocculazione e Correzione del pH;
- e) Decantazione primaria (costituita da due sedimentatori circolari);
- f) Denitrificazione-Ossidazione (costituita da quattro vasche rettangolari parallele);

- g) Decantazione finale (costituita da tre sedimentatori circolari);
- h) Clorazione (costituita da una vasca a chicane);
- i) Ricircolo fanghi;
- j) Sollevamento fanghi all'ispessimento;
- k) Ispessimento fanghi (costituito da una vasca circolare);
- l) Stabilizzazione chimica dei fanghi con soda caustica.

Molto più lunghi furono i tempi necessari per il completamento dell'allacciamento alla rete ENEL, che si perfezionò solamente nel marzo del 1988 e quindi finalmente venne avviato esercizio provvisorio a cura della ditta costruttrice Techint. L'esercizio provvisorio terminò il 24.04.1989 e proseguì senza soluzione di continuità l'esercizio definitivo affidato dal Consorzio alla Società EMAS di Milano.

Con il completamento dell'esercizio provvisorio la Commissione di Collaudo emise il Collaudo finale dei lavori in data 10.06.1990.

Nel seguito vengono riportate nel dettaglio le diverse sezioni dell'Impianto nella **configurazione effettivamente realizzata nel 1984 e messa in esercizio all'inizio del 1988 (1ª Fase)** e nelle configurazioni previste nelle successive fasi di ampliamento (2ª Fase e 3ª Fase).

1. SOLLEVAMENTO INIZIALE:

Coclee di sollevamento	U. M.	1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase
Unità previste	n°	2+1R	3+1R	4+1R
Portata unitaria	m³/h	1.150	1.150	1.150
Portata complessiva	m³/h	2.300	3.450	4.600
Prevalenza	m	7,10	7,10	7,10

2. GRIGLIATURA E MISURA DELLA PORTATA:

Canali	U. M.	1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase
Unità previste	n°	1	2	2
Portata complessiva	m³/h	2.300	3.450	4.600

Griglia grossolana manuale	U. M.	1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase
Unità previste	n°	1	2	2

Griglia fine automatica	U. M.	1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase
Unità previste	n°	1	2	2

Misuratore a canale	U. M.	1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase
Unità previste	n°	1	2	2

3. DISSABBIATURA – DISOLEAZIONE – PREAREAZIONE:

Dissabbiatura-disoleazione	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
Unità previste	n°	2	3	4
Dimensioni unitarie	m <sup>2</sup>	4x15	4x15	4x15
Superficie complessiva	m <sup>2</sup>	120	180	240
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	180	270	360

Soffianti per prear-flottaz.	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
Unità previste	n°	1+1R	1+1R	2+1R
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	830	830	1.660
Prevalenza	m	4,40	4,00	4,00

#### 4. FLOCCULAZIONE E CORREZIONE DEL PH:

Flash-mixing	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
Unità previste	n°	2	3	4
Dimensioni unitarie	m <sup>2</sup>	2,2x2,2	2,2x2,2	2,2x2,2
Superficie complessiva	m <sup>2</sup>	9,7	14,5	19,4
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	40	60	80

Flocculazione	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
Unità previste	n°	2	3	4
Dimensioni unitarie	m <sup>2</sup>	6,7x6,7	6,7x6,7	6,7x6,7
Superficie complessiva	m <sup>2</sup>	89,8	134,7	179,6
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	360	540	720

Agitatore lento	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
Unità previste	n°	2	3	4

Pompe dosatrici latte di calce	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
Unità previste	n°	1+1R	2+1R	2+1R
Portata unitaria	l/h	2.500	2.500	2.500
Portata complessiva	l/h	2.000	4.000	4.000
Volume stoccaggio	m <sup>3</sup>	150	300	300

Pompe dosatrici Fe Cl <sub>3</sub>	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
Unità previste	n°	1+1R	2+1R	2+1R
Portata unitaria	l/h	250	250	250
Portata complessiva	l/h	250	500	500
Volume stoccaggio	m <sup>3</sup>	25	50	50

Pompe dosatrici H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
Unità previste	n°	1+1R	2+1R	2+1R
Portata unitaria	l/h	120	120	120
Portata complessiva	l/h	120	240	240
Volume stoccaggio	m <sup>3</sup>	25	50	50

#### 5. DECANTAZIONE PRIMARIA:

Sedimentatori	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
---------------	-------	---------------------	---------------------	---------------------

Unità previste	n°	2	3	4
Diametro	m	22,00	22,00	22,00
Superficie complessiva	m <sup>2</sup>	760	1.140	1.520
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	2.280	3.420	4.560

6. DENITRIFICAZIONE E OSSIDAZIONE - NITRIFICAZIONE:

Vasche di denitrificazione	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
Unità previste	n°	4	4	5
Superficie unitaria	m <sup>2</sup>	12,5x12,5	12,5x12,5	12,5x12,5
Altezza	m	2,40	2,40	2,40
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	1.500	1.500	1.875

Vasche di oss.-nitritif.	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
Unità previste	n°	4	4	5
Superficie unitaria	m <sup>2</sup>	12,5x50	12,5x50	12,5x50
Altezza	m	4,0	4,0	4,0
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	10.000	10.000	12.500

Aereatori di superficie	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
Unità previste	n°	16	16	20
Produzione max unitaria O <sub>2</sub>	Kg O <sub>2</sub> /h	39,6	39,6	39,6
Produzione max totale O <sub>2</sub>	Kg O <sub>2</sub> /h	633,6	633,6	792

7. DECANTAZIONE FINALE:

Sedimentatori	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
Unità previste	n°	3	3	4
Diametro	m	30,00	30,00	30,00
Superficie complessiva	m <sup>2</sup>	2.121	2.121	2.828
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	6.204	6.204	8.272

8. CLORAZIONE:

Vasche di clorazione	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
Unità previste	n°	2	3	4
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	500	750	1.000

Pompe dosatrici cloro	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
Unità previste	n°	1+1R	1+1R	1+1R
Portata unitaria	l/h	120	120	120
Portata complessiva	l/h	120	120	120
Volume stoccaggio	l	15.000	30.000	30.000

9. RICIRCOLO MISCELA NITRIFICATA:

Pompe di ricircolo	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
Unità previste	n°	2+1R	2+1R	3+1R
Portata unitaria	m <sup>3</sup> /h	1.000	1.000	1.000
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	2.000	2.000	3.000

10. RICIRCOLO FANGHI:

Pompe di ricircolo stazione 1	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
Unità previste	n°	2+1R	3+1R	4+1R
Portata unitaria	m <sup>3</sup> /h	350	350	350
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	700	1.050	1.400

Pompe di ricircolo stazione 2	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
Unità previste	n°	1+1R	2+1R	3+1R
Portata unitaria	m <sup>3</sup> /h	200	200	200
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	200	400	600

11. SOLLEVAMENTO FANGHI ALL'ISPESSIMENTO:

Pompe di sollevamento	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
Unità previste	n°	1+1R	2+1R	2+1R
Portata unitaria	m <sup>3</sup> /h	25	25	25
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	25	50	50

12. ISPESSIMENTO FANGHI:

Vasca ispessimento	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
Unità previste	n°	1	2	2
Diametro	m	14,00	14,00	14,00
Superficie complessiva	m <sup>2</sup>	154	308	308
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	667	1.334	1.334

13. STABILIZZAZIONE CHIMICA FANGHI:

Pompe fango ispessito	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
Unità previste	n°	1+1R	2+2R	2+2R
Portata unitaria	m <sup>3</sup> /h	18	18	18
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	18	36	36

Vasca di condizionamento	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
Unità previste	n°	1	2	2
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	8	16	16

Pompe dosatrici latte calce	U. M.	1 <sup>a</sup> Fase	2 <sup>a</sup> Fase	3 <sup>a</sup> Fase
-----------------------------	-------	---------------------	---------------------	---------------------

Unità previste	n°	1+1R	2+2R	2+2R
Portata unitaria	l/h	4.000	8.000	8.000
Portata complessiva	l/h	4.000	8.000	8.000

14. DISIDRATAZIONE FANGHI:

Pompe aliment. nastropressa	U. M.	1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase
Unità previste	n°	1+1R	1+1R	2+1R
Portata unitaria	m³/h	15	15	15
Portata complessiva	m³/h	15	15	30

Filtro pressa a nastro	U. M.	1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase
Unità previste	n°	1+1R	1+1R	2+1R
Portata unitaria	m³/h	15	15	15
Portata complessiva	m³/h	15	15	30

Vasca preparaz polielettrolita	U. M.	1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase
Unità previste	n°	1	2	2
Volume utile totale	m³	1	2	2

Serb. stocc. polielettrolita	U. M.	1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase
Unità previste	n°	1	2	2
Volume utile totale	m³	2	4	4

Pompe dosatrici polieletttr.	U. M.	1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase
Unità previste	n°	1+1R	2+2R	2+2R
Portata unitaria	l/h	1.000	1.000	1.000
Portata complessiva	l/h	1.000	2.000	2.000

--- oOo ---

Dopo alcuni anni di esercizio il primo nucleo del depuratore fu sottoposto ad importanti interventi di ampliamento e ammodernamento tecnologico per rispondere ad alcune esigenze e nuovi sviluppi normativi nel frattempo sopravvenuti. In particolare:

- La Regione Sardegna intendeva dare attuazione Piano di Tutela delle Acque della Regione Sardegna che aveva inserito l'Impianto di depurazione quale recapito finale dello Schema fognario-depurativo n. 170, che prevedeva il collegamento allo stesso dei reflui urbani provenienti dai seguenti Comuni e Frazioni dell'hinterland oristanese: Oristano, Cabras, Santa Giusta, Palmas Arborea, Solanas, Riola Sardo, Nurachi, Baratili San Pietro, Zeddiani, Simaxis, S.Vero Congiu, Solarussa, Siamaggiore, Pardu Nou, Ollastra e Zerfaliu;
- Nell'Agglomerato industriale non si era registrato il previsto sviluppo di attività industriali "pesanti", come in altre aree industriali della Sardegna, ma solamente attività industriali "leggere" in termini di scarichi con un apporto di carico inquinante al depuratore decisamente meno significativo;
- La legge 319/76 era allora in fase di revisione e di adeguamento a norme più restrittive derivanti dalla direttiva comunitaria n. 271/91, concernente il trattamento delle acque reflue urbane, che prevedeva ad esempio valori più restrittivi per i parametri quali BOD<sub>5</sub>, COD, Solidi sospesi, fosforo e azoto. Tale direttiva è stata recepita in Italia prima nel D.Lgs. n.

152/99 e poi nel D.Lgs. n. 152/2006;

- Le acque depurate potevano diventare una risorsa sia per le aziende insediate nell'Agglomerato industriale, sia per le aree umide (nelle vicinanze dell'area di ubicazione dell'impianto è presente lo Stagno di Santa Giusta, un'area umida di dimensioni rilevanti), rendendo le stesse, con la realizzazione di una sezione di affinamento terziario, compatibili per il riutilizzo.

L'intervento venne denominato "Disinquinamento dei bacini gravanti negli stagni di Cabras, Santa Giusta, S'Enna Arrubia e sul tratto vallivo del fiume Tirso mediante l'adeguamento delle opere esistenti e la realizzazione di nuove opere" e fu realizzato tra la fine degli anni '90 e i primi anni 2000 a seguito di una convenzione tra l'ESAF (Ente Sardo Acquedotti e Fognature) ed il Consorzio, nel quale il Consorzio assumeva ruolo di alta sorveglianza dei lavori.

Questo progetto prevedeva uno sviluppo in lotti funzionali. Il primo lotto riguardava la realizzazione di una serie di collettori fognari in grado di collegare all'impianto di depurazione tutti i reflui urbani provenienti dai Comuni e Frazioni dell'hinterland oristanese componenti lo Schema fognario-depurativo n. 170 del Piano di Tutela delle Acque della Regione Sardegna.

Il secondo lotto prevedeva il potenziamento del depuratore, sia nella linea acque sia nella linea fanghi, per renderlo idoneo a ricevere le acque reflue dei suddetti Comuni.

Il terzo lotto prevedeva infine la realizzazione della sezione di affinamento terziario all'interno del depuratore consortile.

I lavori di realizzazione dei primi due lotti vennero affidati all'A.T.I. Siba S.p.A. – Saci S.p.A. e Sain S.r.l. con contratto stipulato in data 07.06.1996 e, dopo l'approvazione di due Perizie suppletive e di variante, rispettivamente in data 10.06.1998 e in data in data 22.02.1999, vennero conclusi nel 2001 e collaudati con certificato di collaudo dei lavori approvato con Determinazione del Direttore Generale dell'E.S.A.F. n. 686 del 04/09/2001.

Con nota prot. n. 10264 del 09/04/2002 l'Assessore Regionale della Difesa dell'Ambiente disponeva che le opere realizzate dall'E.S.A.F. venissero affidate in gestione al Consorzio, in quanto lo stesso titolare dell'impianto di depurazione consortile e della sua gestione.

Con Verbale in data 01.07.2022 è avvenuta la consegna di tutte le nuove opere eseguite dall'E.S.A.F. al Consorzio.

Con il secondo lotto di cui sopra vennero effettuati importanti interventi di ampliamento dell'impianto di depurazione finalizzati al potenziamento della sua capacità depurativa. L'impianto venne strutturato in due linee ben distinte: la prima destinata a trattare le acque nere di tempo secco sino ad una portata massima pari ad 1,5 volte quella media prevista nei due mesi estivi di maggior afflusso di acque reflue (aumento connesso alle presenze turistiche nel territorio); la seconda destinata a trattare le acque in tempo di pioggia eccedenti la portata massima ammessa alla prima linea.

Per quanto riguarda le acque nere, la presenza di una fase di nitrificazione e denitrificazione integrata con la fase di ossidazione dava ampie garanzie del rispetto dei limiti previsti dalla citata direttiva europea (e quindi anche dei limiti oggi fissati dal 152/2006).

Per quanto riguarda invece la linea acque di pioggia, che prevedeva il solo pretrattamento delle acque miste eccedenti la massima portata di tempo asciutto, la presenza di una fase di flocculazione a valle dei pretrattamenti di grigliatura e dissabbiatura-disoleazione ed a monte



della sedimentazione primaria e della disinfezione finale consentiva comunque una certa depurazione anche delle acque di pioggia prima dello scarico nel porto di Oristano.

Il generoso dimensionamento delle vasche e l'interscambiabilità delle due linee garantiscono una notevole flessibilità dell'impianto di depurazione, tanto che anche in tempo di pioggia tutte le acque reflue in ingresso vengono sottoposte a tutti i trattamenti primari e secondari prima del loro invio al recettore finale.

Mentre il progetto ha previsto il significativo potenziamento delle sezioni di pretrattamento dei reflui (sollevamento, canale di grigliatura e misura della portata, dissabbiatura-disoleazione, sedimentazione primaria), delle sezioni di trattamento del fango di supero (preispessimento, digestione anaerobica, accumulo fanghi e raccolta biogas, disidratazione ed essiccamento) e della sezione di clorazione, **non ha invece apportato modifiche strutturali nelle sezioni di denitrificazione-ossidazione-nitrificazione e sedimentazione finale**, che sono rimaste sostanzialmente quelle originarie, se si eccettua la sostituzione di due elettropompe di ricircolo e l'installazione di quattro aeratori sommersi per integrare l'ossigenazione delle vasche.

I lavori di ampliamento hanno previsto la realizzazione delle seguenti sezioni di impianto:

- a) Sollevamento iniziale con elettropompe sommerse (in sostituzione delle coclee);
- b) Grigliatura e misura della portata (raddoppio della sezione di pretrattamento);
- c) Dissabbiatura e disoleatura (raddoppio della sezione di pretrattamento);
- d) Decantazione primaria (aggiunta di un terzo sedimentatore circolare di capacità pari alla somma dei due esistenti);
- e) Clorazione (aggiunta di una seconda vasca a chicane);
- f) Sollevamento finale;
- g) Sollevamento fanghi misti;
- h) Preispessimento fanghi misti (aggiunta di una seconda vasca circolare di ispessimento);
- i) Digestione (costituita da due digestori cilindrici);
- j) Gasometro per biogas;
- k) Disidratazione fanghi (aggiunta di una seconda nastropressa);
- l) Silo fanghi da 60 mc;
- m) Trattamento termico dei fanghi;
- n) Edificio tecnologico;
- o) Ampliamento edificio servizi;
- p) Quadro sinottico di controllo;
- q) Locale trasformazione;

- r) Torcia;
- s) Serbatoio stoccaggio gpl;
- t) Pretrattamento e accumulo liquami da autospurgo.

È stato possibile reperire unicamente la Relazione generale del Progetto, che fornisce unicamente informazioni di carattere generale. Non sono state invece ritrovate Relazioni di calcolo e, pertanto, non si dispone dei dati di dimensionamento dell'impianto adottati dal Progetto ESAF.

Tuttavia, nella considerazione che le configurazioni delle Linee liquami e acque di pioggia non sono sostanzialmente diverse da quelle attuali (ad eccezione dei piccoli interventi di modifica introdotti con il Progetto di Revamping realizzato a cura della Società Abbanoa SpA e di cui si dirà in seguito), è possibile ricavare le modifiche effettuate rispetto alla configurazione del progetto Techint, come di seguito riportato.

È stata realizzata una nuova linea di pretrattamenti: sollevamento, canale di grigliatura e misura della portata, dissabbiatura-disoleazione, sedimentazione primaria.

Il nuovo sollevamento iniziale è stato realizzato con caratteristiche tecniche differenti rispetto a quello originario (elettropompe sommergibili anziché coclee), ma equivalente quanto a portata sollevabile.

Il nuovo canale di grigliatura e misura della portata, nonché i due nuovi bacini dissabbiatura-disoleazione hanno caratteristiche identiche a quelli originari.

Il nuovo bacino di sedimentazione primaria ha dimensioni tali da garantire prestazioni equivalenti alla somma dei due bacini originari.

Le acque reflue arrivano all'Impianto di depurazione mediante tre condotte fognarie in pressione provenienti dall'Impianto di sollevamento di S. Giovanni e mediante una condotta a scorrimento che raccoglie le acque reflue del Corpo Centrale dell'Agglomerato. La condotta premente di maggiori dimensioni (DN 800 mm in PRFV) si inserisce direttamente nella vasca dell'impianto di pompaggio di testata realizzato con elettropompe sommergibili, mentre le due condotte prementi di dimensioni minori (DN 400 mm in ghisa sferoidale) e la condotta a scorrimento (DN 400 mm in gres) proveniente dall'area portuale sversano nella vasca dell'impianto di sollevamento con coclee. Tra le due vasche di pescaggio delle coclee e di aspirazione delle elettropompe sommergibili è stata installata una tubazione di collegamento che consente di utilizzare la sola stazione di pompaggio con elettropompe sommergibili.

L'impianto di depurazione si sviluppa inizialmente su due linee primarie di caratteristiche equivalenti asservite, secondo l'impostazione progettuale, l'una alle acque reflue in tempo secco (Linea liquame) e l'altra esclusivamente alle acque di pioggia (Linea acqua di pioggia). Le linee sono funzionalmente collegate per ragioni di sicurezza e per eventuali interscambi temporanei.

Secondo l'impostazione data dal Progetto ESAF, la "Linea liquame", che comprende il ciclo di trattamento completo fisico-biologico, è costituita dal nuovo impianto di sollevamento, dal nuovo canale di grigliatura e misura della portata, dai due nuovi bacini di dissabbiatura-disoleazione, dal nuovo bacino di sedimentazione primaria, dalle originarie vasche di denitrificazione-ossidazione-nitrificazione, dagli originari bacini di sedimentazione secondaria e dalla nuova vasca di clorazione. Secondo l'impostazione progettuale tale linea deve funzionare in continuo per tutto l'anno.

La “Linea acqua di pioggia”, che comprende solo trattamenti chimico-fisici, è costituita dall'originario impianto di sollevamento a coclee (oggi in disuso e sostituito dalla stazione di pompaggio con elettropompe sommergibili), dall'originario canale di grigliatura e misura della portata, dai due originari bacini di dissabbiatura-disoleazione, dalle due originarie vasche di flocculazione, dai due originari bacini di sedimentazione primaria e dalla originaria vasca di clorazione. Secondo l'impostazione progettuale tale linea è destinata a funzionare saltuariamente.

Dalla vasca di aspirazione, tramite elettropompe sommerse, le acque reflue sono inviate ai pretrattamenti della "Linea liquame".

In tempo di pioggia, sempre secondo l'impostazione data dal Progetto ESAF, quando la portata influente supera la massima ammessa alla linea liquami, le acque vengono sollevate dalle coclee ed inviate ai pretrattamenti della "Linea acqua di pioggia".

Le acque provenienti da entrambe le linee dopo la clorazione pervengono ad un pozzetto terminale, mediante il quale le acque depurate vengono convogliate al canale di scarico che conduce all'interno del Porto Industriale.

Le sezioni di denitrificazione-ossidazione-nitrificazione e sedimentazione finale non hanno subito, come accennato, modifiche strutturali, ma solo marginali integrazioni. In particolare, per aumentare la quantità di ossigeno trasferibile al liquame, in aggiunta ai n. 4 aeratori superficiali a turbina originari, in ciascuna vasca di ossidazione-nitrificazione è stato inserito n. 1 un aeratore sommerso della potenzialità massima in condizioni standard di 30 kg O<sub>2</sub>/h.

La linea fanghi ha invece subito notevoli modificazioni.

Secondo l'impostazione data dal Progetto ESAF, i fanghi saltuariamente prodotti dalla “Linea acqua di pioggia” devono essere inviati alle sezioni originarie di ispessimento, poi condizionamento con calce (eventuale) e polielettrolita e disidratazione mediante nastropressa.

Per i fanghi provenienti dalla “Linea liquame” il Progetto ESAF ha previsto una nuova linea di trattamento articolata sulle fasi di pre-ispessimento, digestione anaerobica, accumulo ed estrazione biogas, disidratazione meccanica e trattamento termico del fango.

In particolare la nuova linea è composta dalle seguenti sezioni:

- un pre-ispessitore per i fanghi spillati dalla vasca di sedimentazione primaria di nuova costruzione;
- un comparto di digestione anaerobica, costituito da due digestori;
- una seconda sezione di disidratazione meccanica equipaggiata con nastropressa;
- un impianto di trattamento termico del fango disidratato fondato sul processo di essiccamento.

I lavori ESAF hanno infine previsto la ristrutturazione di una vasca esistente al fine di un suo utilizzo per il pre-trattamento e accumulo di rifiuti liquidi che vengono conferiti all'Impianto di depurazione con autosurgo e autobotti.

Più nel dettaglio la configurazione delle diverse sezioni dell'Impianto dopo il completamento dei lavori di ampliamento ESAF (che sostanzialmente corrisponde a quella attuale) è di seguito riportata.

## **LINEA ACQUA DI PIOGGIA**

### 1. SOLLEVAMENTO INIZIALE:

Coclee di sollevamento	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	2+1R
Portata unitaria	m <sup>3</sup> /h	1.150
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	2.300
Prevalenza	m	7,10

### 2. GRIGLIATURA E MISURA DELLA PORTATA:

Canale	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	2.300

Griglia grossolana manuale	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1

Griglia fine automatica	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1

Misuratore a canale	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1

### 3. DISSABBIATURA – DISOLEAZIONE – PREAREAZIONE:

Dissabbiatura-disoleazione	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	2
Dimensioni unitarie	m <sup>2</sup>	4x15
Superficie complessiva	m <sup>2</sup>	120
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	180

Soffianti per prear.-flottaz.	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1+1R
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	830
Prevalenza	m	4,40

### 4. FLOCCULAZIONE E CORREZIONE DEL PH:

Flash-mixing	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	2
Dimensioni unitarie	m <sup>2</sup>	2,2x2,2
Superficie complessiva	m <sup>2</sup>	9,7
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	40

Flocculazione	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	2

Dimensioni unitarie	m <sup>2</sup>	6,7x6,7
Superficie complessiva	m <sup>2</sup>	89,8
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	360

Agitatore lento	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	2

Pompe dosatrici latte di calce	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1+1R
Portata unitaria	l/h	2.500
Portata complessiva	l/h	2.000
Volume stoccaggio	m <sup>3</sup>	150

Pompe dosatrici Fe Cl <sub>3</sub>	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1+1R
Portata unitaria	l/h	250
Portata complessiva	l/h	250
Volume stoccaggio	m <sup>3</sup>	25

Pompe dosatrici H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1+1R
Portata unitaria	l/h	120
Portata complessiva	l/h	120
Volume stoccaggio	m <sup>3</sup>	25

5. DECANTAZIONE PRIMARIA:

Sedimentatori	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	2
Diametro	m	22,00
Superficie complessiva	m <sup>2</sup>	760
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	2.280

6. CLORAZIONE:

Vasche di clorazione	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	2
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	500

Pompe dosatrici cloro	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1+1R
Portata unitaria	l/h	120
Portata complessiva	l/h	120
Volume stoccaggio	l	15.000

7. SOLLEVAMENTO FANGHI ALL'ISPESSIMENTO:

Pompe di sollevamento	U. M.	Configurazione attuale
-----------------------	-------	------------------------

Unità installate	n°	1+1R
Portata unitaria	m <sup>3</sup> /h	25
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	25

8. ISPESSIMENTO FANGHI:

Vasca ispessimento	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1
Diametro	m	14,00
Superficie complessiva	m <sup>2</sup>	154
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	667

9. STABILIZZAZIONE CHIMICA FANGHI:

Pompe fango ispessito	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1+1R
Portata unitaria	m <sup>3</sup> /h	18
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	18

Vasca di condizionamento	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	8

Pompe dosatrici latte calce	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1+1R
Portata unitaria	l/h	4.000
Portata complessiva	l/h	4.000

10. DISIDRATAZIONE FANGHI:

Pompe aliment. nastro pressa	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1+1R
Portata unitaria	m <sup>3</sup> /h	15
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	15

Filtro pressa a nastro	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1+1R
Portata unitaria	m <sup>3</sup> /h	15
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	15

Vasca preparaz polielettrolita	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	1

Serb. stocc. polielettrolita	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1

Volume utile totale	m <sup>3</sup>	2
---------------------	----------------	---

Pompe dosatrici polielettrolita	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1+1R
Portata unitaria	l/h	1.000
Portata complessiva	l/h	1.000

## **LINEA LIQUAME**

### 1. SOLLEVAMENTO INIZIALE:

Elettropompe di sollevamento	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	4+1R
Portata unitaria	m <sup>3</sup> /h	619,2
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	2.476
Prevalenza	m	8,00

### 2. GRIGLIATURA E MISURA DELLA PORTATA:

Canale	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	2.460

Griglia grossolana manuale	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1

Griglia fine automatica	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1

Misuratore a canale	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1

### 3. DISSABBIATURA – DISOLEAZIONE – PREAREAZIONE:

Dissabbiatura-disoleazione	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	2
Dimensioni unitarie	m <sup>2</sup>	4x15
Superficie complessiva	m <sup>2</sup>	120
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	180

Soffianti per prear.-flottaz.	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1+1R
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	830
Prevalenza	m	4,40

### 4. DECANTAZIONE PRIMARIA:

Sedimentatore	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1
Diametro	m	33,00
Superficie	m <sup>2</sup>	855
Volume utile	m <sup>3</sup>	2.310

5. DENITRIFICAZIONE - OSSIDAZIONE - NITRIFICAZIONE:

Vasche di denitrificazione	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	4
Superficie unitaria	m <sup>2</sup>	12,5x12,5
Altezza	m	2,40
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	1.500

Vasche di oss.-nitrif.	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	4
Superficie unitaria	m <sup>2</sup>	12,5x50
Altezza	m	4,0
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	10.000

Aereatori di superficie	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	16
Produzione max unitaria O <sub>2</sub>	Kg O <sub>2</sub> /h	39,6
Produzione max totale O <sub>2</sub>	Kg O <sub>2</sub> /h	633,6

Aereatori sommersi	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	4
Produzione max unitaria O <sub>2</sub>	Kg O <sub>2</sub> /h	30,0
Produzione max totale O <sub>2</sub>	Kg O <sub>2</sub> /h	120,0

6. DECANTAZIONE FINALE:

Sedimentatori	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	3
Diametro	m	30,00
Superficie complessiva	m <sup>2</sup>	2.121
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	6.204

7. CLORAZIONE:

Vasche di clorazione	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	2
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	500

Pompe dosatrici cloro	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1+1R



Portata unitaria	l/h	120
Portata complessiva	l/h	120
Volume stoccaggio	l	15.000

8. RICIRCOLO MISCELA NITRIFICATA:

Pompe di ricircolo	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	3+1R
Portata unitaria	m <sup>3</sup> /h	1.000
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	3.000

9. RICIRCOLO FANGHI:

Pompe di ricircolo stazione 1	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	2+1R
Portata unitaria	m <sup>3</sup> /h	350
Portata unitaria	m <sup>3</sup> /h	650
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	1000
Portata unitaria riserva	m <sup>3</sup> /h	350

Pompe di ricircolo stazione 2	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1+1R
Portata unitaria	m <sup>3</sup> /h	650
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	650
Portata unitaria riserva	m <sup>3</sup> /h	200

10. SOLLEVAMENTO FANGHI AL PREISPESSIMENTO:

Pompe di sollevamento	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1+1R
Portata unitaria	m <sup>3</sup> /h	20
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	20

11. PREISPESSIMENTO FANGHI:

Vasca preispezzamento	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1
Diametro	m	14,00
Superficie complessiva	m <sup>2</sup>	154
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	616

12. DIGESTIONE ANAEROBICA:

Digestori	U. M.	Configurazione attuale
-----------	-------	------------------------

Unità installate	n°	2
Diametro	m	15,00
Volume unitario	m <sup>3</sup>	2300
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	4600

Caldaie di riscaldamento fango	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	2
Potenzialità unitaria	kcal/h	90.000
Potenzialità complessiva	kcal/h	180.000

Compressori per agitazione fango	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	2+1R
Potenzialità unitaria	m <sup>3</sup> /h	220
Potenzialità complessiva	m <sup>3</sup> /h	440

Pompe caricamento fango ispessito	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1+1R
Portata unitaria	m <sup>3</sup> /h	40
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	40

Pompe ricircolo fango	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	2+2R
Portata unitaria	m <sup>3</sup> /h	30
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	60

Pompe ricircolo acqua calda	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	2+1R
Portata unitaria	m <sup>3</sup> /h	30
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	60

### 13. ACCUMULO FANGHI E RACCOLTA BIOGAS:

Ispessimento e raccolta biogas	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1
Diametro	m	12,00
Volume vasca	m <sup>3</sup>	610
Escursione campana	m	4,50
Volume gasometro	m <sup>3</sup>	450

Pompe caricamento fango ispessito	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1+1R
Portata unitaria	m <sup>3</sup> /h	40
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	40

Pompe drenaggi	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1+1R
Portata unitaria	m <sup>3</sup> /h	80
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	80

14. DISIDRATAZIONE FANGHI:

Pompe aliment. nastro pressa	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1+1R
Portata unitaria	m <sup>3</sup> /h	15
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	15

Filtro pressa a nastro	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1+1R
Portata unitaria	m <sup>3</sup> /h	15
Portata complessiva	m <sup>3</sup> /h	15

Vasca preparaz polielettrolita	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	1

Serb. stocc. polielettrolita	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1
Volume utile totale	m <sup>3</sup>	2

Pompe dosatrici polieletttr.	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1+1R
Portata unitaria	l/h	1.000
Portata complessiva	l/h	1.000

15. TRATTAMENTO TERMICO DEL FANGO:

Essiccatoio fango	U. M.	Configurazione attuale
Unità installate	n°	1
Potenzialità unitaria	kg/h	2.400
Potenzialità complessiva	kg/h	2.400

--- oOo ---

Sempre a cura dell'ESAF è stato realizzato il terzo lotto di lavori concernente una sezione terziaria di affinamento della depurazione al fine rendere disponibile in uscita un'acqua depurata di caratteristiche qualitativamente più elevate, per i seguenti utilizzi: per l'agricoltura, come acqua grezza industriale, per vivificare le acque dello stagno di S. Giusta.

I lavori di realizzazione del terzo lotto relativo alla sezione di affinamento terziario vennero affidati all'Impresa Galva SpA di Pomezia (Roma) con contratto stipulato in data 08.11.2001. I lavori vennero consegnati con Verbale in data 05.02.2002 e, dopo l'approvazione di due Perizie tecniche e di assestamento, rispettivamente in data 09.10.2002 e in data in data 18.07.2003, vennero conclusi in data 28.02.2003 e collaudati con certificato di collaudo dei lavori emesso in data 05.11.2005 dalla Commissione di Collaudo.

I lavori di realizzazione del nuovo impianto di impianto affinamento terziario hanno previsto la

realizzazione delle seguenti sezioni di impianto:

- a) stazione di sollevamento alla filtrazione;
- b) torrino di carico alla filtrazione;
- c) n. 2 unità di filtrazione;
- d) vasca di disinfezione finale;
- e) pozzetto di confluenza e by-pass;
- f) Impianto di sollevamento finale;
- g) Vasca di raccolta acque di controlavaggio filtri;
- h) Generatore automatico biossido di cloro.

Di seguito si riporta una descrizione maggiormente dettagliata delle principali fasi di trattamento che compongono la sezione di affinamento terziario:

1. STAZIONE DI SOLLEVAMENTO ALLA FILTRAZIONE: La stazione di sollevamento iniziale ha il compito di addurre il refluo trattato dall'impianto di depurazione alle unità di filtrazione. È equipaggiata con quattro elettropompe sommergibili asservite ad un quadro elettrico locale che ne determina il modo di funzionamento, consentendo l'avviamento singolo alternato (tramite ciclazione) per ciascuna pompa nel caso di bassa portata in ingresso, mentre determina il funzionamento in parallelo per tutte (o per quelle necessarie) nel caso di portata massima.
2. TORRINO DI CARICO ALLA FILTRAZIONE: Il liquame pompato dalla stazione di sollevamento viene immesso in un manufatto in cemento armato destinato alla ripartizione della portata totale in due tubazioni uguali del diametro di 600 mm, ciascuna di adduzione ad un singolo filtro a sabbia.
3. UNITÀ DI FILTRAZIONE: Il processo di filtrazione è così articolato:
  - Ingresso dell'acqua da filtrare attraverso la tubazione di adduzione e il torrino di carico.
  - Filtrazione dell'acqua di secondo stadio mediante il passaggio attraverso un letto filtrante costituito da sabbia, con abbattimento del contenuto di SST.
  - Scarico del filtrato attraverso una tubazione DN500 in acciaio al successivo trattamento di disinfezione.
  - Controlavaggio periodico del letto filtrante tramite la quantità di acqua accumulata nel filtro stesso al di sopra della camera di filtrazione e scarico dell'acqua di controlavaggio in un apposito bacino di stoccaggio del controlavaggio. Le acque di controlavaggio vengono quindi riciclate in testa all'impianto di depurazione mediante le due elettropompe sommergibili previste in detta vasca.

Su ogni linea effluente dai filtri a sabbia è installato un misuratore di portata, che può essere controllato accedendo all'interno di un apposito pozzetto interrato. Per l'insufflazione dell'aria all'interno dei filtri a sabbia, necessaria per il periodico controlavaggio misto aria-acqua a comando manuale, il sistema di filtrazione è dotato di compressore.

4. VASCA DI DISINFEZIONE FINALE: Il comparto di disinfezione posto a valle del trattamento di

filtrazione si articola su due bacini funzionanti in parallelo, nei quali viene dosato l'agente disinfettante proveniente da una unica stazione di produzione. Il tipo di disinfettante previsto è il biossido di cloro ( $\text{ClO}_2$ ) preparato in un apposito generatore - dosatore automatico. Ciascuna vasca è dotata di un agitatore veloce ad elica installato in un apposito pozzetto in corrispondenza del punto di immissione del  $\text{ClO}_2$ . La misurazione del cloro residuo nell'effluente disinfettato è effettuata all'uscita di ciascuna vasca.

5. **POZZETTO DI CONFLUENZA E BY-PASS:** A valle dei due comparti di disinfezione è previsto un pozzetto di confluenza delle portate in arrivo. Da detto pozzetto si ha la possibilità di inviare l'acqua depurata all'impianto di sollevamento finale per il riuso industriale/agricolo oppure al canale di scarico a mare.
6. **IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO FINALE:** L'impianto di sollevamento finale è equipaggiato con quattro elettropompe sommergibili installate in una vasca in cemento armato completamente interrata. Le elettropompe sono asservite ad un quadro elettrico locale che, in relazione alla portata in arrivo, consente l'avviamento singolo alternato (tramite ciclazione) per ciascuna pompa o il funzionamento in parallelo per tutte (o per quelle necessario) nel caso di portata massima.
7. **VASCA DI RACCOLTA ACQUE DI CONTROLAVAGGIO FILTRI:** La vasca di accumulo delle acque di controlavaggio è realizzata in cemento armato, è completamente interrata ed ha una capacità utile di circa 300 mc. È equipaggiata con una coppia di elettropompe funzionanti in parallelo asservite a galleggianti che consentono il rilancio dell'acqua di controlavaggio verso il comparto di dissabbiatura-disoleatura.
8. **GENERATORE AUTOMATICO BIOSSIDO DI CLORO:** Il macchinario generatore del biossido di cloro è installato all'interno di un manufatto realizzato interamente in cemento armato e dotato delle aperture necessarie per accesso, ispezione e servizi. Nelle immediate vicinanze sono installati due serbatoi da 10 mc ciascuno per i reagenti che vengono utilizzati dal generatore, sopraelevati da un basamento in cemento armato per facilitare il pescaggio dei reagenti stessi, tramite i meccanismi di aspirazione. Per prevenire lo spandimento dei reagenti sono previsti dei muri verticali di contenimento intorno ai serbatoi.

L'impianto di affinamento mediante filtrazione è stato dimensionato per trattare una portata media di 1.250 mc/h e una portata di punta di 1.900 mc/h.

Per il dimensionamento dell'impianto sono state considerate in ingresso le seguenti caratteristiche tipiche di un effluente di impianto di depurazione biologico a fanghi attivi (secondario):

- pH compreso tra 6,8 e 7,5;
- contenuto di  $\text{BOD}_5$  compreso tra 10 e 30 ppm;
- contenuto di solidi sospesi compreso tra 10 e 30 ppm;
- quantitativo di ossigeno disciolto compreso tra 1 e 2 ppm;
- contenuto di solidi disciolti compreso tra 300 e 500 mg/l;
- contenuto di coliformi totali compreso tra 5.000 e 20.000 MPN/100 ml.

Il Progetto prevede che il trattamento di filtrazione garantisca un abbattimento dei solidi sospesi non inferiore all'80% e un abbattimento di  $\text{BOD}_5$  non inferiore al 50%, ed inoltre prevede che con la disinfezione con biossido di cloro si ottenga un abbattimento almeno pari al 90% dei coliformi presenti nell'influente da filtrare. Pertanto, in base ai rendimenti previsti, le caratteristiche minime dell'acqua affinata saranno:

- pH compreso tra 6,8 e 7,5;

- BOD5 compreso tra 4 e 10 ppm;
- Solidi sospesi totali compresi tra 1 e 5 ppm;
- Solidi disciolti totali compresi tra 300 e 500 ppm;
- Presenza coliformi totali max 500 MPN/100ml.

Le suddette caratteristiche venivano considerate compatibili con l'utilizzo industriale delle acque depurate.

--- oOo ---

Dopo alcuni anni venne effettuato un intervento di revamping dell'impianto sulla base di un finanziamento assegnato dalla Regione Sardegna alla Società ABBANOIA SpA.

I lavori vennero affidati dalla Società Abbanoa SpA all'Impresa GECO Srl di Atella (PZ) con contratto stipulato in data 24.08.2011. I lavori vennero consegnati con Verbale in data 25.09.2012 e, dopo l'approvazione di una Perizia di variante in data 17.06.2014, vennero conclusi in data 09.05.2016 e collaudati con certificato di collaudo dei lavori emesso in data 10.10.2016 dalla Commissione di Collaudo.

L'intervento di revamping ha previsto importanti interventi di manutenzione straordinaria e ammodernamento tecnologico che interessarono prevalentemente le seguenti sezioni e macchinari:

- i) Impianto di drenaggio acque bianche;
- j) Pretrattamento rifiuti liquidi con rotovaglio;
- k) Grigliatura con rotovaglio (successivamente sostituita con griglia a nastro);
- l) Stazione di estrazione e trattamento sabbie;
- m) Ripristino vasche Denitrificazione – ossidazione e sostituzione dei sistemi si ossigenazione;
- n) Impianto elettrico;
- o) Installazione di un sistema di automazione e controllo (SCADA).

Gli interventi più significativi del revamping hanno riguardato la sostituzione degli aeratori superficiali con un nuovo sistema di diffusori a bolle fini "XYLEM SANITAIRE Silver Series II", che garantiscono una più efficiente ed omogenea miscelazione e ossigenazione del refluo da trattare, e l'installazione di un sistema di automazione che consente il controllo automatico dei parametri di processo nelle vasche.

Il Progetto esecutivo di revamping redatto dalla Società Abbanoa SpA contiene anche la verifica di funzionamento del processo, riportata con maggiore dettaglio al seguente punto 1.4.8, che prevede quali parametri principali di progetto un numero di abitanti equivalenti pari a 79.423 ab e una portata massima pari a 31.111 m<sup>3</sup>/g, considerata come portata di punta. **I suddetti parametri sono stati considerati dall'Ente competente come valori di targa dell'Impianto e inseriti nella Autorizzazione allo scarico.**

--- oOo ---

Le Sezioni di processo nella configurazione definitiva dell'Impianto di depurazione a seguito della

realizzazione dell'impianto chimico-fisico di trattamento rifiuti liquidi sono schematicamente le seguenti:

Sezione 1: Ricezione e pretrattamenti;

Sezione 2: Sedimentazione primaria;

Sezione 3: Denitrificazione-Ossidazione-Nitrificazione;

Sezione 4: Decantazione finale e clorazione;

Sezione 5: Ispessimento fanghi;

Sezione 6: Condizionamento e disidratazione fanghi;

Sezione 7: Terziario di affinamento;

Sezione 8: Impianto chimico-fisico trattamento rifiuti liquidi.

## 1.2. PARAMETRI E CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO ATTUALI

Essendo stati ormai allacciati tutti i Comuni e le Frazioni inseriti nello Schema n. 170 del PTA, la condizione di funzionamento dell'impianto è da considerarsi ormai "a regime".

Nel seguito della presente relazione viene riportato il calcolo di verifica della capacità depurativa dell'impianto nelle condizioni di funzionamento "a regime", cioè considerando collegati tutti i Comuni e Frazioni indicati dalla Società Abbanoa nella nota prot. n. AD/FM 75344 del 17/09/2014, al fine di dare evidenza analitica della capacità residua di cui è ora dotato l'impianto.

Il calcolo riportato dimostra come l'impianto, per le portate che ordinariamente pervengono, sia in grado di dare al reflujo un livello depurativo entro i limiti di legge anche utilizzando solo una parte delle sezioni depurative presenti. L'Impianto di depurazione, pertanto, presenta una significativa capacità residua di trattamento che consente un adeguato grado di sicurezza di funzionamento.

Il valore medio dei reflui che attualmente vengono depurati, rilevata mediante il misuratore di portata installato all'ingresso dell'Impianto di depurazione, è di circa **21.415 m<sup>3</sup>** al giorno, come desumibile dalle tabelle sotto esposte che riepilogano i valori rilevati negli anni 2020, 2021 e 2022.

PORTATE ANNO 2020			
MESE	Unità di misura	Totale mensile	Media giornaliera
GENNAIO	MC	731.902	23.610
FEBBRAIO	MC	584.576	20.158
MARZO	MC	621.504	20.049
APRILE	MC	528.912	17.630
MAGGIO	MC	511.704	16.507
GIUGNO	MC	619.080	20.636
LUGLIO	MC	631.551	20.432
AGOSTO	MC	656.682	21.285
SETTEMBRE	MC	632.731	21.091
OTTOBRE	MC	563.615	18.181

NOVEMBRE	MC	48.4033	16.134
DICEMBRE	MC	1.116.779	36.025
TOTALE	MC	7.683.069	
MEDIA	MC		21050

<b>PORTATE ANNO 2021</b>			
MESE	Unità di misura	Totale mensile	Media giornaliera
GENNAIO	MC	1.208.326	38.978
FEBBRAIO	MC	929.279	33.189
MARZO	MC	676.484	21.822
APRILE	MC	656.680	21.889
MAGGIO	MC	563.938	18.192
GIUGNO	MC	513.471	17.116
LUGLIO	MC	543.592	17.535
AGOSTO	MC	530.271	17.106
SETTEMBRE	MC	506.669	16.889
OTTOBRE	MC	494.165	15.941
NOVEMBRE	MC	985.313	32.844
DICEMBRE	MC	1.155.730	37.282
TOTALE	MC	8.763.918	
MEDIA	MC		24.011

<b>PORTATE ANNO 2022</b>			
MESE	Unità di misura	Totale mensile	Media giornaliera
GENNAIO	MC	663.470	22.116
FEBBRAIO	MC	523.014	17.434
MARZO	MC	568.080	18.936
APRILE	MC	595.348	19.845
MAGGIO	MC	581.543	19.385
GIUGNO	MC	461.754	15.392
LUGLIO	MC	457.188	15.240
AGOSTO	MC	541.671	18.056
SETTEMBRE	MC	521.187	17.373
OTTOBRE	MC	526.108	17.537
NOVEMBRE	MC	877.639	29.255
DICEMBRE	MC	701.798	23.393
TOTALE	MC	7.018.800	
MEDIA	MC		19.230

Il dato delle portate giornaliere è misurato all'interno dell'impianto, quindi sull'intero refluo in arrivo. D'altra parte, ai fini della verifica della capacità depurativa residua dell'impianto di



depurazione la distinzione per agglomerato urbano di provenienza non è significativa.

Dai dati giornalieri disponibili è inoltre possibile evincere i dati di punta più elevati rilevati nel triennio, verificatisi tutti in occasione di eventi meteorici intensi, che sono risultati:

<b>Data</b>	<b>Portata di punta</b>
dicembre 2020	60.035 mc/giorno
dicembre 2021	59.271mc/giorno
gennaio 2021	58.131 mc/giorno
novembre 2022	56.675 mc/giorno

Il valore della portata giornaliera media dei reflui da depurare in arrivo all'ingresso dell'Impianto di depurazione considerato nella Relazione di calcolo allegata alla richiesta di modifica sostanziale dell'autorizzazione allo scarico a seguito dell'allacciamento di tutti i Comuni dello Schema n. 170 del PTA (poi perfezionata con il rilascio della Autorizzazione allo scarico di cui alla Determinazione del Dirigente del Settore Ambiente della Provincia di Oristano n. 5 del 03/01/2017) è pari **21.415 m<sup>3</sup>/giorno**. Poiché tale valore è pari alla media delle portate medie annue degli anni 2020, 2021, 2022 (anni in cui hanno contribuito alle portate in arrivo all'impianto tutti i Comuni dello Schema n. 170 del PTA), quale valore medio di calcolo viene adottata appunto la portata di **21.415 m<sup>3</sup>/giorno**.

