

CACIP – Centro Servizi Zona Ind. Macchiareddu Uta (CA) – Sede legale Viale Diaz, 86 Cagliari
- Telefono: 070-2483 mail: cacip@cacip.it

Verifica di Assoggettabilità a VIA
Studio preliminare ambientale



Consorzio Industriale Provinciale
Cagliari

**“Efficientamento ed adeguamento dell’impianto
di compostaggio sito presso la piattaforma
ambientale di Macchiareddu”**

I tecnici incaricati:

Ing. Ivan Ledda
Ing. Monica Casu

Rev. 01 del 19 Luglio 2018

Sommario

1	PREMESSA	4
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
2.1	Localizzazione	5
2.2	Impianto IPPC.....	5
3	STATO AMMINISTRATIVO DELL'IMPIANTO	7
4	PIANI E PROGRAMMI DI RIFERIMENTO	9
4.1	Piano di Assetto Idrogeologico	9
4.2	Piano Regionale Gestione Rifiuti	10
4.2.1	Le azioni di Piano per lo sviluppo del riciclaggio-Linee guida per il recupero della sostanza organica	12
4.2.2	La digestione anaerobica inquadramento generale.....	13
4.2.3	Elementi generali di fattibilità tecnico economica	13
4.2.4	Elementi specifici per la fattibilità dello sviluppo della digestione anaerobica in Sardegna.....	14
4.2.5	Le azioni per l'adeguamento dell'impiantistica regionale di recupero della frazione umida	15
4.3	Perimetrazione del sito di interesse nazionale Sulcis-Iglesiente-Guspinese ...	15
4.4	Piano Regionale dei Trasporti.....	16
4.5	Piano Energetico Ambientale Regionale	17
4.6	Piano Comunale di Classificazione Acustica	19
4.7	Piano Paesaggistico Regionale	24
5	QUADRO GENERALE DEI VINCOLI DI NATURA PAESAGGISTICA E AMBIENTALE	27
6	DESCRIZIONE STATO DI FATTO	29
6.1	Funzionamento dell'impianto allo stato attuale.....	29
6.1.1	Ricezione e pesatura rifiuti	31
6.1.2	Stoccaggio e triturazione/separazione	31
6.1.3	Triturazione e vagliatura.....	31
6.1.4	Cippatura	31
6.1.5	Preparazione miscela	31
6.1.6	Digestione aerobica	31
6.1.7	Raffinazione.....	32
6.1.8	Maturazione e stoccaggio	32
6.1.9	Trattamento arie.....	33
6.1.10	Gestione rifiuti e prodotto finale	34
7	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO	35

7.1	Processi di Trattamento previsti per l'impianto.....	39
7.1.1	La digestione anaerobica	39
7.1.2	Il compostaggio	40
7.2	Parametri di Progetto	42
7.2.1	Produzione e raccolta FORSU e verde	42
7.2.2	Caratteristiche qualitative FORSU	42
7.2.3	Dati di progetto, tipologie di rifiuti ed operazioni di recupero.....	43
7.2.4	Potenzialità ed operatività dell'impianto di digestione anaerobica	46
7.3	Linea di biodigestione anaerobica e compostaggio di qualità	46
7.3.1	Descrizione del ciclo tecnologico.....	46
7.3.2	Descrizione delle fasi di processo	49
7.3.3	Descrizione delle sezioni di attività.....	54
7.4	Linea di biostabilizzazione della frazione derivante dal sottovaglio dell'impianto di preselezione sito presso il termovalorizzatore	60
7.5	Sistema di trattamento aria esausta	61
7.5.1	Filtro a maniche	61
7.5.2	Sistema di lavaggio a mezzo scrubber e biofiltrazione	61
7.6	Gestione del percolato	63
7.7	Impianto di cogenerazione.....	66
7.8	Sistemi di sicurezza nelle linee produttive.....	67
7.8.1	Dispositivi previsti per i macchinari.....	67
7.8.2	Dispositivi previsti per la parte di produzione e utilizzo biogas	68
7.9	Descrizione delle fasi di cantiere	69
7.9.1	Specifiche tecniche del cantiere	70
8	VALUTAZIONI EFFETTI SULL'AMBIENTE	73
8.1	Aria	73
8.1.1	Stato ambientale della componente aria nella zona industriale.....	73
8.1.2	Valutazione delle emissioni in atmosfera.....	75
8.2	Suolo	77
8.2.1	Stato ambientale della componente suolo	77
8.2.2	Valutazione degli impatti sul suolo	78
8.3	Acque	78
8.3.1	Stato ambientale della componente acqua.....	78
8.3.2	Valutazione degli impatti sulle acque.....	79
8.4	Viabilità	79
8.5	Flora, fauna ed ecosistemi	80
8.5.1	Aspetti naturalistici.....	80
8.5.2	Valutazione degli impatti su flora, fauna ed ecosistemi	81