I principali parametri dei reflui in ingresso all'impianto sono stati determinati con riferimento alle medie dei valori rilevati analiticamente nel corso degli anni 2020, 2021 e 2022:

<b>VALORI ANALITICI REFLUO INGRESSO IMPIANTO ANNO 2020</b>				
	<b>COD</b>	<b>BOD<sub>5</sub></b>	<b>SOLIDI SOSPESI</b>	<b>AZOTO</b>
<b>GENNAIO</b>	132,5	81,5	112	17,22
<b>FEBBRAIO</b>	402	231	77,5	
<b>MARZO</b>	249	155,5	121,25	19,11
<b>APRILE</b>	401	250	215	
<b>MAGGIO</b>	174,5	107	153	17,11
<b>GIUGNO</b>	229,5	141	147	
<b>LUGLIO</b>	144	87	48	23,11
<b>AGOSTO</b>	122,5	75,5	26	
<b>SETTEMBRE</b>	174	108,5	40	24,11
<b>OTTOBRE</b>	281	165	78,5	
<b>NOVEMBRE</b>	206,5	127	53,15	37,11
<b>DICEMBRE</b>	135	71,5	74,75	
<b>VALORE MEDIO</b>	221	133	96	23,0

<b>VALORI ANALITICI REFLUO INGRESSO IMPIANTO ANNO 2021</b>				
	<b>COD</b>	<b>BOD<sub>5</sub></b>	<b>SOLIDI SOSPESI</b>	<b>AZOTO</b>
<b>GENNAIO</b>	160,5	98	69	16,9
<b>FEBBRAIO</b>	194,5	121	80	
<b>MARZO</b>	129,5	76,5	62,5	12,37
<b>APRILE</b>	153	93,5	56,5	

MAGGIO	193,5	121	91,5	17,11
GIUGNO	191,5	116,5	93	
LUGLIO	172	107	115	24,11
AGOSTO	203	126,5	83	
SETTEMBRE	218	133,5	85,5	22,11
OTTOBRE	223,5	139	100	
NOVEMBRE	269	168	93	12,8
DICEMBRE	181,5	110	77,5	
VALORE MEDIO	190,8	117,5	83,9	17,6

VALORI ANALITICI REFLUO INGRESSO IMPIANTO ANNO 2022				
	COD	BOD <sub>5</sub>	SOLIDI SOSPESI	AZOTO
GENNAIO	170	106	90	15,77
FEBBRAIO	199,5	122,5	68	
MARZO	190	101,5	91	23,11
APRILE	242,5	147	84,35	
MAGGIO	405,5	251	64	33,11
GIUGNO	269,5	123,5	166,5	
LUGLIO	85,5	20,5	40	8,66
AGOSTO	497	122,8	27	
SETTEMBRE	1138	206	62,5	4,36
OTTOBRE	95,5	23,5	50	
NOVEMBRE	97	23,4	66,5	27,76
DICEMBRE	70,5	17,5	46,5	
VALORE MEDIO	288,4	105,4	71,4	18,8

Ai fini del calcolo verranno considerati i seguenti valori medi dei parametri riferiti al triennio 2020, 2021 e 2022:

- COD = 233,4 mg/l;
- BOD<sub>5</sub> = 118,63 mg/l;
- SOLIDI SOSPESI = 83,6 mg/l;
- AZOTO TOTALE = 19,8 mg/l.

Nelle pagine seguenti verranno riportate: la verifica di funzionamento delle sezioni principali dell'Impianto per la portata media giornaliera di 21.415 m<sup>3</sup>/giorno e la verifica di funzionamento delle sezioni principali dell'Impianto per la portata massima giornaliera di 60.035 m<sup>3</sup>/giorno riscontrata nel triennio considerato.

### **1.3. LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO**

L'impianto sorge nell'area industriale in Comune di Santa Giusta, all'interno di un lotto industriale

edificato di estensione 36.611 m<sup>2</sup> e di proprietà dello stesso Consorzio Industriale. All'impianto si accede dallo svincolo sulla SP 49 in direzione per il Porto di Oristano, percorrendo poi la via Marongiu e svoltando sulla via Carloforte dove è posto l'ingresso. Tutta l'area è recintata con rete metallica.

Nell'impianto vengono svolte le seguenti attività:

- trattamento e depurazione dei reflui urbani ed industriali;
- trattamento e depurazione di rifiuti liquidi non pericolosi.

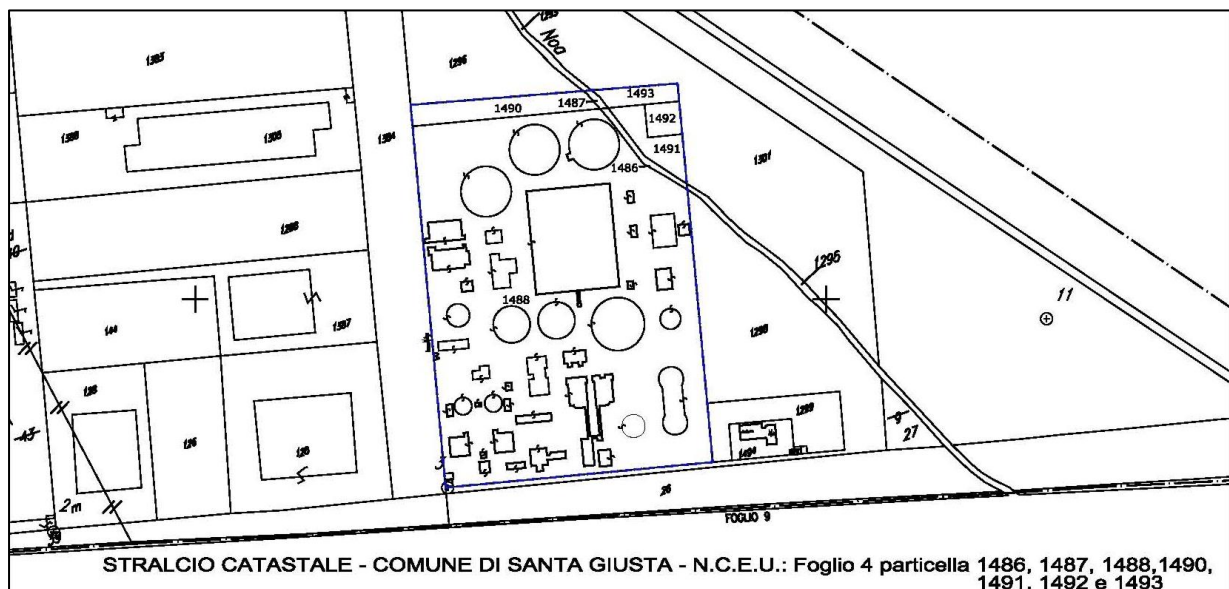
L'area dell'impianto è situata nel Corpo Centrale dell'Agglomerato Industriale, facente capo al Consorzio Industriale Provinciale Oristanese.

Il Lotto in cui è ubicato l'Impianto di depurazione consortile oggetto di verifica ex-post è delimitato a ovest dalla via Carloforte e a Sud dalla Via Giovanni Marongiu. A Est e a Nord l'impianto non è distante dal Canale di Pesaria e dalle gronde dello stagno di Santa Giusta. Anche il nuovo impianto di trattamento chimico-fisico di rifiuti liquidi non pericolosi sarà ubicato all'interno del medesimo lotto.

Nelle due immagini seguenti viene riportato l'inquadramento di dettaglio dell'area in cui sorge l'impianto di Depurazione:



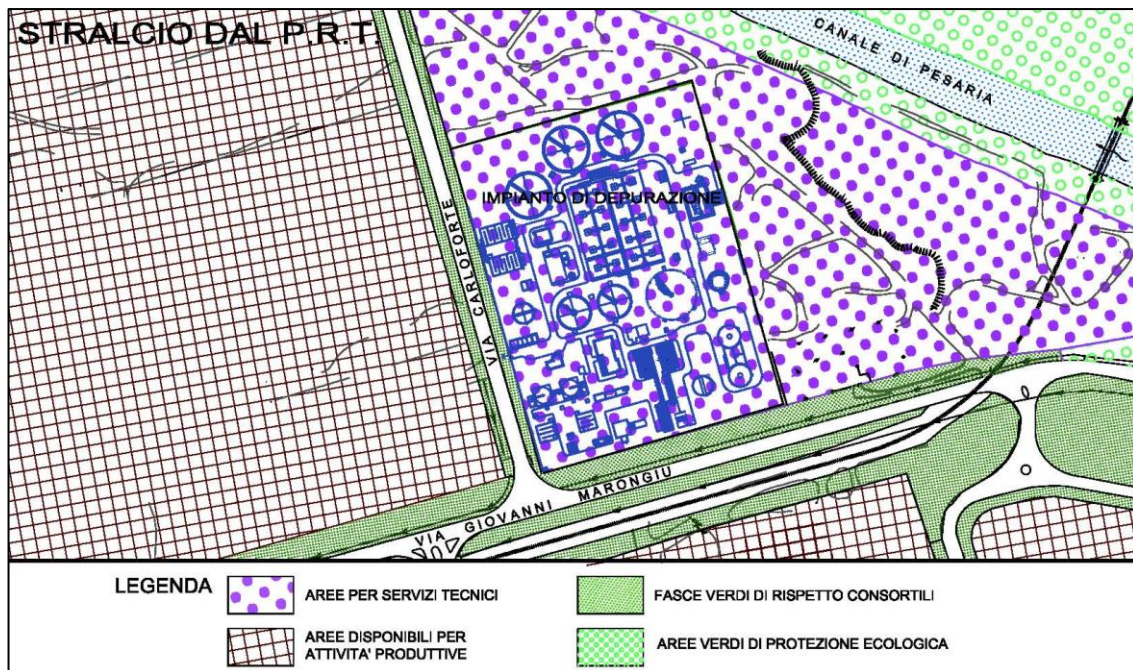
### 1.3.1 INQUADRAMENTO CATASTALE AREA DI INTERVENTO



L'area oggetto di intervento è censita al N.C.E.U. del Comune di Santa Giusta al Foglio 4, con le particelle 1486, 1487, 1488, 1489, 1491, 1492 e 1493.

### 1.3.2 INQUADRAMENTO NEL PIANO REGOLATORE DEL CONSORZIO INDUSTRIALE ORISTANO

Nel Piano Regolatore del Consorzio Industriale l'area oggetto di intervento ricade all'interno di una Zona destinata a "Servizi Tecnici". Per tali zone le relative Norme di Attuazione all'art. 9 (Opere puntuali - Zona Servizi Generali e Centro Direzionale - Servizi Sociali - Servizi Tecnici) prevedono specificatamente:



“In tali zone sono ammesse soltanto costruzioni attinenti alla specifica destinazione dell'area, così come definito nella zonizzazione della cartografia allegata.

Come locali ad uso abitazione sono consentiti soltanto gli alloggi di servizio per custodi e per il personale addetto ai servizi consortili, la cui presenza in loco sia ritenuta indispensabile, con le caratteristiche dimensionali di cui al precedente Art. 6.

Gli edifici saranno posti a distanza dai limiti dal confine del lotto pari almeno a metà della propria altezza e, comunque, non inferiore a 5,00 m.

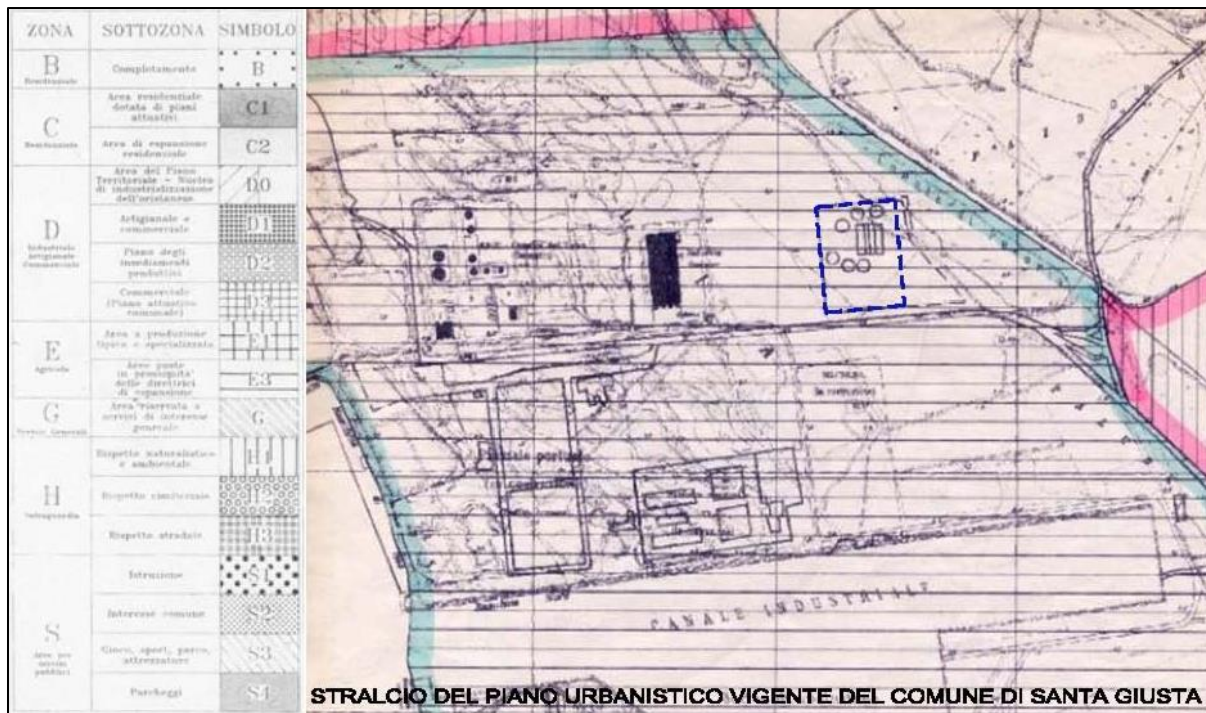
In queste zone le distanze di rispetto degli edifici e degli impianti dal bordo esterno della sede stradale saranno di almeno 10,00 m.

L'Indice di Fabbricabilità Fondiaria non potrà in ogni caso superare i 3 mc/mq. Il Rapporto di Copertura non deve essere superiore ad 1/3.”

### 1.3.3 INQUADRAMENTO NEL PIANO REGOLATORE DEL COMUNE DI SANTA GIUSTA



Nel Piano Regolatore del Comune di Santa Giusta l'area oggetto di intervento ricade all'interno della Zona "D", Sottozona "D0" per la quale le Norme di Attuazione all'art. 14 prevedono specificatamente:



“È  
la

“zona industriale ricadente nel litorale dei Comuni di Oristano e di Santa Giusta per la quale si applicano le Norme del Piano Regolatore Territoriale del Consorzio per il Nucleo di Industrializzazione dell'Oristanese .....

## 1.4. INQUADRAMENTO PROGETTUALE

L'inquadramento progettuale verrà definito per mezzo della descrizione dell'attività e della verifica di funzionamento delle sezioni principali dell'Impianto per la portata media giornaliera di **21.415 m³/giorno** e la verifica di funzionamento delle sezioni principali dell'Impianto per la portata massima giornaliera di **60.035 m³/giorno**, valori individuati nel precedente paragrafo 1.2.

Verranno poi analizzati nei paragrafi successivi i principali aspetti ambientali del progetto, le misure di mitigazione degli impatti e il piano di monitoraggio.

### 1.4.1 TIPOLOGIA DI IMPIANTO

Il criterio di funzionamento dell'impianto di depurazione dei reflui urbani ed industriali del Consorzio Industriale Provinciale Oristanese, si basa su un processo di tipo “convenzionale”, ovvero basato su un sistema biologico a fanghi attivi che prevede denitrificazione-nitrificazione/ossidazione e ricircolo del fango biologico. Il fango biologico, carico di microrganismi, è il principale attore nella rimozione delle sostanze contaminanti dai reflui in ingresso.

Nei processi biologici, l'attività batterica, garantita dal mantenimento di condizioni di processo ottimali, consente la rimozione dei principali contaminanti quali: COD, BOD<sub>5</sub>, azoto ammoniacale, nitriti, nitrati, fosforo mediante il verificarsi di miliardi di reazioni biochimiche.

I microrganismi coinvolti sono numerosissimi e appartengono al regno animale (rotiferi, crostacei) al regno vegetale (muffe, felci) e a quello dei protisti (alghe, protozoi, funghi, lieviti, alghe azzurre, batteri e virus). Sono in particolare i batteri ad assumere un ruolo fondamentale nella depurazione biologica; questi utilizzano il materiale organico biodegradabile come substrato nutritivo, traendo da esso il materiale occorrente alla sintesi di nuove cellule e l'energia necessaria a tale scopo.

#### **1.4.2 DATI DI VERIFICA**

La verifica della capacità depurativa dell'Impianto è stata condotta considerando come dati di partenza, da un lato le caratteristiche fisico-chimiche dei reflui in ingresso che oggi vengono coltate all'impianto di depurazione consortile e dall'altro la portata media giornaliera e la portata massima giornaliera riscontrate nel triennio 2020, 2021, 2022.

##### **Caratteristiche chimico-fisiche medie delle acque da trattare:**

- COD = 233,4 mg/l;
- BOD5 = 118,63 mg/l;
- SOLIDI SOSPESI = 83,6 mg/l;
- AZOTO TOTALE = 19,8 mg/l.

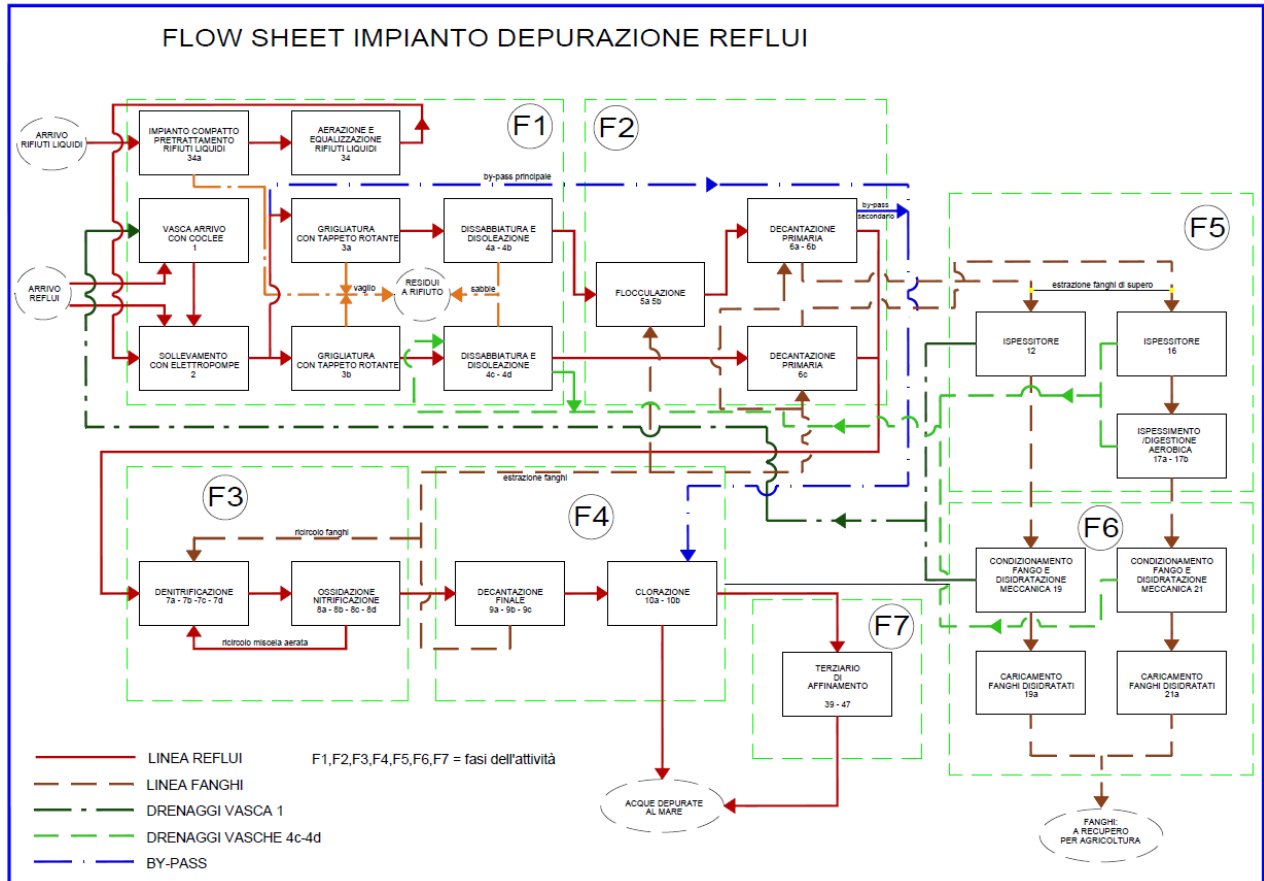
**Portata media giornaliera:** 21.415 m<sup>3</sup>/giorno

**Portata massima giornaliera:** 60.035 m<sup>3</sup>/giorno

L'impianto di depurazione deve garantire l'abbattimento dei principali contaminanti contenuti nei reflui di natura urbana ed industriale in ingresso ed il rispetto dei limiti per lo scarico previsti dall'Allegato 5, Parte III, D.lgs n. 152/2006.

#### **1.4.3 DESCRIZIONE DEL PROCESSO DEPURATIVO**

L'Impianto si può considerare funzionalmente costituito dalle seguenti Fasi di processo, evidenziate nel flow sheet di seguito riportato, riduzione dello schema di cui all'”*Allegato B\_flow sheet\_impianto di depurazione*”.



Flow sheet Impianto di depurazione

- Fase 1: Ricezione e pretrattamenti;
- Fase 2: Sedimentazione primaria;
- Fase 3: Denitrificazione-Ossidazione-Nitrificazione;
- Fase 4: Decantazione finale e clorazione;
- Fase 5: Ispessimento fanghi;
- Fase 6: Condizionamento e disidratazione fanghi
- Fase 7: Terziario di affinamento

Nel seguito viene riportato l'elenco delle diverse sezioni dell'impianto nella configurazione attuale, elenco che trova puntuale dettaglio tecnico-grafico nelle tavole di progetto allegate.

#### LINEA 1

1. SOLLEVAMENTO INIZIALE CON COCLEE (NON UTILIZZATO)
2. GRIGLIATURA E MISURA DELLA PORTATA
3. DISSABBIATURA – DISOLEAZIONE – PREAREAZIONE
4. FLOCCULAZIONE E CORREZIONE DEL PH
5. DECANTAZIONE PRIMARIA

6. DENITRIFICAZIONE - OSSIDAZIONE - NITRIFICAZIONE
7. DECANTAZIONE FINALE
8. CLORAZIONE
9. RICIRCOLO MISCELA NITRIFICATA
10. RICIRCOLO FANGHI
11. SOLLEVAMENTO FANGHI ALL'ISPESSIMENTO
12. ISPESSIMENTO FANGHI
13. STABILIZZAZIONE CHIMICA FANGHI
14. DISIDRATAZIONE FANGHI

#### LINEA 2

1. SOLLEVAMENTO INIZIALE CON ELETTROPOMPE
2. GRIGLIATURA E MISURA DELLA PORTATA
3. DISSABBIATURA – DISOLEAZIONE – PREAREAZIONE
4. DECANTAZIONE PRIMARIA
5. DENITRIFICAZIONE - OSSIDAZIONE - NITRIFICAZIONE
6. DECANTAZIONE FINALE
7. CLORAZIONE
8. RICIRCOLO MISCELA NITRIFICATA
9. RICIRCOLO FANGHI
10. SOLLEVAMENTO FANGHI AL PRE-ISPESSIMENTO
11. PREISPESSIMENTO FANGHI
12. DIGESTIONE (UTILIZZATA COME ISPESSIMENTO/STABILIZZAZIONE AEROBICA)
13. ACCUMULO FANGHI E RACCOLTA BIOGAS (NON UTILIZZATO)
14. DISIDRATAZIONE FANGHI
15. TRATTAMENTO TERMICO DEL FANGO (NON UTILIZZATO)

#### LINEA 3 (Pretrattamento bottini e rifiuti liquidi)

1. GRIGLIATURA CON FILTROCOCCLEA
2. VASCA DI ACCUMULO E AERAZIONE

#### LINEA 4 (Impianto Affinamento Terziario)

1. STAZIONE DI SOLLEVAMENTO ALLA FILTRAZIONE
2. TORRINO DI CARICO ALLA FILTRAZIONE
3. N. 2 UNITÀ DI FILTRAZIONE
4. VASCA DI DISINFEZIONE FINALE (NON UTILIZZATA)



5. POZZETTO DI CONFLUENZA E BY-PASS
6. IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO FINALE
7. VASCA DI RACCOLTA ACQUE DI CONTROLAVAGGIO FILTRI
8. GENERATORE AUTOMATICO BLOSSIDO DI CLORO (NON UTILIZZATO).

Le vasche del sollevamento iniziale con coclee e del sollevamento iniziale con elettropompe hanno ognuna diverse condotte in ingresso ma, essendo collegate, possono essere usate alternativamente. Attualmente le coclee sono ferme ed è in funzione unicamente il sollevamento iniziale con elettropompe.

Le linee 1 e 2 hanno potenzialità equivalenti e sono interscambiabili fino alla sezione di sedimentazione primaria. La sezione di denitrificazione - ossidazione – nitrificazione è costituita da n. 4 vasche che possono funzionare in maniera indipendente ed essere collegate ad entrambe le linee dei pretrattamenti. I tre sedimentatori finali possono funzionare in maniera indipendente ed essere alimentati da tutte e quattro le vasche di denitrificazione - ossidazione – nitrificazione. Le due sezioni di clorazione potrebbero essere utilizzate alternativamente in caso di necessità, ma attualmente una è fuori servizio. Le sezioni di estrazione e trattamento del fango della Linea 1 e della Linea 2 sono invece separate ed indipendenti.

L'impianto è anche dotato di una sezione terziaria di affinamento della depurazione, che potenzialmente potrebbe rendere disponibile in uscita un'acqua depurata di caratteristiche qualitativamente più elevate ed idonea per l'utilizzo in agricoltura, come acqua grezza industriale o per vivificare le acque dello stagno di S. Giusta, ma che attualmente viene utilizzata unicamente per fornire un'acqua depurata di caratteristiche qualitative migliori rispetto a quella della sezione secondaria prima dello scarico.

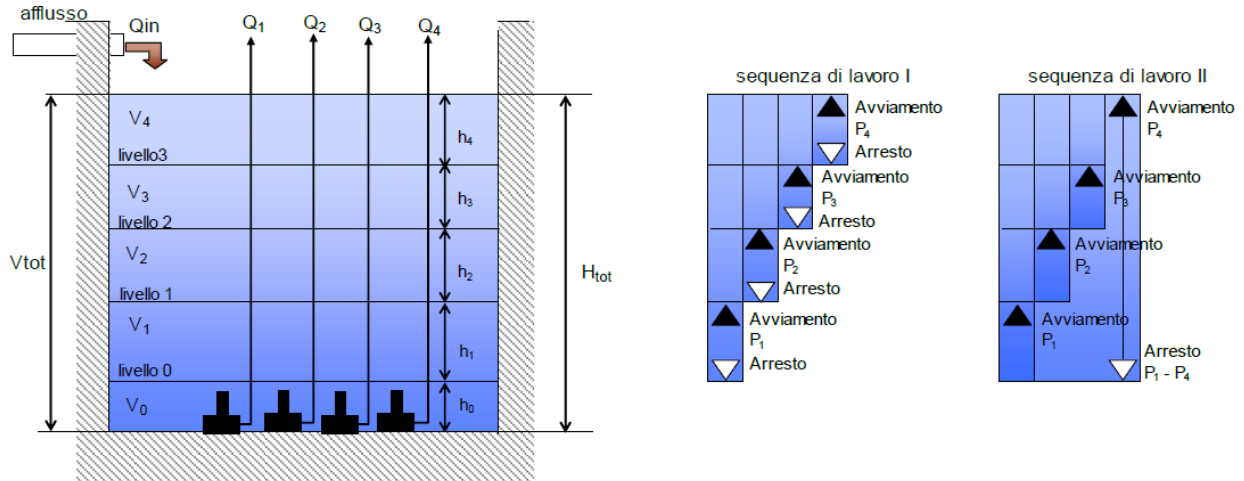
Il punto di scarico dell'Impianto di depurazione è situato nel Canale Portuale Ovest-Est del Porto Industriale di Oristano, tra la "Banchina Martini" e la "Banchina S.S.B.". Il punto di scarico nel Canale Portuale viene raggiunto mediante un canale in cemento armato che ha origine dall'uscita delle vasche di clorazione dell'Impianto di depurazione.

Più in particolare, le principali sezioni in esercizio sono così strutturate:

A) *SEZIONE SOLLEVAMENTO INIZIALE (Comune alle Linee 1 e 2 – Vedi Tavv. 3 e 4).*

La sezione di sollevamento iniziale attualmente funzionante è costituita da n. 5 elettropompe sommergibili, (4+1 di riserva), aventi ciascuna portata nominale di 620 m<sup>3</sup>/ora. Tali elettropompe sono in grado di sollevare tutta la portata in arrivo senza l'ausilio delle coclee.

Per poter garantire il funzionamento del sollevamento iniziale e della sezione pretrattamenti in situazione di emergenza in caso di mancanza di alimentazione dalla rete ENEL è installato un gruppo elettrogeno della potenzialità di 150 kVA.



Schema di impianto di sollevamento con elettropompe sommergibili

## B) SEZIONE DI GRIGLIATURA (Linea 1 e Linea 2 – Vedi Tav. 5).

Su ciascuno dei due canali di misura e grigliatura è installata una griglia automatica. Sia sulla linea 1 che sulla Linea 2 sono installate due griglie a gradini modello Huber Step Screen SSF-HF. Le griglie compiono una prima operazione di pulizia e vaglio dei reflui in arrivo all'impianto. Entrambe le griglie sono dotate di un sistema di evacuazione del grigliato, che viene scaricato in un cassone posto a piano campagna.

La fase di grigliatura viene realizzata a monte delle altre fasi di trattamento delle acque reflue, al fine di trattenere i materiali grossolani contenuti nel liquame in ingresso che altrimenti potrebbero comportare:

- il danneggiamento dei dispositivi meccanici presenti nelle unità a valle del processo;
- la riduzione dell'efficienza complessiva del processo;
- la contaminazione del corpo idrico recettore.

## C) DISSABBIATURA-DISOLEAZIONE (Linea 1 e Linea 2 – Vedi Tav. 6).

La dissabbiatura è un'operazione di sedimentazione frazionata che consente di rimuovere dalle acque le sabbie aventi densità maggiore di  $2,5 \div 2,6 \text{ Kg/dm}^3$  e diametro maggiore di  $0,15 \div 0,20 \text{ mm}$ , senza che ci sia rimozione dei solidi organici sospesi. La rimozione delle sabbie si esegue al fine di prevenire il danneggiamento delle apparecchiature disposte a valle, l'ostruzione delle tubazioni e la formazione di depositi in aree morte.

La sezione di dissabbiatura è costituita da due linee distinte, ciascuna dotata di due vasche in parallelo. In ciascun dissabbiatore a canale un carroponete "va e vieni", che sostiene il sistema di sollevamento del tipo air lift, estrae le acque cariche di sabbie dal fondo e le scarica in un canale laterale; da qui vengono convogliate a due classificatori, del tipo a coanda, posizionati a fianco delle vasche di dissabbiatura, per separare la frazione sabbiosa dall'organico e dall'acqua tramite il lavaggio in coanda. Le sabbie così separate vengono sollevate mediante coclea e quindi stoccate in cassoni senza richiedere ulteriori trattamenti.

Recentemente la linea di dissabbiatura 2 è stata sottoposta a revamping. Con il revamping è stato completato il rifacimento della linea diffusori aria e la manutenzione straordinaria dei carriponete.

**D) FLOCCULAZIONE (Linea 1 – Vedi Tav. 7).**

È costituita da due vasche a sezione quadrata, all'interno delle quali è installato un mixer per la miscelazione dei reagenti chimici. Al momento, queste non vengono utilizzate da un punto di vista processistico in quanto non è richiesto il dosaggio di reagenti chimici. Pertanto all'interno di dette vasche, pur facendo esse parte della linea acque in quanto costantemente attraversate dalle acque da depurare, non è al momento necessario dosare reagenti.

**E) SEDIMENTAZIONE PRIMARIA (Linea 1 e Linea 2 – Vedi Tavv. 8 e 9).**

L'obiettivo di un trattamento di sedimentazione è quello di rimuovere i solidi facilmente sedimentabili ed il materiale flottante, riducendo la concentrazione di solidi sospesi nel refluo trattato. La sedimentazione primaria viene utilizzata come stadio preliminare a monte di ulteriori trattamenti delle acque reflue. Se dimensionato e gestito correttamente, un comparto di sedimentazione primaria consente di conseguire un'efficienza di rimozione variabile dal 50% al 70% per i solidi sospesi e tra il 25% e il 40% per il BOD.

Il Depuratore consortile è dotato di due linee di sedimentazione primaria: sulla Linea 1 (Sedimentatori 6A e 6B) sono inseriti due sedimentatori primari aventi 22 m di diametro, dotati di ponti raschiafango rotanti in acciaio. Perimetralmente, in entrambi i sedimentatori primari, è installato uno sfioratore a profilo Thomson che consente lo sfioro delle acque chiarificate.

Sulla Linea 2 (Sedimentatore 6C) è inserito un terzo sedimentatore avente 33 m di diametro, di potenzialità pari alla somma dei primi due. Anche il terzo sedimentatore, avente tipologia di costruzione uguale agli altri due, è dotato di ponte raschia fango rotante in acciaio. Il sedimentatore della Linea 2 è stato recentemente oggetto di interventi di revamping che hanno riguardato l'installazione di un nuovo carroponte e il ripristino delle parti in calcestruzzo ammalorate.

**F) SEZIONE DENITRIFICAZIONE-OSSIDAZIONE-NITRIFICAZIONE (Linea 1 e Linea 2 – Vedi Tav. 10).**

L'Impianto di depurazione è dotato di una importante sezione ossidazione biologica a fanghi attivi, dove i liquami subiscono i trattamenti di denitrificazione-ossidazione-nitrificazione. In particolare, si hanno 4 linee, che possono funzionare ciascuna in modo indipendente, frazionate a loro volta tra le zone di denitrificazione (4 vasche aventi capacità di 375 m<sup>3</sup> ciascuna) e le zone di ossidazione-nitrificazione (4 vasche aventi capacità di 2.500 m<sup>3</sup> ciascuna).

In ciascuna delle quattro vasche di ossidazione-nitrificazione è installato un sistema di ossigenazione a bolle fini alimentato da soffianti ed interamente gestito da un sistema di controllo automatico.

Al fine di monitorare e controllare il processo, ciascuna vasca è dotata della propria strumentazione di campo e in funzione dei parametri letti, un sistema di controllo automatico è stato predisposto per regolare l'afflusso dell'aria ed il numero di soffianti contemporaneamente in marcia. È in corso il potenziamento del sistema di controllo automatico.

**G) SEZIONE DI SEDIMENTAZIONE FINALE (Linea 1 e Linea 2 – Vedi Tav. 12).**

La chiarificazione finale delle acque avviene in tre bacini di sedimentazione circolari in cemento armato del diametro di 30 m ciascuno. Tutti e tre i bacini hanno caratteristiche costruttive simili a quelle della sedimentazione primaria.

H) *CLORAZIONE (Linea 1 e Linea 2 – Vedi Tav. 13).*

Le acque reflue, dopo il trattamento, all'uscita dalla sedimentazione secondaria sono inviate alla fase di disinfezione finale che avviene in una vasca a setti, così costruita per aumentare il tempo di contatto col reagente disinfettante. Le vasche sono due per essere usate in modo alternato (attualmente una è in manutenzione). La disinfezione avviene tramite dosaggio di ipoclorito di sodio (al 12-13%), la cui regolazione è comandata da un sistema di dosaggio automatico con controllo del cloro libero in uscita.

I) *LINEA FANGHI (Vedi Tavv. 14÷20)*

I fanghi biologici prodotti dal processo di trattamento delle acque reflue a causa della putrescibilità e dell'elevato contenuto d'acqua vengono gestiti secondo una specifica linea di trattamento. I fanghi sono caratterizzati da un elevato contenuto di solidi volatili, di natura organica, che possono provocare fenomeni putrefattivi, a seguito delle trasformazioni biologiche di tipo aerobico o anaerobiche che in essi possono instaurarsi. Tale linea di trattamento, garantisce l'abbattimento della componente putrescibile fino al raggiungimento di valori del "Grado di umificazione (DH)" > 60% e una forte riduzione dell'umidità del fango con un valore medio del contenuto di Sostanza Secca in uscita pari o superiore al 16%. A valle del trattamento fanghi si ottiene quindi un fango idoneo all'utilizzo in agricoltura.

I fanghi estratti dai sedimentatori secondari vengono inviati, dopo alcuni passaggi agli ispessitori del fango. Dall'ispessitore della Linea 1 il fango viene inviato direttamente alla disidratazione mediante nastro pressa. Nella Linea 2, oltre ad un preispessitore, sono presenti due digestori, attualmente utilizzati con funzione di accumulo. Anche il fango prelevato dai digestori viene inviato alla disidratazione mediante nastro pressa. La Linea 2 è completata da un impianto di accumulo e raccolta biogas e da un impianto di essiccazione; entrambi questi impianti non vengono al momento utilizzati.

Di seguito si riporta una descrizione maggiormente dettagliata delle principali fasi di trattamento che compongono la Linea fanghi:

1. *ISPESSITORE (Linea 1 - Vedi Tav. 14):*

Il Depuratore Consortile è dotato di due ispessitori meccanici: Ispessitore 12 e Preispessitore 16. Tali vasche sono dimensionalmente e costruttivamente molto simili e sono dimensionate per un tempo di residenza idraulica di 1,5-2 giorni. Come noto dalla letteratura, il loro scopo è l'aumento del contenuto di Sostanza Secca dei fanghi (quindi la riduzione dell'umidità di questi); tale obiettivo è raggiunto sottoponendo i fanghi ad un'ulteriore fase di decantazione, dove vengono garantite le condizioni di quiete necessarie all'eliminazione di un ulteriore contenuto d'acqua dai fanghi.

I fanghi di supero in uscita dai decantatori primari hanno un contenuto di acqua (U) pari al 99%. Mediante l'ispessimento si riesce ad ottenere un abbattimento del contenuto d'acqua del 2-3% riducendo l'umidità del fango dal 99% al 96%. Tale riduzione di umidità benché ridotta, permette di ottenere importanti benefici, dovuti alla riduzione della portata di fango da avviare alle successive fasi di trattamento. L'acqua eliminata come surnatante nella fase di decantazione, viene poi ricircolata, attraverso un sistema di condotte interne, in testa all'impianto di depurazione.

I fanghi estratti dalle tre vasche di decantazione primaria confluiscono in un pozzetto comune e da qui vengono pompati all'Ispessitore 12 (Vedi Tav. 14). Da tale vasca i fanghi possono essere inviati sia alla fase di condizionamento chimico e disidratazione meccanica mediante la nastropressa ubicata nel fabbricato riportato alla Tav. 18, per poi essere avviati in agricoltura o a smaltimento a seconda dei risultati delle analisi chimiche, sia verso la sezione gemella di

condizionamento e disidratazione ubicata nel fabbricato riportato alla Tav. 19.

2. PREISPESSITORE (*Linea 2 - Vedi Tav. 15*):

Il Preispessitore 16 è, come detto, costruttivamente simile all'Ispessitore 12. Questa vasca di ispessimento riceve attualmente solamente i fanghi di supero estratti dalla vasca di decantazione 6C. Dal preispessitore i fanghi ispessiti possono essere pompati ai digestori anaerobici o direttamente alla sezione di condizionamento e disidratazione ubicata nel fabbricato riportato alla Tav. 19.

3. DIGESTORI ANAEROBICI (*Linea 2 - Vedi Tav. 16*):

Il processo di digestione anaerobica si presta bene alla stabilizzazione dei fanghi organici, per via dell'elevata concentrazione e delle limitate portate dei fanghi stessi. Esso si compie attraverso stadi successivi, ad opera di distinti ceppi batterici con metabolismo specifico; per seguire l'andamento delle trasformazioni anaerobiche, si consideri un processo di digestione condotto in discontinuo, su un campione di fango fresco, mantenuto isolato dall'aria. Le fasi che si verificano in successione sono così sintetizzabili:

- a. fase "idrolitica": in essa si ha la solubilizzazione dei solidi organici in forma sospesa, ad elevato peso molecolare (che non possono essere metabolizzati dai batteri, in quanto incapaci di attraversare la loro membrana cellulare); ciò è svolto a mezzo di batteri facoltativi, naturalmente presenti nelle acque di rifiuto (e quindi nei fanghi), per azione di enzimi extracellulari prodotti dai batteri stessi; nel corso di tale fase, i carboidrati sono trasformati in zuccheri semplici, le proteine in amminoacidi, i grassi in glicerolo e in acidi grassi;
- b. fase di "*fermentazione acida*": anch'essa si svolge per l'azione di batteri facoltativi e comporta un'ulteriore degradazione delle molecole organiche, con produzione di acidi organici a basso peso molecolare (acidi volatili), quali l'acido l'acetico, il butirrico e il propionico; ciò determina l'abbassamento del pH da valori prossimi a 7 (tipici dei fanghi freschi) a circa 5; altri prodotti di degradazione sono l'ammoniaca, i mercaptani, l'idrogeno solforato, lo scatolo etc., ai quali soprattutto vanno attribuiti i cattivi odori caratteristici delle trasformazioni putrefattive; il gas che si sviluppa in questa fase è prevalentemente costituito da anidride carbonica;
- c. fase "*metanigena*": gli acidi volatili prodottisi nelle prime fasi della digestione costituiscono il substrato nutritizio per lo sviluppo di batteri, detti "metanigeni", il loro metabolismo comporta la trasformazione degli acidi organici in metano e anidride carbonica, con forte sviluppo di gas (detto più propriamente "biogas").

L'impianto di digestione anaerobica si configura con un processo a due stadi, ovvero due reattori nel quale le fasi precedentemente descritte avvengono in due reattori collegati in serie, il primo (digestore "primario") è riscaldato (a 33-35 °C) e miscelato; in esso quindi risulta intensa l'attività biologica e la produzione di biogas; il secondo (digestore "secondario") è alimentato col fango uscente dal primario, già parzialmente digerito.

La miscelazione del fango è ottenuta mediante un sistema di pompaggio che ricircola il fango del digestore dopo averlo precedentemente riscaldato, mediante uno scambiatore di calore esterno.

Il fango infatti, viene pompato all'esterno del digestore ed avviato ad uno scambiatore di calore costituito da tubi concentrici in cui acqua calda e fango si muovono in controcorrente. L'acqua calda (fino ad 80-100 °C) viene ottenuta dal calore prodotto da dei bruciatori alimentati anche con il biogas prodotto dallo stesso digestore. In uscita dallo scambiatore il fango caldo (35 – 40° C) viene ricircolato all'interno dalla sommità del digestore. Il fango caldo ricircolato, miscelandosi con il fango presente all'interno del digestore consente di mantenere temperature favorevoli al processo di digestione anaerobica.

Nelle condizioni di funzionamento di progetto il fango estratto dai reattori anaerobici doveva passare prima alla fase di condizionamento chimico e disidratazione meccanica e, successivamente, il fango disidratato doveva essere inviato all'impianto di essiccazione termica, nel quale sfruttando anche il biogas prodotto dai reattori anaerobici si sarebbero alimentati i bruciatori per l'essiccazione. Il fango essiccato in uscita dall'impianto di disidratazione termica, con un elevato tenore di sostanza secca (80-90 %), sarebbe stato successivamente avviato a smaltimento.

I reattori anaerobici, avrebbero quindi svolto la duplice funzione di stabilizzare il fango e produrre biogas necessario alle successive fasi di trattamento. Il biogas prodotto dai reattori dopo una fase di purificazione (deumidificazione, desolfurazione e rimozione dell'anidride carbonica) ed accumulo nel gasometro sarebbe stato ricircolato all'interno del processo, mentre quello in eccesso, bruciato in torcia.

In realtà, il processo così come previsto dal progetto non è mai entrato pienamente in funzione, ed i reattori vengono utilizzati come vasche di accumulo e stabilizzazione aerobica. Le condizioni aerobiche vengono ottenute mantenendo costantemente aperte le botole di ispezione per l'ingresso dell'aria e mantenendo accese le pompe di ricircolo. Il mutuo contatto tra aria e fango favorisce l'ossigenazione del fango e garantisce condizioni aerobiche per la stabilizzazione. Dai reattori, come già detto, i fanghi vengono inviati alla successiva fase di condizionamento chimico e disidratazione meccanica descritta al punto seguente.

#### 4. DISIDRATAZIONE MEDIANTE NASTROPRESSA (*Linea 1 e Linea 2 - Vedi Tavv. 18 e 19*)

Nell'Impianto di Depurazione sono installate due nastropresse adibite alla disidratazione del fango di risulta prodotto dal processo depurativo, che hanno la funzione di renderlo palabile e poterlo così trasferire per il riutilizzo o lo smaltimento. La prima nastro pressa è alloggiata all'interno del fabbricato riportato nella tavola 18, mentre la seconda è alloggiata all'interno del fabbricato descritto nella tavola 19.

La funzione della nastropressa è quella di disidratare il fango facendolo passare tra due teli rotanti pressati da rulli. La nastropressa è sostanzialmente costituita da:

- un telaio con due robuste fiancate laterali collegate fra loro;
- un buratto circolare di miscelazione con il reagente-condizionatore;
- una vasca di accumulo e scarico dell'acqua filtrata;
- due teli coniugati attraverso i quali passa il fango da disidratare;
- una serie di rulli con funzione di drenaggio e pressione del fango e una serie di rulli aventi funzione di centraggio e tiro del telo.

A monte è posto il dissolvente di polielettrolita che è il reagente utilizzato per agglomerare il fango. Il polielettrolita così preparato viene pompato fino alla miscelazione con il fango nel buratto.

I teli accoppiati ruotano continuamente e, per effetto della pressione meccanica esercitata dai rulli, trasmettono al fango confinato una compressione fisica tale da espellere l'acqua presente e trasformare il fango liquido in un pannello continuo compatto e palabile che viene scaricato sul nastro trasportatore e quindi trasferito sul cassone di carico tramite dei nastri trasportatori.

Nel corso del 2018 sono state modificate le linee di mandata dei fanghi da disidratare verso le nastropresse in modo da consentire l'interscambiabilità del sistema di disidratazione dei fanghi e una ottimizzazione dell'uso dei macchinari.

Con la modifica apportata le pompe volumetriche permettono, singolarmente, di inviare il fango a entrambe le nastropresse. Per di più, sono possibili singole regolazioni della

lavorazione, in modo da adeguare la quantità di fango da trattare in modo specifico, verso ogni singola nastropressa collegata.

#### *STOCCAGGIO DEI FANGHI DISIDRATATI*

I fanghi disidratati vengono convogliati mediante dei nastri trasportatori all'interno di un semirimorchio.

Il semirimorchio viene parcheggiato sotto il nastro trasportatore in modo tale che il riempimento avvenga direttamente per caduta.

Una volta che il semirimorchio ha raggiunto la capienza massima ammissibile di circa 30 tonnellate, il fango viene avviato in agricoltura o depositato temporaneamente in "Messa in riserva". Il rimorchio pieno viene subito sostituito con uno vuoto, per dare continuità alla lavorazione dei fanghi.

Al fine di garantire la compatibilità dei fanghi all'uso agronomico, gli stessi vengono analizzati con cadenza trimestrale e le analisi vengono inviate agli Enti competenti.

#### **5. POSTISPESSITORE-GASOMETRO (*Linea 2 - Vedi Tav. 17*):**

Il progetto prevede che la purificazione e lo stoccaggio temporaneo del biogas prodotto durante la digestione avvengono in un gasometro a cui viene avviato il biogas prodotto nei digestori. Come anticipato il progetto prevede che il biogas prodotto dai digestori sia utilizzato per la produzione di energia termica, da sfruttare per il riscaldamento del digestore, mentre l'eventuale surplus di biogas può essere utilizzato per gli "autoconsumi" dell'impianto di depurazione (bruciatori dell'impianto di essiccazione). Pertanto, prima della sua utilizzazione in motori a gas o simili, il biogas è sottoposto a un preventivo trattamento per l'eliminazione dell'acqua, dell'idrogeno solforato ( $H_2S$ ) (sempre presente come prodotto di riduzione dei composti contenenti zolfo, al fine di evitare la produzione, durante la combustione, di  $SO_2$  ed  $SO_3$  che determinerebbero problemi di aggressività) e dell'anidride carbonica prodotta durante la digestione anaerobica in una misura pari a circa il 30-40% del biogas.

Il progetto prevede infine che il biogas prodotto, nel caso in cui non sia opportuno o possibile il suo utilizzo a scopo energetico, venga combusto in torcia.

La presente sezione non è mai entrata pienamente in funzione nella modalità prevista dal progetto e attualmente non viene utilizzata.

#### **6. IMPIANTO TRATTAMENTO TERMICO FANGHI (*Linea 2 - Vedi Tav. 18*):**

Il progetto prevede che i fanghi disidratati in uscita dalla nastropressa con un contenuto di sostanza secca pari a circa 16% vengano avviati mediante un sistema di nastri trasportatori al trattamento termico per l'essiccazione. Il cuore del trattamento è costituito da un essiccatore rotativo a riscaldamento diretto, che consiste in un guscio cilindrico rotante su cuscinetti, posto in posizione orizzontale.

L'alimentazione del materiale umido avviene nell'estremità superiore dell'essiccatore, immediatamente dopo il bruciatore, mediante una coclea, e procede attraverso il tamburo in virtù della rotazione, consegnando il prodotto essiccato all'estremità opposta.

In questa particolare applicazione il flusso dell'aria calda e del fango avviene in equi-corrente.

L'essiccatore è costituito da un cilindro metallico rivestito all'interno di refrattari isolanti, in modo da essere adatto per il funzionamento a temperature elevate. I componenti accessori dell'essiccatore rotativo a riscaldamento diretto comprendono una camera di combustione per il funzionamento ad alte temperature. I gas sono forzati attraverso il cilindro da una

combinazione di aspiratore-soffiante, che è adatto per mantenere un controllo preciso della pressione interna anche in caso di caduta di pressione elevata nel sistema.

Il progetto prevede che in caso di mancanza o insufficienza del biogas prodotto dai digestori e pretrattato venga utilizzato metano.

La presente sezione non è mai entrata pienamente in funzione nella modalità prevista dal progetto e attualmente non viene utilizzata.

#### **J) IMPIANTO PRETRATTAMENTO RIFIUTI LIQUIDI (Vedi Tav. 2)**

L'impianto di pretrattamento attualmente in esercizio è dotato di una apparecchiatura per il pretrattamento dei rifiuti liquidi addotti mediante autobotte/autospurgo, interamente realizzata in acciaio inox.

Tale apparecchiatura è installata in adiacenza alla esistente vasca di accumulo/egualizzazione dei rifiuti liquidi su un ampio basamento in calcestruzzo dotato di griglie di raccolta. L'autobotte/autospurgo viene collegato mediante un attacco rapido alla macchina ed il funzionamento successivo è automatico, comandato da un quadro elettrico.

Nella vasca di egualizzazione è presente un sistema di aerazione con n° 3 flow jet.

L'area di questo comparto è realizzata su una piattaforma in calcestruzzo dotata di griglie di drenaggio collegate con la vasca di accumulo/egualizzazione, che consentono di recapitare al suo interno eventuali perdite di liquami durante le operazioni di conferimento.

La vasca bottini svolge un ruolo fondamentale al fine della corretta gestione dei rifiuti liquidi conferiti presso il Depuratore Consortile mediante autobotte/autospurgo, in quanto consente il temporaneo stoccaggio ed egualizzazione dei liquami evitando di conseguenza sovraccarichi organici ed alterazioni di funzionamento dell'intera filiera di trattamento.

Per una corretta gestione del trattamento dei rifiuti liquidi conferiti è necessario prevedere l'asportazione dei residui che inevitabilmente, nonostante la presenza di un impianto di pretrattamento, tendono a depositarsi sul fondo della vasca bottini.

Per poter effettuare la pulizia ed evitare l'interruzione del servizio di conferimento di percolati e bottini la vasca è suddivisa da un setto in cemento armato in due sezioni, entrambe equipaggiate con elettropompe. La presenza del setto consente di programmare correttamente le operazioni di pulizia e manutenzione di ciascuna delle due sezioni senza dover interrompere i conferimenti.

Per migliorare e potenziare il servizio di trattamento dei rifiuti liquidi è stata programmata e progettata la realizzazione di un nuovo impianto di trattamento chimico-fisico dei rifiuti liquidi con una potenzialità di 100 m<sup>3</sup>/giorno. L'impianto chimico-fisico costituisce una sezione di pretrattamento dell'impianto di depurazione oggetto di Verifica ex-post e il suo Progetto è stato anch'esso trasmesso al Servizio Valutazioni Ambientali ai fini della Verifica di assoggettabilità a VIA.

#### **K) TERZIARIO DI AFFINAMENTO (Vedi Tavv. 27÷35)**

A valle della clorazione, la linea acque si compone di un impianto di affinamento costituito da: due unità di filtrazione Sernagiotto, mod.: 110NL con una potenzialità nominale di 950 m<sup>3</sup>/h; due vasche a setti collegate all'impianto di produzione del Biossido di Cloro per la post disinfezione a valle della filtrazione. A corredo dell'impianto di affinamento nel 2002 fu realizzata anche una stazione di pompaggio per inviare le acque trattate al riutilizzo industriale, agricolo o ambientale.

Attualmente è in esercizio una delle due unità di filtrazione che lavora con una potenzialità di 350 m<sup>3</sup>/h, mentre la seconda è in manutenzione.



Attualmente sono in corso gli interventi per il revamping della seconda unità di filtrazione al fine di riportare l'impianto di affinamento alla massima potenzialità di trattamento.

Di seguito si riporta una descrizione maggiormente dettagliata delle principali fasi di trattamento che compongono la sezione di affinamento terziario:

9. STAZIONE DI SOLLEVAMENTO ALLA FILTRAZIONE (*Vedi Tav. 27*): La stazione di sollevamento iniziale ha il compito di addurre il refluo trattato dall'impianto di depurazione alle unità di filtrazione. È equipaggiata con quattro elettropompe sommergibili asservite ad un quadro elettrico locale che ne determina il modo di funzionamento, consentendo l'avviamento singolo alternato (tramite ciclazione) per ciascuna pompa nel caso di bassa portata in ingresso, mentre determina il funzionamento in parallelo per tutte (o per quelle necessarie) nel caso di portata massima.
10. TORRINO DI CARICO ALLA FILTRAZIONE (*Vedi Tavv. 28 e 29*): Il liquame pompato dalla stazione di sollevamento viene immesso in un manufatto in cemento armato destinato alla ripartizione della portata totale in due tubazioni uguali del diametro di 600 mm, ciascuna di adduzione ad un singolo filtro a sabbia.
11. UNITÀ DI FILTRAZIONE (*Vedi Tavv. 28 e 29*): Il processo di filtrazione è così articolato:
  - Ingresso dell'acqua da filtrare attraverso la tubazione di adduzione e il torrino di carico.
  - Filtrazione dell'acqua di secondo stadio mediante il passaggio attraverso un letto filtrante costituito da sabbia, con abbattimento del contenuto di SST.
  - Scarico del filtrato attraverso una tubazione DN500 in acciaio al successivo trattamento di disinfezione.
  - Controlavaggio periodico del letto filtrante tramite la quantità di acqua accumulata nel filtro stesso al di sopra della camera di filtrazione e scarico dell'acqua di controlavaggio in un apposito bacino di stoccaggio del controlavaggio. Le acque di controlavaggio vengono quindi riciclate in testa all'impianto di depurazione mediante le due elettropompe sommergibili previste in detta vasca.

Su ogni linea effluente dai filtri a sabbia è installato un misuratore di portata, che può essere controllato accedendo all'interno di un apposito pozzetto interrato. Per l'insufflazione dell'aria all'interno dei filtri a sabbia, necessaria per il periodico controlavaggio misto aria-acqua a comando manuale, il sistema di filtrazione è dotato di compressore.
12. VASCA DI DISINFEZIONE FINALE (*Vedi Tav. 30*): Il comparto di disinfezione posto a valle del trattamento di filtrazione si articola su due bacini funzionanti in parallelo, nei quali viene dosato l'agente disinfettante proveniente da una unica stazione di produzione. Il tipo di disinfettante previsto è il biossido di cloro ( $\text{ClO}_2$ ) preparato in un apposito generatore - dosatore automatico. Ciascuna vasca è dotata di un agitatore veloce ad elica installato in un apposito pozzetto in corrispondenza del punto di immissione del  $\text{ClO}_2$ . La misurazione del cloro residuo nell'effluente disinfettato è effettuata all'uscita di ciascuna vasca.
13. POZZETTO DI CONFLUENZA E BY-PASS (*Vedi Tav. 31*): A valle dei due comparti di disinfezione è previsto un pozzetto di confluenza delle portate in arrivo. Da detto pozzetto si ha la possibilità di inviare l'acqua depurata all'impianto di sollevamento finale per il riuso industriale/agricolo oppure al canale di scarico a mare.
14. IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO FINALE (*Vedi Tav. 32*): L'impianto di sollevamento finale è equipaggiato con quattro elettropompe sommergibili installate in una vasca in cemento armato completamente interrata. Le elettropompe sono asservite ad un quadro elettrico locale che, in relazione alla portata in arrivo, consente l'avviamento singolo alternato

(tramite ciclazione) per ciascuna pompa o il funzionamento in parallelo per tutte (o per quelle necessario) nel caso di portata massima.

15. VASCA DI RACCOLTA ACQUE DI CONTROLAVAGGIO FILTRI (*Vedi Tav. 33*): La vasca di accumulo delle acque di controlavaggio è realizzata in cemento armato, è completamente interrata ed ha una capacità utile di circa 300 mc. È equipaggiata con una coppia di elettropompe funzionanti in parallelo asservite a galleggianti che consentono il rilancio dell'acqua di controlavaggio verso il comparto di dissabbiatura-disoleatura.
16. GENERATORE AUTOMATICO BIOSSIDO DI CLORO (*Vedi Tav. 34*): Il macchinario generatore del biossido di cloro è installato all'interno di un manufatto realizzato interamente in cemento armato e dotato delle aperture necessarie per accesso, ispezione e servizi. Nelle immediate vicinanze sono installati due serbatoi da 10 mc ciascuno per i reagenti che vengono utilizzati dal generatore, sopraelevati da un basamento in cemento armato per facilitare il pescaggio dei reagenti stessi, tramite i meccanismi di aspirazione. Per prevenire lo spandimento dei reagenti sono previsti dei muri verticali di contenimento intorno ai serbatoi.

L'Impianto di affinamento mediante filtrazione è stato dimensionato per trattare una portata media di 1.250 mc/h e una portata di punta di 1.900 mc/h.

Per il dimensionamento dell'impianto sono state considerate in ingresso le seguenti caratteristiche tipiche di un effluente di impianto di depurazione biologico a fanghi attivi (secondario):

- pH compreso tra 6,8 e 7,5;
- contenuto di BOD<sub>5</sub> compreso tra 10 e 30 ppm;
- contenuto di solidi sospesi compreso tra 10 e 30 ppm;
- quantitativo di ossigeno disciolto compreso tra 1 e 2 ppm;
- contenuto di solidi disciolti compreso tra 300 e 500 mg/l;
- contenuto di coliformi totali compreso tra 5.000 e 20.000 MPN/100 ml.

Il Progetto prevede che il trattamento di filtrazione garantisca un abbattimento dei solidi sospesi non inferiore all'80% e un abbattimento di BOD<sub>5</sub> non inferiore al 50%, ed inoltre prevede che con la disinfezione con biossido di cloro si ottenga un abbattimento almeno pari al 90% dei coliformi presenti nell'influenza da filtrare. Pertanto, in base ai rendimenti previsti, le caratteristiche minime dell'acqua affinata saranno:

- pH compreso tra 6,8 e 7,5;
- BOD<sub>5</sub> compreso tra 4 e 10 ppm;
- Solidi sospesi totali compresi tra 1 e 5 ppm;
- Solidi disciolti totali compresi tra 300 e 500 ppm;
- Presenza coliformi totali max 500 MPN/100ml.

Le suddette caratteristiche vengono considerate compatibili con l'utilizzo industriale delle acque depurate.

#### **L) PESA PER GLI AUTOMEZZI (*Vedi Tav. 2*)**

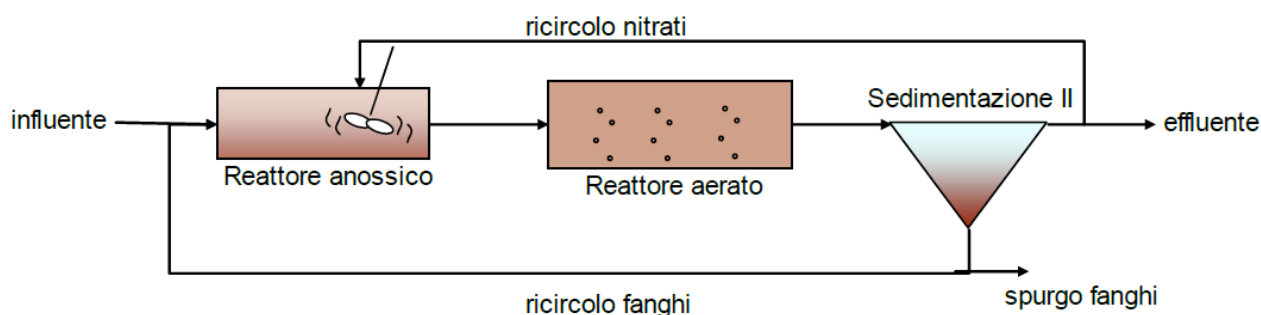
La gestione dei rifiuti liquidi e lo smaltimento dei fanghi di depurazione richiedono la pesatura di ciascun carico e la dichiarazione annuale delle quantità esatte dei rifiuti gestiti.

Pertanto, nell'impianto di depurazione è stata installata una pesa a ponte connessa ad un software di gestione delle pesate.

#### 1.4.5 DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI TRATTAMENTO A FANGHI ATTIVI A DUE STADI DEL DEPURATORE CONSORTILE

Come anticipato nei precedenti paragrafi il processo a fanghi attivi rappresenta una versione ridotta, ma notevolmente accelerata, del fenomeno naturale di rimozione biologica delle sostanze organiche ad opera dei microrganismi che utilizzano il substrato carbonioso e l'azoto per il loro metabolismo ottenendo, così, nuova biomassa e l'energia necessaria per la vita.

Il trattamento biologico integrato a due stadi consiste, nella sua unitarietà, in un processo di denitrificazione seguito da una nitrificazione ed ossidazione del carbonio organico e viene effettuato in un'unica vasca costituita da due zone separate che si susseguono in serie. I liquami miscelati preventivamente con i fanghi di ricircolo secondari (200% della portata media) entrano nella zona di pre-denitrificazione alla quale giunge anche un flusso di miscela aerata (200% della portata media) prelevato dalla zona di ossidazione e contenente nitrati ( $\text{NO}_3$ ).



Schema tipico di un processo a fanghi attivi in un reattore a completo mescolamento che prevede la sola rimozione del substrato carbonioso e di quello azotato

Nel bacino di denitrificazione l'ambiente è mantenuto privo di ossigeno disciolto (condizioni anossiche) per consentire l'attivazione dei batteri eterotrofi denitrificanti: in tali situazioni, venendo a mancare l'apporto esterno di ossigeno, la biomassa utilizza la capacità ossidativa dei nitrati provenienti dal ricircolo della miscela aerata, consentendo la riduzione di quest'ultimo ad azoto gassoso, che viene ceduto all'ambiente atmosferico. Il processo avviene sfruttando come fonte di carbonio quello contenuto nel liquame grezzo.

La miscela liquame-fanghi attivi fluisce poi nella successiva zona di nitrificazione, dove l'ambiente è invece mantenuto in condizioni aerobiche per mezzo di diffusori che, oltre a fornire l'ossigeno necessario al processo di ossidazione dell'ammoniaca e della sostanza organica, mantengono la concentrazione di ossigeno disciolto in vasca intorno a 2-2,5 mg/l. Il processo biologico di nitrificazione avviene grazie allo sviluppo di una flora batterica aerobica di tipo autotrofo che opera l'ossidazione dell'azoto ammoniacale ( $\text{NH}_4$ ) ad azoto nitrico ed utilizza come fonte di carbonio la  $\text{CO}_2$  contenuta nei liquami.

Le velocità di crescita dei batteri autotrofi sono piuttosto basse e variano al variare della temperatura. Per questo, la nitrificazione si ottiene soltanto quando il tempo di ritenzione dei solidi nel sistema (età del fango) è sufficientemente elevato per permettere lo sviluppo dei batteri nitrificanti. Parallelamente alla nitrificazione, poi, avviene anche l'ossidazione del carbonio organico contenuto nei liquami influenti ( $\text{BOD}_5$  e COD) ad opera dei batteri eterotrofi aerobi.

Il processo integrato consente un ottimale sfruttamento del nutrimento organico grazie all'utilizzo

per la denitrificazione del carbonio organico presente nei liquami grezzi; inoltre proprio l'abbattimento iniziale del BOD<sub>5</sub> e del COD nella vasca anossica determina una riduzione della richiesta di ossigeno in vasca aerobica, con conseguenti risparmi energetici.

#### 1.4.6 VERIFICA DELLE CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO CON LA PORTATA MEDIA REGISTRATA NEL PERIODO 2020-2022

Dati per la verifica:

Parametro	U. M.	Valore
Portata giornaliera	m <sup>3</sup> /g	<b>21415</b>
Portata oraria	m <sup>3</sup> /h	<b>892,3</b>
Abitanti risultanti (con dotazione di 285 l/abxg)	n°	<b>75139,3</b>
Portata BOD <sub>5</sub>	kg/g	<b>2543,7</b>
Concentrazione BOD <sub>5</sub>	mg/l	<b>118,6</b>
Portata SST	kg/g	<b>1789,9</b>
Concentrazione SST	mg/l	<b>83,6</b>
Portata composti dell'azoto	kg/g	<b>423,5</b>
Concentrazione composti dell'azoto	mg/l	<b>19,8</b>

#### VERIFICA DELLA SEZIONE SEDIMENTAZIONE PRIMARIA

Sulla *Linea 2* è operativo il sedimentatore primario 6C che presenta le seguenti caratteristiche:

Superficie (S<sub>s</sub>): 855 m<sup>2</sup>

Volume (V<sub>s</sub>): 2.310 m<sup>3</sup>

Poiché è stato completamente sistemato il disallineamento degli sfioratori Thomson e del deflettore circolare, la potenzialità di trattamento è oggi del 100%.

La verifica viene condotta controllando che i valori della velocità ascensionale in condizioni medie (v<sub>am</sub>) ed in condizioni di punta (v<sub>ap</sub>) siano inferiori ai valori massimi consentiti:

$$v_{am \max} = 1,5 \text{ m/h}$$

$$v_{ap \max} = 2,5 \text{ m/h}$$

si ha:

$$v_{am} = Q_m / S_s = 893/855 = 1,04 \text{ m/h} < v_{am \max}$$

$$v_{ap} = 1,5 Q_m / S_s = 1,5 \cdot 893/855 = 1,57 \text{ m/h} < v_{ap \max}$$

Entrambe le velocità rientrano nei limiti e pertanto la *Linea 2* è in grado di operare correttamente da sola in condizioni di portata media.

Sulla *Linea 1* operano in parallelo i due sedimentatori 6A e 6B che complessivamente presentano le seguenti caratteristiche:

Superficie (S<sub>s</sub>): 760 m<sup>2</sup>

Volume (V<sub>s</sub>): 2.280 m<sup>3</sup>

Nei due sedimentatori sono stati installati ponti raschiafanghi e profili Thomson in buone condizioni di manutenzione e pertanto la loro potenzialità di trattamento è pari al 100%.

Pertanto si ha:

$$v_{am} = Q_m / S_s = 893/760,00 = 1,2 \text{ m/h} < v_{am \text{ max}}$$

$$v_{ap} = 1,5Q_m / S_s = 1,5 \cdot 893/760,00 = 1,8 \text{ m/h} < v_{ap \text{ max}}$$

Entrambe le velocità rientrano nei limiti e pertanto anche la *Linea 1* è in grado di operare correttamente da sola in condizioni di portata media.

Ovviamente se si utilizzassero le due linee in parallelo, come consentito dall'impianto, i valori di velocità si abbasserebbero notevolmente.

#### VERIFICA DELLA SEZIONE DENITRIFICAZIONE - OSSIDAZIONE - NITRIFICAZIONE

Il comparto è costituito da 4 vasche con funzionamento flessibile, frazionate a loro volta tra la zona di denitrificazione (4 vasche aventi 375 m<sup>3</sup> ciascuna) e la zona di ossidazione-nitrificazione (4 vasche aventi 2.500 m<sup>3</sup> ciascuna).

I sedimentatori primari sono progettati per una efficienza di abbattimento del BOD<sub>5</sub> in ingresso alla sezione biologica di circa il 25%.

Pertanto la portata di BOD<sub>5</sub> in ingresso alla fase biologica risulta:  $0,75 \times 2.543,7 = 1.907,8 \text{ kg BOD}_5/\text{g}$ , con una concentrazione di 118,6 mg/l.

Considerando in esercizio tre (rispetto alle quattro disponibili) vasche di denitrificazione da 375 m<sup>3</sup> ciascuna, si hanno disponibili in totale 1.125 m<sup>3</sup>. Considerando che la concentrazione di "biomassa" in vasca  $c_a$  è di circa 3,5 kg SS/m<sup>3</sup>, si ottiene un totale di solidi sospesi:  $3,5 \times 1.125 = 3.937,5 \text{ kg SS}$ .

Tenuto conto che durante il periodo critico le temperature dei liquami difficilmente scendono al di sotto dei 17 °C, si può considerare una velocità di denitrificazione  $V_{den} = 3 \text{ mg NO}_3\text{-N/gr SSVxh}$

Tenuto conto, inoltre, che i solidi sospesi volatili sono pari a circa il 70% dei solidi sospesi totali, si ottiene:  $V_{den} = 3 \times 0,7 \times 24 = 50,4 \text{ gr NO}_3\text{-N/kg SSxg}$

Pertanto con il volume di denitrificazione disponibile è possibile denitrificare:  $3.937,5 \times 50,4 / 1000 = 198,45 \text{ kg NO}_3\text{-N/g}$ .

L'Impianto è progettato per garantire un rendimento nell'abbattimento del BOD<sub>5</sub> superiore al 90% (Fattore di carico organico di progetto  $F_c = 0,15 \text{ kg BOD}_5/\text{kg SSxg}$ ), pertanto il BOD<sub>5</sub> da abbattere è pari a:  $1.907,8 \times 0,90 = 1.717,0 \text{ kg BOD}_5/\text{g}$ .

Normalmente a questo valore può essere detratto il quantitativo eliminato nella fase di denitrificazione (1 parte di nitrato prodotto corrisponde ad 1 parte di BOD<sub>5</sub> eliminato) pari a: 198,45 kg BOD<sub>5</sub>/g.

Il BOD<sub>5</sub> da nitrificare - ossidare risulta pertanto:  $1.707,0 - 198,45 = 1.518,6 \text{ kg BOD}_5/\text{g}$

Considerando che:  $c_a = 3,5 \text{ kg SS/m}^3$  e  $F_c = 0,15 \text{ kg BOD}_5/\text{kg SSxg}$

Si ottiene la massa di solidi sospesi necessari per degradare il carico organico influente:

$$MSS = 1.518,6 / 0,15 = 10.123,7 \text{ kg SS}$$

ed un volume minimo di nitrificazione-ossigenazione ampiamente coperto dal volume disponibile:

$$V_{\text{nit min}} = 10.123,7/3,5 = 2.892,5 \text{ m}^3 < 7.500 \text{ m}^3 \text{ (volume disponibile delle tre vasche).}$$

#### RICIRCOLO MISCELA NITRIFICATA

Le elettropompe esistenti in impianto sono in grado di garantire un ricircolo della miscela aerata, pari a 2 volte la portata media in ingresso, con l'utilizzo delle elettropompe di riserva.

#### CALCOLO DEL FABBISOGNO DI OSSIGENO

Il fabbisogno complessivo di ossigeno nelle vasche è dato dalla somma di quello necessario per soddisfare la frazione carboniosa e quello necessario per la frazione azotata.

Il calcolo della richiesta di ossigeno della frazione carboniosa può essere effettuato con la formula:

$$OC = a' \cdot F_a + b' \cdot M_d$$

Dove:

$F_a$  = "cibo", ovvero BOD<sub>5</sub> abbattuto nel sistema (misurato in kg BOD<sub>5</sub>/g);

$M_d$  = massa di microrganismi presente nel sistema (misurata in kg SSV);

$a'$  = coefficiente di ossidazione per sintesi (misurato in Kg O<sub>2</sub>/Kg BOD<sub>5</sub> abbattuto);

$b'$  = coefficiente di assorbimento di ossigeno per respirazione endogena (misurato in kg BOD<sub>5</sub>/kg SSxg)

Per reflui urbani si ha:  $a' = 0,5 \text{ Kg O}_2/\text{Kg BOD}_5$  e  $b' = 0,15 \text{ kg BOD}_5/\text{kg SSxg}$

$$O_C = 0,5 \times 1.518,5 + 0,15 \times 2.756,5 \times 0,7 = 1.172,7 \text{ Kg O}_2/\text{g}$$

Il calcolo della richiesta di ossigeno per la nitrificazione, assumendo: pari a 4,6 parti di O<sub>2</sub> l'equivalente di una parte di NH<sub>3</sub>-N, del 90% il rendimento di nitrificazione, pari a 15 mg/l l'azoto tollerabile nello scarico in aree sensibili ai sensi dell'allegato 5/1 del Decreto Lgs. n. 152/2006 (e quindi da trattare una quantità di azoto totale pari a 19,8 mg/l – 15 mg/l = 4,8 mg/l) ed un carico idraulico in ingresso di 892,3 mc/h (portata media oraria in ingresso), risulta:

$$O_N = 0,9 \times 4,6 \times 4,8 \times 892,3 \times 10^{-3} = 17,64 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

$$O_N = 17,64 \times 24 = 423,29 \text{ kg O}_2/\text{g}$$

$$O_T = O_C + O_N = 1.172,7 + 423,29 = 1.596,00 \text{ kg O}_2/\text{g}$$

Una volta stimata la quantità di ossigeno che occorre fornire per l'efficiente sviluppo delle reazioni biologiche nelle più gravose condizioni di esercizio, cioè in "condizioni operative", è necessario calcolare la richiesta di ossigeno corrispondente che gli apparati di aerazione devono avere in "condizioni standard"; cioè quelle condizioni di prova alle quali vengono riferite le prestazioni delle apparecchiature indicate dai fornitori.

Infatti, le caratteristiche funzionali dei sistemi di aerazione, sono normalmente riferite a "condizioni standard", cioè condizioni di riferimento del mezzo liquido (acqua pulita) entro il quale avviene il trasferimento: di temperatura, di concentrazione di ossigeno, di pressione dell'atmosfera circostante.

Attualmente, le "condizioni standard" di riferimento che vengono adottate sono quelle descritte dalla A.S.C.E. (American Society of Civil Engineers) nel manuale *Measurement of Oxygen*

*Transfer in Clean Water.* In particolare, le condizioni di prova sono le seguenti:

- mezzo liquido: acqua pulita;
- temperatura del mezzo liquido (acqua): 20°C;
- temperatura dell'aria: 20°C;
- concentrazione di ossigeno disciolto a inizio prova: 0 mg/l;
- pressione del sito di prova:  $P = 1,033$  bar.

Le vasche di ossidazione sono dotate di un sistema di insufflazione aria costituito da diffusori a disco 9" a bolle fini tipo XILEM SANITAIRE a membrana micro fustellata (costituiti da corpo diffusore in PVC, membrana in E.P.D.M. tipo Silver 2 con funzione di valvola di ritegno e giunti in PVC).

In particolare, in ciascuna vasca sono installati 756 diffusori, suddivisi in 6 reti con 126 diffusori ciascuna, per un totale nelle 4 vasche di 3024 diffusori.

Il sistema di adduzione è costituito da tubazioni in acciaio inox che consentono di alimentare in maniera indipendente ciascuna vasca a partire dalla batteria delle 4 soffianti che alimenta il sistema di insufflazione.

Stabilito dunque il fabbisogno di ossigeno  $O_T$  richiesto nella miscela aerata nelle effettive condizioni di funzionamento dell'impianto, è necessario calcolare la richiesta di ossigeno corrispondente che le apparecchiature di aerazione devono avere in condizioni standard  $O_T^*$ .

La relazione tra  $O_T^*$  e  $O_T$  può essere espressa nel seguente modo:

$$O_T^* = \frac{O_T}{\alpha \cdot F \cdot \frac{(\beta \cdot C_{se} \cdot (P_i/P_{atm}) - C_L) \cdot 1,024^{(T-20^\circ\text{C})}}{C_{sST}}}$$

Dove:

$\alpha$  = fattore di correzione per le differenti condizioni idrodinamiche in cui il sistema opera (disposizione e profondità degli aeratori, geometria della vasca, effetto di miscelazione, ecc.) rispetto a quelle standard e delle caratteristiche del liquame da trattare (valore di progetto 0,60);

$F$  = fattore di sporcamento dei diffusori (valore di progetto 0,90);

$\beta$  = fattore di correzione dipendente dalla concentrazione del contenuto salino o dei solidi disciolti (valore di progetto 0,98);

$C_{se}$  = concentrazione dell'ossigeno a saturazione in acqua pulita in condizioni di temperatura e pressione di esercizio (valore di progetto 10,75 mg/l);

$P_i$  = pressione atmosferica del sito dell'impianto (valore di progetto 1,033 bar);

$P_{atm}$  = pressione atmosferica a livello del mare (1,033 bar);

$C_L$  = concentrazione di ossigeno in vasca in condizioni di esercizio (valore di progetto 2 mg/l);

$C_{sST}$  = concentrazione di ossigeno in condizioni standard (9,2 mg/l).

Pertanto nel caso in esame si ottiene:

$$O_T^* = \frac{1.596,0 \text{ kg } O_2/g}{0,60 \cdot 0,90 \cdot \frac{(0,98 \cdot 10,75 \cdot (1,033/1,033) - 2) \cdot 1,024^{(20-20)}}{9,2}} = 3.185,83 \text{ kg } O_2/g$$

La quantità d'aria giornaliera da erogare riferita alle condizioni standard si ottiene, considerando

la concentrazione dell'ossigeno nell'aria a 20 °C ( $C_a$ ) pari a 0,279 Kg/Nmc e un rendimento medio del sistema di insufflazione ( $\eta$ ) del 25%, dal seguente rapporto:

$$Q_{ARIAg} = O_T^* / (C_a \cdot \eta) = 3.185,83 / (0,279 \times 0,25) = 45.675,1 \text{ Nmc/g}$$

Valore che corrisponde ad una portata oraria  $Q_{ARIAh} = 45.675,1/24 = 1.903,1 \text{ Nmc/h}$

Tenuto conto che l'impianto di insufflazione è dimensionato affinché da ogni diffusore venga distribuita una portata d'aria di 4,57 Nmc/h nelle condizioni di esercizio, i 2.268 (3x756) diffusori presenti nelle tre vasche considerate in esercizio sono in grado di erogare una portata complessiva di:

$$Q_{ARIAh} = 4,57 \times 2.268 = 10.374,76 \text{ Nmc/h} > 1.903,1 \text{ Nmc/h}$$

L'impianto pertanto è abbondantemente in grado di assolvere alla corretta depurazione della portata in ingresso. Tale circostanza è evidenziata dai valori dei diversi parametri analitici rilevati costantemente entro i limiti di legge, valori che, ai sensi del Protocollo di monitoraggio, vengono costantemente comunicati a Provincia, ARPAS e RAS.

#### VERIFICA DELLA SEZIONE SEDIMENTAZIONE FINALE

Sono operativi n. 3 sedimentatori aventi ciascuno le seguenti caratteristiche:

Superficie ( $S_s$ ): 707 m<sup>2</sup>

Volume ( $V_s$ ): 2.068 m<sup>3</sup>

In totale la superficie disponibile è pari a  $3 \times 707 = 2.121 \text{ m}^2$ . La verifica viene condotta in maniera analoga a quella effettuata per la sedimentazione primaria ma considerando minori valori ammissibili per la velocità ascensionale in condizioni medie ( $v_{am}$ ) ed in condizioni di punta ( $v_{ap}$ ):

$$v_{am \text{ max}} = 1,25 \text{ m/h}$$

$$v_{ap \text{ max}} = 2,05 \text{ m/h}$$

si ha:

$$v_{am} = Q_m / S_s = 892,3/2.121 = 0,42 \text{ m/h} < v_{am \text{ max}}$$

$$v_{ap} = 1,5Q_m / S_s = 1,5 \times 892,3/2.121 = 0,63 \text{ m/h} < v_{ap \text{ max}}$$

La fase di sedimentazione finale risulta dunque ampiamente sufficiente.

La sezione di sedimentazione finale risulta sufficiente anche considerando due soli sedimentatori in funzione, con il terzo in manutenzione. In tal caso la superficie disponibile è pari a  $2 \times 707 = 1.414 \text{ m}^2$ . La verifica viene condotta in maniera analoga alla precedente:

$$v_{am} = Q_m / S_s = 892,3/1.414 = 0,63 \text{ m/h} < v_{am \text{ max}}$$

$$v_{ap} = 1,5Q_m / S_s = 1,5 \times 892,3/1.414 = 0,95 \text{ m/h} < v_{ap \text{ max}}$$

#### RICIRCOLO FANGHI ATTIVI

Le elettropompe esistenti in impianto sono in grado di garantire un ricircolo dei fanghi attivi pari a oltre 2 volte la portata media in ingresso con l'utilizzo delle elettropompe di riserva.

### 1.4.7 VERIFICA DELLE CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO CON LA PORTATA MASSIMA REGISTRATA NEL PERIODO 2020-2022



Le portate massime in Impianto vengono raggiunte in tempo piovoso a causa della presenza, soprattutto nel Comune di Oristano, di reti fognarie miste. In generale si può affermare che la frequenza di accadimento di eventi di portata superiori ai 40.000 mc/giorno è inferiore all'1%.

Parametro	U. M.	Valore
Portata giornaliera	m <sup>3</sup> /g	<b>60.035</b>
Portata oraria	m <sup>3</sup> /h	2.501,46
Abitanti risultanti (con dotazione di 285 l/abxg) (1)	n°	210.649
Portata BOD <sub>5</sub>	kg/g	7.131,2
Concentrazione BOD <sub>5</sub>	mg/l	118,6
Portata SST	kg/g	5.017,9
Concentrazione SST	mg/l	83,6
Portata composti dell'azoto	kg/g	1.187,2
Concentrazione composti dell'azoto	mg/l	19,8

(1) Valore fittizio in quanto la maggiore portata è dovuta alle acque meteoriche.

#### *VERIFICA DELLA SEZIONE SEDIMENTAZIONE PRIMARIA*

Sulla *Linea 2* è come detto operativo il sedimentatore primario 6C che presenta le seguenti caratteristiche:

Superficie (S<sub>s</sub>): 855 m<sup>2</sup>

Volume (V<sub>s</sub>): 2.310 m<sup>3</sup>

Poiché è stato sistemato il disallineamento degli sfioratori Thomson e del deflettore circolare, la potenzialità di trattamento è pari al 100%.

Sulla *Linea 1* operano in parallelo i due sedimentatori 6A e 6B che complessivamente presentano le seguenti caratteristiche:

Superficie (S<sub>s</sub>): 760 m<sup>2</sup>

Volume (V<sub>s</sub>): 2.280 m<sup>3</sup>

Nei due sedimentatori sono installati ponti raschiafanghi e profili Thomson in buone condizioni di manutenzione e pertanto la loro potenzialità di trattamento è pari al 100%.

Di norma in condizioni di portata di tempo piovoso vengono utilizzate entrambe le linee di sedimentazione e conseguentemente i sedimentatori verranno ad operare con portate pari alla metà di quella di punta in arrivo all'impianto.

La verifica viene condotta controllando che i valori della velocità ascensionale in condizioni di punta (v<sub>ap</sub>) siano inferiori al valore massimo consigliato:

$$v_{ap \max} = 2,5 \text{ m/h}$$

Pertanto si ha:

*Linea 2*

$$v_{ap1} = (Q_p/2) / S_{s1} = (2.501,46/2) / 855 = 1,46 \text{ m/h} < v_{ap \max}$$

*Linea 1*

$$v_{ap2} = (Q_p/2) / S_{s2} = (2.501,46/2)/760,00 = 1,65 \text{ m/h} < v_{ap \max}$$

Le velocità sono dunque ampiamente inferiori al valore ammissibile.

#### VERIFICA DELLA SEZIONE DENITRIFICAZIONE - OSSIDAZIONE - NITRIFICAZIONE

Il sedimentatore primario è progettato per una efficienza di abbattimento del BOD<sub>5</sub> in ingresso alla sezione biologica di circa il 25%.

Pertanto la portata di BOD<sub>5</sub> in ingresso alla fase biologica risulta:  $0,75 \times 7131,2 = 5348,4$  kg BOD<sub>5</sub>/g, con una concentrazione di 118,6 mg/l.

In queste condizioni di punta si effettua la verifica considerando in esercizio tutte e quattro le vasche di denitrificazione da 375 m<sup>3</sup> ciascuna. Si hanno disponibili in totale 1.500 m<sup>3</sup>. Considerando che la concentrazione in vasca  $c_a$  è di circa 3,5 kg SS/m<sup>3</sup>, ottengo un totale di solidi sospesi:  $3,5 \times 1.500 = 5.250$  kg SS

Tenuto conto che anche durante il periodo invernale le temperature dei liquami difficilmente scendono al di sotto dei 17 °C, posso considerare una velocità di denitrificazione  $V_{den} = 3$  mg NO<sub>3</sub>- N/gr SSVxh.

Tenuto conto, inoltre, che i solidi sospesi volatili sono pari a circa il 70% dei solidi sospesi totali, si ottiene:  $V_{den} = 3 \times 0,7 \times 24 = 50,4$  gr NO<sub>3</sub>- N/kg SSxg.

Pertanto con il volume di denitrificazione disponibile è possibile denitrificare:  $5.250 \times 50,4 / 1000 = 264,6$  kg NO<sub>3</sub>-N/g.

L'Impianto è progettato per garantire un rendimento nell'abbattimento del BOD<sub>5</sub> superiore al 90% (Fattore di carico organico di progetto  $F_c = 0,15$  kg BOD<sub>5</sub>/kg SSxg), pertanto il BOD<sub>5</sub> da abbattere è pari a:  $5.348,4 \times 0,90 = 4.813,56$  kg BOD<sub>5</sub>/g.

Normalmente a questo valore può essere detratto il quantitativo eliminato nella fase di denitrificazione (1 parte di nitrato prodotto corrisponde ad 1 parte di BOD<sub>5</sub> eliminato) pari a: 264,6 kg BOD<sub>5</sub>/g.

Il BOD<sub>5</sub> da nitrificare-ossidare risulta pertanto:  $4.813,5 - 264,6 = 4.548,9$  kg BOD<sub>5</sub>/g

Considerando che:  $c_a = 3,5$  kg SS/m<sup>3</sup> e  $F_c = 0,15$  kg BOD<sub>5</sub>/kg SSxg

Si ottiene la massa di solidi sospesi necessari per degradare il carico organico influente:

$MSS = 4.548,9 / 0,15 = 30.326,2$  kg SS

ed un volume minimo di nitrificazione-ossigenazione:

$V_{nit\ min} = 30.326,2 / 3,5 = 8.664,6$  m<sup>3</sup> < 10.000 m<sup>3</sup> (volume disponibile delle quattro vasche).

Pertanto, anche in condizioni critiche, con portate pari a 2.501,46 mc/h, quattro vasche di nitrificazione-ossigenazione sono sufficienti a sopperire alle esigenze di processo. Si rappresenta che l'eccedenza di tale portata rispetto alla portata massima di dimensionamento dell'impianto potrebbe a norma di legge essere scaricata tramite il by-pass generale dell'impianto, anche se tale possibilità non viene utilizzata.

Infatti va sottolineato che una portata di punta pari a 2.501,46 mc/h rappresenta un valore massimo che si è presentato, una tantum, a seguito di condizioni meteorologiche particolarmente intense e rare.

#### RICIRCOLO MISCELA NITRIFICATA

Le elettropompe esistenti in impianto sono in grado di garantire un ricircolo della miscela aerata, pari a circa 2 volte la portata media in ingresso, con l'utilizzo delle elettropompe di riserva.

#### CALCOLO DEL FABBISOGNO DI OSSIGENO

Il fabbisogno complessivo di ossigeno nelle vasche è dato dalla somma di quello necessario per soddisfare la frazione carboniosa e quello necessario per la frazione azotata.

Il calcolo della richiesta di ossigeno della frazione carboniosa può essere effettuato con la formula:

$$OC = a' \cdot F_a + b' \cdot M_d$$

Dove:

$F_a$  = “cibo”, ovvero BOD<sub>5</sub> abbattuto nel sistema (misurato in kg/g);

$M_d$  = massa di microrganismi presente nel sistema (misurata in kg SSV);

$a'$  = coefficiente di ossidazione per sintesi (misurato in Kg O<sub>2</sub>/Kg BOD<sub>5</sub> abbattuto);

$b'$  = coefficiente di assorbimento di ossigeno per respirazione endogena (misurato in kg BOD<sub>5</sub>/kg SSxg)

Per reflui urbani si ha:  $a' = 0,5$  Kg O<sub>2</sub>/Kg BOD<sub>5</sub> e  $b' = 0,15$  kg BOD<sub>5</sub>/kg SSxg

$$O_C = 0,5 \times 4.548,9 + 0,15 \times 5.250 \times 0,7 = 2.825,7 \text{ Kg O}_2/\text{g}$$

Il calcolo della richiesta di ossigeno per la nitrificazione, assumendo: pari a 4,6 parti di O<sub>2</sub> l'equivalente di una parte di NH<sub>3</sub>-N, del 90% il rendimento di nitrificazione, pari a 15 mg/l l'azoto tollerabile nello scarico in aree sensibili ai sensi dell'allegato 5/1 del Decreto Lgs. n. 152/2006 (e quindi da trattare una quantità di azoto totale pari a 19,8 mg/l – 15 mg/l = 4,8 mg/l) ed un carico idraulico in ingresso di 2.501,46 mc/h (portata media oraria in ingresso), risulta:

$$O_N = 0,9 \times 4,6 \times 4,8 \times 2.501,46 \times 10^{-3} = 49,44 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

$$O_N = 49,44 \times 24 = 1.186,66 \text{ kg O}_2/\text{g}$$

$$O_T = O_C + O_N = 2.825,7 + 1.186,66 = 4.012,38 \text{ kg O}_2/\text{g}$$

Una volta stimata la quantità di ossigeno che occorre fornire per l'efficiente sviluppo delle reazioni biologiche nelle più gravose condizioni di esercizio, cioè in “*condizioni operative*”, è necessario calcolare la richiesta di ossigeno corrispondente che gli apparati di aerazione devono avere in “*condizioni standard*”; cioè quelle condizioni di prova alle quali vengono riferite le prestazioni delle apparecchiature indicate dai fornitori.

Infatti, le caratteristiche funzionali dei sistemi di aerazione, sono normalmente riferite a “*condizioni standard*”, cioè condizioni di riferimento del mezzo liquido (acqua pulita) entro il quale avviene il trasferimento: di temperatura, di concentrazione di ossigeno, di pressione dell'atmosfera circostante.

Attualmente, le “*condizioni standard*” di riferimento che vengono adottate sono quelle descritte dalla A.S.C.E. (American Society of Civil Engineers) nel manuale *Measurement of Oxygen Transfer in Clean Water*. In particolare, le condizioni di prova sono le seguenti:

- mezzo liquido: acqua pulita;
- temperatura del mezzo liquido (acqua): 20°C;
- temperatura dell'aria: 20°C;

- concentrazione di ossigeno disciolto a inizio prova: 0 mg/l;
- pressione del sito di prova:  $P = 1,033$  bar.

Le vasche di ossidazione sono dotate di un sistema di insufflazione aria costituito da diffusori a disco 9" a bolle fini tipo XILEM SANITAIRE a membrana micro fustellata (costituiti da corpo diffusore in PVC, membrana in E.P.D.M. tipo Silver 2 con funzione di valvola di ritegno e giunti in PVC).

In particolare, in ciascuna vasca sono installati 756 diffusori, suddivisi in 6 reti con 126 diffusori ciascuna, per un totale nelle 4 vasche di 3024 diffusori.

Il sistema di adduzione è costituito da tubazioni in acciaio inox che consentono di alimentare in maniera indipendente ciascuna vasca a partire dalla batteria delle 4 soffianti che alimenta il sistema di insufflazione.

Stabilito dunque il fabbisogno di ossigeno  $O_T$  richiesto nella miscela aerata nelle effettive condizioni di funzionamento dell'impianto, è necessario calcolare la richiesta di ossigeno corrispondente che le apparecchiature di aerazione devono avere in condizioni standard  $O_T^*$ .

La relazione tra  $O_T^*$  e  $O_T$  può essere espressa nel seguente modo:

$$O_T^* = \frac{O_T}{\alpha \cdot F \cdot \frac{(\beta \cdot C_{se} \cdot (P_i/P_{atm}) - C_L) \cdot 1,024^{(T-20^\circ C)}}{C_{sST}}}$$

Dove:

$\alpha$  = fattore di correzione per le differenti condizioni idrodinamiche in cui il sistema opera (disposizione e profondità degli aeratori, geometria della vasca, effetto di miscelazione, ecc.) rispetto a quelle standard e delle caratteristiche del liquame da trattare (valore di progetto 0,60);

$F$  = fattore di sporcamento dei diffusori (valore di progetto 0,90);

$\beta$  = fattore di correzione dipendente dalla concentrazione del contenuto salino o dei solidi disciolti (valore di progetto 0,98);

$C_{se}$  = concentrazione dell'ossigeno a saturazione in acqua pulita in condizioni di temperatura e pressione di esercizio (valore di progetto 10,75 mg/l);

$P_i$  = pressione atmosferica del sito dell'impianto (valore di progetto 1,033 bar);

$P_{atm}$  = pressione atmosferica a livello del mare (1,033 bar);

$C_L$  = concentrazione di ossigeno in vasca in condizioni di esercizio (valore di progetto 2 mg/l);

$C_{sST}$  = concentrazione di ossigeno in condizioni standard (9,2 mg/l).