8.6	Rumore.....	82
8.6.1	Ricettori nell'area di studio	82
8.6.2	Sorgenti di rumore riconducibili all'impianto	83
8.6.3	Altre sorgenti di rumore nell'area di studio.....	84
8.6.4	Determinazione e valutazione del campo sonoro	84
8.6.5	Ipotesi di intervento di mitigazione	85
8.7	Energia	86
9	CONCLUSIONI.....	87

1 PREMESSA

Il presente documento è stato elaborato nell'ambito del procedimento di Verifica di assoggettabilità a Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi del D. Lgs. 152/06 e della D.G.R. 45/42 del 2017 dell'intervento denominato "*Efficientamento ed adeguamento dell'impianto di compostaggio sito presso la piattaforma ambientale di Macchiareddu*", richiesto dal Servizio Valutazioni Ambientali dell'Assessorato Ambiente con Parere del 23/04/2018 (Prot. n. 9124).

L'impianto di compostaggio oggetto del presente Studio preliminare ambientale è parte integrante del polo noto come "*Piattaforma polifunzionale per lo smaltimento dei reflui urbani, rifiuti urbani, speciali pericolosi e non pericolosi*", sito nella Zona Industriale Macchiareddu, in Comune di Capoterra (CA), che ha ottenuto l'Autorizzazione Integrata Ambientale nel 2010 (con Determina della Provincia di Cagliari n. 216 del 10/11/2018). L'impianto di biostabilizzazione e compostaggio esistente ha ottenuto, con DGR 02/18 del 22/01/2002, il giudizio positivo di compatibilità ambientale nell'ambito della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA).

L'intervento si configura come revamping ed efficientamento energetico dell'impianto oggi in esercizio, in cui è presente una sezione aerobica per il trattamento della frazione organica, che sarà implementato attraverso l'inserimento a monte del processo di una sezione anaerobica. Il progetto prevede inoltre che l'intero trattamento avvenga esclusivamente al chiuso in ambienti mantenuti in leggera depressione, prevedendo l'implementazione del sistema di captazione e trattamento delle arie esauste. La modifica apportata al processo proposto consentirà di produrre ancora compost di qualità, garantendo quindi il recupero di materia, ma, in aggiunta, permetterà di effettuare anche il recupero di energia: il biogas, prodotto primario della digestione anaerobica e costituito prevalentemente da CH₄ e CO₂, presenta infatti un elevato contenuto energetico.

In ottemperanza alle previsioni di cui all'Allegato B3 della D.G.R. 45/42 del 2017, nel presente studio preliminare ambientale si procederà ad affrontare:

- la descrizione del progetto contestualmente alla sua localizzazione, in particolare per quanto riguarda la sensibilità ambientale delle aree geografiche che potrebbero essere interessate;
- la descrizione delle componenti dell'ambiente sulle quali il progetto potrebbe avere un impatto rilevante;
- la descrizione di tutti i probabili effetti rilevanti del progetto sull'ambiente.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area su cui insiste l'impianto di compostaggio è parte integrante dell'impianto IPPC di smaltimento rifiuti dell'area industriale di Macchiareddu, nel Comune di Capoterra (CA). Si riportano nei paragrafi seguenti alcuni dettagli relativamente al suo inquadramento territoriale.