Pertanto nel caso in esame si ottiene:

$$O_T^* = \frac{4.012,38 \text{ kg } O_2/g}{0,60 \cdot 0,90 \cdot \frac{(0,98 \cdot 10,75 \cdot (1,033/1,033) - 2) \cdot 1,024^{(20-20)}}{9,2}} = 8.009,3 \text{ kg } O_2/g$$

La quantità d'aria giornaliera da erogare riferita alle condizioni standard si ottiene, considerando la concentrazione dell'ossigeno nell'aria a 20 °C ( $C_a$ ) pari a 0,279 Kg/Nmc e un rendimento medio del sistema di insufflazione ( $\eta$ ) del 25%, dal seguente rapporto:

$$Q_{ARIAg} = O_T^* / (C_a \cdot \eta) = 8009,3 / (0,279 \times 0.25) = 114.828,14 \text{ Nmc/g}$$

Valore che corrisponde ad una portata oraria  $Q_{ARIAh} = 114.828,14/24 = 4.784,51 \text{ Nmc/h}$

Tenuto conto che l'impianto di insufflazione è dimensionato affinché da ogni diffusore venga distribuita una portata d'aria di 4,57 Nmc/h nelle condizioni di esercizio, i 3024 diffusori presenti nelle quattro vasche considerate in esercizio sono in grado di erogare una portata complessiva

di:

$$Q_{ARIAh} = 4,57 \times 3024 = 13.819,68 \text{ Nmc/h} > 4.784,51 \text{ Nmc/h}$$

L'impianto pertanto è in grado di assolvere alla corretta depurazione della portata di punta in ingresso con un buon margine di sicurezza.

#### VERIFICA DELLA SEZIONE SEDIMENTAZIONE FINALE

Sono operativi n. 3 sedimentatori aventi ciascuno le seguenti caratteristiche:

Superficie ( $S_s$ ): 707 m<sup>2</sup>

Volume ( $V_s$ ): 2.068 m<sup>3</sup>

In totale la superficie disponibile è pari a  $3 \times 707 \text{ m}^2 = 2.121 \text{ m}^2$ . La verifica viene condotta in maniera analoga a quella effettuata per la sedimentazione primaria ma considerando minori valori ammissibili per la velocità ascensionale in condizioni medie ( $v_{am}$ ) ed in condizioni di punta ( $v_{ap}$ ):

$$v_{am \text{ max}} = 1,25 \text{ m/h}$$

$$v_{ap \text{ max}} = 2,05 \text{ m/h}$$

Nel caso in esame interessa la portata di punta e quindi il secondo valore di riferimento. Considerando la portata di punta oraria riscontrata, pari a 2.501,46 m<sup>3</sup>/ora, si ha:

$$v_{ap} = Q_p / S_{ST} = 2.501,46 / 2.121 = 1,17 \text{ m/h} < v_{ap \text{ max}}$$

La fase di sedimentazione finale risulta dunque ampiamente sufficiente.

#### RICIRCOLO FANGHI ATTIVI

Le elettropompe esistenti in impianto sono in grado di garantire un ricircolo dei fanghi attivi pari a oltre una volta la portata media in ingresso con l'utilizzo delle elettropompe di riserva.

### 1.4.8 VERIFICA DELLE CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO EFFETTUATA NEL PROGETTO DI REVAMPING

Le verifiche riportate in precedenza dimostrano che le principali sezioni dell'impianto sono in grado di assolvere il compito di depurare correttamente e con ampio margine di sicurezza la portata media giornaliera prevista in ingresso all'impianto di **21.415 m<sup>3</sup>/g** e con un certo margine anche la portata di punta di **60.035 m<sup>3</sup>/g**. Pertanto **l'impianto presenta una notevole capacità residua di depurazione.**

Il suddetto risultato era certamente atteso e confermato anche dai calcoli di verifica del Progetto redatto dalla Società Abbanoa S.p.A. per il revamping dell'impianto di depurazione. In tale Progetto, infatti, per le verifiche sono state considerate una portata massima di **31.111 m<sup>3</sup>/g** e considerando i seguenti valori di concentrazione dei parametri più significativi:

	BOD <sub>5</sub>	SOLIDI SOSPESI	AZOTO TOTALE
Valori adottati progetto revamping	153,17 mg/l	229,76 mg/l	39,52 mg/l

Si evidenzia che l'analisi della serie storica delle portate giornaliere rilevate in ingresso all'impianto indica che alle portate maggiori di 30.000 m<sup>3</sup>/g è possibile associare una frequenza di accadimento di appena il 3,6%.

Per completezza, si riporta di seguito una sintesi delle verifiche effettuate nel progetto esecutivo di revamping, sulla base delle quali è stato dimensionato il sistema di aerazione della sezione di

ossidazione-nitrificazione, mentre per lo sviluppo completo dei calcoli si rimanda alla Relazione Tecnica di dimensionamento di detto Progetto esecutivo.

La verifica/dimensionamento è stata condotta sulla base dei dati di popolazione e dei relativi fabbisogni idrici riportati nel NPRGA rev. 2006. In particolare, per i dati di popolazione si è fatto riferimento all'allegato 2/B – Volume V – Comuni dell'Oristanese, mentre per i fabbisogni idropotabili all'Allegato 3 – Determinazione delle dotazioni idriche, dei coefficienti di punta e dei volumi dei serbatoi urbani.

Il progetto esecutivo, pur considerando i soli Comuni che all'epoca rappresentavano il bacino di utenza dell'Impianto di depurazione:

- Comune di Oristano con le sue frazioni Donigala Fenughedu, Massama Nuraxinieddu, Sili e Torregrande;
- Comune di Cabras con le sue frazioni Capo Mannu, Is Aruttas, Su Bardoni, Mariermi, San Giovanni di Sinis, San Salvatore, Solanas;
- Comune di Santa Giusta con le sue frazioni Corte Baccas, Cuccuru de Portu;
- Comune di Palmas Arborea con la sua frazione Tiria;

giunge a determinare dei valori di abitanti equivalenti e di portate relevantissimi facendo riferimento all'orizzonte temporale del 2031 previsto dal Piano di Tutela delle Acque, che, a nostro avviso, risultano molto al di sopra dei valori attesi per l'intero Schema 170 per i prossimi anni a venire.

In particolare, l'analisi è stata condotta considerando i due scenari "soli residenti" e "residenti + fluttuanti stagionali" per gli orizzonti temporali riferiti al 2008 ed al 2031. I valori massimi di dimensionamento si raggiungono ovviamente per l'anno 2031 e per lo scenario "residenti + fluttuanti stagionali".

I dati di dimensionamento adottati per il reflujo in ingresso all'Impianto sono i seguenti:

- Abitanti equivalenti: 79.423
- Portata giornaliera totale (mc/g): 38.889
- Coefficiente di afflusso in fogna: 0,8
- Portata giornaliera in ingresso (mc/g): 31.111
- Portata giornaliera in ingresso (mc/h): 1.296
- Dotazione media (l/ab·g): 391,71
- Concentrazione media BOD<sub>5</sub> (mg/l): 153,17
- BOD<sub>5</sub> totale (kg/g): 4.765,38
- Concentrazione media SST (mg/l): 229,76
- SST complessivi (Kg/g): 7.148,07
- Concentrazione media azoto (mg/l): 39,52
- Azoto totale (Kg/g): 1.229,47

Con la verifica sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- Volume minimo del bacino di ossidazione-nitrificazione: 5.559,61 mc
- Volume del bacino di ossidazione-nitrificazione esistente: 9.750,00 mc
- Richiesta di ossigeno giornaliera in condizioni operative: 9.544,54 Kg/g
- Richiesta di ossigeno oraria in condizioni operative: 397,69 Kg/h
- Portata oraria d'aria richiesta in condizioni operative: 5.701,63 Nmc/h
- Richiesta di ossigeno giornaliera in condizioni standard: 18.984,28 Kg/g
- Richiesta di ossigeno oraria in condizioni standard: 791,01 Kg/h
- Portata oraria d'aria richiesta in condizioni standard: 11.340,67 Nmc/h

- Portata oraria d'aria distribuita/diffusore: 4,57 Nmc/h
- Numero diffusori installati: 3024
- Portata oraria d'aria totale distribuita dai diffusori installati: 13.819,68 Nmc/h
- Volume di denitrificazione necessario: 827,95 mc
- Volume di denitrificazione esistente: 1.125,00 mc

Le verifiche sopra riportate confermano che l'impianto è in grado di trattare con un buon margine la portata giornaliera di **31.111 mc/g**, che risulta notevolmente superiore alla portata media giornaliera attesa (21.415 m<sup>3</sup>/g) e superiore ad oltre il 95% dei valori di portata misurati in ingresso. Considerando, inoltre, che al precedente punto 1.4.7 si è dimostrato che l'impianto di depurazione è in grado di trattare la portata di 60.035 mc/g (massima punta registrata) con l'utilizzo delle quattro vasche di denitrificazione-nitrificazione-ossidazione in esercizio, si può senz'altro affermare che **l'impianto presenta una abbondante capacità residua di depurazione.**

D'altra parte, la verifica contenuta nel progetto redatto dalla Società Abbanoa SpA dimostra che **l'impianto di depurazione nella sua configurazione attuale**, che sostanzialmente coincide sotto i punti di vista strutturale e funzionale con l'impianto emerso a seguito dei Lavori realizzati dall'A.T.I. Siba S.p.A. – Saci S.p.A. e Sain S.r.l. e collaudati nel 2001, **possiede dei parametri di dimensionamento del tutto confrontabili con quelli della 1<sup>a</sup> Fase del "progetto Techint" originario.**

#### **1.4.9 FANGHI PRODOTTI DALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE**

Dal processo depurativo ha origine un quantitativo di fanghi in uscita dalle nastropresse pari mediamente a circa 3.068 tonnellate/anno nell'ultimo triennio (3.235,310 tonnellate nel 2020, 3.461,7 tonnellate nel 2021 e 2.508,29 tonnellate nel 2022). Con il completamento dell'allaccio di tutti i Comuni dello schema n. 170, avvenuto nella prima parte del 2017, il quantitativo dei fanghi prodotti è aumentato e si ritiene che tenderà ad attestarsi intorno alle 3.000 tonnellate/anno.

Detti fanghi vengono smaltiti in agricoltura secondo la legislazione vigente ed in particolare le *Direttive regionali per la gestione e l'autorizzazione all'utilizzo dei fanghi di depurazione in agricoltura*", approvate con Deliberazione n. 32/71 del 15.09.2010 della Giunta Regionale della Sardegna e pubblicate al fine di integrare il Decreto Legislativo n. 99 del 1992 che disciplina, in attuazione della Direttiva comunitaria 86/278/CE, l'utilizzo dei fanghi di depurazione.

Per lo smaltimento dei fanghi prodotti nell'Impianto di depurazione il Consorzio si avvale della ditta SHIFT S.r.l., avente sedi operative a Cagliari e Sanluri, dove la ditta ha un impianto di stoccaggio e condizionamento dei fanghi.

Detta Società opera in virtù di Autorizzazioni Regionali e Provinciali per l'attività di utilizzo dei fanghi biologici provenienti da impianti di depurazione in agricoltura. Le autorizzazioni, che vengono aggiornate di anno in anno, contengono l'elenco degli impianti di depurazione dai quali si possono prelevare i fanghi e i nominativi delle aziende agricole sui cui terreni andranno smaltiti, compreso il quantitativo massimo di utilizzo, espresso in tonnellate di sostanza secca per ettaro.

La Ditta SHIFT esegue direttamente o in A.T.I. le attività di trasporto, stoccaggio e spandimento in campo.

Operativamente i fanghi disidratati tramite nastropressa vengono caricati su un cassone scarrabile e trasportati al centro di stoccaggio della Shift e/o sul terreno di utilizzo, dove sono sparsi con carri spandifango e miscelati al terreno mediante aratura entro le 48 ore, come previsto dalla normativa vigente.

Semestralmente i fanghi vengono analizzati per accertare le caratteristiche chimico fisiche e la compatibilità agronomica.

Tutte le su esposte operazioni vengono effettuate in ottemperanza al D.Lgs 152/06 e presso l'Impianto di depurazione è disponibile la relativa documentazione dei movimenti (formulari di trasporto, schede di accompagnamento, registri di carico, registri di scarico, analisi, MUD, ecc.).

Annualmente vengono comunicati all'Assessorato Regionale della Difesa dell'Ambiente e alla Provincia di Oristano: il quantitativo di fanghi prodotto dall'impianto, il contenuto di sostanza secca, la quantità di fanghi destinata al riutilizzo agricolo, l'eventuale quantità smaltita a impianto di compostaggio o discarica, il nome ed i riferimenti della Ditta incaricata delle operazioni di riutilizzo e smaltimento e la composizione media dei fanghi inviati al riutilizzo in agricoltura.

#### **1.4.10 RIFIUTI LIQUIDI TRATTATI PRESSO IL DEPURATORE CONSORTILE**

Come detto in premessa, attualmente l'impianto è in esercizio in forza della Autorizzazione allo scarico rilasciata dall'Amministrazione Provinciale di Oristano con Determinazione Dirigenziale n. 1692 del 22/12/2020, rilasciata quale rinnovo della precedente Determinazione Dirigenziale n. 05 del 03/01/2017, che a sua volta costituiva, modifica sostanziale quantitativa e non qualitativa della Determinazione Dirigenziale n. 1199 del 09/06/2014 a seguito dell'allacciamento al depuratore dei residui Comuni dello Schema n. 170 del PTA.

Fino al 1996 l'Impianto di depurazione ha operato con Autorizzazioni allo scarico provvisorie rilasciate dalla Regione Sardegna, mentre nel 1997 la Regione Sardegna aveva rilasciato la prima Autorizzazione allo scarico definitiva.

A partire dall'anno 2000 le Autorizzazioni allo scarico sono state rilasciate dalla Provincia di Oristano con Determinazioni del Dirigente del Settore Ambiente.

L'Autorizzazione al trattamento di rifiuti liquidi era inizialmente contenuta nelle stesse Autorizzazioni allo scarico. A partire dal 2003 la Provincia di Oristano ha rilasciato delle specifiche Autorizzazioni per il trattamento dei rifiuti liquidi maggiormente dettagliate e contenenti l'elenco dei codici dei rifiuti che potevano essere conferiti presso l'Impianto di depurazione.

A partire dal rilascio della Autorizzazione di cui alla Determinazione Dirigenziale n. 1199 del 09/06/2014 e della richiesta effettuata dal Consorzio, l'Impianto è stato inserito al n. 9 dell'Elenco dei Gestori di impianti di trattamento di acque reflue, istituito con Determinazione del Dirigente del Settore Ambiente e Suolo n. 207 del 06/04/2012 ai sensi del comma 3 dell'art. 110 del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii.. La medesima iscrizione ha autorizzato l'impianto a ricevere fino a 40 mc/g di rifiuti liquidi con codici EER 200304 e EER 200306, per il quantitativo massimo annuo di 6.000 mc.

Nel medesimo periodo l'impianto di depurazione è stato autorizzato al trattamento dei rifiuti ai sensi del comma 2 dell'art. 110 del d.lgs. n. 152/06 e dell'art. 3 l.r. n. 14/00. L'Autorizzazione venne rilasciata dalla Provincia di Oristano con Determinazione Dirigenziale n. 1345 del 27/06/2014.

Tale autorizzazione venne rinnovata alla scadenza, senza alcuna modifica sostanziale quantitativa e qualitativa, con Determinazione Dirigenziale n. 612 del 04/06/2018 e infine con Determinazione Dirigenziale n. 376 del 24/05/2022 che ha una durata di 4 anni.



In particolare, con la suddetta Determinazione Dirigenziale n. 376/2022, tutt'ora vigente, l'Impianto è stato autorizzato dalla Amministrazione Provinciale di Oristano, ai sensi del comma 2 dell'art. 110 del d.lgs. n. 152/06, al trattamento di un quantitativo giornaliero di **40 mc/g**, con un **totale annuo fino a 14.000 mc**, di rifiuti liquidi dei seguenti codici EER: E.E.R **02**: 02 01 01, 02 01 06, 02 02 01, 02 02 03, 02 02 04, 02 03 01, 02 03 04, 02 05 01, 02 05 02, 02 06 01, 02 06 03, 02 07 01, 02 07 04, 02 07 05, **04**: 04 01 05, 04 02 17, **07**: 07 06 12, **08**: 08 01 20, 08 03 08, **12**: 12 01 15, **16**: 16 10 02, **19**: 19 07 03, 19 08 05, 19 08 09, 19 08 12, 19 08 14, 19 09 02, **20**: 20 01 08, 20 03 03.

Come dimostrato dalle verifiche riportate ai precedenti punti, la *capacità residua* di trattamento dell'impianto risulta ampiamente sufficiente a consentire il trattamento dei quantitativi di rifiuti liquidi oggi autorizzati anche con l'allaccio degli ulteriori Comuni dello Schema n. 170 del PTA e, in realtà, in grado di trattare quantitativi anche superiori.

Per tale ragione, a seguito di richiesta del Consorzio, l'Impianto, in fase di Rinnovo dell'iscrizione nell'elenco dei gestori di impianti di trattamento acque reflue urbane che hanno effettuato comunicazione di cui al comma 3 dell'Art. 110 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. per il trattamento dei rifiuti liquidi, è stato autorizzato alla ricezione e trattamento di rifiuti liquidi, classificati con Codice EER 200304 – Fanghi delle fosse settiche e Codice EER 200306 – Rifiuti della pulizia delle fognature, per il quantitativo giornaliero fino a **100 mc/giorno** e un quantitativo massimo annuo fino **6.000 mc/anno**.

--oOo--

Come riportato nelle verifiche seguenti, l'incidenza dei modesti quantitativi di rifiuti liquidi autorizzati rispetto alle portate di reflui immessi giornalmente in Impianto e soprattutto alla sua capacità depurativa residua è trascurabile (ai fini della verifica si considera l'effetto cumulato di tutti i rifiuti liquidi che si prevede di ricevere in impianto).

Infatti, i 20.000 m<sup>3</sup>/anno di rifiuti liquidi che si prevede di ricevere in impianto sono pari ad una portata giornaliera media di  $20.000/365 = 54,79 \text{ m}^3/\text{g}$ , corrispondente ad una percentuale della portata media giornaliera delle acque reflue in ingresso pari allo 0,26% ( $54,79/21.415$ ) e ad una percentuale delle portate massime adottate nelle verifiche pari, rispettivamente allo 0,18% ( $54,79/31.111$ ) e allo 0,09% ( $54,79/60.035$ ), frazioni veramente minimali.

Le analisi delle acque reflue in ingresso all'Impianto evidenziano una concentrazione di BOD<sub>5</sub> dei liquami in ingresso pari a 118,6 mg/l pari a 33,80 g/ab·g ( $118,6 \times 21.415/75.139 = 33,80 \text{ g/ab} \cdot \text{g}$ ).

Considerando il dato dei rifiuti liquidi trattati in impianto nel 2022, si ricava che il carico aggiuntivo derivante dai rifiuti liquidi è pari a 428,05 Kg/g. Tale dato è ricavabile considerando le due macrotipologie dei rifiuti liquidi depurati nel 2022.

La prima costituita da:

Cod. E.E.R.	Portate annuali [mc/anno]	Percentuale [%]
Percolato da scarica 19 07 03	10.891,75	91,10
*Altri rifiuti liquidi	1.057,40	8,90
<b>TOTALE</b>	<b>11.891,87</b>	<b>100</b>

\*Altri rifiuti liquidi presenti in autorizzazione quali: 16 10 02, 02 05 01, 19 08 09 ecc.

La seconda costituita da:

Cod. E.E.R.	Portate annuali	Percentuale [%]
-------------	-----------------	-----------------

	[mc/anno]	
Fanghi delle fosse settiche 20 03 04	1.596,35	100
Rifiuti della pulizia delle fognature 20 03 06		
<b>TOTALE</b>	<b>1.596,35</b>	<b>100</b>

Mediamente i rifiuti liquidi hanno la seguente concentrazione di carico organico:

BOD <sub>5</sub> percolato di discarica:	1.800 mg/l
BOD <sub>5</sub> altri rifiuti liquidi:	2.000÷5.000 mg/l
BOD <sub>5</sub> fosse settiche:	2.000÷5.000 mg/l

La portata media giornaliera di rifiuti liquidi che si intende trattare è la seguente:

percolato di discarica:	$40 \text{ m}^3/\text{g} \times 91,10\% = 36,44 \text{ mc/giorno}$
Altri rifiuti liquidi:	$40 \text{ m}^3/\text{g} \times 8,90\% = 3,56 \text{ mc/giorno}$
fosse settiche e pulizia delle fognature:	$100 \text{ m}^3/\text{g} \times 100\% = 100 \text{ mc/giorno}$

Il contributo del carico organico derivante dai rifiuti liquidi è pertanto il seguente:

BOD <sub>5</sub> percolato di discarica:	$36,44 \text{ mc/g} \times 1,8 \text{ kg/mc} = 65,592 \text{ kg/g}$
BOD <sub>5</sub> altri rifiuti liquidi:	$3,56 \text{ mc/g} \times 3,5 \text{ kg/mc} = 12,46 \text{ kg/g}$
BOD <sub>5</sub> fosse settiche e pulizia delle fognature:	$100 \text{ mc/g} \times 3,5 \text{ kg/mc} = 350 \text{ kg/g}$
<b>TOTALE</b>	<b>428,05 kg/g</b>

#### 1.4.10.1 Verifica della Sezione Denitrificazione - Ossidazione – Nitrificazione in CONDIZIONI DI PORTATA MEDIA

Il quantitativo di carico organico derivante dai rifiuti liquidi (428,05 kg/g) sommato al carico mediamente addotto all'Impianto dai reflui fognari (2.543,7 kg/g) comporta un valore di carico organico complessivo pari a 2.971,8 kg/g.

Si riporta di seguito la verifica della sezione di ossidazione-nitrificazione-denitrificazione considerando il **carico organico complessivo di 2.971,8 kg/g in condizioni di portata media**.

Il comparto è costituito da 4 vasche con funzionamento flessibile, frazionate a loro volta tra la zona di denitrificazione (4 vasche aventi 375 m<sup>3</sup> ciascuna) e la zona di ossidazione-nitrificazione (4 vasche aventi 2.500 m<sup>3</sup> ciascuna).

Il sedimentatore primario è progettato per una efficienza di abbattimento del BOD<sub>5</sub> in ingresso alla sezione biologica di circa il 25%.

Pertanto la portata di BOD<sub>5</sub> in ingresso alla fase biologica risulta:  $0,75 \times 2.971,8 = 2.228,8 \text{ kg BOD}_5/\text{g}$ , con una concentrazione di 118,6 mg/l.

Considerando in esercizio **tre** (rispetto alle quattro disponibili) **vasche** di denitrificazione da 375

m<sup>3</sup> ciascuna, si hanno disponibili in totale 1.125 m<sup>3</sup>. Considerando che la concentrazione in vasca c<sub>a</sub> è di circa 3,5 kg SS/m<sup>3</sup>, ottengo un totale di solidi sospesi: 3,5 x 1.125 = 3.937,5 kg SS.

Tenuto conto che durante il periodo critico le temperature dei liquami difficilmente scendono al di sotto dei 17 °C, posso considerare una velocità di denitrificazione V<sub>den</sub> = 3 mg NO<sub>3</sub>- N/gr SSVxh

Tenuto conto, inoltre, che i solidi sospesi volatili sono pari a circa il 70% dei solidi sospesi totali, si ottiene: V<sub>den</sub> = 3x0,7x24 = 50,4 gr NO<sub>3</sub>- N/kg SSxg

Pertanto con il volume di denitrificazione disponibile è possibile denitrificare: 3.937,5x50,4/1000 = 198,45 kg NO<sub>3</sub>-N/g

L'Impianto è progettato per garantire un rendimento nell'abbattimento del BOD<sub>5</sub> superiore al 90% (Fattore di carico organico di progetto F<sub>c</sub> = 0,15 kg BOD<sub>5</sub>/kg SSxg), pertanto il BOD<sub>5</sub> da abbattere è pari a: 2.228,8x0,90 = 2.005,9 kg BOD<sub>5</sub>/g

Normalmente a questo valore può essere detratto il quantitativo eliminato nella fase di denitrificazione (1 parte di nitrato prodotto corrisponde ad 1 parte di BOD<sub>5</sub> eliminato) pari a: 198,45 kg BOD<sub>5</sub>/g

Il BOD<sub>5</sub> da nitrificare - ossidare risulta pertanto: 2.005,0 -198,45 = 1.807,5 kg BOD<sub>5</sub>/g

Considerando che: c<sub>a</sub> = 3,5 kg SS/m<sup>3</sup> e F<sub>c</sub> = 0,15 kg BOD<sub>5</sub>/kg SSxg

Si ottiene la massa di solidi sospesi necessari per degradare il carico organico influente:

MSS =1.807,5/0,15 = 12.043,6 kg SS

ed un volume minimo di nitrificazione-ossigenazione:

$$V_{\text{nit min}} = 12.049,9/3.5 = 3.442,8 \text{ m}^3 < 7.500 \text{ m}^3 \text{ (volume disponibile delle tre vasche).}$$

#### *RICIRCOLO MISCELA NITRIFICATA*

Le elettropompe esistenti in impianto sono in grado di garantire un ricircolo della miscela aerata fino a 2 volte la portata media in ingresso.

#### *CALCOLO DEL FABBISOGNO DI OSSIGENO*

Il fabbisogno complessivo di ossigeno nelle vasche è dato dalla somma di quello necessario per soddisfare la frazione carboniosa e quello necessario per la frazione azotata.

Il calcolo della richiesta di ossigeno della frazione carboniosa può essere effettuato con la formula:

$$OC = a' \cdot F_a + b' \cdot M_d$$

Dove:

F<sub>a</sub> = "cibo", ovvero BOD<sub>5</sub> abbattuto nel sistema (misurato in kg/g);

M<sub>d</sub> = massa di microrganismi presente nel sistema (misurata in kg SSV);

a' = coefficiente di ossidazione per sintesi (misurato in Kg O<sub>2</sub>/Kg BOD<sub>5</sub> abbattuto);

b' = coefficiente di assorbimento di ossigeno per respirazione endogena (misurato in kg BOD<sub>5</sub>/kg SSxg)

Per reflui urbani si ha: a' = 0,5 Kg O<sub>2</sub>/Kg BOD<sub>5</sub> e b' = 0,15 kg BOD<sub>5</sub>/kg SSxg

$$O_c = 0,5 \times 1.807,49 + 0,15 \times 3.937,5 \times 0,7 = 1.317,2 \text{ Kg O}_2/\text{g}$$

Il calcolo della richiesta di ossigeno per la nitrificazione, assumendo pari a 4,6 parti di  $O_2$  l'equivalente di una parte di  $NH_3-N$ , del 90% il rendimento di nitrificazione e pari a 15 mg/l l'azoto tollerabile nello scarico in aree sensibili ai sensi dell'allegato 5/1 del Decreto Lgs. n. 152/2006 (e quindi da trattare una quantità di azoto totale pari a 19,8 mg/l – 15 mg/l = 4,8 mg/l) ed il carico idraulico in ingresso di 892,3 mc/h (portata media oraria in ingresso), risulta:

$$O_N = 0,9 \times 4,6 \times 4,8 \times 892,3 \times 10^{-3} = 17,64 \text{ kg } O_2/h$$

$$O_N = 17,64 \times 24 = 423,29 \text{ kg } O_2/g$$

$$O_T = O_C + O_N = 1.317,2 + 423,29 = 1.740,47 \text{ kg } O_2/g$$

Una volta stimata la quantità di ossigeno che occorre fornire per l'efficiente sviluppo delle reazioni biologiche nelle più gravose condizioni di esercizio, cioè in “*condizioni operative*”, è necessario calcolare la richiesta di ossigeno corrispondente che gli apparati di aerazione devono avere in “*condizioni standard*”; cioè quelle condizioni di prova alle quali vengono riferite le prestazioni delle apparecchiature indicate dai fornitori.

Infatti, le caratteristiche funzionali dei sistemi di aerazione, sono normalmente riferite a “*condizioni standard*”, cioè condizioni di riferimento del mezzo liquido (acqua pulita) entro il quale avviene il trasferimento: di temperatura, di concentrazione di ossigeno, di pressione dell'atmosfera circostante.

Attualmente, le “*condizioni standard*” di riferimento che vengono adottate sono quelle descritte dalla A.S.C.E. (American Society of Civil Engineers) nel manuale *Measurement of Oxygen Transfer in Clean Water*. In particolare, le condizioni di prova sono le seguenti:

- mezzo liquido: acqua pulita;
- temperatura del mezzo liquido (acqua): 20°C;
- temperatura dell'aria: 20°C;
- concentrazione di ossigeno disciolto a inizio prova: 0 mg/l;
- pressione del sito di prova:  $P = 1,033 \text{ bar}$ .

Le vasche di ossidazione sono dotate di un nuovo sistema di insufflazione aria costituito da diffusori a disco 9” a bolle fini tipo XILEM SANITAIRE a membrana micro fustellata (costituiti da corpo diffusore in PVC, membrana in E.P.D.M. tipo Silver 2 con funzione di valvola di ritegno e giunti in PVC).

In particolare, in ciascuna vasca sono installati 756 diffusori, suddivisi in 6 reti con 126 diffusori ciascuna, per un totale nelle 4 vasche di 3024 diffusori.

Il sistema di adduzione è costituito da tubazioni in acciaio inox che consentono di alimentare in maniera indipendente ciascuna vasca a partire dalla batteria delle 4 soffianti che alimenta il sistema di insufflazione.

Stabilito dunque il fabbisogno di ossigeno  $O_T$  richiesto nella miscela aerata nelle effettive condizioni di funzionamento dell'impianto, è necessario calcolare la richiesta di ossigeno corrispondente che le apparecchiature di aerazione devono avere in condizioni standard  $O_T^*$ .

$$O_T^* = \frac{1.740,47 \text{ kg O}_2/\text{g}}{0,60 \cdot 0,90 \cdot \frac{(0,98 \cdot 10,75 \cdot (1,033/1,033) - 2)}{9,2} \cdot 1,024^{(20-20)}} = 3.474,2 \text{ kg O}_2/\text{g}$$

La quantità d'aria giornaliera da erogare riferita alle condizioni standard si ottiene, considerando la concentrazione dell'ossigeno nell'aria a 20 °C ( $C_a$ ) pari a 0,279 Kg/Nmc e un rendimento medio del sistema di insufflazione ( $\eta$ ) del 25%, dal seguente rapporto:

$$Q_{ARIAg} = O_T^* / (C_a \cdot \eta) = 3.474,2 / (0,279 \times 0,25) = 49.809,5 \text{ Nmc/g}$$

Valore che corrisponde ad una portata oraria  $Q_{ARIAh} = 49.809,5 / 24 = 2.075,4 \text{ Nmc/h}$

Tenuto conto che l'impianto di insufflazione è dimensionato affinché da ogni diffusore venga distribuita una portata d'aria di 4,57 Nmc/h nelle condizioni di esercizio, i 2.268 (3x756) diffusori presenti nelle tre vasche considerate in esercizio sono in grado di erogare una portata complessiva di:

$$Q_{ARIAh} = 4,57 \times 2.268 = 10.374,76 \text{ Nmc/h} > 2.075,4 \text{ Nmc/h}$$

L'impianto pertanto è abbondantemente in grado di assolvere alla corretta depurazione della portata in ingresso anche con l'apporto di sostanza organica dato dai rifiuti liquidi. Tale circostanza è evidenziata dai valori dei diversi parametri analitici rilevati costantemente entro i limiti di legge, valori che, ai sensi del Protocollo di monitoraggio, vengono costantemente comunicati a Provincia e ARPAS.

#### 1.4.10.2 Verifica della Sezione Denitrificazione - Ossidazione – Nitrificazione in condizioni di portata di punta

Il quantitativo di carico organico derivante dai rifiuti liquidi (428,05 kg/g) sommato al carico mediamente addotto all'Impianto dai reflui fognari in condizioni di punta (7.131,2 kg/g) porterebbe ad un valore di carico organico complessivo pari a 7.559,2 kg/g.

Si riporta di seguito la verifica della sezione di ossidazione-nitrificazione-denitrificazione considerando il **carico organico complessivo di 7.559,2 kg/g in condizioni di portata di punta**.

Il sedimentatore primario è progettato per una efficienza di abbattimento del BOD<sub>5</sub> in ingresso alla sezione biologica di circa il 25%.

Pertanto la portata di BOD<sub>5</sub> in ingresso alla fase biologica risulta:  $0,75 \times 7.559,2 = 5.669,4 \text{ kg BOD}_5/\text{g}$ , con una concentrazione di 118,6 mg/l.

Anche in queste condizioni di punta si effettua la verifica considerando in esercizio quattro vasche di denitrificazione da 375 m<sup>3</sup> ciascuna. Si hanno disponibili in totale 1.500 m<sup>3</sup>. Considerando che la concentrazione in vasca  $c_a$  è di circa 3,5 kg SS/m<sup>3</sup>, si ottiene un totale di solidi sospesi pari a:  $3,5 \times 1.500 = 5.250 \text{ kg SS}$ .

Tenuto conto che durante il periodo critico le temperature dei liquami difficilmente scendono al di sotto dei 17 °C, posso considerare una velocità di denitrificazione  $V_{den} = 3 \text{ mg NO}_3^- \text{ N/gr SSVxh}$

Tenuto conto, inoltre, che i solidi sospesi volatili sono pari a circa il 70% dei solidi sospesi totali, si ottiene:  $V_{den} = 3 \times 0,7 \times 24 = 50,4 \text{ gr NO}_3^- \text{ N/kg SSVxg}$

Pertanto con il volume di denitrificazione disponibile è possibile denitrificare:  $5250 \times 50,4 / 1000 = 264,6$  kg  $\text{NO}_3\text{-N/g}$

L'Impianto è progettato per garantire un rendimento nell'abbattimento del  $\text{BOD}_5$  superiore al 90% (Fattore di carico organico di progetto  $F_c = 0,15$  kg  $\text{BOD}_5/\text{kg SSxg}$ ), pertanto il  $\text{BOD}_5$  da abbattere è pari a:  $5.669,4 \times 0,90 = 5.102,5$  kg  $\text{BOD}_5/\text{g}$

Normalmente a questo valore può essere detratto il quantitativo eliminato nella fase di denitrificazione (1 parte di nitrato prodotto corrisponde ad 1 parte di  $\text{BOD}_5$  eliminato) pari a: 264,6 kg  $\text{BOD}_5/\text{g}$

Il  $\text{BOD}_5$  da nitrificare - ossidare risulta pertanto:  $5.102,5 - 264,6 = 4.837,9$  kg  $\text{BOD}_5/\text{g}$

Considerando che:  $c_a = 3,5$  kg  $\text{SS}/\text{m}^3$  e  $F_c = 0,15$  kg  $\text{BOD}_5/\text{kg SSxg}$

Si ottiene la massa di solidi sospesi necessari per degradare il carico organico influente:

$\text{MSS} = 4.837,9 / 0,15 = 32.252,4$  kg  $\text{SS}$

ed un volume minimo di nitrificazione-ossigenazione:

$V_{\text{nit min}} = 32.252,4 / 3,5 = 9215,00$   $\text{m}^3 < 10.000$   $\text{m}^3$  (volume disponibile delle quattro vasche).

#### *RICIRCOLO MISCELA NITRIFICATA*

Le elettropompe esistenti in impianto sono in grado di garantire un ricircolo della miscela aerata, pari a circa 1,5 volte la portata media in ingresso, con l'utilizzo delle elettropompe di riserva.

#### *CALCOLO DEL FABBISOGNO DI OSSIGENO*

Il fabbisogno complessivo di ossigeno nelle vasche è dato dalla somma di quello necessario per soddisfare la frazione carboniosa e quello necessario per la frazione azotata.

Il calcolo della richiesta di ossigeno della frazione carboniosa può essere effettuato con la formula:

$$\text{OC} = a' \cdot F_a + b' \cdot M_d$$

Dove:

$F_a$  = "cibo", ovvero  $\text{BOD}_5$  abbattuto nel sistema (misurato in kg/g);

$M_d$  = massa di microrganismi presente nel sistema (misurata in kg  $\text{SSV}$ );

$a'$  = coefficiente di ossidazione per sintesi (misurato in Kg  $\text{O}_2/\text{Kg BOD}_5$  abbattuto);

$b'$  = coefficiente di assorbimento di ossigeno per respirazione endogena (misurato in kg  $\text{BOD}_5/\text{kg SSxg}$ )

Per reflui urbani si ha:  $a' = 0,5$  Kg  $\text{O}_2/\text{Kg BOD}_5$  e  $b' = 0,15$  kg  $\text{BOD}_5/\text{kg SSxg}$

$$\text{O}_C = 0,5 \times 4.837,87 + 0,15 \times 5.250 \times 0,7 = 2.970,2 \text{ Kg } \text{O}_2/\text{g}$$

Il calcolo della richiesta di ossigeno per la nitrificazione, assumendo pari a 4,6 parti di  $\text{O}_2$  l'equivalente di una parte di  $\text{NH}_3\text{-N}$ , del 90% il rendimento di nitrificazione e pari a 15 mg/l l'azoto tollerabile nello scarico in aree sensibili ai sensi dell'allegato 5/1 del Decreto Lgs. n. 152/2006 (e quindi da trattare una quantità di azoto totale pari a  $19,8 \text{ mg/l} - 15 \text{ mg/l} = 4,8 \text{ mg/l}$ ), risulta:

$$\text{O}_N = 0,9 \times 4,6 \times 4,8 \times 2.501,46 \times 10^{-3} = 49,44 \text{ kg } \text{O}_2/\text{h}$$

$$O_N = 49,44 \times 24 = 1.186,66 \text{ kg O}_2/\text{g}$$

$$O_T = O_C + O_N = 2.970,2 + 1.186,66 = 4.156,85 \text{ kg O}_2/\text{g}$$

Una volta stimata la quantità di ossigeno che occorre fornire per l'efficiente sviluppo delle reazioni biologiche nelle più gravose condizioni di esercizio, cioè in “condizioni operative”, è necessario calcolare la richiesta di ossigeno corrispondente che gli apparati di aerazione devono avere in “condizioni standard”; cioè quelle condizioni di prova alle quali vengono riferite le prestazioni delle apparecchiature indicate dai fornitori.

Infatti, le caratteristiche funzionali dei sistemi di aerazione, sono normalmente riferite a “condizioni standard”, cioè condizioni di riferimento del mezzo liquido (acqua pulita) entro il quale avviene il trasferimento: di temperatura, di concentrazione di ossigeno, di pressione dell'atmosfera circostante.

Attualmente, le “condizioni standard” di riferimento che vengono adottate sono quelle descritte dalla A.S.C.E. (American Society of Civil Engineers) nel manuale *Measurement of Oxygen Transfer in Clean Water*. In particolare, le condizioni di prova sono le seguenti:

- mezzo liquido: acqua pulita;
- temperatura del mezzo liquido (acqua): 20°C;
- temperatura dell'aria: 20°C;
- concentrazione di ossigeno disciolto a inizio prova: 0 mg/l;
- pressione del sito di prova:  $P = 1,033 \text{ bar}$ .

Le vasche di ossidazione sono dotate di un nuovo sistema di insufflazione aria costituito da diffusori a disco 9” a bolle fini tipo XILEM SANITAIRE a membrana micro fustellata (costituiti da corpo diffusore in PVC, membrana in E.P.D.M. tipo Silver 2 con funzione di valvola di ritegno e giunti in PVC).

In particolare, in ciascuna vasca sono installati 756 diffusori, suddivisi in 6 reti con 126 diffusori ciascuna, per un totale nelle 4 vasche di 3024 diffusori.

Il sistema di adduzione è costituito da tubazioni in acciaio inox che consentono di alimentare in maniera indipendente ciascuna vasca a partire dalla batteria delle 4 soffianti che alimenta il sistema di insufflazione.

Stabilito dunque il fabbisogno di ossigeno  $O_T$  richiesto nella miscela aerata nelle effettive condizioni di funzionamento dell'impianto, è necessario calcolare la richiesta di ossigeno corrispondente che le apparecchiature di aerazione devono avere in condizioni standard  $O_T^*$ .

$$O_T^* = \frac{4.156,85 \text{ kg O}_2/\text{g}}{0,60 \cdot 0,90 \cdot \frac{(0,98 \cdot 10,75 \cdot (1,033/1,033) - 2)}{9,2} \cdot 1,024^{(20-20)}} = 8.297,6 \text{ kg O}_2/\text{g}$$

La quantità d'aria giornaliera da erogare riferita alle condizioni standard si ottiene, considerando la concentrazione dell'ossigeno nell'aria a 20 °C ( $C_a$ ) pari a 0,279 Kg/Nmc e un rendimento medio del sistema di insufflazione ( $\eta$ ) del 25%, dal seguente rapporto:

$$Q_{ARIAg} = O_T^* / (C_a \cdot \eta) = 8.297,6 / (0,279 \times 0,25) = 118.962,6 \text{ Nmc/g}$$

Valore che corrisponde ad una portata oraria  $Q_{ARIAh} = 118.962,6 / 24 = 4.956,8 \text{ Nmc/h}$

Tenuto conto che l'impianto di insufflazione è dimensionato affinché da ogni diffusore venga distribuita una portata d'aria di 4,57 Nmc/h nelle condizioni di esercizio, i 3024 diffusori presenti nelle quattro vasche considerate in esercizio sono in grado di erogare una portata complessiva di:

$$Q_{ARIAh} = 4,57 \times 3024 = 13.819,68 \text{ Nmc/h} > 4.956,8 \text{ Nmc/h}$$

L'impianto pertanto è in grado di assolvere alla corretta depurazione della portata di punta in ingresso con un buon margine di sicurezza.

--- oOo ---

Le verifiche appena riportate dimostrano che il trattamento dei rifiuti liquidi **risulta ampiamente compatibile** con la capacità di abbattimento del BOD<sub>5</sub> da parte del processo depurativo.

Si evidenzia, inoltre, che l'impianto è dotato di due vasche di accumulo dei rifiuti liquidi, collegate ad un impianto di pretrattamento (filtrococlea) della potenzialità di 100 mc/ora, che consentono di ridurre considerevolmente l'impatto dei rifiuti liquidi sul processo depurativo.

La filtrococlea di pretrattamento è installata su un massetto in calcestruzzo armato con rete elettrosaldata, configurato con pendenze opportune e dotato di sistema di raccolta dei liquami che accidentalmente potrebbero essere persi dagli autospurgo nelle operazioni di attacco/vuotamento.

L'impianto di pretrattamento agisce in tre fasi: estrazione dei solidi dal refluo, compattazione e disidratazione. L'autospurgo viene collegato mediante un attacco rapido alla macchina ed il funzionamento successivo è automatico, comandato da un quadro elettrico. L'ingresso del liquido nel cassone è controllato da un sistema di sensori che, in funzione del livello liquido nello stesso cassone, attivano la coclea che effettua il sollevamento. Nella coclea avviene la compattazione e l'eventuale lavaggio delle sabbie e del vaglio, che, una volta trattati, vengono scaricati su un cassone per poi essere smaltiti.

La parte liquida, dopo la filtrazione, viene invece convogliata in una delle due vasche adiacenti. Tali vasche, della capacità volumetrica netta di circa 100 mc ciascuna, sono realizzate in cemento armato e parzialmente interrato.

Nelle vasche avviene un primo trattamento di equalizzazione ed ossigenazione: equalizzazione – ossigenazione per effetto di n. 1 Flow-jet ubicato all'interno di ciascuna vasca. strippaggio di sostanze volatili per effetto della agitazione forzata del Flow – jet ubicati all'interno delle vasche.

Per mezzo di due elettropompe sommerse i rifiuti liquidi stoccati nelle vasche vengono prelevati ed inviati al trattamento depurativo con immissione nella vasca del sollevamento iniziale, dosando la portata nell'arco delle 24 ore per non determinare all'impianto picchi di portata idraulica e/o punte di carico organico. In questo modo i rifiuti liquidi vengono distribuiti in maniera omogenea sui reflui che affluiscono all'impianto di depurazione limitando l'impatto sul processo depurativo.

#### 1.4.11 IMPIANTO FOTOVOLTAICO



Presso l'impianto di Depurazione Consortile, nel tetto del capannone nel quale è alloggiata la nastropressa A (*Vedi fabbricato riportato nella Tav. 19*), è installato un impianto fotovoltaico della potenza di 10 kW utile per contenere i consumi energetici.

Un altro impianto verrà installato nella tettoia del nuovo impianto di trattamento dei rifiuti liquidi (*Vedi All.to A\_Planimetria ricostruzione storica impianto di depurazione*), al fine di non modificare la sagoma della tettoia, i moduli fotovoltaici saranno montati, così da risultare complanari al manto di copertura, mantenendo la stessa inclinazione della falda. Inoltre, la distanza tra la superficie dei moduli e la superficie di copertura sarà ridotta al minimo indispensabile utilizzando dei profili di alluminio di piccola sezione. I moduli, quindi, non sporgeranno rispetto alle falde di copertura.

La superficie complessiva del campo fotovoltaico è di circa 130,00 mq. L'impianto sarà realizzato mediante l'accostamento di circa 50 pannelli fotovoltaici delle dimensioni di circa 2,30 m x 1,10 m, ciascuno con una Potenza di Picco pari a 600 W, per una Potenza complessiva di circa 30,00 kW.

Le canalizzazioni saranno realizzate per un tratto sulla copertura con passerelle metalliche a filo e, per le discese, con canale metalliche ancorate ai pilastri in acciaio ed opportunamente verniciate.

I Quadri Elettrici e i gruppi di conversione saranno posizionati in uno spazio appositamente ricavato al di sotto della tettoia in posizione tale da poter contenere agevolmente tutte le apparecchiature.

## 1.5 COSTO DEL PROGETTO

L'impianto di depurazione è un'opera pubblica interamente realizzata con finanziamenti pubblici.

Poiché l'impianto è stato realizzato a partire dai primi anni '80 ed ha subito vari interventi di ampliamento e ammodernamento tecnologico nel tempo, non è possibile fornire un costo del progetto attuale.

La parte di Impianto realizzata negli anni dal 1979 a 1992 è stata finanziata con investimenti pubblici provenienti dalla "Cassa per il mezzogiorno". L'importo attualizzato rinvenibile nel bilancio del Consorzio è pari a € 3.810.867,60 e tale costo è stato interamente ammortizzato. Il Consorzio ha poi effettuato nel periodo dal 2018 al 2021 ulteriori investimenti, sempre con fondi pubblici, il cui valore ammonta a € 228.115,88.

Forniture e lavorazioni	Importo (I.e.)
Impianto dal 1979 al 1992	3.810.867,60 €
Macchinari dal 2018 al 2021	228 115,88 €

Gli ampliamenti effettuati dall'ESAF tra la fine degli anni '90 e l'inizio degli anni 2000 sono stati finanziati con fondi della Regione Sardegna gestiti direttamente da ESAF.

Anche gli interventi di revamping eseguiti tra il 2012 e il 2017 a cura della Società Abbanoa SpA sono stati finanziati con fondi della Regione Sardegna gestiti direttamente da Abbanoa SpA.

Per quanto appena esposto non è possibile compilare l'All.to C2 Calcolo Oneri istruttori Opera Pubblica.