2.1 Localizzazione

L'impianto di compostaggio è localizzato nell'ambito Sud dell'agglomerato industriale di Macchiareddu, in un contesto territoriale fortemente antropizzato.

Il sito è individuabile nella sezione 566·010 della Carta Tecnica Regionale in Scala 1:10.000 ed è distante dalla città di Cagliari circa 8.2 km e dall'abitato di Capoterra 3 km.



Figura 1. Localizzazione dell'area di intervento.

2.2 Impianto IPPC

La Piattaforma, oggetto dell'autorizzazione integrata ambientale rilasciata dalla Provincia di Cagliari in data 10/11/2010, è costituita da diverse sezioni produttive finalizzate al trattamento/smaltimento dei rifiuti. La loro realizzazione è avvenuta in tempi successivi a partire dal 1993.

Con riferimento all'autorizzazione all'esercizio in vigore, il complesso produttivo IPPC è riconducibile a 4 impianti dove vengono esercitate le seguenti attività elencate nella categoria 5 - Gestione dei rifiuti di cui all'allegato VIII alla parte II del decreto legislativo n. 152 del 03 aprile 2006 e s.m.i.:

- termovalorizzazione dei rifiuti solidi urbani e termovalorizzazione di rifiuti speciali non pericolosi;
- trattamento chimico fisico ed inertizzazione di rifiuti non pericolosi e pericolosi, sia liquidi che solidi;
- trattamento di compostaggio della frazione organica da raccolta differenziata e di stabilizzazione della frazione sottovaglio da preselezione meccanica della frazione secca residua da raccolta differenziata;
- trattamento di depurazione di liquami fognari domestici e rifiuti liquidi.

3 STATO AMMINISTRATIVO DELL'IMPIANTO

L'iter per la realizzazione delle *Opere di completamento dell'impianto di smaltimento rifiuti solidi urbani e fanghi – Impianto di stabilizzazione della frazione umida e di compostaggio*, è stato avviato nel 2001 con la proposta del Consorzio per l'area di Sviluppo Industriale di Cagliari (CASIC). Di seguito si riportano gli atti amministrativi di rilievo per la descrizione della storia dell'impianto.

- DGR 02/18 del 22/01/2002, con cui è stato espresso giudizio positivo di compatibilità ambientale nell'ambito della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), ai sensi della delibera della Giunta Regionale n. 36/39 del 02/08/1999 e del D.P.R. 12/04/1996.
- DGR 25/10 del 1/08/2003, con cui è stato approvato il progetto ai sensi dell'art. 27 del D. Lgs. 22/97.
- Determinazione RAS n. 343 del 24/04/2007, con cui viene rilasciata l'autorizzazione all'esercizio dell'impianto ai sensi dell'art. 208 del D. Lgs. 152/06. L'impianto è così autorizzato al trattamento di una quantità complessiva di rifiuti pari a 243 t/g, ovvero **73·000 t/a**, di cui:
 - ✓ 49·000 t/a di frazione organica preselezionata da rifiuti urbani (FORSU);
 - ✓ 20·000 t/a di rifiuto organico selezionato (ROS) proveniente da raccolta differenziata;
 - ✓ 4·000 t/a di sfalci e potature.
- Determina della Provincia di Cagliari n. 154 del 6/10/2008, con cui viene modificata la Determinazione RAS n. 343 del 2007, relativamente ai quantitativi di rifiuti autorizzati, al fine di accogliere la richiesta del gestore dell'impianto di poter gestire i rapporti tra le diverse tipologie di rifiuti autorizzati (frazione organica preselezionata da rifiuti urbani, rifiuto organico selezionato proveniente da raccolta differenziata e sfalci e potature) in relazione ai flussi in ingresso mantenendo invariato il processo.

L'impianto può dunque trattare una quantità complessiva di rifiuti pari a 243 t/g ovvero **73.000 t/a**, comprensivi di frazione organica preselezionata da rifiuti urbani, rifiuto organico selezionato, sfalci e potature.
- Determina della Provincia di Cagliari n. 216 del 10/11/2010, con cui viene rilasciata l'Autorizzazione Integrata Ambientale ai sensi del D. Lgs 59/05 e della L.R. 4/06 della Piattaforma polifunzionale per lo smaltimento dei reflui urbani, rifiuti urbani, rifiuti speciali pericolosi e non pericolosi, in cui è incluso anche l'impianto di selezione, biostabilizzazione e compostaggio di qualità (cod. IPPC 5.3), autorizzato per una quantità complessiva ammissibile di rifiuti pari a 243 t/g ovvero **73·000 t/a**.
- Determina della Provincia di Cagliari n. 55 del 13/04/2016, con cui, tra l'altro, si diffida la Società Tecnocasic affinché provveda alla chiusura delle aie di maturazione dell'impianto di compostaggio esistente al fine di ridurre gli impatti legati alle emissioni odorigene e alla polverosità derivante dall'esercizio dell'impianto di compostaggio.

- Nulla Osta Modifica non sostanziale della Città Metropolitana di Cagliari (Prot. 35295 del 14/12/2017) con cui si acconsente alla realizzazione di una linea di carico del sottovaglio all'impianto di compostaggio, oltre ad interventi analoghi all'impianto di termovalorizzazione.

4 PIANI E PROGRAMMI DI RIFERIMENTO

4.1 Piano di Assetto Idrogeologico

Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) individua le aree a rischio idraulico e di frana e ha valore di piano stralcio ai sensi della L. n. 183/89. Il PAI è entrato in vigore con Decreto dell'Assessore ai Lavori Pubblici n. 3 del 21/02/2006.

Il Piano ha lo scopo di individuare e perimetrare le aree a rischio idraulico e geomorfologico, definire le relative misure di salvaguardia sulla base di quanto espresso dalla Legge n. 267 del 3 agosto 1998 e programmare le misure di mitigazione del rischio.

Gli ambiti di riferimento del Piano sono i sette Sub-Bacini individuati, all'interno del Bacino Unico Regionale, con deliberazione della Giunta Regionale n. 45/57 del 30 ottobre 1990, ognuno dei quali è caratterizzato in generale da un'omogeneità geomorfologica, geografica e idrologica: Sulcis, Tirso, Coghinas-Mannu-Temo, Liscia, Posada – Cedrino, Sud-Orientale, Flumendosa-Campidano-Cixerri.

Il documento prevede:

- indirizzi, azioni settoriali, norme tecniche e prescrizioni generali per la prevenzione dei pericoli e dei rischi idrogeologici nel bacino idrografico unico regionale e nelle aree di pericolosità idrogeologica;
- disciplina le aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1) perimetrate nei territori dei Comuni indicati nell'Allegato A al Piano;
- disciplina le aree di pericolosità da frana molto elevata (Hg4), elevata (Hg3), media (Hg2) e moderata (Hg1) perimetrate nei territori dei Comuni indicati nell'Allegato B al Piano.

Con l'esclusiva finalità di identificare ambiti e criteri di priorità tra gli interventi di mitigazione dei rischi idrogeologici nonché di raccogliere e segnalare informazioni necessarie sulle aree oggetto di pianificazione di protezione civile, il PAI delimita le seguenti tipologie di aree a rischio idrogeologico ricomprese nelle aree di pericolosità idrogeologica individuate:

- le aree a rischio idraulico molto elevato (Ri4), elevato (Ri3), medio (Ri2) e moderato (Ri1) perimetrate nei territori dei Comuni rispettivamente indicati nell'Allegato C;
- le aree a rischio da frana molto elevato (Rg4), elevato (Rg3), medio (Rg2) e moderato (Rg1) perimetrate nei territori dei Comuni rispettivamente indicati nell'Allegato D.