Inoltre, essendo il Proponente un Consorzio Industriale composto dalla Provincia di Oristano e dai Comuni di Oristano e Santa Giusta, nonché l'intero impianto oggetto della presente Verifica ex-post un'opera pubblica interamente finanziata con fondi pubblici statali e regionali, a termini dell'art. 6 dell'All.to C1 della Delibera 11-75 del 24.03.2021, non è dovuto il contributo ex art. 33 del D.Lgs. 152/2006.

Solamente l'intervento di realizzazione dell'Impianto chimico-fisico è previsto con fondi di bilancio del Consorzio appositamente stanziati e per esso è stato già versato il contributo ex art. 33 del D.Lgs. 152/2006.

## **2 INQUADRAMENTO NELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE NAZIONALE REGIONALE E COMUNALE**

Nel presente paragrafo si terrà conto dei seguenti atti di programmazione e di pianificazione:

- Piani di settore e di coordinamento;
- Piani di area vasta;
- Strumenti urbanistici locali.

Tra questi:

- il P.P.R. (Piano Paesaggistico Regionale) della Sardegna;
- il P.U.C. (Piano Urbanistico Comunale) del Comune di Santa Giusta;
- Il P.R.T.C. (Piano Regolatore Territoriale Consortile).

Inoltre si sono presi in esame:

- Decreti Assessoriali P.I. 23.12.1985 (N°2997-3012) "Galassini" (Vincolo di non trasformabilità);
- Zone classificate "H" (di rispetto paesaggistico, ambientale, morfologico,...) dagli strumenti urbanistici comunali;
- Decreto Assessoriale n° 2266/U del 1983 (Decreto Floris);
- L.R. 45/89 (Legge Urbanistica Regionale);
- Il Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI), legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6, ter D.L. 180/98.
- Piano Regionale dei Traporti;
- Piano Sanitario regionale.

Interazioni dell'opera con le norme ambientali:

- Parchi, riserve, monumenti naturali, aree di particolare rilevanza naturalistica e ambientale di cui alla L.R. 7/06/1989, n°3 e L.R. 31/1989;
- Aree naturali protette, di cui alla L. 06/12/1991 n°394;
- Siti di importanza comunitaria proposti ai sensi della Direttiva 92/43 CEE e del D.P.R. 08/09/1997 n°357;
- Zone di protezione speciale con presenza di specie di interesse prioritario ai sensi della Direttiva 79/409/CE e D.P.R. 08/09/1997 n°357;
- Zone umide di importanza internazionale ai sensi della Convenzione di Ramsar di cui al D.P.R.13/03/1976 n°448.

- Beni culturali e paesaggistici sottoposti a tutela ai sensi del “Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n°42 e s.m.i. “Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell’articolo 10 della Legge 6 Luglio 2002, n°137”, noto Codice Urbani.

L’attività non ricade in alcuna ZPS, SIC, Zona umida d’importanza internazionale. Le ZPS (Zone di Protezione Speciale) “Stagno di Pauli Maiori” e “Stagno S’Ena Arrubia” e i SIC (Sito Interesse Comunitario) “Sassu – Cirras”, “Stagno di Pauli Maiori di Oristano”, “Stagno S’Ena Arrubia e territori limitrofi” e “Stagno di S. Giusta” non hanno alcun rapporto con le attività dell’impianto.

Per l’attività in oggetto non si riscontrano interazioni con:

- Zone di vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. n°3267/23 e del PAI (Piano Assetto Idrogeologico), legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6, ter D.L. 180/98.
- Fasce di rispetto di sorgenti o captazioni idriche, D.P.R. 236/88 e s.m.i.
- Zone vincolate agli usi militari.

Zone di rispetto di infrastrutture:

- Strade: D.M. 140/68, L. 717/65
- Ferrovie: D.P.R. 753/80
- Aeroporti: R.D.L.327/42
- Aree cimiteriali: R.D. 1265/34
- Zone percorse da incendi: Legge 21 novembre 2000, n° 353 (Legge-quadro in materia di incendi boschivi) e Deliberazione della Giunta 23 Ottobre 2001 n° 36/46 (Pubblicato nel BURAS n°37 del 15/12/01) - Atto di indirizzo interpretativo e applicativo dei divieti, prescrizioni e sanzioni contenuti negli articoli 3 e 10 della Legge 21 novembre 2000, n° 353 (Legge-quadro in materia di incendi boschivi).
- Zone con vincolo paesaggistico ai sensi del R.D. 1497/39 di cui al D.M. 30.11.1965, successivamente rettificato con D.M. 10.01.1968.
- Beni culturali e paesaggistici sottoposti a tutela ai sensi del “Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n°42 e s.m.i. “Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell’articolo 10 della Legge 6 Luglio 2002, n°137”, noto Codice Urbani.

## **2.1 INDIRIZZI DI TUTELA DEL PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE (P.P.R.)**

Il piano paesaggistico della Regione Sardegna, approvato il 05.09.2006 con deliberazione della Giunta Regionale n.36/7, in ossequio all’art 135 Decreto Legislativo n° 42 del 22.01.2004 (Codice dei beni culturali e del paesaggio), è costituito:

- a) dalle relazioni (Introduttiva, Comitato Scientifico, Tecnica Generale);
- b) dalle Norme Tecniche di Attuazione;
- c) dalle Schede d’ambito (27 schede, una per ogni ambito);
- d) dalla cartografia per i territori costieri (27 carte, una per ogni ambito più la legenda);
- e) dalla cartografia per i territori non costieri (38 carte, una per ogni territorio);
- f) dalle tavole di sintesi.

Gli ambiti che “delineano il paesaggio costiero e che aprono alle relazioni con gli ambiti di paesaggio interni in una prospettiva unitaria di conservazione attiva del paesaggio ambiente della regione.

Gli ambiti di paesaggio sono stati individuati, sia in virtù dell'aspetto, della 'forma' che si sostanzia in una certa coerenza interna, la struttura, che ne rende la prima riconoscibilità, sia come luoghi di interazione delle risorse del patrimonio ambientale, naturale, storico-culturale e insediativo, sia come luoghi del progetto del territorio orientato alla conservazione del patrimonio.

Pertanto la perimetrazione degli ambiti, rappresentati in cartografia, non tiene conto dei confini amministrativi e come già detto, tali ambiti includono territori ubicati ben oltre la fascia dei 2.000 m dalla battigia marina.

A ciascun ambito corrisponde una scheda descrittiva e una carta grafica.

Nel **Piano Paesaggistico Regionale** l'area oggetto di intervento rientra nell' "**Ambito n° 9 – Golfo di Oristano**"

Il P.P.R. suddivide l'Assetto territoriale in:

- assetto Ambientale;
- assetto Storico-culturale;
- nell'assetto Insediativo.

Le Norme Tecniche di Attuazione, inoltre, caratterizzano i Beni Paesaggistici e le Componenti di Paesaggio secondo la **Categoria** di appartenenza e gli **Elementi Costitutivi**.

Per quanto attiene all'**Assetto Insediativo** il sito oggetto del presente Studio ricade all'interno della **Grande Area Industriale** secondo le seguenti definizioni:

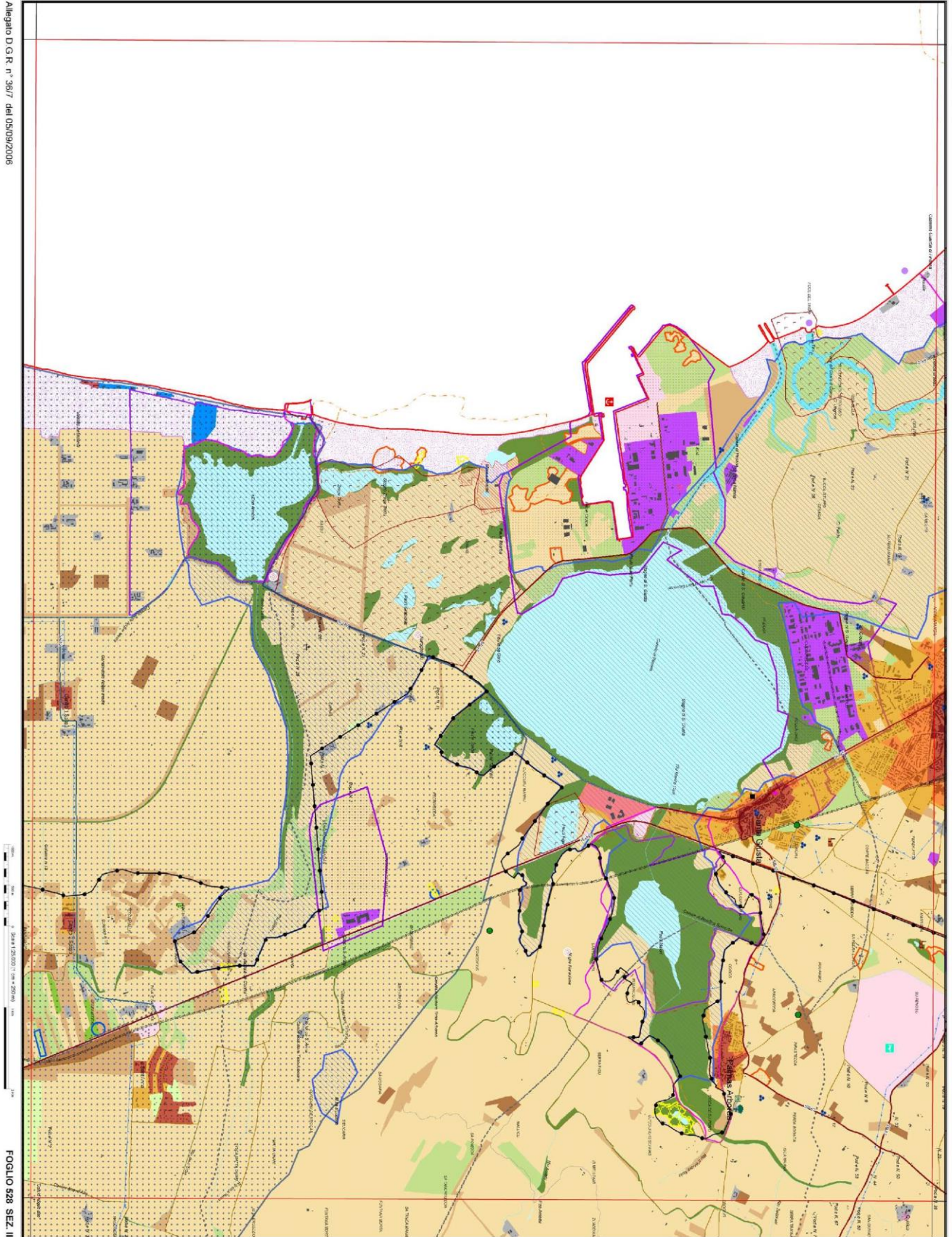
Beni Paesaggistici o Componenti di Paesaggio	<b>Insedimenti Produttivi;</b>
Categorie	<b>Insedimenti Produttivi a carattere Industriale, artigianale e commerciale.</b>
Elementi costitutivi	<b>Grandi Aree Industriali, Insedimenti Produttivi minori a carattere Industriale, artigianale, commerciale e attività produttive isolate.</b>
Voce Legenda P.P.R.	<b>Grandi Aree Industriali</b>

Per quanto attiene all'**Assetto Ambientale** il Lotto di Terreno come sopra identificato nelle Planimetrie Allegate ricade all'interno delle **Zone Umide** secondo le seguenti definizioni:

Beni Paesaggistici o Componenti di Paesaggio	<b>Beni Paesaggistici Ambientali (ex Art. 143 D.Lgs n° 42/2004);</b>
Categorie	<b>Zone Umide, Laghi naturali ed invasi artificiali e territori contermini in una fascia della profondità di 300 m dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;</b>
Elementi costitutivi	<b>Zone Umide costiere (Stagni, lagune, saline, foci di fiumi non ricadenti nelle aree naturali</b>
Voce Legenda P.P.R.	<b>Zone Umide Costiere</b>

Per quanto attiene l'**Assetto Storico Culturale** il sito oggetto del presente Studio non rientra fra le categorie di Beni Paesaggistici e Identitari e non interferisce con alcuni di essi presenti nel territorio ed individuati nella Cartografia del P.P.R.

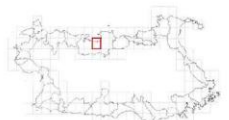




Allegato D.G.R. n° 36/7 del 05/09/2008

FOGLIO 528 SEZ. II

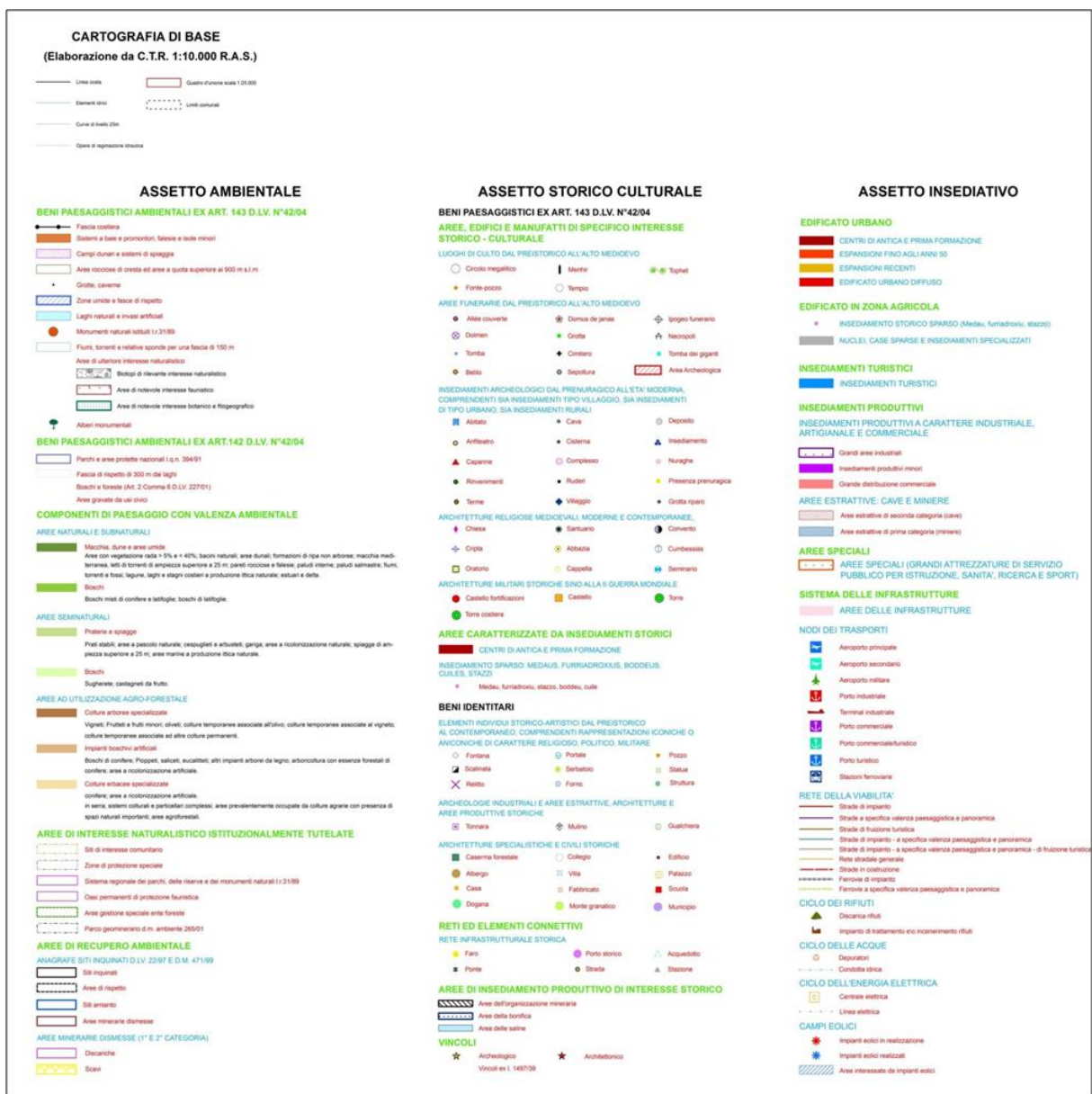
Ambito n. 9 Golfo di Oristano



Quadro d'insieme

514 III	514 II	515 III
528 IV	528 I	529 IV
528 III	528 II	529 III
538 IV	538 I	539 IV
538 III	538 II	539 III





## 2.2 INDIRIZZI DI TUTELA DEL PIANO REGOLATORE DEL NUCLEO INDUSTRIALE ORISTANO

Nel Piano Regolatore del Nucleo Industriale l'area oggetto di intervento ricade all'interno di una Zona destinata a "Servizi Tecnici". Per tali zone le relative Norme di Attuazione all'art. 9 (Opere puntuali - Zona Servizi Generali e Centro Direzionale - Servizi Sociali - Servizi Tecnici) prevedono specificatamente:

"In tali zone sono ammesse soltanto costruzioni attinenti alla specifica destinazione dell'area, così come definito nella zonizzazione della cartografia allegata.

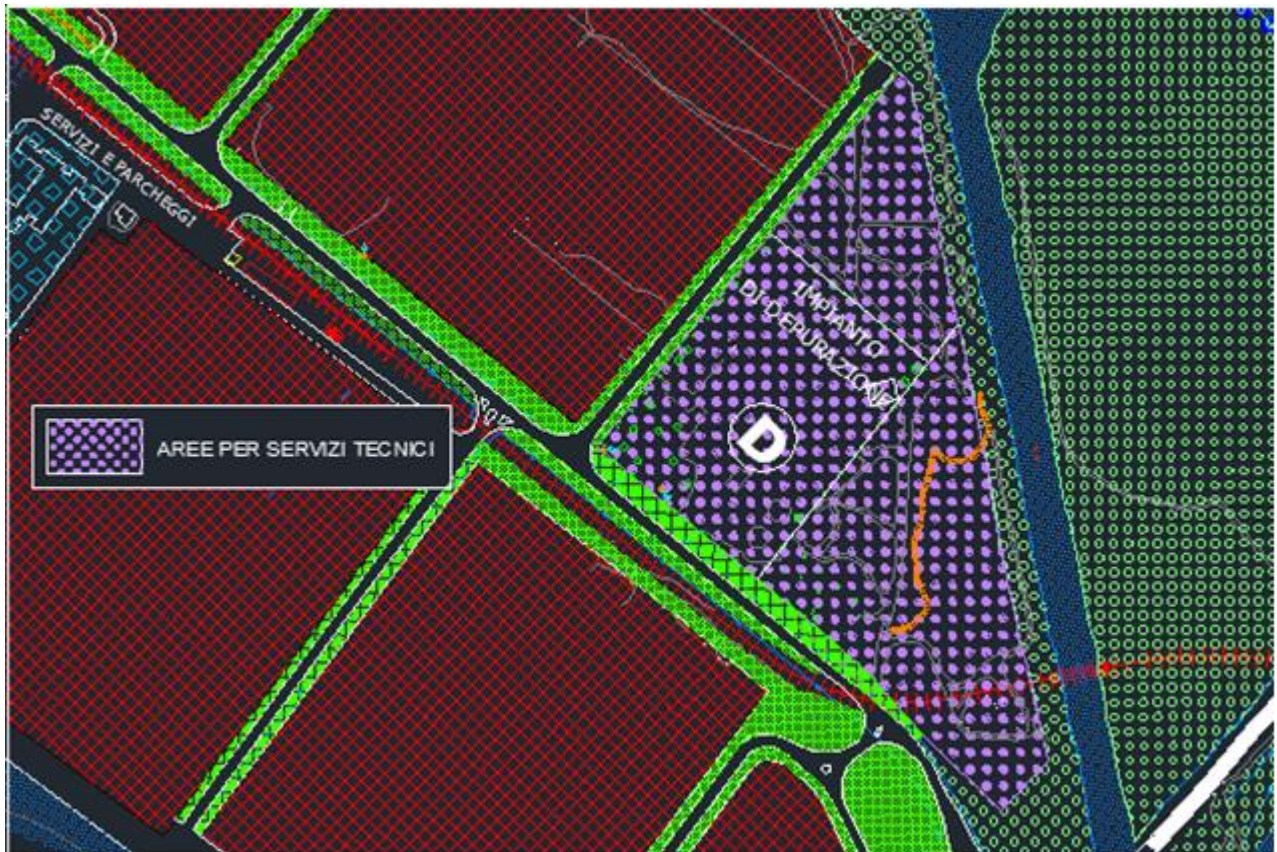
Come locali ad uso abitazione sono consentiti soltanto gli alloggi di servizio per custodi e per il personale addetto ai servizi consorili, la cui presenza in loco sia ritenuta indispensabile, con le caratteristiche dimensionali di cui al precedente Art. 6.

Gli edifici saranno posti a distanza dai limiti dal confine del lotto pari almeno a metà della propria altezza e, comunque, non inferiore a 5,00 m.

In queste zone le distanze di rispetto degli edifici e degli impianti dal bordo esterno della sede stradale saranno di almeno 10,00 m.

L'Indice di Fabbricabilità Fondiaria non potrà in ogni caso superare i 3 mc/mq.

Il Rapporto di Copertura non deve essere superiore ad 1/3.”

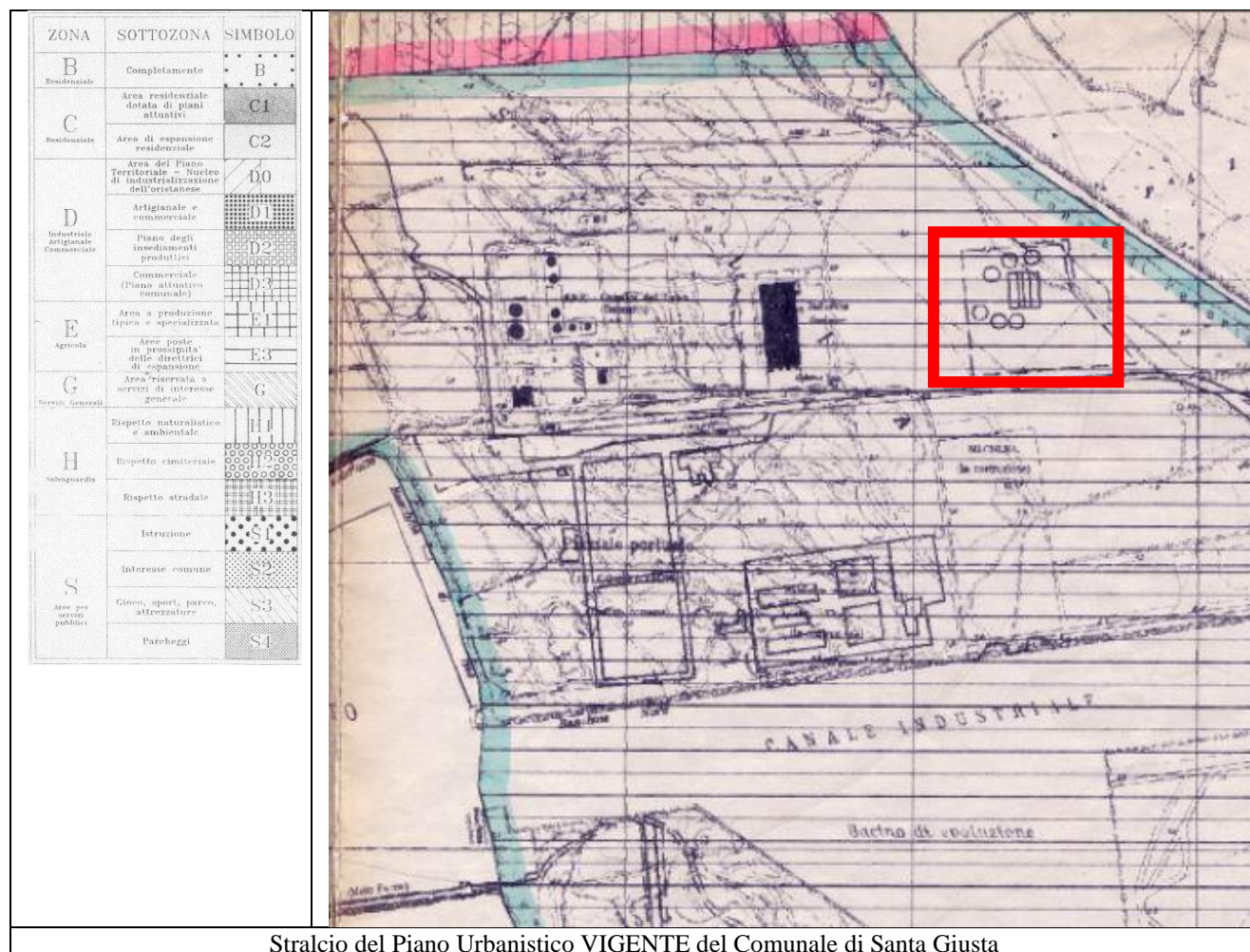


## **2.3 INDIRIZZI DI TUTELA DEL PIANO REGOLATORE DEL COMUNE DI SANTA GIUSTA**

Nel Piano Regolatore del Comune di Santa Giusta l'area oggetto di intervento ricade all'interno della Zona "D", Sottozona "D0" per la quale le Norme di Attuazione all'art. 14 prevedono specificatamente:

“È la zona industriale ricadente nel litorale dei Comuni di Oristano e di Santa Giusta per la quale si applicano le Norme del Piano Regolatore Territoriale del Consorzio per il Nucleo di Industrializzazione dell'Oristanese .....





Stralcio del Piano Urbanistico VIGENTE del Comunale di Santa Giusta

### 3 INQUADRAMENTO PAESAGGISTICO E NATURALISTICO DELL'AREA D'INTERVENTO

Il paesaggio è la particolare fisionomia di un territorio determinata dalle sue caratteristiche fisiche, antropiche, biologiche ed etniche; ed è imprescindibile dall'osservatore e dal modo in cui viene percepito e vissuto.

Il paesaggio, oltre ad essere oggetto di studio in differenti ambiti di ricerca, è esposto a significati talmente ampi, variegati e molteplici, da rendere arduo qualsiasi tentativo di circoscrizione. Tuttavia è parere concorde che alla sua caratterizzazione concorrano unitamente gli elementi naturali e antropici che ne determinano la percezione.

Essendo costituito da una multiformità di elementi il paesaggio rappresenta una componente ambientale in continua evoluzione in cui agli elementi naturali che evolvono lentamente si affiancano i segni antropici a più rapida modificazione.

Il paesaggio, pertanto, in quanto bene culturale di interesse collettivo, va considerato tra gli elementi da tutelare sia in qualità di elemento percettivo estetico-visivo, sia per il suo legame alla memoria storica e all'evoluzione del territorio che mantiene e evidenzia i segni delle modificazioni naturali e di quelle dovute agli usi e attività pregresse.

L'area oggetto della presente Studio è all'interno della Provincia di Oristano all'interno dell'Agglomerato Industriale di Oristano in Comune di Santa Giusta.

La caratteristica peculiare dell'area di intervento è senz'altro la presenza di zone umide stagnali e palustri di rilevante interesse naturalistico, che, nonostante le modificazioni antropiche introdotte, risultano particolarmente significative dal punto di vista ambientale come habitat di singolari specie vegetazionali e faunistiche.

Queste sono in primo luogo lo Stagno di Santa Giusta e i bacini ad esso attigui, quali il Pauli Maiori, Pauli Figu, Pauli Tabentis, Pauli Tonda e dei numerosi stagni interdunali di Cirras, quali lo Stagno di Zugru Trottu, Pauli Grabiolas e altri bacini lacustri minori.

Lo Stagno di Santa Giusta ha dimensioni di circa 800 ettari, separato dal mare da un largo cordone litorale sabbioso che, in parte, rappresenta veri e propri corpi dunari. Tramite brevi e stretti canali lo Stagno è direttamente collegato con quelli di Pauli Maiori e Pauli Figu, rispettivamente aventi superficie di 40 e 12 ettari. La profondità delle acque salmastre o palustri di queste zone umide varia da pochi centimetri a circa 1,20 m ed il fondale risulta prevalentemente fangoso e, solo in minima parte, sabbioso. Lo Stagno di Santa Giusta non ha immissari diretti ma riceve le acque che confluiscono prima nel Pauli Maiori tramite il Rio Merd'e Cani. Fino al 1952 il Canale di Pesaria, prossimo al sito di intervento, che si innesta dopo un tragitto di circa 3 km all'ultimo tratto della foce del Fiume Tirso, era l'unico collegamento dello stagno con il mare del Golfo di Oristano, e risultava spesso interrato e, conseguentemente, motivo di interruzione del ricambio di acqua.

L'esigenza di assicurare un'adeguata ossigenazione della zona umida, in particolare quando fino la fine del 1970 poteva ancora vantare una rilevante pescosità, ha portato allo sfruttamento e adeguamento della sezione di uno sbocco diretto a mare che si diparte in prossimità della darsena del porto industriale e che fu realizzato artificialmente per consentire l'accesso allo stagno di una draga necessaria per l'esecuzione di alcuni lavori di approfondimento e bonifica.

La costa che delimita verso Ovest, nel Golfo di Oristano, il territorio di Santa Giusta è bassa ed è costituita dalle sabbie della spiaggia di Cirras e dalle dune oloceniche e attuali; nella zona retrocostiera, tra i numerosi bacini lacustri sopracitati, affiorano lembi dei depositi sabbiosi dunari parzialmente cementati di probabile età tardo wurmiana. Si tratta di elementi di un'ambiente naturale costiero profondamente modificato dall'intervento antropico, soprattutto a seguito dell'attività estrattiva e della costruzione e ampliamento del porto industriale di Oristano, ma che sono ancora testimonianza di passati eventi climatici che hanno interessato, unitamente ad un contesto più ampio, anche questo settore della Sardegna.

Come evidente da quanto meglio precisato nei paragrafi seguenti, non sussistono sull'area interessata vincoli di carattere paesaggistico, idrogeologico, archeologico o militare.

### **3.1 MORFOLOGIA**

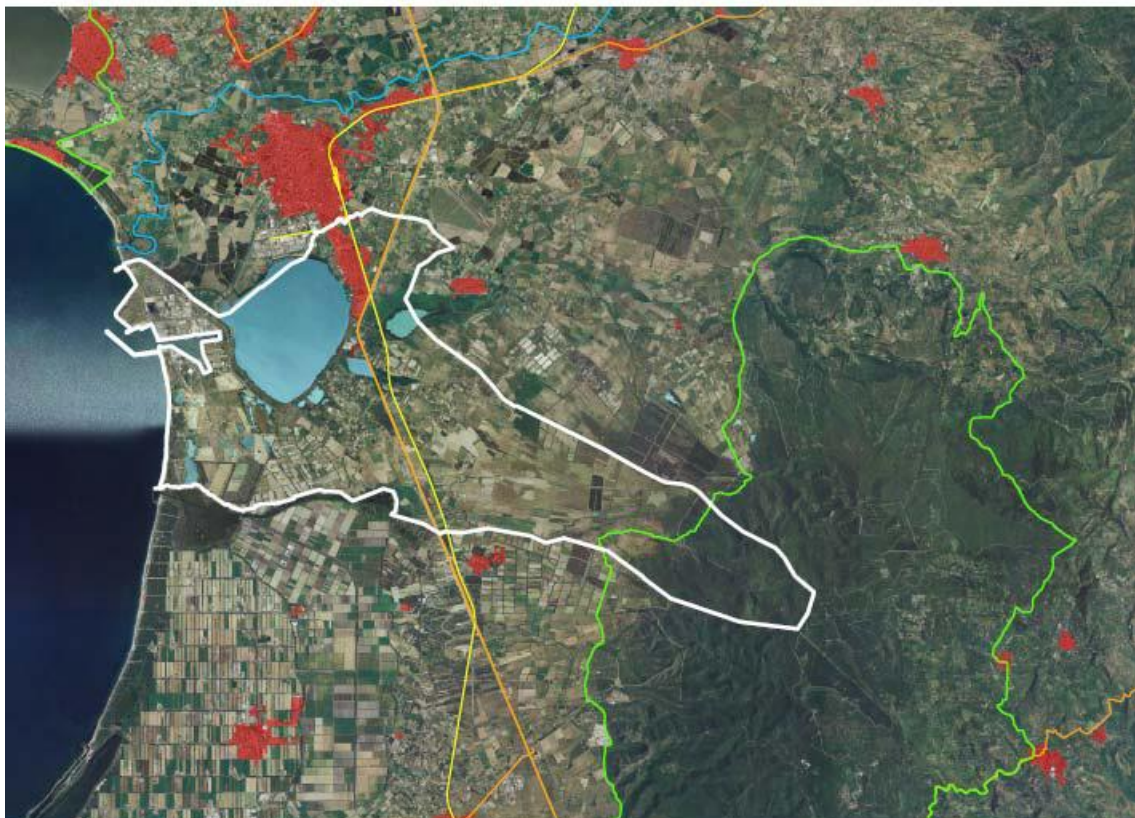
Santa Giusta è un Comune della provincia di Oristano in Sardegna; ha una popolazione pari a circa 4.850 abitanti, la sua estensione territoriale è di 69,17 km<sup>2</sup> e l'altitudine media è di 10 m sul livello del mare.





Il territorio di Santa Giusta si estende dal mare, il cui affaccio occupa il settore centrale del Golfo di Oristano, verso l'interno fino al Monte Arci che, sebbene nel suo insieme presenti una orografia modesta, diviene invece significativa nel contesto in esame perché messo in relazione alla ampia zona pianeggiante che si protrae verso il mare attraverso una importante zona umida.

L'immagine seguente raffigura la porzione del comune di Santa Giusta nel contesto d'area vasta; con diversi colori e campiture, oltre al limite comunale, sono stati evidenziati le aree umide, le aree urbanizzate, la S.S. 131 e la tratta ferroviaria SS-CA, il limite del Parco Naturale del Monte Arci (così come delimitato nella L.R. 31/89) ed il corso del Fiume Tirso, con la sua foce poco a nord del limite comunale.



### 3.2 INQUADRAMENTO VEGETAZIONALE

Gli aspetti vegetazionali sono stati desunti dal PFAR, Piano Forestale Ambientale Regionale, quale strumento quadro di indirizzo, finalizzato alla pianificazione, programmazione e gestione del territorio forestale e agroforestale regionale.

Il distretto 15 – Sinis-Arborea si estende nel sottosettore biogeografico Oristanese (settore Campidanese) e si caratterizza per la morfologia tipicamente sub-pianeggiante e basso collinare, con rilievi che solo nella parte settentrionale, sulle pendici basaltiche del Montiferru, tendono ad elevarsi oltre i 200 m. Il distretto, nelle aree non urbanizzate e industrializzate, è ampiamente utilizzato per le colture agrarie estensive ed intensive (sia erbacee che legnose) e per le attività zootecniche. La vegetazione forestale è praticamente assente e confinata nelle aree più marginali per morfologia e fertilità dei suoli. Le formazioni forestali, quando rilevabili, sono costituite prevalentemente da cenosi di degradazione delle formazioni climaciche e, localmente, da impianti artificiali.

Le zone alluvionali pleistoceniche dalla parte centro-orientale (verso le pendici del Monte Arci) e meridionale del distretto (territori di Arborea, Terralba e S. Nicolò Arcidano), presentano la potenzialità per la serie sarda, termo-mesomediterranea, della sughera. Queste formazioni, comprendenti la subassociazione tipica *quercetosum suberis* e la subassociazione *ramnetosum alaterni*, sono caratterizzate da mesoboschi a *Quercus suber* con *Q. ilex*, *Viburnum tinus*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phillyrea latifolia*, *Mirtus communis* subsp. *communis* e *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*.

Lo strato erbaceo è caratterizzato da *Gallium scabrum*, *Cyclamen repandum* e *Ruscus aculeatus*. Poco presente a causa dell'elevata antropizzazione e utilizzazione agricola dei suoli, la serie si sviluppa sempre in ambito bioclimatico Mediterraneo pluvistagionale oceanico, con condizioni termo- ed ombrotropiche variabili dal termomediterraneo superiore subumido inferiore al mesomediterraneo inferiore subumido superiore. La vegetazione forestale è spesso sostituita da formazioni arbustive riferibili all'associazione *Erica arborea-Arbutetum unedonis* e da garighe a *Cistus monspeliensis* e *Cistus salvifolius*, alle quali seguono prati stabili emicriptofitici della classe *Poetea bulbosae* e pratelli terofitici riferibili alla classe *Tuberarietea guttatae*.

Gli ambiti ripariali e planiziali del distretto con riferimento soprattutto ai bacini del Tirso, del Rio Mogoro e del Flumi Mannu, sono caratterizzati dalla presenza del geosigmeto mediterraneo occidentale edafoigrofilo e/o planiziale eutrofico, con mesoboschi edafoigrofili caducifogli costituiti da *Populus alba*, *Ulmus minor* e *Salix* sp. pl. Queste formazioni hanno una struttura generalmente bistratificata, con strato erbaceo variabile in funzione del periodo di allagamento e strato arbustivo spesso assente o costituito da arbusti spinosi. Le condizioni bioclimatiche sono di tipo Mediterraneo pluvistagionale oceanico, con termotipi variabili dal termomediterraneo superiore al mesomediterraneo inferiore. I substrati sono caratterizzati da materiali sedimentari fini, prevalentemente limi e argille parzialmente in sospensione, con acque ricche di carbonati, nitrati e, spesso, in materia organica, con possibili fenomeni di eutrofizzazione. Gli stadi della serie sono disposti in maniera spaziale procedendo in direzione esterna rispetto ai corsi d'acqua. Generalmente si incontrano delle boscaglie costituite da *Salix* sp. pl., *Rubus ulmifolius*, *Tamarix* sp. pl. ed altre fanerofite cespitose quali *Vitex agnus-castus* e *Nerium oleander*. Più esternamente sono poi presenti popolamenti elofitici e/o elofito-rizofitici inquadrabili nella classe *Phragmito-Magnocaricetea*.

In tutta la piana di Arborea, oggetto delle bonifiche del secolo scorso, ma anche nei settori planiziali prossimi alle foci dei principali fiumi, nonché in numerose depressioni salate presenti nella piana del Cirras e territori limitrofi, la tipologia di vegetazione potenziale è data dal geosigmeto mediterraneo, edafoigrofilo, subalofilo dei tamerici con microboschi parzialmente caducifogli, caratterizzati da uno strato arbustivo denso ed uno strato erbaceo assai limitato, costituito prevalentemente da specie rizofitiche e giunchiformi. Tali tipologie vegetazionali appaiono dominate da specie del genere *Tamarix*. Le condizioni bioclimatiche e le caratteristiche

delle acque correnti sono assimilabili a quelle del geosigmeto edafogrofilo precedente. Gli stadi della serie sono disposti in maniera spaziale procedendo in direzione esterna rispetto ai corsi d'acqua. Generalmente si incontrano dei mantelli costituiti da popolamenti elofitici e/o eolfito-rizofitici inquadrabili nell'ordine *Scirpetalia compacti* e nell'ordine *Juncetalia maritimi*. Gli aspetti erbacei in contatto con tali tipologie vegetazioni, quando presenti, sono riferibili alla classe *Saginetea maritima*.

Rivestono notevole importanza le formazioni delle zone umide costiere (stagni di S. Giusta e S'Ena Arrubia, stagno di Cabras, stagni di Sale 'e Porcus e Is benas), caratterizzate dalla presenza di comunità vegetali specializzate su suoli generalmente limoso-argillosi, scarsamente drenanti, allagati per periodi più o meno lunghi da acque salate. È presente una tipica articolazione catenale del geosigmeto alofilo sardo delle aree salmastre, degli stagni e delle lagune costiere con tipologie vegetazionali disposte secondo gradienti ecologici determinati prevalentemente dai periodi di inondazione e/o sommersione, dalla granulometria del substrato e dalla salinità delle acque (*Ruppietia*, *Thero-Suaedetia*, *Saginetia maritima*, *Salicornietia fruticosae*, *Juncetia maritimi*, *Phragmito-magnocerietia*).



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PIANO FORESTALE AMBIENTALE REGIONALE

Tav. 3 CARTA DELLE SERIE DI VEGETAZIONE

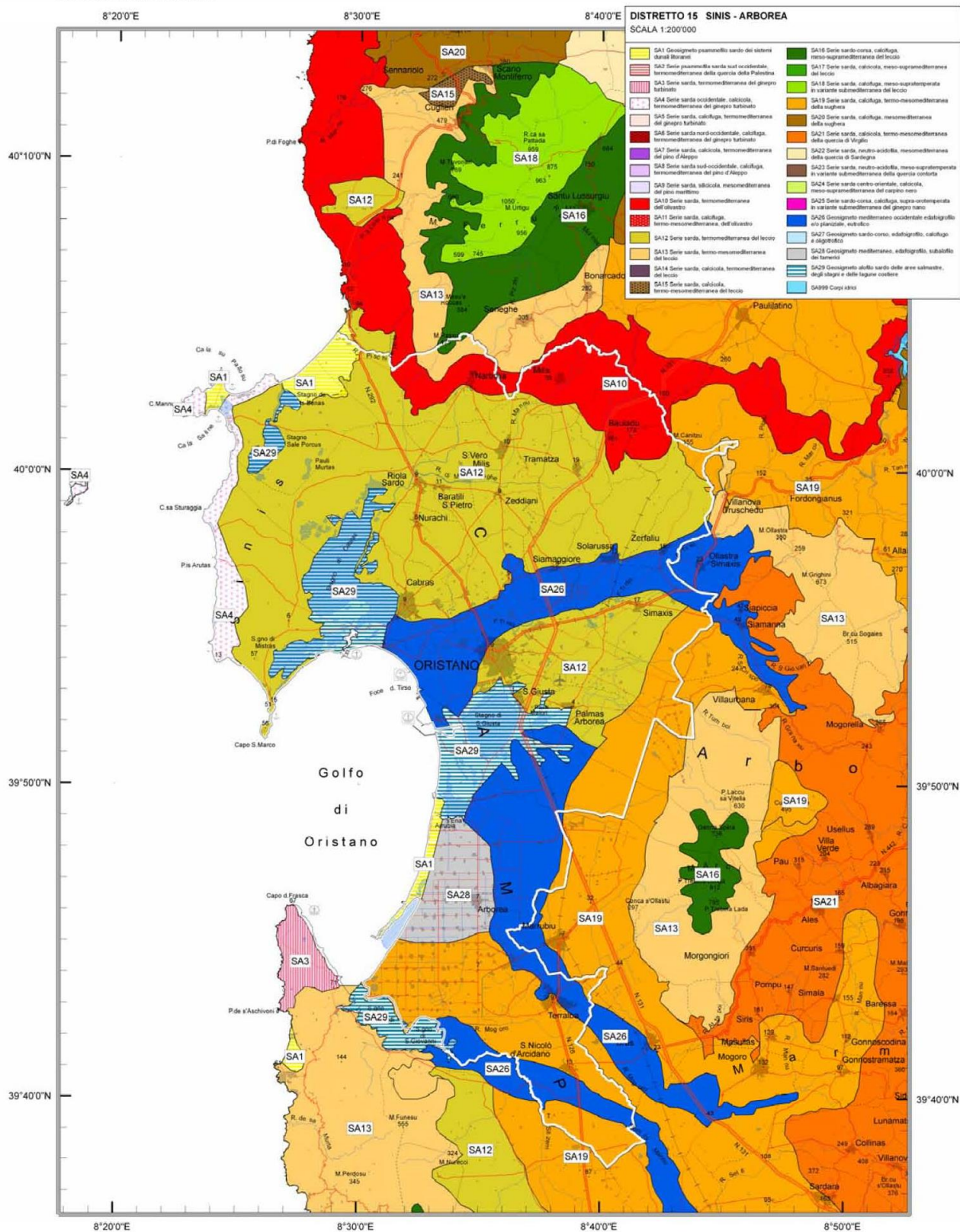


Tavola delle serie vegetazionali

### 3.3 CLIMATOLOGIA

La Sardegna ha un clima essenzialmente mediterraneo, che risente naturalmente della sua posizione geografica (quasi al centro del mediterraneo).

L'isola è lambita dalle famiglie cicloniche d'origine atlantica che penetrano nel Mediterraneo, specie nel semestre freddo, spostandosi da occidente verso oriente. La loro influenza è, inoltre, mitigata dall'azione termoregolatrice delle masse marine che circondano la regione. Gli influssi del mare si avvertono pressoché ovunque, anche se, come è naturale, si indeboliscono col procedere verso l'interno. In forza di ciò, la regione sarda è, tra quelle italiane, una delle più soleggiate durante tutto il corso dell'anno; tale fatto influisce conseguentemente sul suo clima e su quello dei suoi distretti.

Per definire le caratteristiche climatiche, che possono influenzare i fattori ambientali a scala locale, si è ritenuto necessario effettuare un inquadramento climatico generale di tutto il settore circostante il sito di interesse.

I dati delle temperature sono quelli forniti dalla stazione meteorologica di Santa Giusta, relativa alla località di Santa Giusta. La stazione si trova nel comune di Santa Giusta alle coordinate geografiche 39° 52 N / 8° 36 E.

In base alle registrazioni annuali, la temperatura più bassa si è registrata nel mese di febbraio e si attesta a + 1.4°C; quella più alta ad agosto ed è di + 40.8°C; mediamente la temperatura si attesta su 19.1°C.

Le precipitazioni medie annue si attestano a 500,4 mm, mediamente distribuite in 53 giorni di pioggia.

L'umidità relativa media annua fa registrare il valore minimo di 9% e massimo di 94%.

### 3.4 USO E COPERTURA DEL SUOLO

I sistemi di utilizzazione del territorio sono ottenuti attraverso l'aggregazione delle classi della Carta dell'uso del suolo della Sardegna. L'analisi procede a partire da una prima aggregazione delle numerose classi di legenda in complessive sedici macrocategorie, funzionali alle descrizioni del piano, secondo lo schema di seguito.

macrocategoria	classi UdS
Aree artificiali	1
Seminativi non irrigui	2111
Aree agricole intensive	2121, 2122, 2123, 2124, 221, 222, 2412, 242
Oliveti	223, 2411
Aree agro-silvo-pastorali	2413, 243, 244
Boschi a prevalenza di latifoglie	3111, 31122, 31123, 31124
Boschi a prevalenza di conifere	3121, 3242, 3122
Boschi misti	313
Impianti di arboricoltura	31121
Pascoli erbacei	321, 231, 2112
Cespuglieti, arbusteti e aree a vegetazione rada	3221, 3232, 333, 32321, 3241
Vegetazione ripariale	3222
Macchia mediterranea	3231
Aree a vegetazione assente o rada	3311, 3312, 3313, 3315, 332
Zone umide	411, 421, 422, 423
Corpi d'acqua	5111, 5112, 5121, 5122, 5211, 5212, 522, 5231, 5232, 522

La seconda aggregazione consente la definizione dei macrosistemi di utilizzo del territorio funzionali alle analisi di piano in massima sintesi riducibili ai sistemi forestale, agricolo e agropastorale. La varietà delle classi e l'utilizzo multiplo del territorio non consentono una discriminazione esatta dei sistemi, tenuto anche conto della variabilità temporale degli utilizzi, per cui la classificazione finale è stata ricondotta alla definizione dei cinque sistemi chiave: forestali, preforestali a parziale utilizzo agrozootecnico estensivo, agrosilvopastorali, agrozootecnici estensivi, agricoli intensivi e semintensivi.