Per quanto attiene alla pericolosità da inondazione da piena, l'area di interesse non risulta classificata tra quelle pericolose da un punto di vista idraulico. Allo stesso modo, per quanto riguarda il rischio frana, il PAI non segnala situazioni di pericolo nell'ambito di studio.

In ottemperanza all'art. 8 comma 2 delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI, in sede di adozione di nuovi strumenti urbanistici o di varianti agli stessi, nonché di approvazione di piani attuativi, vengono individuati i livelli di pericolosità idraulica o geomorfologica derivanti dalle indicazioni contenute in appositi studi di compatibilità

idraulica e geologica - geotecnica, predisposti in osservanza dei successivi articoli 24 e 25 delle stesse Norme, riferiti a tutto il territorio comunale o alle sole aree interessate dagli atti proposti all'adozione.

Dall'approvazione dei suddetti studi da parte del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino deriva l'applicazione sulle aree classificate Hi4, Hi3, Hi2, Hi1, Hg4, Hg3, Hg2 e Hg1 delle norme di salvaguardia di cui agli articoli 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 e 34 delle Norme di Attuazione del P.A.I.

Lo Studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, relativo al procedimento di adozione del nuovo Piano Urbanistico Comunale di Capoterra è stato approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n.7 del 17/02/2012. Ai sensi di tale studio, le aree in questione sono classificate come Hi1 e Hg1.

Il PAI, in merito alle zone a pericolosità idraulica e di frana moderate non disciplina la fattibilità degli interventi così come invece avviene per le aree a pericolosità molto elevata, elevata e media, rimandando agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti la disciplina dell'uso del territorio e delle risorse naturali.

Ai sensi dell'art. 25 delle norme tecniche di attuazione del PAI, per l'approvazione dell'intervento nell'area in questione, ricadente all'interno della fascia di pericolosità di frana moderata non è necessaria la predisposizione di uno specifico studio di compatibilità geologica e geotecnica.

Allo stesso modo, per quanto concerne gli interventi da eseguirsi in aree di pericolosità idraulica moderata come la presente, non è necessario procedere a redigere la relazione di compatibilità idrogeologica ai fini dell'approvazione del progetto.

4.2 Piano Regionale Gestione Rifiuti

Il Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti - Sezione Rifiuti Urbani è stato aggiornato con D.G.R. n. 69/15 del 23/12/2016 al fine di recepire la Delibera 2008/98/CE e il Settimo programma d'azione per l'ambiente comunitario.

L'aggiornamento del documento è impostato sul rispetto della gerarchia comunitaria della gestione dei rifiuti, che individua la seguente scala di opzioni nella gestione di un rifiuto:

1. prevenzione della produzione dei rifiuti;
2. preparazione per il riutilizzo;
3. riciclaggio o recupero di materia;
4. recupero di altro tipo, per esempio il recupero di energia;
5. smaltimento.

Inoltre, nel rispetto del 7° Programma europeo d'azione per l'ambiente, il documento ha individuato le azioni necessarie affinché:

- le discariche siano limitate ai rifiuti non riciclabili e non recuperabili;
- il recupero energetico sia limitato ai materiali non riciclabili;
- i rifiuti riciclati siano usati come fonte principale e affidabile di materie prime;

- i rifiuti pericolosi siano gestiti responsabilmente e che ne sia limitata la produzione;
- la produzione dei rifiuti pro-capite e dei rifiuti in termini assoluti sia ridotta;
- i rifiuti alimentari siano ridotti.

Alla luce di tali indirizzi l'aggiornamento del Piano regionale di gestione dei rifiuti urbani è finalizzato al conseguimento dei seguenti obiettivi:

- riduzione della produzione e della pericolosità dei rifiuti;
- aumento della preparazione per il riutilizzo dei rifiuti urbani;
- aumento del riciclaggio dei rifiuti urbani;
- minimizzazione del recupero energetico dai rifiuti residuali;
- riduzione degli smaltimenti in discarica;
- minimizzazione dei carichi ambientali e dei costi legati alla gestione integrata dei rifiuti;
- riduzione e prevenzione del fenomeno della desertificazione;
- gestione del periodo transitorio sino alla costituzione dell'Ente di governo della gestione integrata dei rifiuti nell'ambito territoriale ottimale.