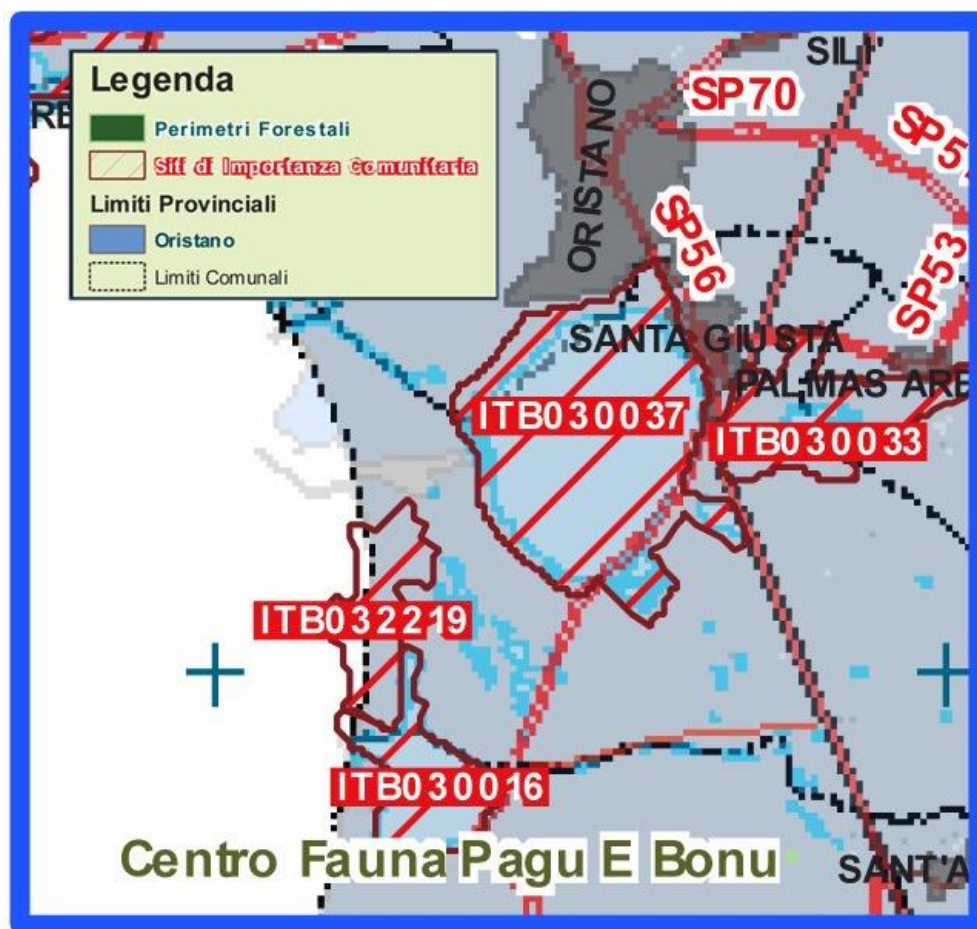
La categoria dei sistemi forestali è ottenuta dall'aggregazione delle classi di copertura arborea, dalle diverse formazioni della macchia mediterranea, tra le quali le più diffuse sono le secondarie, ascrivibili a forme di degradazione di formazioni forestali più evolute, e dalle formazioni ripariali. Tra i sistemi preforestali rientrano le classi di copertura afferenti ai cespuglieti e agli arbusteti che, a seconda del contesto, possono essere sede di utilizzazione agrozootecnica estensiva. Nei sistemi agrozootecnici estensivi sono invece ricomprese tutte le superfici con copertura prevalentemente erbacea, direttamente utilizzate con il pascolamento delle specie di interesse zootecnico. Nei sistemi agricoli intensivi e semintensivi sono state aggregate le classi dei seminativi, delle colture arboree permanenti e gli impianti di arboricoltura localizzati in contesti agricoli i quali sono classificabili come sistemi arborei fuori foresta.

<i>macrocategorie</i>	<i>ha</i>	<i>%</i>	<i>aggregazione in sistemi</i>	<i>ha</i>	<i>%</i>
Boschi a prevalenza di latifoglie	696	0,90%	sistemi forestali	3'850	5,00%
Boschi a prevalenza di conifere	1532	2,00%			
Boschi misti	0	0,00%			
Macchia mediterranea	1292	1,70%			
Vegetazione ripariale	331	0,40%			
Cespuglieti, arbusteti e aree a vegetazione rada	3286	4,30%	sistemi preforestali a parziale utilizzo agrozootecnico estensivo	3'286	4,30%
Aree agro-silvo-pastorali	690	0,90%	sistemi agrosilvopastorali	690	0,90%
Pascoli erbacei	4275	5,50%	sistemi agrozootecnici estensivi	4'275	5,50%
Seminativi non irrigui Impianti di arboricoltura	480	0,60%	sistemi agricoli intensivi e semintensivi	54'110	70,20%
Aree agricole intensive	48460	62,90%			
Oliveti	3425	4,40%			
Impianti di arboricoltura	1746	2,30%			
Aree artificiali	4188	5,40%	altre aree	10'828	14,10%
Sistemi sabbiosi, pareti rocciose	397	0,50%			
Zone umide	1761	2,30%			
Corpi d'acqua	4482	5,80%			

### **3.5 AREE DI GESTIONE FORESTALE FSE**

I compiti istituzionali dell'Ente sono definiti nella Legge Regionale del 9 giugno 1999, n. 24 che istituisce l'Ente foreste della Sardegna e provvede alla soppressione dell'Azienda Foreste Demaniali della Regione Sarda, dettando nel contempo le norme sulla programmazione degli interventi di forestazione. L'intervento in oggetto non ricade all'interno di perimetrazioni forestali.





### 3.6 AREE DI TUTELA NATURALISTICA

Gli istituti di tutela presi in esame, quasi tutti istituiti a partire dalla prima metà degli anni '90, sono previsti dalle numerose iniziative di protezione ambientale scaturite dallo sviluppo delle politiche ambientali soprattutto dopo UNCED '92.

Inoltre sono state presi in considerazione i vincoli derivanti dalle caratteristiche fisiche degli elementi del paesaggio nonché imposti temporaneamente a seguito di eventi incendiari.

#### 3.6.1 RETE NATURA 2000

Natura 2000 è il sistema coordinato di aree destinate alla conservazione delle diversità biologica presente nel territorio dell'Unione Europea ed alla tutela dell'habitat e delle specie animali e vegetali indicati nelle Direttive Habitat e Uccelli ma anche altre specie migratrici che tornano regolarmente in Italia.

La Rete Natura 2000 è costituita dalle Zone speciali di Conservazione (ZSC), dalle Zone di Protezione Speciale (ZPS) e i Siti di Importanza Comunitaria proposti (pSIC); tali zone possono avere tra loro diverse relazioni spaziali, dalla sovrapposizione alla completa separazione.

Nel territorio della Provincia di Oristano sono presenti 27 siti della Rete Natura 2000, di cui 18 S.I.C. e 9 Z.P.S..

Nella tabella seguente è riportato l'elenco completo dei siti per ognuno dei quali è indicata la denominazione, la tipologia e la superficie provinciale interessata.

Tipologia Istituto faunistico	N° totale	Superficie totale interessata (ettari)	% superficie totale
SIC – Siti Importanza Comunitaria	18	64.249	21,2
ZPS – Zone Protezione Speciale	9	31.405	10,4
<b>Totali</b>	<b>27</b>	<b>95.754</b>	<b>31,6</b>

### **3.6.2 ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE (ZPS)**

La Direttiva 79/409/CEE concerne la conservazione di tutte le specie di uccelli viventi allo stato selvatico nel territorio europeo degli Stati membri al quale si applica il trattato e si prefigge la protezione, la gestione e la regolazione di tali specie e ne disciplina lo sfruttamento. Essa si applica agli uccelli, alle uova, ai nidi e agli habitat.

Pertanto ai sensi della Direttiva Uccelli (Direttiva Comunitaria n. 409 del Consiglio delle Comunità Europee del 2 Aprile 1979) sono state istituite le “Zone a Protezione Speciale” (ZPS) al fine di tutelare i siti in cui vivono le specie ornitiche contenute nell'allegato 1 della medesima Direttiva. Il sito oggetto d'intervento non ricade all'interno di nessuna zona ZPS.

### **3.6.3 SITI DI INTERESSE COMUNITARIO (SIC)**

La finalità della Direttiva n. 43 del Consiglio delle Comunità Europee del 21 Maggio 1992 (92/43/CEE) è quello di contribuire a salvaguardare la biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche del territorio europeo degli Stati membri ai quali si applica il trattato. Pertanto, ai sensi di tale Direttiva, sono stati istituiti i Siti di interesse comunitario (S.I.C.) che contribuiscono in modo significativo a mantenere o a ripristinare un tipo di habitat naturale o una specie di fauna e flora selvatiche in uno stato di conservazione soddisfacente.

L'individuazione dei siti di importanza comunitaria è stata realizzata dalle singole Regioni autonome in un processo coordinato a livello centrale; successivamente l'elenco dei Siti di importanza comunitaria è stato definito in seguito all'accordo della Commissione ed ognuno degli Stati membri dell'Unione Europea.

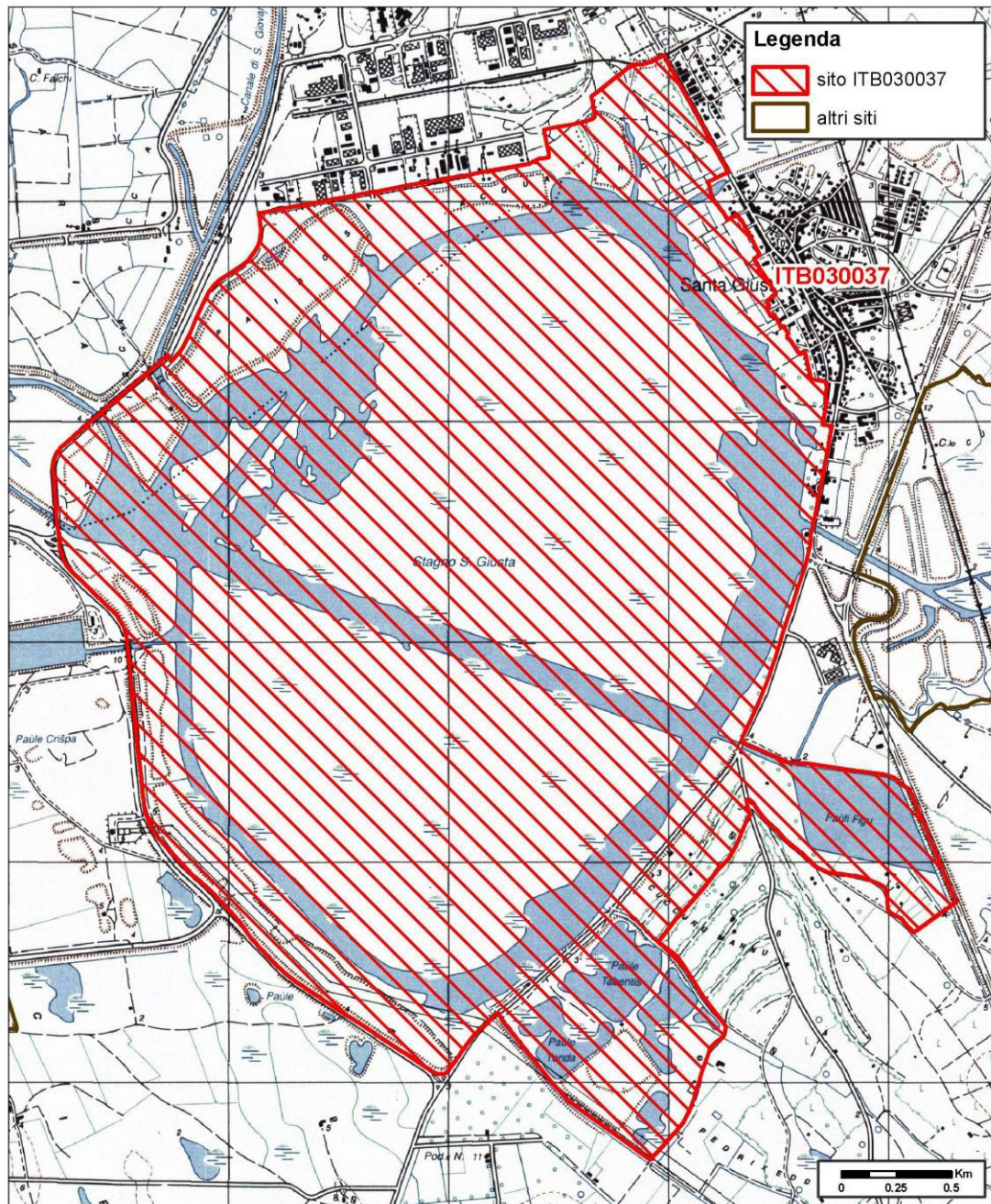
Questi siti sono definiti più precisamente Siti di Importanza Comunitaria Proposti (pSIC). Infatti solo a seguito di un iter che si concluderà con i seminari biogeografici, verrà definito l'elenco ufficiale dei SIC che sarà approvato dalla Commissione Habitat.

Inoltre, una volta definito l'elenco, lo stato membro designerà mediante un atto regolamentare, amministrativo e/o contrattuale tale sito come Zona Speciale di Conservazione (ZSC) nel tempo più breve possibile e non oltre il termine massimo di sei anni stabilendo le priorità in funzione dell'importanza, dei siti per il mantenimento o il ripristino in uno stato di conservazione soddisfacente, di uno o più tipi di habitat naturali e/o delle popolazioni di più specie nonché alla luce e dei rischi di degrado e di distruzione che incombono su detti siti.

In Italia è il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del territorio, che designa, con decreto adottato d'intesa con ciascuna regione interessata i SIC elencati nella lista ufficiale come “Zone Speciali di Conservazione”.

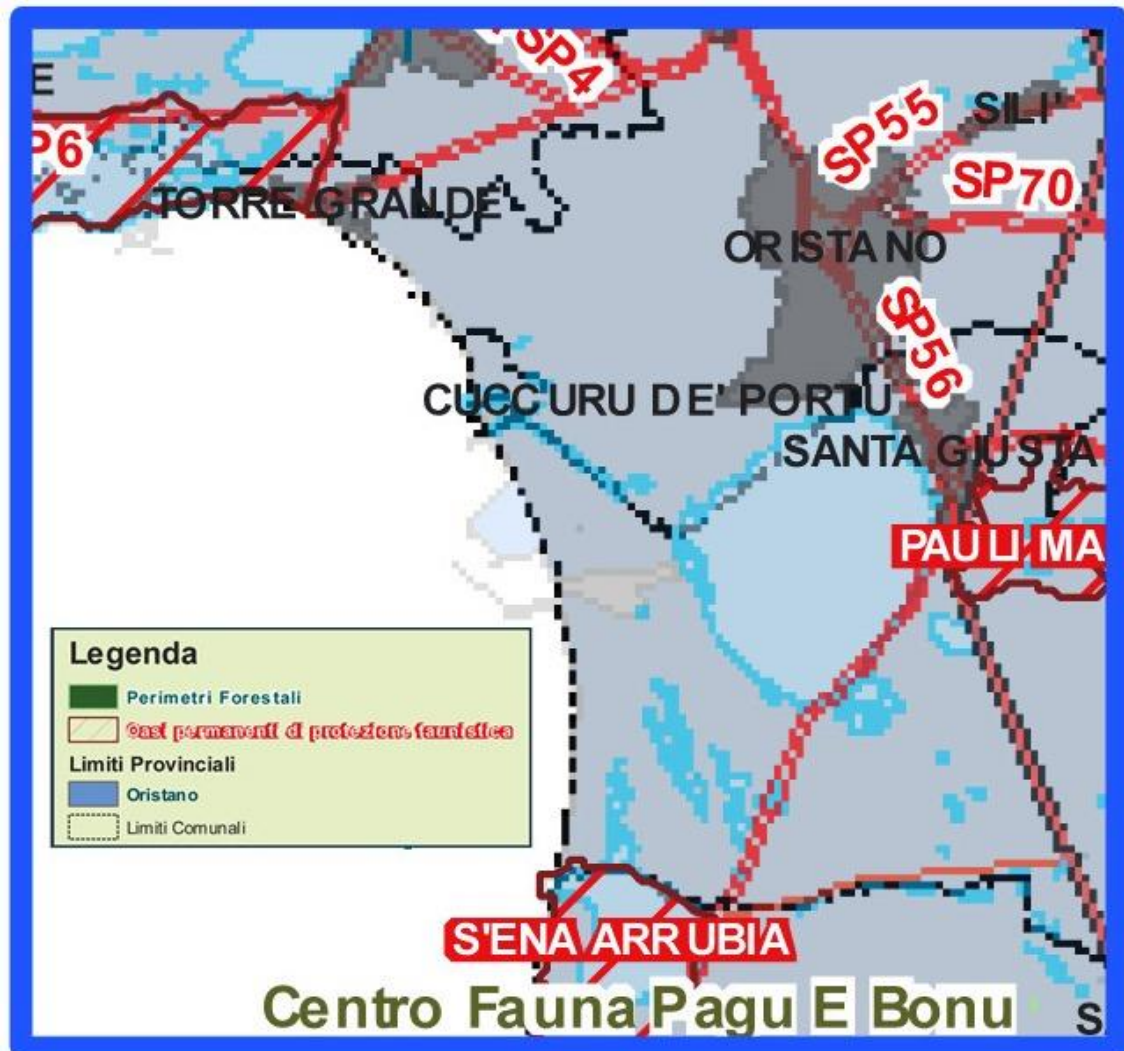
Il sito oggetto d'intervento non ricade all'interno del sito cod. ITB030037, denominato “Stagno di Santa giusta”, che si configura Sito di importanza comunitaria (SIC).





### 3.6.4 OASI PERMANENTI DI PROTEZIONE FAUNISTICA E CATTURA (L.R. 23/98)

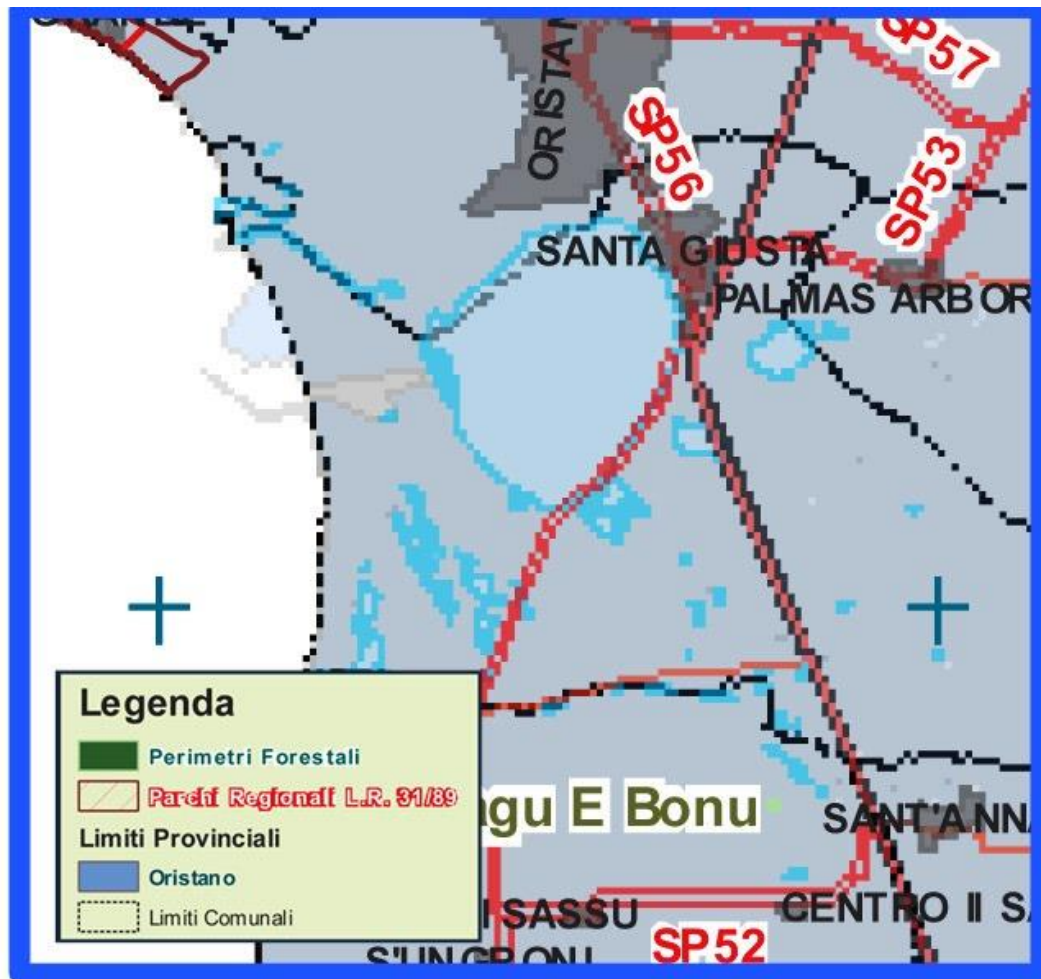
L'istituto delle Oasi è previsto dalla Normativa Nazionale e Regionale in materia di protezione della fauna ed esercizio venatorio, e rientra nelle aree destinate alla protezione della fauna (Ambiti protetti). La regione Sardegna, in funzione della protezione della fauna presente sull'isola e dalle attività che ne mettono a rischio l'esistenza, ha istituito una serie di Oasi in cui è operante il divieto all'esercizio della caccia. L'intervento non ricade in area di Oasi Permanenti di Protezione Faunistica o nelle sue immediate vicinanze.





### 3.6.5 PARCHI REGIONALI

I Parchi Regionali sono costituiti da aree terrestri, fluviali, lacustri ed eventualmente da tratti di mare, di valore naturalistico o ambientale, che costituiscono nell'ambito di una o più regioni limitrofe, un sistema omogeneo individuato dagli assetti naturalistici dei luoghi, dai valori paesaggistici ed artistici e dalle tradizioni culturali delle popolazioni locali. L'area d'intervento non ricade all'interno o nelle immediate vicinanze di Parchi Regionali.



### 3.6.6 RETE ECOLOGICA REGIONALE

Il sistema dei Parchi, delle aree Natura 2000 e delle altre aree naturalistiche istituite, costituisce la Rete Ecologica Regionale RER, pertanto per il dettaglio si rimanda ai paragrafi precedenti.

### 3.6.7 AREE PERCORSE DA INCENDIO

Il Decreto della Giunta Regionale 23.10.2001 n. 36/46 recepisce gli artt. 3 e 10 della Legge 353/2000 e definisce i comportamenti da adottare relativamente alle superfici interessate da incendi.

In particolare il decreto impone la conservazione degli usi preesistenti l'evento per 15 anni, il divieto di pascolo per 10 anni ed il divieto dell'attuazione di attività di rimboschimento o di ingegneria ambientale con fondi pubblici per 5 anni.

L'ultimo caso censito di incendio in prossimità della zona di interesse risale all'anno 2012 e, pur non avendo interessato la l'area oggetto di intervento oggetto di tale relazione, vengono di seguito mostrati per completezza (fonte. Sardegna geoportale).



### **3.7 VINCOLI IDROGEOLOGICI (L. N° 3267/23)**

Il Vincolo Idrogeologico venne istituito e normato con il Regio Decreto n. 3267 del 30 dicembre 1923 e con il Regio Decreto n. 1126 del 16 maggio 1926.

Lo scopo principale del Vincolo idrogeologico è quello di preservare l'ambiente fisico: non è preclusivo della possibilità di trasformazione o di nuova utilizzazione del territorio, ma mira alla tutela degli interessi pubblici e alla prevenzione del danno pubblico.

Sono comprese nella categoria delle aree soggette a tutela idrogeologica le superfici sottoposte a vincolo idrogeologico ai sensi del RD 3267/23, le aree a pericolosità idrogeologica ai sensi della L. 267/98 mappate dal Piano di Assetto Idrogeologico, gli areali in stato di frana mappati dall'Inventario dei Fenomeni Franosi.

La tutela si concretizza attraverso limitazioni alle opere e al taglio di vegetazione nelle aree vincolate ai fini di non turbarne l'assetto idrogeologico; qualsiasi opera da realizzarsi in un'area vincolata deve essere preventivamente autorizzata dall'Ispettorato Ripartimentale delle Foreste.

La Regione Sardegna ha ricevuto delega per l'espletamento delle funzioni dello Stato per la protezione delle risorse idriche.

Nel corso del marzo 2005 è entrato definitivamente in vigore il Piano Stralcio di Assetto



Idrogeologico, P.A.I., che prevede una serie di limitazioni sulla pianificazione per le aree a pericolo di frana e/o di inondazione e di tutele e limitazioni sulle aree a rischio di frana e/o di inondazione.

Il territorio ricadente nel Comune di Santa Giusta è incluso nell'area di studio 2 Tirso.

Le aree appartenenti al Comune di Santa Giusta non vengono citate però nelle relazioni di zona, né nel rischio frana né nel rischio piena.

### **3.8 VINCOLI ACQUE PUBBLICHE**

L'intervento di che trattasi, come già specificato, si trova nell'area di pertinenza del Consorzio Industriale in un'area recintata che delimita il perimetro dell'impianto di depurazione consortile che, come evidenziato nella foto aerea che segue (fonte geoportale Sardegna mappa, ricade per una porzione nell'ambito della fascia di rispetto di 150 metri dai fiumi e torrenti (art. 142 D.Lgs. 42/2004). L'area di sedime dell'Impianto fisico-chimico, invece, risulta esclusa da tale vincolistica.



## **4 ELEMENTI DI VALORE NATURALISTICO, STORICO, CULTURALE (FONTE: P.U.C.)**

### **4.1 IL PATRIMONIO NATURALISTICO**

Il territorio del Comune di Santa Giusta presenta una grande varietà di ambienti: quelli degli stagni, delle coste sabbiose, delle praterie marine, delle pianure, delle colline e della montagna, che individuano, per le loro peculiarità, una ricchezza di emergenze geobotaniche. Alcune di queste ricadono all'interno di Siti di Importanza Comunitaria, identificati per la presenza di habitat e di specie della direttiva "Habitat" 92/43 CEE; altre sono biotopi di rilevante interesse vegetazionale meritevoli di conservazione indicati dalla Società Botanica Italiana (AA.VV. 1971-1979) (Stagni di Oristano), altre sono Siti del progetto di protezione CEE Corine Biotops (1991): Stagni di Oristano e Stagno di Santa Giusta. Tutti questi ambienti costituiscono una risorsa vegetazionale e floristica di grande valore economico, culturale, scientifico e ricreativo. L'area comprende i campi dunali di Sassu-Cirras, nella quale può essere riscontrata la seriazione della vegetazione psammofila costiera, gli ambienti umidi salmastri retrodunali che con gli stagni e i pauli presenti nelle aree più interne costituiscono le aree di maggiore pregio botanico. Nel golfo di Oristano, in particolare nel comune di Santa Giusta, gli interventi di bonifica delle aree stagnali retrodunali, che hanno portato ad un parziale spianamento del cordone dunale, e la presenza di cave, di un porto e degli insediamenti industriali hanno modificato completamente la morfologia della costa portando ad una scomparsa di una grande parte di habitat e specie naturali. Solo in alcune aree il disturbo antropico è relativamente basso, talora quasi del tutto assente e la morfologia dei campi dunali si è mantenuta invariata. A queste aree segue la pianura, che identifica la propria storia con la storia e l'evoluzione delle tecniche agricole. Le colture agrarie, che danno all'intero territorio la sua fisionomia e che scandiscono con il loro periodismo il trascorrere delle stagioni, sono ambienti antropogeni cioè generati dall'uomo. In essi le successioni degli interventi agronomici, determina non soltanto la produttività delle colture ma influisce in modo diretto sulla convivenza delle specie coltivate con una vegetazione naturale, generalmente indesiderata, che si usa definire "infestante". La porzione del territorio che dalle prime colline prospicienti la pianura si estende fino alle porte della montagna è contraddistinta ancora dalla presenza dell'uomo con i rimboschimenti, con le praterie ad *Ampelodesmos mauritanicus* e con i pascoli arborati a querce che rappresentano la vegetazione potenziale della pianura e delle colline che insistono in questo territorio.

#### ***La vegetazione delle dune costiere***

##### **LA VEGETAZIONE PSAMMOFILA COSTIERA**

La vegetazione costiera su sabbie in generale presenta una struttura molto originale ed armonica, si vengono a formare delle strutture parallele al mare, con una morfologia e con caratteristiche marcatamente distinte e influenzate da tantissimi fattori limitanti e dalla maggiore o minore vicinanza dal mare. La serie spaziale della vegetazione dalla battigia verso l'interno comprende le seguenti comunità: Da una prima fascia corrispondente alla fascia intertidale periodicamente invasa dal mare e con la sabbia compattata, detta zona afitoica ossia priva di vegetazione segue il Cakileto, a contatto con il margine della battigia con la Cakile maritima (*Salsola kali*-*Cakileto maritima*) *Polygonum maritimum* tutte terofite ossia specie annuali che superano la stagione avversa sotto forma di seme. Al Cakileto segue l'agropireto sulle dune mobili. con *Agropyron junceum* graminacea cespitosa che si insedia trattenendo la sabbia con l'ampio e strisciante apparato radicale che gli permette di incastrarsi in un mezzo così instabile come la sabbia delle dune embrionali. Insieme a questa specie troviamo lo *Sporobolus pungens* specie con un rizoma lungamente strisciante affondato nella sabbia. Nella spiaggia di Sassu questo aspetto di vegetazione è molto frequente e indica il forte calpestio e rimaneggiamento della sabbia, tanto che in molti casi lo ritroviamo anche in posizione più interna e dove il disturbo



antropico è maggiore. A questa segue la fascia dove la sabbia non compattata e secca viene spinta indietro dal vento, e dove il mare deposita il materiale spiaggiato di pietre e di detriti organici di alghe e di posidonie e dove si vengono a formare delle piccole dune chiamate dune embrionali instaurandosi così le prime condizioni per la colonizzazione della vegetazione cormofitica. Più all'interno sopra i cordoni delle dune embrionali si insedia la vegetazione caratterizzata dall'*Ammophila arenaria* (Sparto pungente) (ammofileto). Questa specie è provvista di lunghi rizomi che si accrescono sia in direzione verticale che orizzontale, riuscendo con le radici a stabilizzare la duna, infatti man mano che la sabbia si accumula intorno alla pianta sommerge le foglie e il rizoma produce di nuovo un allungamento verticale permettendo alle nuove foglie di svilupparsi in posizione sempre superiore rispetto al livello della sabbia. Questa zona riceve l'impatto diretto del vento proveniente dal mare, facendo da schermo protettore a tutto ciò che è in posizione più arretrata. Dietro al cordone dunale le cose vanno modificandosi radicalmente, la forza del vento essendo ormai attenuata dalle comunità precedentemente descritte, diminuisce anche la mobilità della sabbia, producendo una stabilità che crea delle condizioni più favorevoli alla vegetazione, da qui si possono insediare le camefite che producono un maggior apporto di sostanza organica, e che incorporandosi al suolo aiutano a trattenere la sabbia e ad aumentare la stabilità del substrato. Queste situazioni rappresentano il passo precedente alla stabilizzazione completa delle dune e all'insediamento della vegetazione forestale o preforestale propria dei sistemi dunali. Queste comunità sono caratterizzate dalla *Crucianella maritima* e dall'*Ephedra distachya* e da altre come il *Pancratium maritimum*. Tutte queste dune possono essere colonizzate da una vegetazione che sarà tanto più specializzata quanto maggiore è l'influenza del mare. Le condizioni che devono sopportare queste piante sono sicuramente avverse. Da un lato la sabbia è un mezzo abiotico sufficiente, al quale si vanno ad aggiungere la mobilità, la salinità e il forte vento potenziato dall'azione smerigliatrice delle particelle di sabbia sbattute violentemente contro la vegetazione. Tutti questi fattori si vanno attenuando, unitamente alla progressiva stabilizzazione del substrato facendo sì che si sviluppino vegetali meno specializzati. In Sardegna la vegetazione delle sabbie raggiunge il massimo sviluppo per tutte le coste italiane e la massima diversificazione floristica e biocenotica. Un'azione di tutela per queste formazioni deve essere attuata mediante l'eliminazione della ripulitura attraverso mezzi meccanici delle spiagge, l'eliminazione del rimodellamento meccanico delle spiagge, l'eliminazione di opere di bonifica, del calpestio eccessivo, del taglio di ginepri e del pascolo eccessivo.

### ***La vegetazione alofitica e d'acqua dolce***

#### ***LA VEGETAZIONE MARINA***

La parte terminale delle spiagge sommerse, così come i campi dunali delle spiagge emerse, sono occupate, nella gran parte del golfo studiato, da praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile nelle prime, e da cascami di *posidonia* nelle seconde; sono di importanza straordinaria sia per la vita del mare che per la stabilità della spiaggia emersa. La complessa struttura di un posidonieto infatti comprende numerosi micro-habitat, dove trovano ospitalità una elevatissima varietà di specie marine; inoltre l'effetto di barriera offerto al moto ondoso protegge in modo efficace il litorale antistante.

### ***Vegetazione delle acque salmastre***

Si tratta di cenosi caratteristiche di acque salmastre, con grande adattabilità nella variazione della salinità. Si tratta di praterie costituite per lo più unicamente da *Ruppia maritima*, e presentano un andamento perennante negli stagni d'acqua costante. Si sviluppano nelle acque debolmente salmastre e poco profonde (profondità che varia da pochi centimetri a mezzo metro circa). A volte possono essere accompagnate da Cloroficee e Caraceae, altre volte si presentano compenstrate con popolamenti a *Potamogeton pectinatus* L. caratteristici di acque salmastre e stagnanti. Lungo le sponde dei canali immissari ed emissari, in acque dolci o debolmente salmastre e lente, si insedia una vegetazione galleggiante dominata da *Hydrocotyle ranunculoides* L. con presenza di *Ceratophyllum demersum* L., *Menta aquatica* L.. Negli stessi ambienti si ritrovano popolamenti a

*Limnanthemum nymphoides* Hoffm. et Lk..

### **Vegetazione delle acque dolci**

La formazione più diffusa negli stagni di acqua dolce è quella a *Phragmites communis* Trin., forma quasi sempre una fascia continua intorno agli stagni d'acqua dolce e salmastra con piante che raggiungono anche i 3-4 metri. È accompagnata da pochissime altre specie quali *Atriplex* L. sp. pl. e *Inula crithmoides* L.. Oltre al fragmiteto, un'altra cenosi che si insedia irregolarmente ai bordi degli stagni d'acqua dolce, è quella a *Typha angustifolia* L. e a *Typha latifolia* L.. Si tratta nel complesso di cenosi pure o consociate a *Phragmites communis*. A contatto con il fragmiteto, nei punti dove si manifesta una certa salinità, si ritrovano cenosi monospecifiche a *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla.

### **Vegetazione alo-igrofila delle depressioni palustri**

Quando sul tavolato argilloso si ha un modesto accumulo di sabbia, la vegetazione si fa molto più ricca e svariata, in questa variante psammofila compaiono numerose leguminose e cariofillaceae. Particolarmente significativa, dal punto di vista fisionomico e dinamico della vegetazione, è la comparsa del *Limonium graecum* (Poiret) Rech. fil. ssp. *divaricatum* (Rouy) Pign. che evidenzia un particolare stadio evolutivo dagli ambienti igrofili-alofili alla macchia di tutto il golfo di Oristano. Nelle aree molto disturbate si insediano aggruppamenti a *Juncus acutus* L. In prossimità dei cordoni litorali su orizzonti sabbiosi si rinvengono popolamenti di *Spartina juncea* (Michx.) Willd.

### **Vegetazione alofila perenne**

Questo tipo di vegetazione si localizza nei bordi esterni dei bacini in zone non influenzate dall'acqua dolce e su suoli salati e compatti. E' inquadrata nella classe *Arthrocnemetea* Br.-Bl. et R. Tx. 1943 corr. Bolos 1957 e nell'alleanza *Arthrocnemetalia fruticosi* Br.-Bl. 1931 corr. Bolos 1957. La cenosi più diffusa è il Salicornieto, a *Salicornia fruticosa* (L.) L. fisionomicamente dominante. E' una vegetazione per lo più paucispecifica e monotona che ricopre i terreni argillosi e argilloso-limosi, ma che in situazioni particolari può essere accompagnata anche da altre specie. Nei rialzi ad esempio può insediarsi l'*Halimione portulacoides* (L.) Aellen, questo può anche evolvere a formazioni suffrutescenti insieme alla *Suaeda fruticosa* (L.) Forsskal, oppure la *Pulcinellia festuciformis* che insieme alla *Sarcocornia fruticosa* o all'*Arthrocnemum glaucum* (Delile) Ung.-Stbg. danno luogo a diverse formazioni vegetali. Nelle zone in cui si ha un maggior accumulo di sostanza organica si insedia il Fungo di Malta (*Cynomorium coccineum* L.) è abbastanza raro in Italia.

### **Vegetazione alofila annuale**

Nelle depressioni delle vasche molli, su suoli umidi e asfittici, sul fondo dei "Pauli" si insedia una vegetazione terofitica stagionale caratterizzata da salicornie annuali. Quando poi il Salicornieto diventa maggiormente xerico, ad esempio sul fondo dei "Pauli" in seguito al prosciugamento estivo, vi può essere la colonizzazione (in estate ed in autunno) di aggruppamenti a *Cressa cretica* L.. Nelle aree in cui si ha accumulo di materiale organico si insedia una vegetazione a chenopodiacee annuali in cui predominano *Suaeda maritima* (L.) Dumort., *Kochia hirsuta* (L.) Nolte e altre specie alofile.

## **4.2 IL PATRIMONIO STORICO-ARCHEOLOGICO**

Il territorio comunale di Santa Giusta conosce una frequentazione intensa e ininterrotta a partire dalla preistoria, nota attraverso le fonti storiche, d'archivio e archeologiche; deve tuttavia osservarsi che le profonde trasformazioni che il territorio ha subito principalmente nel corso del Novecento hanno reso assai complessa l'individuazione di nuovi siti e anche di una parte di quelli già noti in letteratura. La particolare conformazione del territorio comunale, esteso dal Monte Arci al mare e dunque connotato da una grande variabilità geografica, ha determinato, nelle diverse epoche, una frequentazione non omogenea, funzionale allo sfruttamento delle risorse dei diversi areali. Il Monte Arci, grazie all'affioramento dei preziosi giacimenti di ossidiana, risulta un'area di

forte attrazione soprattutto nella preistoria, mentre sembra conoscere una frequentazione solo sporadica nelle epoche successive. C'è da dire, però, che attualmente la presenza di una fitta vegetazione impedisce ogni tipo di riscontro autoptico e pertanto le uniche fonti disponibili sono quelle testuali. Un'altra area di grande interesse antropico in ogni tempo è la laguna di Santa Giusta; sfruttata sin dalla preistoria per le risorse alimentari, diviene, a partire dall'età fenicia con la fondazione della città di Othoca, area di notevole importanza nel panorama sardo come luogo di insediamento e via di penetrazione verso l'interno. È questa città che nell'antichità determina la storia del territorio e da cui deriva, a partire dal Medioevo, il moderno paese di Santa Giusta. Anche la piana posta tra il mare e la montagna dovette conoscere una non episodica pressione antropica per la pratica dell'agricoltura, anche se in molte aree limitata dalla notevole estensione di aree umide, parzialmente bonificate solo nel XX secolo.

La morfologia del territorio santagiustese, come è naturale, ha influenzato in maniera sostanziale l'antropizzazione in età preistorica e protostorica; da una parte il Monte Arci con i suoi giacimenti di ossidiana, dall'altra la piana e le aree lagunari costiere hanno determinato le scelte insediative. A partire da età fenicia e fino ad epoca tardo-antica il territorio comunale di S. Giusta è dominato dalla presenza di una città che fu, nell'antichità, una delle più importanti del Golfo di Oristano. Essa si trova al di sotto del moderno abitato e pertanto se ne ignorano i limiti precisi; le emergenze monumentali note sono state individuate in occasione di lavori edilizi o interventi d'urgenza e non sono, tranne rare eccezioni, attualmente visibili. Il primo nucleo urbano di Othoca venne impiantato dai Fenici forse alla fine dell'VIII sec. a.C.<sup>18</sup>. Non è noto il nome originario della città, mentre le fonti antiche riportano quello di Othoca<sup>19</sup>, adattamento latino del termine semitico 'tq, "[città] antica", poleonimo che, con ogni probabilità, il centro assunse dopo la fondazione di una "città nuova", Tharros o Neapolis. attive nel territorio in relazione allo sfruttamento delle risorse<sup>2</sup>.

Se l'abitato fenicio-punico può localizzarsi in corrispondenza del settore nordorientale del paese moderno, la necropoli, invece, si colloca alla sua periferia meridionale, nelle località di S. Severa (PPR 50000966) e Is Forrixeddus (PPR 50000967).

In località Cirras, a breve distanza dalla riva della laguna di S. Giusta, è stata individuata una necropoli romana repubblicana (PPR 3958), comprendente tombe a cassone ad inumazione e tombe a fossa ad incinerazione; la necropoli, oggetto di un intervento d'urgenza da parte della Soprintendenza Archeologica, ha restituito corredi con ceramica comune, sigillata italica, unguentari di vetro<sup>133</sup>. Nella stessa località, ma notevolmente più a sud, è stato documentato un santuario (PPR 4220) di età repubblicana e imperiale, dedicato ad una divinità femminile. Nella favissa sono stati recuperati kernophoroi (bruciaprofumi a testa femminile) a matrice duplice assai schematici, lucerne (alcune miniaturistiche), sigillata italica, sigillata africana A, monete in bronzo; nell'area del santuario è segnalata anche la presenza di sigillata

Per l'età altomedievale i dati relativi all'abitato di Othoca risultano assai scarni, al momento limitati a materiali di superficie rinvenuti in diverse aree del paese<sup>137</sup>. Pertanto non siamo in grado di ricostruire, per quest'epoca, l'assetto urbanistico e l'estensione dell'insediamento.

L'evento che modifica in maniera sostanziale la storia della frequentazione dell'area è l'edificazione della cattedrale romanica dedicata a Santa Giusta (PPR 4224)<sup>138</sup>. Questa venne impiantata alla sommità della principale emergenza dell'area, già frequentata da età preistorica, tra la fine dell'XI e i primi decenni del XII sec. secondo un progetto unitario elaborato da un architetto pisano. L'edificio, costruito in cantoni di arenaria del Sinis di media pezzatura, presenta impianto trinavato, abside a sud-est e cripta presbiteriale. Al fianco sud-ovest dell'edificio chiesastico si addossano le cappelle e la sagrestia di fabbrica seriore, mentre il campanile a canna neoromanico venne costruito nel 1908.

#### **4.3 GEOLOGIA E LITOLOGIA (Fonte: P.U.C.)**

Il territorio del Comune di Santa Giusta è caratterizzato dall'affioramento di rocce e sedimenti del

Cenozoico. Il settore orientale, in particolare, è costituito essenzialmente dalle rocce tardo-plioceniche dell'apparato vulcanico del Monte Arci. Il settore centrale, che dalle falde del Monte Arci si spinge, attraverso la pianura, fino alla zona retrocostiera, è caratterizzato dall'affioramento dei sedimenti di origine continentale della piana dell'alto Campidano del plio-quaternario: una fossa tettonica, com'è noto, e come si preciserà in prosieguo, che è stata colmata dai materiali alluvionali legati in parte all'evoluzione della rete idrografica del Fiume Tirso, ubicato più a nord, ed in parte dai materiali trasportati dai corsi d'acqua che scendono dalle pendici del Monte Arci. Queste rocce sfumano, verso la costa, in depositi limosi e argillosi palustri e in sedimenti sabbiosi e ciottolosi delle spiagge e delle dune litorali dell'Olocene.

#### **DEPOSITI CONTINENTALI E MARINI PLIO-QUATERNARI**

I depositi sedimentari plio-quaternari presenti nel settore continentale più interno fino alle falde del Monte Arci sono riconosciuti nelle Unità di seguito descritte. Conglomerati, sabbie e argille più o meno compatte, spesso molto arrossate, prevalentemente sotto forma di conoidi alluvionali e glacia (Pleistocene) (PVM2a). Queste formazioni, caratterizzate da morfologie molto dolci e regolari, poggiano alle pendici occidentali del complesso vulcanico del Monte Arci e risultano a tratti incise da cicli alluvionali successivi riferibili all'Olocene.

Depositi alluvionali ciottoloso-sabbiosi in prevalenza ricoperti da resti di antiche dune parzialmente cementate e, talora, debolmente arrossate (Wurmiano) (g).

Alluvioni recenti ed attuali, prevalentemente ciottolose, ghiaiose e sabbiose, degli alvei fluviali e delle pianure adiacenti (ba, bb, bnb), talora terrazzate, legate alla degradazione e trasporto dei litotipi attraversati dagli stessi corsi d'acqua e provenienti prevalentemente dal contesto vulcanico del Monte Arci.

Detrito di versante, depositi colluviali e di frana (Olocene). Questi materiali, generati da processi di disfacimento o di disgregazione delle rocce e depositati per effetto dei movimenti gravitativi, coprono i pendii e la base dei rilievi scoscesi essenzialmente nel settore del Monte Arci (non cartografato).

Lungo la fascia costiera e nella retrostante area lacustre e stagnale le Unità sedimentarie continentali affioranti sono di seguito elencate:

- Depositi alluvionali costituiti da limi e argille prevalenti (Olocene)
- Argille e limi palustri di colore grigio-nerastro con elevata componente organica (Olocene)
- Sabbie recenti ed attuali delle spiagge e delle dune costiere, in parte stabilizzate (Olocene e Attuale)
- Cordone litoraneo attuale (Olocene), rappresentato da depositi litoranei di spiaggia, prevalentemente sabbiosi e subordinatamente ghiaiosi.

La fascia costiera e l'immediato interno sono caratterizzate, in particolare, dalla presenza di zone umide, di rilevante valore naturalistico, rappresentate, oltre che dal grande Stagno di Santa Giusta, dalle aree palustri di Zugru Trottu, Pauli Figu, Pauli Tabentis, Pauli Tonda e altre minori che ad esse fanno corteggio. Anche in aree depresse di forma tondeggiante o allungata lungo solchi vallivi (Pauli Maiori) si sono instaurate paludi, in gran parte oggetto di interventi di bonifica (dragaggi, canalizzazioni, colmate, ecc.).

#### **DEPOSITI ANTROPICI**

Sono rappresentati da manufatti antropici (ha), discariche per inerti (h1n) e materiali di riporto e aree bonificate.

### **4.4 GEOMORFOLOGIA (Fonte: P.U.C.)**

Nel territorio di Santa Giusta è possibile distinguere essenzialmente tre settori aventi caratteri geomorfologici nettamente differenti, fortemente condizionati dall'assetto tettonico-strutturale

dell'area.

Il settore costiero e l'immediato entroterra sono caratterizzati da lineamenti morfologici essenzialmente piatti e depressi impostati in litologie sedimentarie oloceniche, marine e continentali, poco o debolmente cementate, con ambienti tipicamente litoranei, stagnali e palustri. Verso le aree più interne la morfologia è leggermente movimentata dalle incisioni presenti nelle alluvioni terrazzate o meno del plio-quadernario, dalle superfici debolmente inclinate delle conoidi alluvionali e dei glacis. Infine, il settore più orientale è caratterizzato dalle aree rilevate dell'apparato vulcanico plio-quadernario del Monte Arci.