Uno degli obiettivi qualificanti dell'aggiornamento del Piano è il conseguimento del 70 % di riciclo al 2022, in netto anticipo rispetto alla scadenza comunitaria del 65% al 2030 prevista dalle bozze di revisione delle direttive comunitarie. Tali risultati potranno essere raggiunti attraverso:

- l'applicazione di linee guida tecniche cogenti per gli impianti di compostaggio di qualità finalizzate al miglioramento della qualità del compost;
- la promozione del recupero del compost attraverso appositi accordi di programma con gli utilizzatori e i produttori;
- l'attuazione del vigente protocollo di intesa con il CONAI;
- il completamento dell'infrastrutturazione del territorio regionale attraverso piattaforme di messa in riserva e prima valorizzazione di tutti i materiali provenienti dalla raccolta differenziata, non solo degli imballaggi;
- la verifica della fattibilità della costituzione di un sistema integrato regionale per il recupero in Sardegna;
- la promozione degli acquisti verdi da parte delle pubbliche amministrazioni.

Infine, l'aggiornamento del Piano regionale, alla luce delle elevate percentuali di raccolta differenziata da raggiungere, minimizza ulteriormente l'importanza delle operazioni di smaltimento, che riguarderà una quota ridotta del rifiuto urbano. In particolare le analisi eseguite hanno portato a confermare che la frazione secca residua potrà essere direttamente sottoposta a termovalorizzazione, riducendo il conferimento in discarica ai rifiuti non recuperabili energeticamente e non valorizzabili.

Alla luce degli studi effettuati il Piano regionale definisce uno schema impiantistico di riferimento caratterizzato dall'individuazione di due centri di

termovalorizzazione, ubicati a Macchiareddu e Tossilo, con tendenza ad un'ulteriore riduzione del fabbisogno di termovalorizzazione al 2030.

Analizzando le diverse filiere di rifiuti, il paragrafo 8.3 *“Valutazione delle potenzialità impiantistiche di riciclaggio nello scenario di Piano al 2022”* prende in considerazione quella della frazione organica (8.3.1. Filiera della sostanza organica).

Dal punto di vista programmatico, oltre quanto precedentemente riportato, va evidenziato che il Piano regionale di gestione dei rifiuti, in riferimento ai bacini della Città metropolitana di Cagliari, del Medio Campidano e del restante Sud Sardegna ritiene *“necessario garantire il trattamento di biostabilizzazione solo presso la piattaforma di Macchiareddu per una potenzialità a regime pari a circa 70-80 t/g in quanto la stessa rappresenta la destinazione prioritaria (termovalorizzazione) del secco residuo per il comparto meridionale del territorio regionale”*.

Inoltre, *“fermo restando il mantenimento di una potenzialità di biostabilizzazione a regime fino a circa 70-80 t/g, si prevede la revisione dell'attuale articolazione impiantistica dell'impianto di Macchiareddu al fine di garantire, nel rispetto delle linee guida di cui al paragrafo 8.4, una potenzialità di trattamento dell'organico di qualità di circa 50.000 t/ (...) la nuova articolazione potrà prevedere la presenza di una sezione di digestione anaerobica con esercizio in serie con la sezione di compostaggio”*.

4.2.1 Le azioni di Piano per lo sviluppo del riciclaggio-Linee guida per il recupero della sostanza organica

In sede di aggiornamento del Piano è stata ravvisata la necessità di predisporre delle linee guida sintetiche relative alla filiera della valorizzazione delle frazioni organico-putrescibili dei rifiuti urbani (FORSU) intercettate mediante raccolta differenziata.

Tale necessità è scaturita essenzialmente dalle seguenti considerazioni:

- i sopralluoghi effettuati presso gli impianti di compostaggio presenti sul territorio regionale hanno evidenziato in alcuni casi situazioni di sofferenza, a volte anche solo periodiche, determinate da una difficile gestione degli spazi disponibili, oltre che, in alcuni casi, da vetustà e carenza di manutenzione delle strutture sulle quali il tempo o eventi specifici hanno esercitato azione di usura. Tali criticità sono in alcuni casi motivo di intralcio alla normale ed ordinata gestione degli impianti o di rese di recupero inferiori alle attese (produzione eccessive di scarti, ecc.);
- il contesto regionale si caratterizza per una marcata eterogeneità delle soluzioni impiantistiche implementate e delle procedure operative adottate; tale eterogeneità può rendere difficoltoso il monitoraggio delle prestazioni degli impianti e la ricerca di soluzioni migliorative;
- d'altra parte, il panorama regionale si caratterizza, in generale, anche per un'ampia disponibilità di potenzialità impiantistica, superiore alla domanda anche nello scenario futuro; la rimodulazione delle potenzialità, dunque, non si configurerebbe come elemento di criticità, ma come opportunità per rivedere, razionalizzare ed ottimizzare la gestione degli impianti onde porre rimedio o limitare alcune delle criticità evidenziate sopra, ancor più alla luce della prossima istituzione dell'Ente di governo regionale dei rifiuti urbani che, al fine di soddisfare il fabbisogno esistente in ogni bacino

territoriale, acquisirà gli impianti pubblici di recupero della frazione organica.

Le indicazioni proposte nel Piano sono da intendersi come una base di partenza per l'implementazione di un'azione di Piano finalizzata a garantire un corretto e uniforme esercizio degli impianti di compostaggio, caratterizzato da elevati standard tecnici e ambientali.

Nella tabella riportata di seguito sono sintetizzate le indicazioni proposte:

STOCCAGGIO MATERIALE IN INGRESSO		TEMPI DI PROCESSO
FORSU		Dovrà essere lavorata entro 2 giorni; stoccaggio in ambiente confinato e mantenuto in depressione
CONTENUTO STRUTTURANTE		
- 25% - 30% in peso di bulking lignocellulosico (legno cippato)		
ACT - al chiuso ovvero in ambiente confinato e mantenuto in depressione		
- Cumuli aerati statici	- altezza non superiore a 2 m - larghezza 3 - 5 m	≥ 30 giorni
- Cumuli aerati e rivoltati	- altezza non superiore a 3 m - larghezza 3 - 6 m	≥ 30 giorni (un rivoltamento ogni 2 - 3 giorni)
- Biocelle	- altezza del materiale pari a 2/3 dell'altezza della cella e comunque non superiore a 3 m	≥ 15 giorni
PRIMA MATURAZIONE - al chiuso ovvero in ambiente confinato e mantenuto in depressione		
- Cumuli rivoltati	- altezza non superiore a 4 m - larghezza 3 - 6 m	fino a garantire, con la eventuale maturazione secondaria, un tempo totale di processo pari ad almeno: - 80 giorni (se fase ACT in biocelle) - 90 giorni (se fase ACT in cumuli)
- Cumuli aerati e rivoltati		
- Cumuli aerati	- altezza non superiore a 3 m - larghezza 3 - 6 m	
SECONDA MATURAZIONE - eventualmente anche in ambiente non totalmente confinato, purché in presenza di accorgimenti atti a impedire la dispersione eolica e, preferibilmente, sotto tettoia		
- Cumuli rivoltati	- altezza non superiore a 4 m - larghezza 3 - 6 m	- non superiore a 20 giorni
- Cumuli aerati e rivoltati		
LARGHEZZA CORRIDOI TRA I CUMULI		
Cumuli rivoltati	- con pala meccanica: 5 - 6 m - con rivoltatore laterale con trattore: 3 - 4 m - con macchine semoventi/cavalca-cumulo: 1 m	
Cumuli statici	- 0,7 - 1 m (per il solo accesso del personale di controllo)	
RAFFINAZIONE - preferibilmente da effettuarsi su materiale maturo, a basso contenuto d'acqua		
BILANCIO DI MASSA - scarti pari a circa il 10%, e comunque non superiori al 15% - indicativamente: compost 35-45%		

Tabella 1. Linee guida gestione impianti di compostaggio di qualità.