#### ***MORFOLOGIA DEI DEPOSITI SEDIMENTARI CONTINENTALI E MARINI PLIO-QUADERNARI***

Il settore centro-orientale del territorio di Santa Giusta è caratterizzato prevalentemente da forme di connessione tra la pianura e il rilievo del Monte Arci, ossia morfologie d'accumulo sedimentario formate da depositi di materiali sciolti provenienti essenzialmente dalla stessa montagna, trasportati dalle acque incanalate e da quelle di ruscellamento areale o per effetto della gravità. Questi depositi hanno creato graduali superfici di raccordo tra l'orlo occidentale dell'apparato vulcanico e l'antistante pianura plio-quadernaria dell'alto Campidano. Tra queste forme d'accumulo le conoidi di deiezione sono le più rappresentative; si tratta dei tipici depositi sedimentari clastici, eterometrici e poligenici, a forma di ventaglio, rilasciati dai corsi d'acqua, più o meno incassati all'interno della montagna, allo sbocco con la pianura antistante per effetto della brusca diminuzione della pendenza del loro letto. Il corso d'acqua più importante presente nel perimetro del territorio esaminato che ha dato origine a questo genere di morfologia, oggi essenzialmente inattiva, è il Riu Corongiu Nieddu, con il suo carico di materiale solido prelevato dai ripidi versanti all'interno del Monte Arci, unitamente ai contributi apportati dai diretti tributari. Sulla superficie della conoide alluvionale si riscontra una intensa re-incisione dovuta alle correnti intermittenti e diffuse da parte di numerosi solchi di ruscellamento concentrato, originati dal divagare della corrente torrentizia allo sbocco dalla montagna.

Caratterizzati ugualmente da modesta pendenza, intorno a 4-7%, sono i glacis, ossia superfici inclinate modellate su spessi accumuli detritici di materiali colluviali e/o alluvionali tra il rilievo e la pianura antistante. Questi depositi risultano prodotti in prevalenza a seguito dello smantellamento delle formazioni vulcaniche per opera dell'acqua di ruscellamento e della gravità. In questo caso, il passaggio graduale tra le forme di versante e i glacis lo si riscontra solo in corrispondenza delle zone di interfluvio dei corsi d'acqua provenienti dalla montagna al loro aprirsi nella pianura. Si consideri la rilevante influenza tettonica, correlabile con i movimenti che portarono alla formazione del graben del Campidano durante il plio-Quadernario, in corrispondenza dell'interfaccia tra il bordo occidentale dell'apparato vulcanico del Monte Arci e il settore settentrionale della pianura antistante. I margini vulcanici occidentali del rilievo mostrano, infatti, fronti molto ripide costituite da tipiche faccette trapezoidali di scarpata tettonica, le quali rappresentano la terminazione di dorsali appiattite ed allungate verso l'interno del complesso vulcanico. Queste faccette costituiscono probabilmente l'indizio dell'esistenza di un'unica scarpata di faglia rivolta verso il Campidano, successivamente incisa dall'azione erosiva dei corsi d'acqua provenienti dall'interno del Monte Arci. Per quanto concerne la morfologia dei depositi alluvionali recenti ed attuali dei fondovalle dei principali corsi d'acqua, prevalentemente ciottolosi, ghiaiosi e sabbiosi, questi risultano generalmente poco consistenti, di natura poligenetica ed eterometrica, e generati dall'erosione e deposito dei litotipi attraversati dagli stessi corsi d'acqua, prevalentemente nel contesto vulcanico del Monte Arci. Il detrito di versante, i depositi colluviali e quelli di frana, la cui origine è legata dai processi di disfacimento delle rocce e, successivamente, al trasporto e deposito ad opera delle acque dilavanti e della gravità, coprono i pendii e la base dei rilievi scoscesi essenzialmente nel settore del Monte Arci.

Procedendo dalle falde occidentali del settore del Monte Arci verso la costa del Golfo di Oristano la morfologia diventa progressivamente piatta e depressa; alle forme leggermente inclinate impostate nelle litologie sedimentarie dei glacis e delle conoidi alluvionali si passa alle superfici sub-pianeggianti costituite dai depositi delle alluvioni antiche e recenti, prevalentemente

ciottolose e sabbiose, in parte terrazzate, le quali, verso ovest, vengono sostituite dalle morfologie perfettamente piane impostate nelle argille e limi palustri olocenici e, vicino alla costa, da quelle caratteristiche dei litorali, di spiaggia e di retrospiaggia. La caratteristica peculiare del settore costiero e dell'immediato entroterra è senz'altro la presenza di zone umide stagnali e palustri di rilevante interesse naturalistico, che, nonostante le modificazioni antropiche introdotte, risultano particolarmente significative dal punto di vista ambientale come habitat di singolari specie vegetazionali e faunistiche. Si tratta in primo luogo dello Stagno di Santa Giusta e dei bacini ad esso attigui, quali il Pauli Maiori, Pauli Figu, Pauli Tabentis, Pauli Tonda e dei numerosi stagni interdunali di Cirras, quali lo Stagno di Zugru Trottu, Pauli Grabiolas e altri bacini lacustri minori.

Lo Stagno di Santa Giusta è un bacino di forma pressoché rotonda, avente dimensioni di circa 778 ettari, separato dal mare da un largo cordone litorale sabbioso che, in parte, rappresenta veri e propri corpi dunari. Tramite brevi e stretti canali lo Stagno è direttamente collegato con quelli di Pauli Maiori e Pauli Figu, rispettivamente aventi superficie di 40 e 12 ettari. La profondità delle acque salmastre o palustri di queste zone umide varia da pochi centimetri a circa 1,20 m ed il fondale risulta prevalentemente fangoso e, solo in minima parte, sabbioso. Lo Stagno di Santa Giusta non ha immissari diretti ma riceve le acque che confluiscono prima nel Pauli Maiori tramite il Rio Merd'e Cani. Fino al 1952 il canale di Pesaria, che si innesta dopo un tragitto di circa 3 km l'ultimo tratto della foce del Fiume Tirso, era l'unico collegamento dello stagno con il mare del Golfo di Oristano, e risultava spesso interrato e, conseguentemente, motivo di interruzione del ricambio di acqua. L'esigenza di assicurare un'adeguata ossigenazione della zona umida, in particolare quando fino la fine del 1970 poteva ancora vantare una rilevante pescosità, ha portato alla costruzione di uno sbocco diretto a mare che si diparte in prossimità della darsena del porto industriale (Consiglio Regionale della Sardegna, 1981). Tra i tanti ambienti lacustri menzionati, particolarmente attenzione merita il Pauli Maiori; in questo ambiente umido naturale, circondato da fitti canneti, vivono e nidificano importanti specie di uccelli. Per tale motivo Pauli Maiori è stato inserito nel 1979 nell'elenco delle "Zone umide di interesse internazionale" (Convenzione di Ramsar).

La costa che delimita verso Ovest, nel Golfo di Oristano, il territorio di Santa Giusta è bassa ed è costituita dalle sabbie della spiaggia di Cirras e dalle dune oloceniche e attuali; nella zona retrocostiera, tra i numerosi bacini lacustri sopracitati, affiorano lembi dei depositi sabbiosi dunari parzialmente cementati di probabile età tardo wurmiana. Si tratta di elementi di un'ambiente naturale costiero profondamente modificato dall'intervento antropico, soprattutto a seguito dell'attività estrattiva e della costruzione e ampliamento del porto industriale di Oristano, ma che sono ancora testimonianza di passati eventi climatici che hanno interessato, unitamente ad un contesto più ampio, anche questo settore della Sardegna.

#### **4.5 IDROLOGIA E ACQUE DI FALDA (Fonte: Piano Tutela Acque - P.U.C.)**

Sulla base dei parametri geo-litologici sopra definiti per le Formazioni affioranti e costituenti il substrato dell'area esaminata viene riportata di seguito la descrizione qualitativa della permeabilità e l'appartenenza all'Unità Idrogeologica regionale.

Codice	Nome Unità Idrogeologica	Litologia	Descrizione permeabilità
1	Unità Detritico-Carbonatica Quaternaria	Sabbie marine, di spiaggia e dunari, arenarie eoliche, sabbie derivanti dall'arenizzazione dei graniti; panchina tirreniana, travertini, calcari; detriti di falda	Permeabilità alta per porosità e, nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione
2	Unità delle Alluvioni Plio-Quaternarie	Depositi alluvionali conglomeratici, arenacei, argillosi; depositi lacustro-palustri, discariche minerarie.	Permeabilità per porosità complessiva medio-bassa; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana.
3	Unità delle Vulcaniti Plio-Quaternarie	Basalti, basaniti, trachibasalti, hawaiiiti, andesiti basaltiche, trachiti, fonoliti e tefriti in cupole e colate con intercalazioni e coni di scorie e con livelli sedimentari fluvio-lacustri intercalati, rioliti, riodaciti e daciti in cupole e colate, con sporadici depositi piroclastici associati; filoni associati.	Permeabilità complessiva per fessurazione da medio-bassa a bassa; localmente, in corrispondenza di facies fessurate, vescicolari e cavernose, permeabilità per fessurazione e subordinatamente per porosità medio-alta.

Sulla base del quadro conoscitivo attuale sui complessi acquiferi principali individuati per tutta la Sardegna, costituiti da una o più Unità Idrogeologiche con caratteristiche sostanzialmente omogenee, si riportano di seguito gli acquiferi che interessano il territorio di Santa Giusta, inquadrabili, in particolare, nella U.I.O. Mogoro.

#### ACQUIFERO DETRITICO-ALLUVIONALE PLIO-QUATERNARIO DEL CAMPIDANO

- Unità Detritico-Carbonatica Quaternaria (1);
- Unità delle Alluvioni Plio-Quaternarie (2);
- Unità Detritica Pliocenica (4).

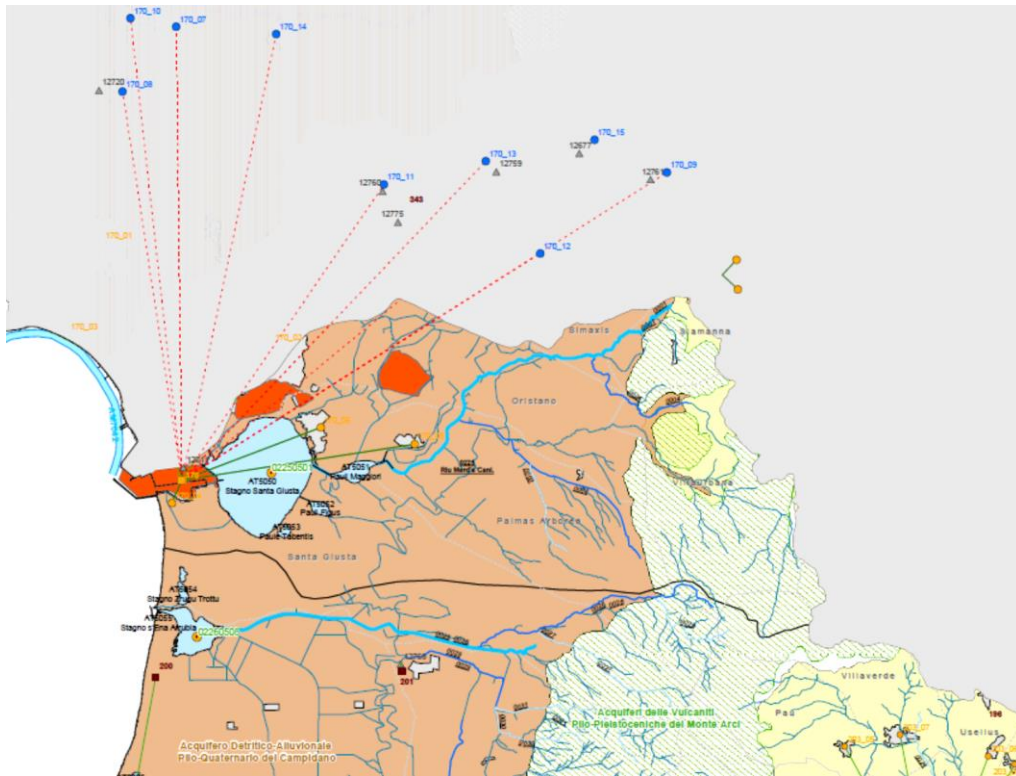
Permeabilità per porosità complessiva medio-bassa; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana e, nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione. Nel settore esaminato è possibile individuare un sistema acquifero multistrato costituito da falde ubicate a profondità variabile, con livelli più profondi generalmente interessati da filtrazione dai livelli superiori, all'interno delle alluvioni pleistoceniche, in particolare nei livelli sabbiosi e ciottolosi, di limitata potenza, intercalati a banchi con elevata componente argillosa (Pala & Cossu, 1994). L'area di alimentazione è individuata nelle conoidi presenti alla base del Monte Arci e che si aprono a ventaglio in corrispondenza dello sbocco dei corsi d'acqua principali con la pianura dell'alto Campidano; l'andamento generale del deflusso è riconosciuto in direzione dello Stagno di Santa Giusta.

#### ACQUIFERO DELLE VULCANITI PLIO-PLEISTOCENICHE DEL MONTE ARCI

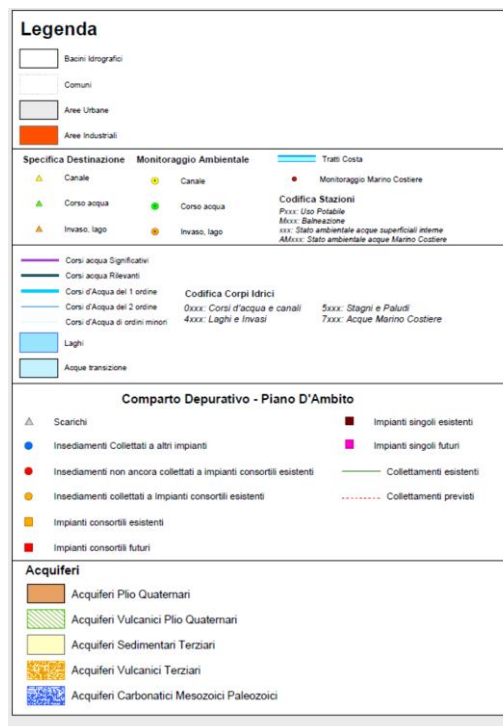
- Unità delle Vulcaniti Plio-Quaternarie (3).

Permeabilità complessiva per fessurazione da medio-bassa a bassa. Si tratta di acquiferi impostati nelle litologie vulcaniche tardo-plioceniche che danno luogo a emergenze sorgentizie aventi portate anche consistenti e che risultano impostate su un substrato impermeabile probabilmente costituito dalle marne mioceniche sepolte oppure dalle stesse vulcaniti che,

procedendo in profondità, sarebbero più compatte e argillicate (Pala & Cossu, 1994).



U.I.O. Mogoro: dettaglio rappresentazione dei complessi acquiferi



Relativamente alla configurazione del reticolo idrografico nel territorio di Santa Giusta, è possibile distinguere due pattern principali, uno riferito alla zona più elevata, inserita nell'apparato vulcanico tardo-pliocenico del Monte Arci, e l'altro relativo ai settori di pianura e costiero. In entrambi i casi la densità di drenaggio e, generalmente, le caratteristiche del deflusso idrico superficiale, sono influenzati dalla tipologia delle rocce e dalla configurazione tettonico-



strutturale.

Come evidenziato precedentemente, le rocce vulcaniche hanno sostanzialmente una permeabilità bassa (elevata in condizioni di elevata fratturazione) che favorisce il deflusso superficiale delle acque meteoriche e, conseguentemente, uno sviluppo del reticolo idrografico piuttosto marcato. Nel settore del Monte Arci questo ha assunto il carattere sub-dendritico, piuttosto irregolare, con creazione di profonde valli che, a partire dall'apice in corrispondenza del settore centrale del rilievo vulcanico, si irradiano fino all'antistante pianura dell'alto Campidano aprendosi, per lo più, attraverso conoidi di deiezione. Nel territorio esaminato le più importanti incisioni torrentizie risultano quelle del Riu Corongiu Nieddu – Riu Acquafida e quella del Canale Astenas. In corrispondenza dei depositi sedimentari in forma di alluvioni, presenti nel settore pianeggiante, dalle falde del Monte Arci fino alla zona costiera, i corsi d'acqua mostrano essenzialmente andamento libero in direzione dell'area costiera-lacustre, spesso in maniera effimera, per lunghi tratti con carattere meandriforme più o meno pronunciato. E' da mettere in evidenza, in corrispondenza del settore di pianura, la sostanziale influenza nei confronti degli elementi naturali del deflusso idrico concentrato, soprattutto di quelli provenienti dal Monte Arci, da parte di quelli relativi alle sistemazioni idrauliche e di canalizzazione artificiale.

Nel complesso, il territorio esaminato rientra nella Unità Idrogeologica Omogenea (U.I.O.) del Flumini Mannu di Pabillonis – Mogoro (Piano di Tutela delle Acque, art. 44 D. Lgs. 152/99 e s.m.i. - art. 2 L.R. 14/2000 - Dir. 2000/60/CE) e, nello specifico, interessa il bacino del Riu Mogoro Diversivo che ha le sue sorgenti nelle pendici meridionali del Monte Arci, e sfocia nella parte meridionale del Golfo d'Oristano in corrispondenza della complessa area umida degli Stagni di San Giovanni – Marceddi. Altro corso d'acqua del 1° ordine abbastanza rilevante nel settore esaminato è il Riu Merd'e Cani, che drena le acque provenienti dalle pendici settentrionali del Monte Arci e finisce il suo corso in corrispondenza dell' area umida dello Stagno di Santa Giusta.

Nella U.I.O. del Mannu di Pabillonis - Mogoro sono presenti, inoltre, 58 corsi d'acqua del 2° ordine. L'elemento caratterizzante questa U.I.O. è, inoltre, il vasto sistema di aree umide costiere che, oltre lo Stagno di Santa Giusta, comprende nell'area rilevata una serie di corpi idrici minori (Pauli Maiori, Pauli Figu, Pauli Tabentis, Pauli Tonda, Zugru Trottu, Pauli Grabiolas e altri stagni minori).

## 5 POTENZIALI FONTI D'IMPATTO

La valutazione degli impatti consiste nell'analisi degli effetti che l'intervento eserciterà sulle componenti ambientali e le eventuali modificazioni che il paesaggio subirà in conseguenza delle cause di perturbazione legate all'intervento. Sul piano metodologico l'individuazione e la valutazione degli impatti viene effettuata mediante la disamina delle relazioni che legano le sorgenti di impatto ai ricettori ambientale.

In particolare, per quanto riguarda gli aspetti legati alla conformazione e all'integrità fisica del luogo si devono esaminare le attività che in fase costruttiva possono provocare fenomeni di inquinamento localizzato come l'emissione di polveri e rumori, l'inquinamento dovuto a traffico veicolare, ecc., nonché le attività gestionali potenzialmente in grado di generare effetti sull'ambiente.

### 5.1 IMPATTI IN FASE DI CANTIERE

Questa tipologia di impatti riguarda esclusivamente la fase di costruzione dell'Impianto chimico-fisico. In relazione alle fasi operative e di cantiere all'interno dell'impianto di depurazione si considerano i seguenti aspetti ambientali:

- ✓ *rumore da attività di movimentazione macchinari e normali operazioni di cantiere:* verranno presi tutti gli accorgimenti necessari per minimizzare il rumore prodotto da tali attività, in particolare le macchine operatrici rispetteranno i limiti di emissione dettati dalla normativa

vigente, in quanto dotate di materiale fonoassorbente all'interno della carteratura del motore. Tali attività avranno comunque carattere temporaneo e localmente circoscritto;

- ✓ *produzione di rifiuti di cantiere*: imballaggi in più materiali e scarti di lavorazione (macerie, cavi, ferro, ecc); tutti i rifiuti prodotti saranno gestiti nel pieno rispetto delle normative vigenti, privilegiando, ove possibile, il recupero degli stessi;
- ✓ *traffico generato dalla movimentazione dei mezzi*: limitato alla fase di approvvigionamento e di scavo;
- ✓ *emissione di polveri da attività di cantiere*: limitato alla fase scavo. Considerati i modesti scavi che dovranno essere eseguiti e la limitata durata prevista per i lavori ci si attende, come detto, una produzione di polveri molto limitata. Eventualmente, qualora i lavori venissero eseguiti nel periodo estivo si avrà l'accortezza di mettere in atto una limitata bagnatura del terreno rendendo quindi praticamente assente il sollevamento di polveri;
- ✓ *utilizzo di risorse idriche*: trascurabile, legato alle normali esigenze di un cantiere.

## 5.2 IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO

Per la valutazione dell'impatto dell'impianto di depurazione oggetto della verifica ex-post e dell'impianto chimico fisico, in fase di esercizio vengono esaminati i seguenti elementi:

- Produzione di polveri;
- Acque di falda e acque marine;
- Rifiuti solidi;
- Rumore;
- Traffico;
- Produzione di sostanze pericolose;
- Odori;
- Alterazioni visuali e paesaggistiche

### 5.2.1 PRODUZIONE DI POLVERI

La produzione di polveri è di due tipi:

- diffusa
- puntuale

Quella diffusa è dovuta essenzialmente al traffico veicolare pesante, in effetti molto modesto, all'interno dei piazzali e nella viabilità dello stabilimento. La viabilità è realizzata in conglomerato bituminoso, mentre il piazzale su cui verrà installato l'impianto chimico-fisico è in calcestruzzo armato e pertanto la possibilità di produzione di polveri è molto bassa. Emissioni puntuali potranno verificarsi solo in fase di costruzione del piazzale, come detto, ma considerati i modesti scavi che dovranno essere eseguiti e la limitata durata prevista per i lavori ci si attende una produzione di polveri molto limitata.

In fase di esercizio definitiva non vi è produzione significativa di polveri.

### 5.2.2 ACQUE DI FALDA, ACQUE MARINE

Come evidenziato in precedenza, dalle ricerche ed indagini effettuate sia bibliografiche che in situ, pur risultando da bassa a medio-alta la complessiva permeabilità della formazione geologica presente nell'area di interesse, è possibile individuare un sistema acquifero multistrato costituito da falde ubicate a profondità variabile, con livelli più profondi generalmente interessati da filtrazione dai livelli superiori, all'interno delle alluvioni pleistoceniche, in particolare nei livelli sabbiosi e ciottolosi, di limitata potenza, intercalati a banchi con elevata componente argillosa.

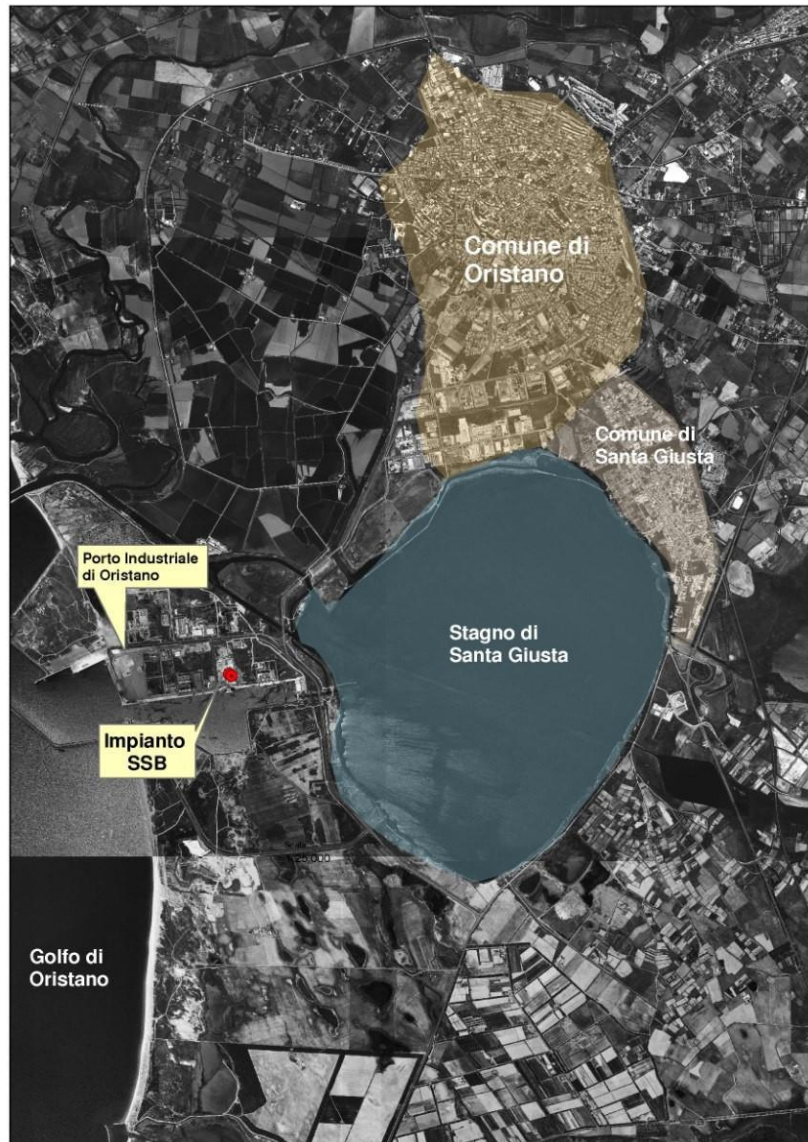
L'attività in oggetto, presente e futura, non costituisce una potenziale fonte di inquinanti in quanto i reflui in ingresso ed in uscita dall'impianto di depurazione vengono convogliati mediante canali in cemento e tubazioni in acciaio. Le vasche sono realizzate in calcestruzzo armato adeguatamente impermeabilizzato e tenuto in buono stato di esercizio. La movimentazione interna dei reflui e dei fanghi avviene mediante pompe e tubazioni in acciaio, le cui giunzioni e saldature vengono eseguite da saldatori certificati.

Inoltre, l'obiettivo dell'impianto chimico fisico è quello di produrre, con riferimento ai metalli, un effluente compatibile con la Tabella 3 per scarico in corpo recettore dell'All. 5 Parte III del D. Lgs. 152/2006.

L'area di sedime dell'Impianto di depurazione è delimitata da una recinzione perimetrale di lunghezza pari a 800 m con due accessi: uno principale in via Carloforte ed uno secondario sul lato rivolto sud-ovest in corrispondenza della torre eolica (non di proprietà del consorzio). Ricordiamo inoltre che le acque meteoriche che cadono sulla viabilità vengono captate dalle pendenze della rete di raccolta e sono convogliate da questa in testa all'impianto di depurazione consortile per essere trattate unitamente agli altri reflui.

In definitiva, grazie agli accorgimenti gestionali combinati dei due impianti e alle azioni di monitoraggio nelle varie fasi dei cicli di trattamento dell'impianto di depurazione consortile, oramai consolidate nel corso degli anni e concordate con gli organismi preposti alla sorveglianza e al controllo, è da escludersi un qualsivoglia problema di inquinamento idrico.

Per l'esecuzione dei campionamenti, l'impianto è dotato di un punto di controllo immediatamente alla sua uscita dalla vasca di disinfezione finale, che ha coordinate N 4413348.02, E 1462654.39 nel sistema Gauss – Boaga. Per completezza si ricorda che il depuratore consortile ha come punto di scarico il Canale Portuale Ovest-Est del Porto Industriale di Oristano, esattamente tra la "Banchina Martini" e la "Banchina S.S.B.". Il punto di scarico nel Canale Portuale viene raggiunto mediante un canale in cemento armato che ha origine dall'uscita delle vasche di clorazione dell'Impianto di depurazione. Tale canale scarica in mare nel punto di coordinate N 4412933.0760, E 1462635.6550 nel sistema Gauss – Boaga.



Nella parte Nord-Est del Golfo di Oristano, a sud dell'agglomerato di Torregrande, è localizzata la foce del fiume Tirso, il più lungo della Sardegna (160 km circa di lunghezza) e maggior tributario del Golfo in termini di acque e di sedimenti, anche se la diga de "Sa Cantoniera" (Buschi) ne limita la portata ed il trasporto solido, al quale si deve l'alimentazione delle spiagge "geologicamente recenti", che lo orlano unitamente alla funzionalità del mare costiero con tutti gli stagni e lagune. Il Golfo di Oristano, delimitato dal Capo S. Marco e dal Capo Frasca che tra loro distano circa 11 km, ha un'estensione di circa 150 km<sup>2</sup>. La profondità media dei fondali è di circa -15 m mentre la massima è di circa - 24 m.

L'approdo nel porto industriale risulta protetto grazie alla posizione all'interno del golfo e il canale navigabile, con i suoi fondali di -11 metri, consente l'attracco di navi di grossa stazza.

Il quadro meteorologico dell'area in esame può essere così riassunto:

- Le circolazioni prevalenti risultano quelle lungo l'asse da Nord-Ovest a Sud-Est. Sono prevalentemente associate a velocità di vento mediamente sostenute (circa 5÷6 m/s) e classi di stabilità ovviamente adiabatiche (classe D) od al più leggermente instabili (classe C).

- Le situazioni di forte instabilità risultano quasi esclusivamente associate a situazioni di calma di vento o di variabilità.

Dalla rosa dei venti e del moto ondoso (in termini di altezza significativa spettrale), relative rispettivamente alla stazione anemometrica in località Masangionis (Arborea) e alla boa della rete ondometrica nazionale (RON) di Alghero, il vento e il moto ondoso da Maestrale risultano prevalenti (sia regnanti che dominanti). È noto che il contenuto energetico del moto ondoso incidente sulla costa occidentale della Sardegna è il più elevato dell'intero Mare Mediterraneo, a conferma del carattere prevalente delle tempeste di Maestrale. Per quanto riguarda gli eventi ondometrici estremi, dalla curva di regressione, in corrispondenza del tempo di ritorno di 100 anni, si rileva un'altezza d'onda significativa  $H_{m0} = 11$  m.

L'idrodinamismo è caratterizzato generalmente da un moto ondoso debole con i venti del IV quadrante (ponente - tramontana), più intenso con i venti del III quadrante (tra ponente e ostro).

Il ciclo depurativo dei reflui prevede una fase finale di clorazione dell'acqua depurata immediatamente a monte dello scarico in un canale interrato, il quale a sua volta provvede allo sversamento in mare con un unico punto di scarico.

Il punto di prelievo dei campioni delle acque di scarico è localizzato all'interno dell'Impianto, in adiacenza alla parte terminale della vasca di clorazione. Il prelievo viene effettuato nella zona immediatamente a monte dello stramazzo delle acque in uscita, superato il quale le stesse confluiscono nella condotta di collegamento al canale portuale. Detto punto è stato concordato a suo tempo con i Tecnici della ASL e successivamente confermato anche dai funzionari dell'ARPAS. Detto punto, infatti, risulta l'ultimo punto accessibile prima dell'immissione nel corpo recettore e garantisce le necessarie condizioni di sicurezza e operatività del sistema di campionamento.

La Tabella A, Allegato 4, del Protocollo Operativo per il Controllo degli Scarichi, pubblicato sul B.U.R.A.S. della Regione Sardegna il 29/08/2013, indica la frequenza minima di campionamento a carico del Gestore dell'Impianto di depurazione per la verifica del rispetto dei valori limite di emissione stabiliti per gli scarichi degli impianti di trattamento acque reflue. Da tale tabella si ricava che l'Impianto di depurazione Consortile, avendo una potenzialità superiore a 50.000 abitanti equivalenti, deve essere sottoposto nel corso dell'anno a 24 campionamenti per i parametri riguardanti la Tabella 1 e a 6 campionamenti per i parametri riguardanti la Tabella 3.

Detti campionamenti andranno eseguiti secondo le indicazioni di massima fornite dalla Provincia (inizio, metà o fine mese), comunque in un lasso di tempo omogeneo, fatto salvo urgenze o necessità che vengano a crearsi.

### **5.2.3 RIFIUTI SOLIDI**

I rifiuti solidi che vengono prodotti dal ciclo di depurazione sono sostanzialmente riconducibili ai fanghi biologici di spurgo estratti dalle nastropresse, il vaglio prodotto dalle attività di grigliatura primaria, le sabbie estratte dai canali di dissabbiatura oltre ad eventuali piccole quantità derivanti dalle attività di manutenzione.

#### Rifiuti da attività collaterali (manutenzioni, servizi, ecc.)

Le quantità di questi rifiuti prodotte annualmente sono attese come molto modeste, sia dal processo principale di depurazione, sia se riferite al solo impianto chimico-fisico di trattamento rifiuti liquidi.

Gli eventuali ferro e acciaio (EER 170405) prodotti saranno destinati al recupero (codice R4 all. C ex D. Lgs. 22/97).

#### Rifiuti dal ciclo depurativo

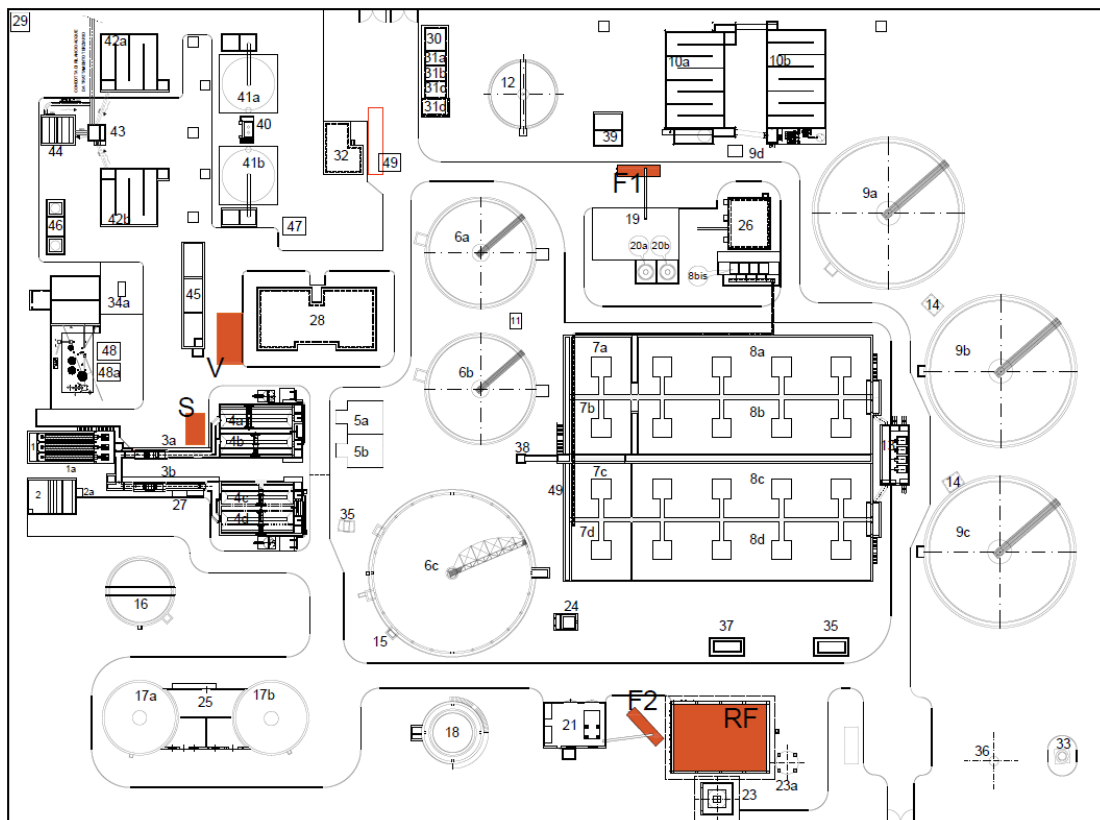
Considerato il quantitativo medio giornaliero di reflui trattati, nell'ultimo anno (2022) si è registrata una produzione di rifiuti pari a:

- 2508 tonnellate di fanghi disidratati dalla depurazione delle acque reflue urbane (EER 190805);
- 41,5 tonnellate di vaglio (EER 190801);
- 19 tonnellate di sabbie (EER 190802)

Si riporta una tabella riassuntiva delle tipologie dei rifiuti prodotti dall'impianto chimico-fisico e delle quantità stimate, le fasi di provenienza, le aree di stoccaggio e la loro destinazione.

Codice CER	Descrizione	Quantità annua prodotta	Fase di provenienza	Stoccaggio		
				N° area	Modalità	Destinazione
190801	RESIDUI VAGLIATURA	41,5 t/a	Grigliatura	1	SFUSI	D1
190802	ELIMINAZIONE DELLA SABBIA	19" t/a	Dissabbiatura	1	SFUSI	R5
190805	FANGHI	2508" t/a	Nastro presse	1	SFUSI	R10

Le aree di stoccaggio dei rifiuti vengono evidenziate in arancione di seguito:



#### Aree di stoccaggio dei rifiuti solidi

F1 ed F2 indicano rispettivamente le aree di stoccaggio dei fanghi prodotti dalla nastropressa A e B; S indica l'area di stoccaggio delle sabbie; V indica l'area di stoccaggio del vaglio ed RF l'area dove vengono stoccati i rifiuti ferrosi e macerie. Tutti i rifiuti vengono stoccati in apposite casse di contenimento. Per maggiore chiarezza si rimanda all' "Allegato C\_Aree di stoccaggio rifiuti".

### 5.2.4 RUMORE

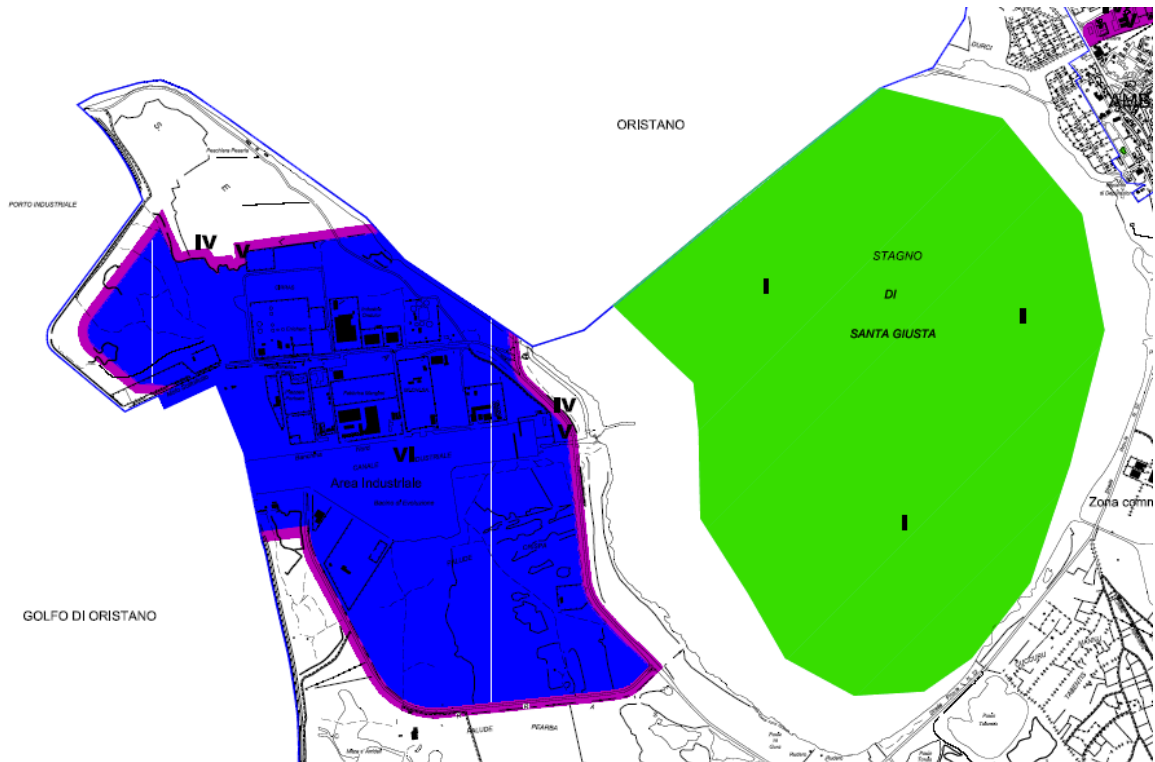
L'inquinamento acustico è dovuto essenzialmente al funzionamento delle macchine dell'impianto. Altre fonti di rumore sono il traffico dei mezzi lungo le strade consortili di collegamento, il trasporto, lo scarico ed il carico dei materiali. Negli ultimi anni, sono stati elaborati, in vari paesi diversi indici che in base a fattori diversi tentano di prevedere il livello di "annoyance", (risentimento mostrato per il disturbo della privacy) manifestato dalla popolazione all'esposizione a incrementi di rumore.

La distanza dell'impianto dai primi nuclei abitati è tuttavia di circa 2000 m e ciò contribuisce a prevenire qualsiasi azione di disturbo. Com'è noto, ogni qualvolta la distanza dalla fonte sonora raddoppia, il livello di pressione sonora residua viene ridotto di 6 dB(A), in quanto la pressione residua è inversamente proporzionale al quadrato della distanza dalla fonte.

L'impatto delle emissioni sonore: disturbo della quiete, impatti sulla salute e sugli ecosistemi, è funzione del numero delle fonti e del livello sonoro emesso, della periodicità delle emissioni, della presenza di fattori attenuanti, della distanza dai ricettori sensibili e dei livelli sonori di fondo.

È stato redatto in data 30.03.2021 da professionista competente in acustica ambientale il "documento di valutazione del rischio rumore".

Il rapporto conclude affermando che *"All'interno del depuratore consortile risulta esserci una zona ... dove sono presenti i motori che attivano le soffianti; in tale zona dovrà essere affissa segnaletica in quanto le emissioni sonore superano gli 85 db e dovranno essere utilizzati DPI ogni qualvolta ci si sofferma a effettuare lavori di manutenzione in prossimità della zona compromessa"*.



SIMBOLOGIA (norma UNI 9884)				
CLASSE	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI DI IMMISSIONE		GRAFICA
		GIORNO (06.00-22.00)	NOTTURNO (22.00-06.00)	
I	Aree particolarmente protette	50 dBA	40 dBA	Verde chiaro linee oblique bassa densità
V	Aree prevalentemente industriali	70 dBA	60 dBA	Violetto tratteggio a croce alta densità
VI	Aree esclusivamente industriali	70 dBA	70 dBA	Blu larghe strisce verticali

Piano zonizzazione acustica Santa Giusta

### 5.2.5 CARATTERISTICHE DI ACCESSO E TRAFFICO

Gli effetti sulla viabilità sono causati dal movimento degli automezzi pesanti in arrivo e in partenza dall'impianto (principalmente autocisterne, autocarri).

Il traffico in generale comporta per i luoghi in cui si manifesta, aumento di rumore, inquinamento e polveri, ma in questo caso la situazione trae vantaggio dal fatto che l'area presenta una buona accessibilità dalla SP 49 e dalla viabilità consortile dell'area industriale.

Se poniamo in relazione diretta il traffico pesante che interessa l'impianto con la produzione, si può sostenere che l'aumento può essere smaltito senza problemi sia dalle strade di penetrazione (via Marongiu e via Carloforte), sia dalla SP 49. Infatti, viste le loro caratteristiche (larghezza complessiva 10,50 m e ampie fasce di servizio) e i volumi di traffico dai quali sono interessate, possono continuare a smaltire agevolmente l'incremento del volume di traffico pesante generato dall'attività produttiva.

Infine si sottolinea come il traffico dei mezzi pesanti non ha alcuna interferenza con il tessuto urbano.



### 5.2.6 PRESENZA DI SOSTANZE TOSSICHE

Non è previsto l'impiego di sostanze tossiche nelle fasi del processo produttivo.

Le uniche materie prime ausiliarie utilizzate sono tre prodotti chimici liquidi: un Coagulante Organico (Cloruro Ferrico), un Neutralizzante (Soda) e un Flocculante Inorganico (Polielettrolita Anionico e cationico) ed un Disinfettante (ipoclorito di sodio al 12-13%). Tutti i prodotti chimici non sono classificati come pericolosi secondo la Direttiva 1999/45/CE.

Per le informazioni e i consigli sulle norme di sicurezza e per l'utilizzo e conservazione di questi prodotti chimici, il personale addetto alla gestione farà riferimento alle più recenti Schede di Sicurezza, contenenti i dati fisici e di pericolosità.

Per la manipolazione e utilizzo dei prodotti sono state implementate apposite procedure scritte e viene effettuata la formazione specifica ai sensi del D.Lgs. 81/2008.

### 5.2.7 EMISSIONE DI ODORI MOLESTI

Considerate anche le piccole dimensioni delle vasche che costituiscono l'impianto chimico-fisico, non ci si attende da esso alcun impatto odorigeno. Tuttavia, poiché l'impianto chimico-fisico è situato all'interno dell'impianto di depurazione consortile, il fenomeno viene comunque analizzato per il complesso dei due impianti.

Il problema delle emissioni di sostanze odorigene assume rilevanza ai fini della realizzazione e della gestione degli impianti poiché, se da un lato le cosiddette molestie olfattive non sono in genere pregiudizievoli per la salute, dall'altro esse possono configurarsi come un fattore di stress fisiologico per la popolazione circostante, diventando spesso elemento di conflitto sia nel caso di impianti esistenti, che nella scelta del sito per la localizzazione di nuovi impianti produttivi.

L'odore, di per sé, è un fenomeno complesso da comprendere sia per la vasta gamma delle sostanze coinvolte, sia perché la potenzialità osmogena di un composto dipende da diversi aspetti:

- Oggettivi propri della sostanza (volatilità, idrosolubilità, etc.)
- Soggettivi (fisiologico e psicologico dell'osservatore).
- Ambientali (temperatura, pressione, umidità relativa dell'aria, velocità e direzione dei venti).

Nonostante la molteplicità delle sostanze che compongono un odore, esso è solitamente percepito come se fosse dovuto ad un componente soltanto a seguito della "perdita di identità" che ciascun odorante subisce nella miscela; la discontinuità con cui poi avviene la percezione dipende invece dalle condizioni meteorologiche del sito nonché dalle fluttuazioni con cui gli odori sono emessi.

L'olfatto è un senso di "allerta": è il mezzo con cui riusciamo ad avere una prima idea della qualità dell'ambiente in cui viviamo. Grazie ad esso, e come conseguenza del processo di valutazione che ne consegue, possiamo avere due tipi di reazione: attrazione o repulsione.

Questo processo, oltre che ad aspetti puramente fisiologici è pure legato a fenomeni psiconeurologici e, nello specifico, alla memoria di lungo termine poiché le terminazioni nervose che dipartono dal bulbo olfattivo arrivano direttamente all'area del cervello denominata ippocampo che presiede alla regolazione dei comportamenti basali e alla organizzazione della memoria di lungo termine e delle emozioni. Infatti lo stimolo odoroso può talvolta avere una funzione altamente evocativa ed essere così in grado di fare riemergere dalla memoria eventi o esperienze accaduti addirittura nella nostra infanzia. Nell'arco della vita, inoltre, anche la capacità con cui siamo in grado di percepire gli odori muta (Gostelow et al., 2001): più in dettaglio si sa che età, sesso di appartenenza e antecedente esposizione (intesa come continuità o meno di

esposizione ad un particolare odore), nonché fenomeni di adattamento, risultano essere i fattori maggiormente influenti sul fenomeno.

Anche l'interpretazione psicologica di un odore porta ad esprimere un giudizio d'intensità, oltre che un'associazione di idee, poiché, una volta percepiti dall'apparato olfattivo, il cervello attribuisce a tali segnali un significato che è associato alle informazioni derivanti dagli altri sistemi sensoriali. Infatti, nonostante raramente siano tossici di per sé stessi, gli odori generati dal decadimento biologico delle biomasse danno generalmente luogo ad una reazione di repulsione dal momento che il decadimento organico può rappresentare un pericolo per la salute.

Quando il nostro olfatto percepisce un odore, “automaticamente” ne vengono determinate le cosiddette “dimensioni”: rilevabilità, intensità, carattere (inteso come l'insieme delle peculiarità che permettono di distinguere fra odori differenti) e tono edonico (livello di gradimento o meno di uno stimolo olfattivo). A questo punto l'informazione percepita è a sua volta combinata con altri riferimenti così da apprendere l'odore e le sue possibili sorgenti. Se questo processo di valutazione porta ad una classificazione negativa dello stimolo olfattivo ricevuto, scatta automaticamente un comportamento atto ad affrontare la situazione. Questa fase è definita con il termine anglosassone “coping” e può sfociare o in uno sforzo atto a rimuovere la causa della sensazione negativa, oppure in una riduzione della sensazione sgradevole in base al fatto che, dopotutto, la causa del fastidio può anche essere ignorata. È il continuo verificarsi protratto nel tempo di questo tipo di situazioni che può portare a vivere una condizione di molestia olfattiva e dare così origine alle proteste da parte di chi vi si trova soggetto: per giunta la condizione di molestia olfattiva può verificarsi con la maggior parte degli odori chiaramente percepibili, seppur in modo intermittente, e indipendentemente dal loro tono edonico. Pertanto il fastidio da odore può verificarsi anche per quegli odori comunemente classificati come gradevoli. La volontà di affrontare il problema accentua il bisogno di ulteriori studi sulla dispersione e sulla mitigazione degli odori: i modelli di diffusione sono gli strumenti da privilegiare per la stima della concentrazione di odore nell'intorno del sito, oppure per la stima del livello di emissione degli inquinanti a partire da misurazioni della concentrazione di odore in particolari siti.

Al momento non esiste una correlazione fissa fra odori e tossicità delle sostanze: la valutazione della tossicità comporta l'esame degli effetti in funzione della concentrazione e per gli ambienti di lavoro, si fa usualmente riferimento al parametro TLV (Threshold Limit Value) fissato dall'American Conference of Governmental Industrial Hygienists – 2006) che indica la massima concentrazione cui un lavoratore può essere esposto durante la propria vita lavorativa (8 ore/giorno per 5 giorni/settimana per 50 settimane/anno) senza incorrere in effetti patogeni. Normalmente la concentrazione dei composti odorigeni in atmosfera è di gran lunga inferiore alla TLV fissata dalle autorità sanitarie. Inoltre la loro soglia di rilevazione olfattiva (OT) è generalmente molto bassa così che la loro presenza può essere rilevata dal nostro olfatto prima che si possano verificare effetti tossici (Davoli et al., 2000). Questo è riscontrabile in tabella 1 in cui, per i più comuni odoranti di origine varia, è presentato il rapporto OT/TLV: le sostanze che hanno questo rapporto inferiore a 1 saranno quelle percepite prima di arrivare a determinare i propri effetti tossici.

Studi condotti sulle emissioni odorigene di varie tipologie di impianti hanno mostrato che l'odore è formato da più di 168 composti chimici singoli, senza tuttavia poter stabilire alcuna correlazione diretta fra la concentrazione in aria di ciascun singolo componente e l'intensità percepita da parte dell'uomo, per il verificarsi di effetti sinergici in base ai quali avviene che la soglia di rilevazione della miscela di odoranti risulta essere molto più bassa di quella propria dei singoli componenti.

Odorante	Sensazione Odorosa	100% OT ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	TLV ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	OT/TLV
Idrogeno solforato	Uova marce	1,4	14000	0,0001
Solfuro di Carbonio	Solfuro	60,0	3240	0,02
Metilmercaptano	Cavolo marcio	70,0	1000	0,07
Etilmercaptano	Cipolla in decomposizione	5,2	1250	0,004
Acido acetico	Aceto	4980,0	25000	0,2
Acido propionico	Rancido, pungente	123,0	30000	0,004
Metilammina	Pesce Avariato	3867,0	12000	0,32
Dietilammina	Pesce Avariato	9800,0	24000	0,41
Trimetilammina	Pesce Avariato	11226,0	9200	1,22
Etilammina	Ammoniacale	1497,0	18000	0,08
Dietilammina	Pesce Avariato	911,0	30000	0,03
Ammoniaca	Pungente	38885,0	18000	2,16

Tabella 1: soglie olfattive (OT – Olfactory Threshold) e valore di TLV (Threshold Limit Value) per alcuni composti odorigeni comunemente reperibili in atmosfera

L'analisi strumentale degli odori, oltre alle difficoltà di tipo fisiologico, già estremamente difficili da rendere oggettive con strumenti, ha anche a che fare con il problema della sensibilità dell'olfatto che, nell'uomo, tende a superare le tecniche analitiche convenzionali così che la caratterizzazione analitica degli odori si trova ad affrontare due tipi di difficoltà: la sensibilità necessaria e la complessità interpretativa del risultato.

Le tecniche di analisi chimica classica (gas cromatografia e/o spettrometria di massa) pur essendo di estrema utilità per l'esecuzione dell'analisi quantitativa degli odori, d'altra parte forniscono risultati che non sono in grado di soddisfare completamente il bisogno di informazione circa la sensazione percepita dagli esseri umani, in particolare quando questi sono generati dai processi di degradazione della sostanza organica (impianti di compostaggio, allevamenti, siti di depurazione delle acque reflue, etc.) proprio per le differenze esistenti fra individuo e individuo quanto a soglia di rilevabilità, intensità e tono edonico.

Attualmente la migliore tecnica disponibile per la misurazione di un odore è dunque l'olfattometria dinamica che si basa sulla rilevazione diretta dell'intensità di odore impiegando un panel di rinoanalisti qualificati secondo la norma EN 13725:2003 (UNI-CEN, 2003).

Questa tecnica ha il vantaggio di essere ormai standardizzata quanto a metodologia di esecuzione ed è in grado di contenere ad un livello accettabile la variabilità inevitabilmente legata al fattore umano: infatti, il nostro olfatto si è rivelato sorprendentemente stabile nel tempo per quanto concerne la rilevazione dell'odore in situazioni controllate (Walker, 2001). Tuttavia, questa tecnica analitica, ha lo svantaggio di essere piuttosto complessa e di arrivare all'acquisizione dei risultati in tempi piuttosto lunghi con costi non trascurabili legati al personale impiegato per l'analisi dei campioni.

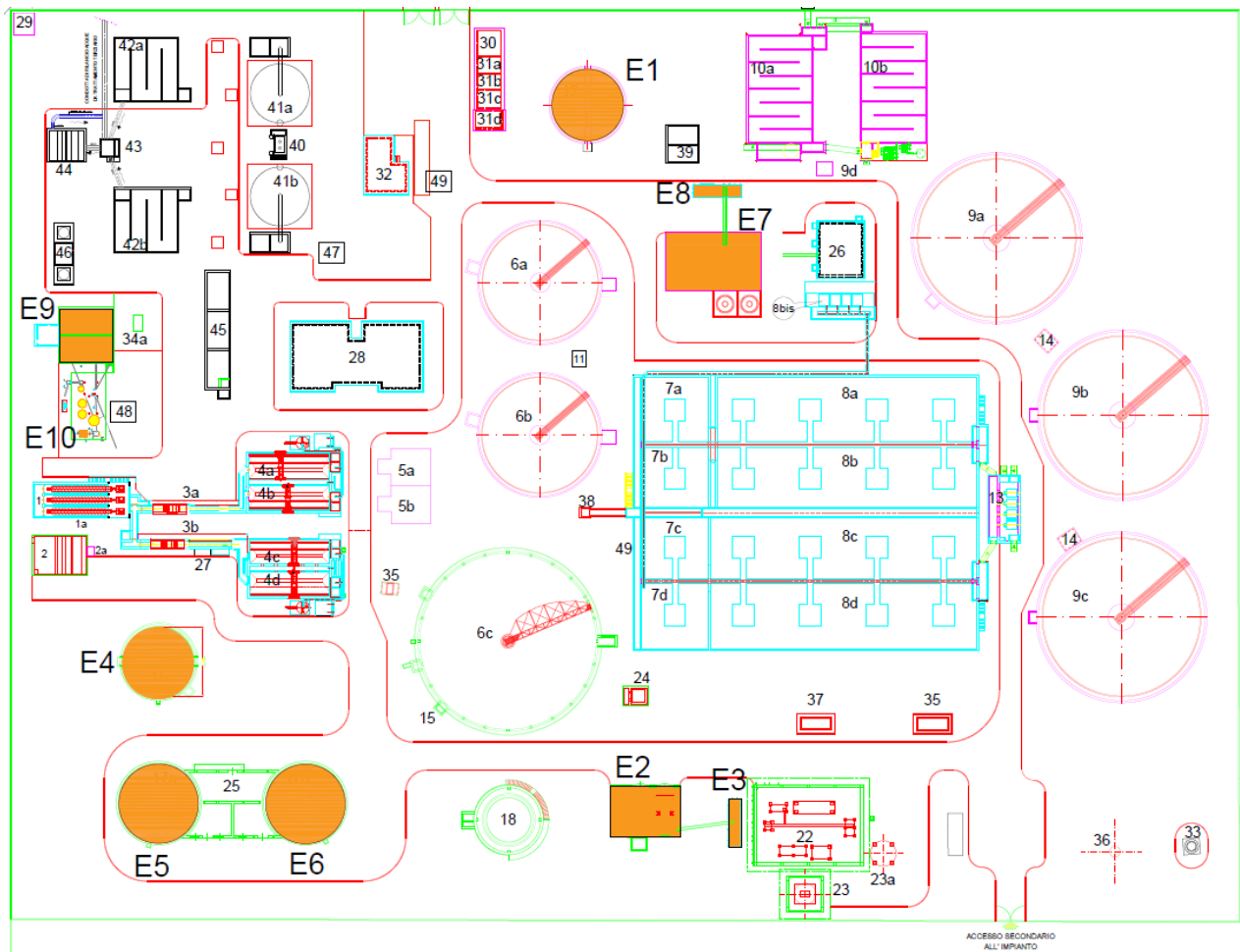
Per la verifica della stima delle emissioni odorigene si è fatto riferimento alle indicazioni contenute nella *“Linea guida per la caratterizzazione, l'analisi e l'autorizzazione delle emissioni gassose in atmosfera delle attività ad impatto odorigeno – Emissioni odorigene in atmosfera da impianti di depurazione reflui”*. La suddetta linea guida si applica agli impianti di depurazione che esercitano attività di depurazione di acque reflue domestiche, industriali e urbane (cfr. art. 74 c. 1

lettere g), h) e i) del D.Lgs. 152/06), ed agli impianti di depurazione di rifiuti liquidi riconducibili ai punti 5.1 e/o 5.3 dell'allegato I del D.Lgs. 59/05.

Nel presente Studio si è fatto specifico riferimento alle sezioni dell'impianto di depurazione consortile deputate alla produzione e lavorazione dei fanghi oggi effettivamente utilizzate. Nell' "Allegato D\_Punti di emissione odorigena" sono individuati i potenziali punti di emissione odorigena. Si tratta di:

- vasche aperte con ampie superfici di contatto con l'atmosfera: vasca di ispessimento (12): punto di emissione E1, vasca di preispessimento (16): punto di emissione E4, vasche di digestione anaerobica convertite in vasche di ispessimento e digestione aerobica (17a e 17b): punti di emissione E5 e E6;
- locali con ampie aperture in cui sono installate le nastropresse (19 e 21): punti di emissione E2 e E7;
- aree di sosta dei semirimorchi in fase di riempimento: punti di emissione E3 e E8.

A queste aree andrebbero aggiunti i punti di accumulo e pretrattamento dei rifiuti liquidi (34a) e di stoccaggio dei fanghi prodotti dall'impianto chimico-fisico (48): punti di emissione E9 e E10. Tuttavia, le vasche di cui al punto E9 verranno a breve confinate con coperture in vetroresina dotate di filtri a carboni attivi, mentre le emissioni originate al punto E10, considerate le modeste quantità di fango disidratato presenti, non sono significative.



Punti di emissione odorigena

In particolare, si è proceduto a determinare i fattori di emissione dell'odore che rappresentano un metodo semplice per stimare le emissioni di odore di un impianto sulla base di un indice di attività, che deve essere rappresentativo della tipologia di impianto considerato e associato alla quantità di odore emessa. Nel caso specifico degli impianti di depurazione di reflui il metodo riportato nella citata Linea Guida utilizza la capacità di trattamento degli impianti, espressa in metri cubi di refluo trattato all'anno ( $\text{m}^3/\text{anno}$ ). L'appropriatezza di questa scelta è dimostrata da evidenze sperimentali che confermano l'esistenza di una correlazione fra quantità di refluo trattato e quantità di odore emessa.

I valori di concentrazione di odore e di OEF (Odour Emission Factor) indicati nella Linea Guida sono ottenuti considerando una velocità dell'aria sotto cappa pari a 0,3 m/s (che consiste in un metodo di campionamento che permette di misurare una sorgente areale utilizzando una cappa "statica" che isola una parte di superficie e permette di convogliare il flusso nel condotto di uscita della cappa, dove viene prelevato il campione, con le stesse modalità adottate per il campionamento da sorgente puntiforme).

L'OER relativo ad un impianto di trattamento reflui può essere ottenuto come prodotto fra la capacità di trattamento dell'impianto e la somma degli OEF relativi a ciascuna delle fasi presenti nell'impianto considerato. Se qualcuna delle fasi è condotta al chiuso con un sistema di convogliamento e trattamento degli effluenti, l'OER effettivo deve essere calcolato considerando l'efficienza del sistema di abbattimento adottato.

La Tabella seguente (Tabella 2 estratta dalla Linea Guida) riporta i valori medi e i range di concentrazione di odore caratteristici per ciascuna delle fasi considerate. Nell'ultima colonna della Tabella sono riportati i fattori di emissione dell'odore (OEF – Odour Emission Factor) calcolati per ciascuna fase ed espressi in unità odorimetriche per metro cubo di refluo trattato ( $\text{ou}_E/(\text{m}^3 \text{ di refluo})$ ).

Fasi del processo	Valore medio di $c_{od}$ ( $\text{ou}_E/\text{m}^3$ )	Range di $c_{od}$ ( $\text{ou}_E/\text{m}^3$ )	OEF medio ( $\text{ou}_E/(\text{m}^3 \text{ di refluo})$ )
Arrivo reflui	2'300	100 – 100'000	11'000
Pre-trattamenti	3'800	200 – 100'000	110'000
Sedimentazione primaria	1'500	200 – 20'000	190'000
Denitrificazione	230	50 – 1'500	9'200
Nitrificazione	130	50 – 200	7'400
Ossidazione	200	50 – 1'000	12'000
Sedimentazione	120	50 – 500	13'000
Trattamenti chimico-fisici	600	200 – 3'000	8'300
Ispessimento fanghi	1'900	200 – 40'000	43'000
Stoccaggio fanghi	850	100 – 5'000	8'300

Tabella 2. Valori medi, range di concentrazione di odore e fattori di emissione di odore per ciascuna fase

Per l'impianto di depurazione in esame, con riferimento alla tabella sopra riportata, è stata effettuata una verifica delle emissioni odorose prodotta dalla sezione della linea fanghi maggiormente critica e cioè la sezione di ispessimento. Poiché la tabella considera valori medi, quale valore della capacità di trattamento dell'impianto di depurazione è stato considerato il valore di portata media di  $20.110 \text{ m}^3/\text{giorno}$ . Si ritiene tale valore attendibile in quanto deriva dalle misurazioni della portata in ingresso effettuate quotidianamente.

Con tale dato si ottiene:

- portata media giornaliera:  $20.110 \text{ m}^3/\text{giorno}$
- portata media oraria:  $837,9 \text{ m}^3/\text{ora}$
- portata media:  $0,23 \text{ m}^3/\text{s}$

Per la valutazione delle emissioni si è presa in considerazione la sezione della linea fanghi che presenta la maggiore criticità, e cioè l'ispessimento fanghi. Dalla tabella sopra riportata si rileva che tale sezione presenta un OEF medio pari a 43.000 OU<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> di refluo.

Pertanto, considerando la portata media di 0,23 m<sup>3</sup>/s, si ottiene:

- OUE ispessimento fanghi: 9.890 OU<sub>E</sub>/s

Tutte le altre sezioni della linea fanghi presentano valori di emissione nettamente inferiori, anche perché non vi è stazionamento di fanghi in impianto, infatti, una volta riempito il semirimorchio viene trasferito in campo o all'impianto di trattamento e stoccaggio gestito dalla Ditta Schiff Srl.

Il valore ricavato è inferiore alla soglia di 10.000 OU<sub>E</sub>/s e pertanto, come indicato dalla Determinazione Provinciale n. 476 del 30/03/2015 non è necessario prevedere sistemi meccanici di convogliamento e trattamento degli effluenti per nessuna delle fasi caratteristiche della linea fanghi.

### **5.2.7.1 STRUMENTI DI ANALISI PREVISIONALE**

Al fine di valutare le ricadute emissive connesse all'attività riferita al complesso dell'impianto di depurazione consortile l'Ing. Salvatore Onano di Cagliari, su incarico del Consorzio, ha effettuato alcune simulazioni utilizzando il modello DIMULA dell'ENEA (Cirillo e Cagnetti) nella sua versione più recente.

Tale modello è inserito nei rapporti ISTISAN 90/32 ("Modelli per la progettazione e valutazione di una rete di rilevamento per il controllo della qualità dell'aria") e ISTISAN 93/36 ("Modelli ad integrazione delle reti per la gestione della qualità dell'aria"), in quanto corrispondente ai requisiti qualitativi per la valutazione delle dispersioni di inquinanti in atmosfera in regioni limitate (caratterizzate da scale spaziali dell'ordine di alcune decine di chilometri) ed in condizioni atmosferiche sufficientemente omogenee e stazionarie.

DIMULA è un modello gaussiano multisorgente che consente di effettuare simulazioni in versione Short term ed in versione Long term considerando anche situazioni meteorologiche di calma di vento e di inversione in quota. I modelli gaussiani per la loro semplicità vengono spesso utilizzati nelle valutazioni di impatto ambientale sia perché le numerose verifiche sperimentali presenti in letteratura ne hanno dimostrato l'affidabilità, sia perché richiedono un set di dati minimo per poter funzionare: modelli più complessi sono spesso inutilizzabili proprio per la mancanza dei numerosi dati richiesti.

Il modello WINDIMULA, in particolare, contiene una formulazione classica degli effetti di downwash libero, legata al valore del rapporto "velocità di efflusso / velocità del vento" e, un modello per la valutazione degli effetti legati alla turbolenza generata dalla presenza di edifici intorno alla sorgente.

Il modello utilizza, inoltre:

- per il calcolo delle funzioni di dispersione  $\mu_y$  e  $\mu_z$ , le formule classiche di Briggs urbane, rurali od una formulazione basata sulle rugosità superficiali;
- per il calcolo della velocità del vento alla quota di sopralzo del pennacchio una formulazione di tipo esponenziale.

La versione climatologia del modello permette di calcolare la distribuzione spaziale sul territorio delle concentrazioni dell'inquinante al suolo mediate su lunghi periodi, in modo da poter considerare la variazione temporale delle grandezze meteorologiche, inserite in input nel modello attraverso le Joint Frequency Functions (JFF) che riportano, tramite frequenze di accadimento, l'aggregazione dei dati di velocità e direzione del vento per ogni classe di stabilità.

La versione Short Term del modello permette di calcolare la distribuzione spaziale sul territorio delle concentrazioni al suolo dell'inquinante considerato sul breve periodo, nell'ipotesi di stazionarietà nel tempo delle condizioni meteorologiche e delle emissioni.

L'input meteorologico è rappresentato, in questo caso, da un valore istantaneo di direzione ed intensità del vento.

#### 5.2.7.2 STUDIO DELLA DIFFUSIONE DI ODORI CON WINDIMULA

Il fattore di emissione da inserire in WinDimula per effettuare un calcolo diffusivo è rappresentato dalla quantità di massa di inquinante emessa dalla sorgente in un secondo:

$$\text{emissione} = \text{massa/secondo}$$

In questo modo i valori in output al modello saranno rappresentati da concentrazioni espresse in massa/m<sup>3</sup> dove la massa in output è la stessa massa usata in input. Per studiare la diffusione di sostanze odorogene occorre quindi definire il fattore di emissione in termini di UO/s (Unità Odorimetriche al secondo):

$$\text{emissione (UO/s)} = \text{FV} * \text{C}$$

dove:

FV = flusso volumetrico emesso dalla sorgente (m<sup>3</sup>/secondo)

C = concentrazione di odore nei fumi emessi (UO/m<sup>3</sup>)

In questo modo l'output ottenuto utilizzando WinDimula sarà una concentrazione di odore espressa in UO/m<sup>3</sup> da confrontare con la soglia odorimetrica di 1 UO/m<sup>3</sup>. Prima però di poter fare dei confronti quantitativi corretti con la soglia odorimetrica occorre tener conto delle seguenti considerazioni:

- i modelli diffusivi, tra cui WinDimula, lavorano sostanzialmente su base oraria cioè richiedono in input valori meteorologici ed utilizzano parametrizzazioni (come ad esempio le funzioni sigma diffuse) medie orarie; tali modelli produrranno quindi valori di concentrazione medi orari in output;
- il naso umano mediamente permette di identificare gli odori con un paio di respirazioni (circa 10 sec.) occorre quindi modificare opportunamente i valori di concentrazione medi orari ottenuti in output al modello diffusivo per poterli ridurre a periodi di media inferiore all'ora (es: 3 min., 10 min...) prima di poter eseguire in modo realistico i confronti con le opportune soglie odorimetriche.

Il reticolo di calcolo viene specificato assegnando, nell'ambito della macroarea di riferimento, i seguenti parametri:

- coordinate (x0; y0) dall'estremo Sud-Ovest: (462032 m; 4411570 m);
- numero di punti (xn; yn) del reticolo: (30; 20);
- dimensione della singola maglia (xd; yd): (200 x2 50 m);
- coordinata z(m) sul livello del suolo dove viene effettuato il calcolo: 2 m

La sorgente aerale S1 considerata è rappresentata dall'ispessitore con coordinate: 462581 m; 4413442 m.

Nella tabella seguente sono riportate le coordinate dei recettori principali, che rappresentano le abitazioni più vicine all'impianto.

	X (m)	Y (m)
RC1	464068	4414755



RC3	464514	4415647
RC2	466234	4414456
RC5	466361	4412461
RC4	466573	4413381

Il tutto è illustrato nell'immagine che segue.



Una volta calcolata la concentrazione di odore in ciascun recettore, o meglio la sequenza delle concentrazioni di odore che il modello calcola in ciascun recettore per ogni ora di simulazione, per potere giungere ad una conclusione circa le conseguenze del rilascio di odore nell'ambiente operato dalle sorgenti considerate, è necessario operare un ulteriore lavoro di analisi dell'output ottenuto.

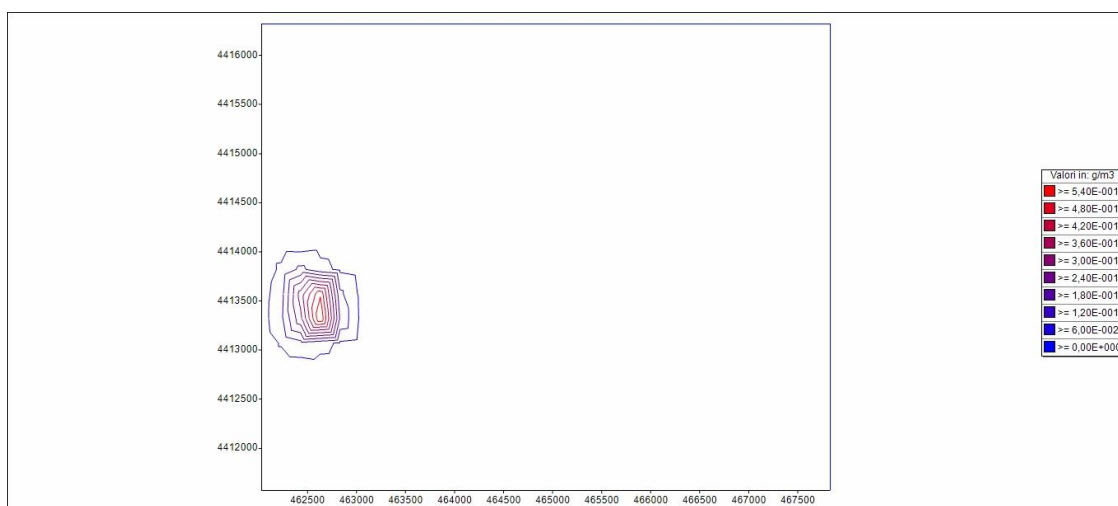
Quando si utilizzano i modelli previsionali per ciascun recettore si ottiene una serie di concentrazioni di inquinante (in questo caso, odore) il cui numero corrisponde al totale delle ore di cui si è fatta la simulazione. Pertanto, per rappresentare la concentrazione di odore rilevabile in un determinato sito utilizzato come recettore, si impiega un valore percentile, ossia un valore al disotto del quale ricade una determinata percentuale di osservazioni. Questo valore è dunque dipendente dal numero di osservazioni utilizzate e pertanto è necessario procedere con cautela.

Se si utilizza infatti un percentile troppo alto si potrebbe includere nel risultato finale anche l'esito delle simulazioni di scarsa qualità dei dati (a seguito, per esempio, di malfunzionamenti strumentali). In questo report, per la descrizione della concentrazione di odore nei recettori posti a varie distanze dalle sorgenti, si è considerato il 98° percentile, poiché questo valore, come indicato da EC-EPA e dalle Linee guida della Regione Lombardia, è quel dato oltre il quale non va il 98% dei valori della distribuzione (concentrazione di odore per un determinato recettore al di sotto della quale vi è il 98% delle concentrazioni di odore per esso).

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti sui recettori più sensibili considerati sia in forma tabellare che in forma grafica, mediante delle curve di isoconcentrazione, espresse in UO/m<sup>3</sup> al 98° percentile.

	X (m)	Y (m)	Valore (UO/m <sup>3</sup> )
RC1	464068	4414755	0,005574264
RC3	464514	4415647	0,003172522
RC2	466234	4414456	0,001899572
RC5	466361	4412461	0,001877432
RC4	466573	4413381	0,00309788

Come si evince il valore di concentrazione stimato sui recettori considerati è, come ci si attendeva, molto al di sotto del valore di confronto di 1 UO/m<sup>3</sup> indicato nelle linee guida.



N.B. Nella legenda dei grafici precedenti l'unità di misura è indicata dal software in g/m<sup>3</sup> ma è da intendersi UO/m<sup>3</sup>.

### 5.2.8 ALTERAZIONI VISUALI E PAESAGGISTICHE

Le alterazioni visuali e paesaggistiche vanno valutate in relazione alle interferenze con il paesaggio percepibile e valutato alla luce dei seguenti indicatori:

- Visibilità dell'opera;
- Congruità dell'opera con il paesaggio circostante;
- Interferenza con i beni storico culturali;
- Interferenza con le emergenze paesaggistiche.

Le tettoie, i capannoni e l'impianto chimico-fisico hanno dimensioni modeste e si inseriscono in un contesto caratterizzato da edifici, manufatti industriali e impianti di dimensioni ben maggiori e ormai consolidato da circa 40 anni.

Pertanto, non si individuano particolari impatti alla visibilità e congruità dell'opera con il paesaggio circostante.

Inoltre, non essendo presente alcun bene con valenza storico culturale nell'area oggetto di intervento, non si rileva alcuna interferenza.

### 5.3 STIMA DEGLI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE E DI ESERCIZIO DEL DEPURATORE

Al fine di stimare le possibili interazioni dell'impianto di depurazione con l'ambiente circostante si riporta una matrice schematica che sintetizza gli argomenti trattati nei paragrafi precedenti.

La matrice rappresenta gli impatti dell'impianto di depurazione in oggetto sui vari comparti ambientali, classificati in 4 categorie proporzionate all'entità dell'impatto:

- ✓ **NULLO**: l'impatto della data fonte emissiva in quel dato comparto è praticamente inesistente, ovvero equivalente a quello che si avrebbe in assenza dell'attività che ha originato la fonte;
- ✓ **POCO SIGNIFICATIVO**: l'impatto della data fonte emissiva in quel dato comparto è esistente, ma non contribuisce ad un peggioramento significativo dello stato di qualità del comparto.
- ✓ **SIGNIFICATIVO MITIGATO**: l'impatto della data fonte emissiva in quel dato comparto è esistente, ma non contribuisce ad un peggioramento dello stato di qualità del comparto, grazie alla presenza di misure di mitigazione, contenimento o prevenzione adeguati; tale fattore di emissione necessita comunque di presidi di controllo tesi a verificare l'efficacia delle misure di contenimento, mitigazione e prevenzione;
- ✓ **CRITICO**: l'impatto è esistente e merita di un approfondimento ulteriore perché non si ritiene adeguatamente controllato, contenuto e può determinare nello stato dei fatti, un peggioramento immediato o nel tempo dello stato di qualità del comparto in oggetto.

Nel caso in esame, dal punto di vista di cantiere si avranno modesti interventi, mentre in fase di gestione è previsto un aumento della quantità di rifiuti liquidi da trattare dovuta alla futura messa in esercizio dell'impianto di trattamento dei rifiuti liquidi, che però comporta impatti molto modesti. In entrambi i casi le attività di cantiere non produrranno impatti significativi sulle componenti ambientali. Si riporta di seguito la matrice di valutazione degli impatti.

COMPONENTI/TIPOLOGIA INQUINAMENTO	INQUINAMENTO CHIMICO	INQUINAMENTO ACUSTICO	INQUINAMENTO DA POLVERI
<u>Atmosfera:</u> qualità dell'aria e caratterizzazione meteoclimatica	NULLO	NULLO	NULLO
<u>Ambiente idrico:</u> acque sotterranee e acque superficiali, considerate come componenti, come ambienti e come risorse	NULLO	NULLO	NULLO
<u>Suolo e sottosuolo:</u> intesi sotto il profilo geologico, geomorfologico e pedologico, nel quadro dell'ambiente in esame, ed anche come risorse non rinnovabili	NULLO	NULLO	NULLO
<u>Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi:</u> formazioni vegetali ed associazioni animali, emergenze più significative, specie protette ed equilibri naturali	NULLO	NULLO	NULLO
<u>Paesaggio:</u> aspetti morfologici e culturali del paesaggio, identità delle comunità umane interessate e relativi beni culturali	NULLO	NULLO	NULLO

## 6 MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI

Si elencano di seguito le principali misure precauzionali idonee a mitigare i disturbi.

### 6.1 POLVERI

Come già illustrato in precedenza, la polvere stradale sollevata dalla movimentazione dei mezzi di trasporto, in particolare autocisterne e autocarri, può essere ridotta al minimo grazie alla buona manutenzione delle strade e mettendo in atto gli accorgimenti idonei ad evitare la dispersione di pulviscolo come la eventuale bagnatura dei piazzali in periodo estivo.

### 6.2 RUMORE

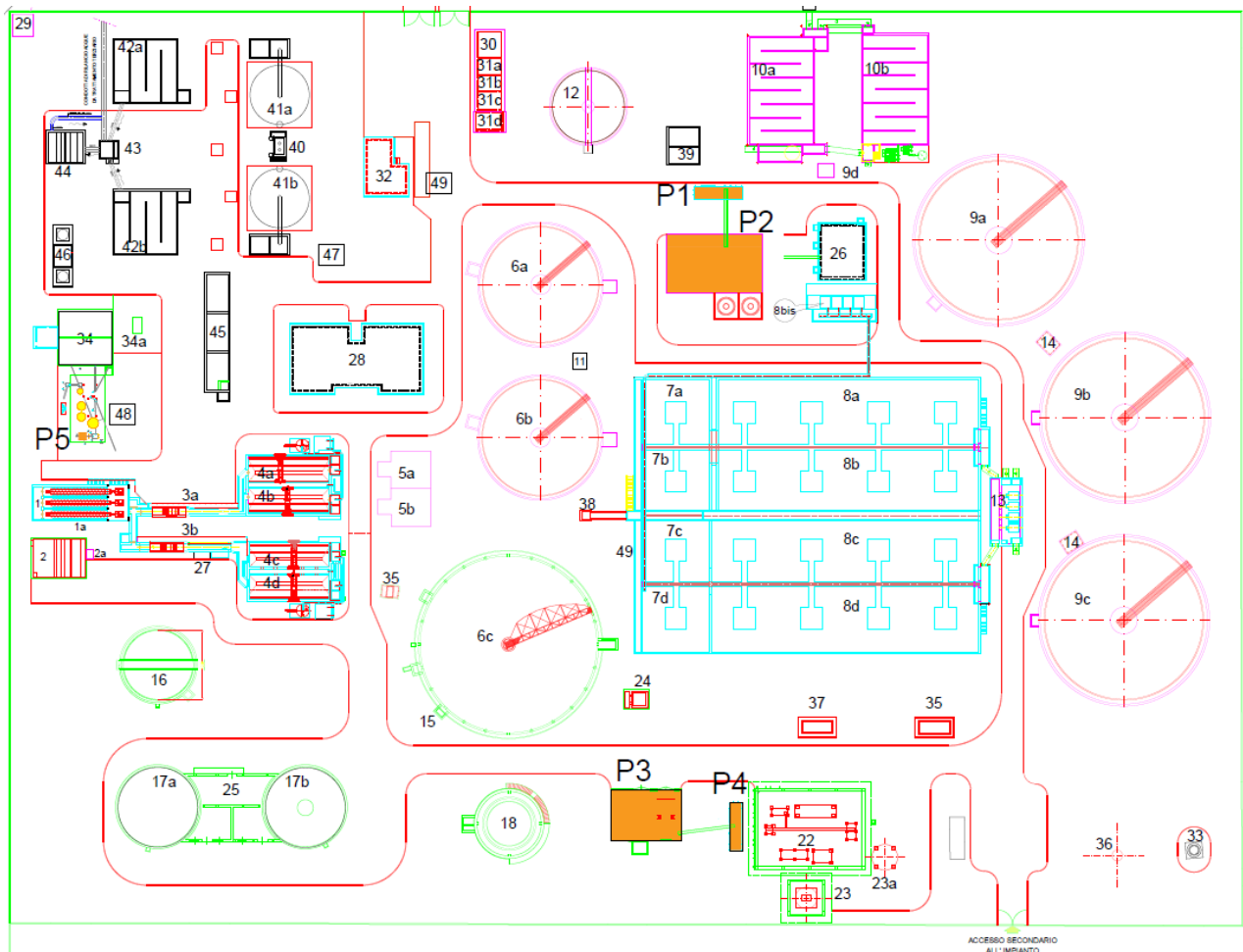


La presenza di rumori e vibrazioni sarà contenuta a livelli previsti dalla vigente normativa dalla presenza di strutture di carenatura ed insonorizzazione sulle macchine che generano rumore.

### 6.3 QUALITÀ DELL'ARIA

Non sono previste emissioni di tipo convogliato.

Attualmente per l'impianto di depurazione consortile esistente vengono effettuati, nei punti contrassegnati con P1, P2, P3, P4 i campionamenti dell'aria al fine di determinare: carica micetica totale (lieviti e muffe), legionella pneumophila, salmonella spp. A questi verrà aggiunto il punto di campionamento P5.



Punti di campionamento cariche batteriche patogene

Vedi “Allegato E\_Punti di campionamento carica batterica patogena”.

### 6.4 ODORI

L'aspetto riguardante le emissioni odorigene dall'impianto di depurazione deriva per lo più dalle attività di scarico e grigliatura dei percolati in arrivo all'impianto con autospurgo o autobotte e dall'attività di trattamento fanghi con ispessimento degli stessi mediante nastropressa. Nell'impianto non è al momento presente un sistema di deodorizzazione dei liquami finalizzato alla diminuzione di tale impatto in quanto, come facilmente verificabile, l'emissione di odori è molto limitata.

È però prevista a breve la realizzazione di una struttura di contenimento e relativo impianto di aspirazione e depurazione dell'aria per la sezione di scarico dei bottini e accumulo liquami.

## 6.5 QUALITÀ DELL'ACQUA

Grazie agli accorgimenti gestionali presenti nell'impianto di depurazione consortile esistente, che verranno estesi anche al nuovo impianto di trattamento chimio-fisico, nonché alle azioni di monitoraggio nelle varie fasi dei cicli di trattamento è da escludersi un qualsivoglia problema di inquinamento idrico.

La viabilità di accesso è dotata di una rete drenaggi, tramite caditoie e condotte interrato, che riporta le acque reflue in testa all'impianto per essere trattate assieme ai reflui provenienti dall'esterno.

Le acque depurate dall'impianto di depurazione consortile esistente, dopo la fase di decantazione finale e di clorazione, sono scaricate in un canale in cemento armato che ha origine dall'uscita delle vasche di clorazione dell'impianto di depurazione. Il punto di prelievo dei campioni delle acque di scarico è localizzato all'interno dell'impianto, in adiacenza alla parte terminale della vasca di clorazione meglio individuato nell'"Allegato F\_Punto di campionamento". Il prelievo viene effettuato nella zona immediatamente a monte dello stramazzo delle acque in uscita, superato il quale le stesse confluiscono nel canale di collegamento al canale portuale. Detto punto è stato concordato a suo tempo con i tecnici della ASL e successivamente confermato anche dai funzionari della Provincia di Oristano e dell'ARPAS. Detto punto, infatti, risulta l'ultimo punto accessibile prima dell'immissione nel canale tombato di collegamento al corpo recettore (Porto di Oristano) e garantisce le necessarie condizioni di sicurezza e operatività del sistema di campionamento, in ottemperanza alla Determinazione Dirigenziale della Provincia di Oristano n°1177 del 05.06.2014 che regola e autorizza per il consorzio Industriale il "Protocollo operativo per il controllo degli scarichi" emanato dalla Regione Sardegna.

Il punto di recapito finale dell'impianto di depurazione è il Canale Portuale Ovest - Est del Porto Industriale di Oristano, esattamente tra la "Banchina Martini" e la "Banchina S.S.B.".

## 6.6 RUMORE

L'inquinamento acustico dovuto al funzionamento delle macchine dell'impianto è modesto (elettropompe, soffianti, nastropressa e cocleapressa).

Al fine di verificare il livello di rumorosità dell'impianto il Consorzio effettua con frequenza triennale un rilevamento complessivo del rumore che si genera nel sito produttivo e la valutazione degli effetti sull'ambiente circostante, avvalendosi di un tecnico esterno competente in acustica.

Scopo delle prove è la verifica del rispetto dei valori richiesti dalla vigente legislazione italiana, in particolare il DPCM 1/3/1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno" e il D.P.C.M. 14 novembre 1997 "determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

Il 01/03/1991 è stato emanato il D.P.C.M. dal titolo "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"; nell'allegato "A" al D.P.C.M. citato vengono sancite le modalità di misura del livello sonoro (quantificato in modo univoco tramite il Livello di Pressione Sonora Continuo Equivalente Ponderato "A",  $L_{AeqT}$ ) e le penalizzazioni nel caso di rumori con componenti impulsive o tonali. Nell'allegato "B" vengono invece riportati i limiti massimi di rumorosità ammessa in funzione della destinazione d'uso del territorio.

Il D.P.C.M. 14 novembre 1997 determina i valori limite delle sorgenti sonore, riferiti alle 6 classi di destinazioni d'uso del territorio, allegate al decreto e da adottarsi da parte dei comuni. Tali classi

coincidono con quelle già individuate con il D.P.C.M. 1° marzo 1991. Nei confronti della disciplina precedente, le differenze di maggiore rilievo riguardano la fissazione di valori limite differenziati per emissione (tab. B), immissione (tab. C) e qualità sonora (tab. D).

Nel territorio comunale di Santa Giusta è stata effettuata la suddivisione in zone acustiche e l'area in esame appartiene alla classe VI.

Una nuova valutazione è necessaria quando si modificano i cicli produttivi o le attività in modo da pregiudicare l'impatto acustico verso l'esterno.

## **6.7 REGOLAMENTI GESTIONALI**

Vengono adottati tutti gli accorgimenti e i dispositivi antinquinamento per mezzi di trasporto e macchinari (marmitte, sistemi insonorizzanti, ecc.).

Le acque meteoriche che cadono sulla viabilità di accesso vengono captate dalle pendenze della rete di raccolta e sono convogliate da questa in testa all'impianto di depurazione consortile per essere trattate unitamente agli altri reflui. Pertanto non vi è necessità di ulteriori particolari accorgimenti, salvo la pulizia periodica delle caditoie e delle vie di scolo.

Si applicano infine gli opportuni regolamenti di sicurezza volti a prevenire i rischi di incidenti sia per quanto riguarda la sicurezza dei lavoratori sia per quanto riguarda l'ambiente.

## **6.8 PIANO DI MONITORAGGIO**

Per l'impianto di depurazione consortile in esercizio, l'Azienda ha già in atto un sistema di valutazione e registrazione degli effetti ambientali connessi con l'attività.

Ad esempio, nel corso di queste operazioni vengono registrati gli effetti ambientali connessi ai fattori di impatto più significativi del sito e tra questi:

- consumo di materie prime;
- consumo di energia;
- parametri chimici e fisici dell'acqua e dell'aria;
- valutazione del rumore.

Tali pratiche verranno estese anche alla conduzione del nuovo impianto di trattamento chimico-fisico, per quest'ultimo impianto, verrà redatto uno specifico Piano di monitoraggio e controllo.

## **7 VALUTAZIONE INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI**

Per la valutazione dell'efficacia delle misure di prevenzione, mitigazione o controllo degli impatti causati dall'esercizio dell'impianto di depurazione e del nuovo impianto chimico-fisico sui vari comparti ambientali, gli stessi vengono classificati in 3 categorie proporzionate all'entità dell'impatto:

- ✓ **NON NECESSARIO:** l'impatto della data fonte è nullo o non significativo quindi non sono necessarie misure di mitigazione;
- ✓ **ADEGUATO:** l'impatto della data fonte emissiva in quel dato comparto è esistente, ma il sistema di mitigazione o contenimento è adeguato e impedisce che l'impatto contribuisca a peggiorare lo stato di qualità del comparto;
- ✓ **INADEGUATO:** l'impatto della data fonte emissiva in quel dato comparto è esistente, e le misure di controllo e/o mitigazione non sono sufficienti ad evitare il peggioramento del livello di qualità del comparto.



Di seguito si riporta la tabella degli impatti:

COMPONENTI/TIPOLOGIA INQUINAMENTO	INQUINAMENTO CHIMICO	INQUINAMENTO ACUSTICO	INQUINAMENTO DA POLVERI
<u>Atmosfera:</u> qualità dell'aria e caratterizzazione meteoclimatica	NON NECESSARIO	NON NECESSARIO	NON NECESSARIO
<u>Ambiente idrico:</u> acque sotterranee e acque superficiali, considerate come componenti, come ambienti e come risorse	NON NECESSARIO	NON NECESSARIO	NON NECESSARIO
<u>Suolo e sottosuolo:</u> intesi sotto il profilo geologico, geomorfologico e pedologico, nel quadro dell'ambiente in esame, ed anche come risorse non rinnovabili	NON NECESSARIO	NON NECESSARIO	NON NECESSARIO
<u>Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi:</u> formazioni vegetali ed associazioni animali, emergenze più significative, specie protette ed equilibri naturali	NON NECESSARIO	NON NECESSARIO	NON NECESSARIO
<u>Paesaggio:</u> aspetti morfologici e culturali del paesaggio, identità delle comunità umane interessate e relativi beni culturali	NON NECESSARIO	NON NECESSARIO	NON NECESSARIO

## 8 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SITO DI INTERVENTO

Il sito in argomento, è un Impianto di depurazione consortile a servizio dell'Agglomerato industriale di Oristano e dei 13 comuni individuati dallo Schema regionale n. 170 del P.T.A..

Come si può evincere dalle fotografie di seguito riportate, l'impianto è posizionato e ben inserito nell'area industriale. Il nuovo impianto chimico-fisico è in gran parte mascherato sia dagli edifici e capannoni già presenti che dalla barriera naturale costituita da piante di ulivi, bouganville ed oleandri.



**Vista da via Marongiu**

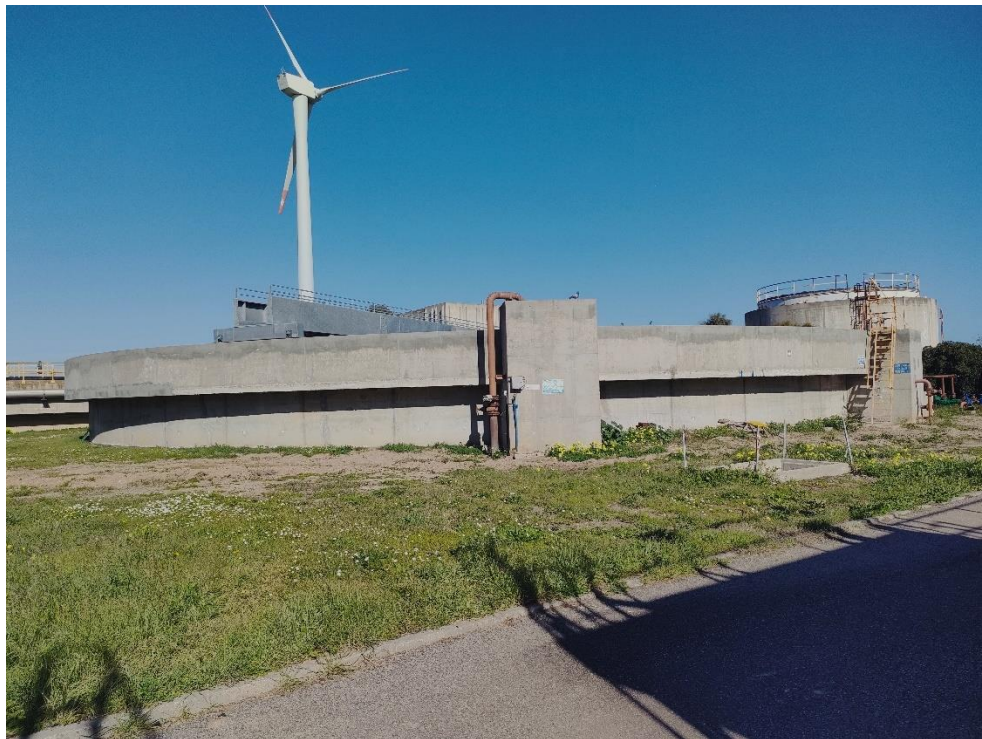


**Vista da via Carloforte**





**Misuratore di portata in ingresso e canale di ingresso con grigliatura**



**Sedimentatore primario 6C**





**Vasche di nitrificazione-ossidazione**



**Sedimentatore secondario B**





**Scarico finale ed autocampionatore**



**Vasca di ispessimento fanghi e nastropressa**



**N. 2 Unità di filtrazione**



**Casse per lo stoccaggio dei rifiuti solidi**





**n. 4 Trasformatori**

**ALLEGATI STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE:**

- Allegato A\_Planimetria ricostruzione storica impianto di depurazione;
- Allegato B\_Flow sheet impianto di depurazione;
- Allegato C\_Aree di stoccaggio rifiuti solidi;
- Allegato D\_Punti di emissione odorigena;
- Allegato E\_Punti di campionamento carica batterica patogena;
- Allegato F\_Punto di campionamento;

**ALLEGATI PROGETTO:**

- Vedi Elenco allegati