Come si evince dalla tabella, per ognuna delle fasi principali del processo di compostaggio sono riportate le modalità più diffuse di conduzione e, per ognuna di queste, sono indicati i valori ritenuti ottimali in merito a ingombri ammissibili e durate. Come è evidente, la combinazione di ingombri e durate ottimali per una data potenzialità incide sulle superfici necessarie e, viceversa, una data superficie disponibile incide sulla massima potenzialità delle varie sezioni.

4.2.2 La digestione anaerobica inquadramento generale

Nel Piano si evidenzia come il sistema impiantistico italiano dedicato alla gestione della frazione organica da raccolta differenziata è stato caratterizzato negli ultimi anni da un rapido sviluppo della dotazione impiantistica nella maggior parte delle regioni e, in particolare, in quelle del Nord del Paese.

Il ricorso alla digestione anaerobica come prima fase degli impianti nella loro configurazione ammodernata consente di continuare ad utilizzare i siti originari e molte delle infrastrutture esistenti pur nel caso in cui sia necessario incrementare la potenzialità, grazie alla più bassa richiesta di superfici per tonnellata di rifiuto trattato che caratterizza la digestione anaerobica. La non necessità di nuovi siti riduce i costi di investimento relativi all'ammodernamento e limita i contenziosi con le popolazioni.

4.2.3 Elementi generali di fattibilità tecnico economica

È ormai diffusamente condivisa l'opinione secondo la quale il processo integrato digestione anaerobica/compostaggio sia, dal punto di vista delle prestazioni energetico-ambientali, più performante rispetto al compostaggio diretto. In generale, i vantaggi derivanti dalla integrazione di digestione anaerobica e compostaggio rispetto al compostaggio diretto sono così sintetizzabili:

- miglior bilancio energetico con produzione di energia rinnovabile;
- miglior controllo delle emissioni e a costi minori, in particolare riduzione di quelle di CO₂;

- contenimento dei problemi olfattivi poiché le fasi maggiormente odorigene sono gestite in reattore chiuso;
- miglior controllo degli impatti olfattivi anche durante il post-compostaggio aerobico poiché il digestato è già un materiale semi-stabilizzato;
- minor impegno di superficie a parità di rifiuto trattato grazie alla maggior compattezza dell'impiantistica per la digestione anaerobica;
- riduzione del fabbisogno di strutturante ligneo-cellulosico rispetto al compostaggio diretto;
- omogeneità di flussi (il digestato) in ingresso alla fase aerobica;
- maggiori garanzie di riduzione degli organismi patogeni grazie al doppio passaggio termico.

4.2.4 Elementi specifici per la fattibilità dello sviluppo della digestione anaerobica in Sardegna

Nel Piano sono indicate le condizioni necessarie per l'implementazione ottimale dell'impiantistica di trattamento mediante digestione anaerobica della frazione organica da raccolta differenziata, sia in riferimento alla realizzazione di nuovi impianti sia alla ristrutturazione degli esistenti:

- disponibilità di FORSU non inferiore alle 20.000 - 25.000 t/a;
- qualora il tipo di processo di digestione anaerobica sia ad umido, implementazione in un contesto impiantistico caratterizzato dalla presenza di una sezione per la depurazione di reflui liquidi di idonee caratteristiche atte a gestire il carico organico e ammoniacale;
- adozione di tecnologie di digestione anaerobica di comprovata e referenziata affidabilità per il trattamento della FORSU, adatte all'integrazione con il pre-esistente processo di compostaggio, idonee alla produzione di ammendante compostato misto;
- dimostrazione dettagliata e specifica delle opzioni di utilizzo del biogas o del bio-metano al fine di verificare la fattibilità del conseguimento di vantaggi energetico-ambientali rispetto al pre-esistente compostaggio diretto;
- rese di conversione in biogas non inferiori a 100 Nm³/t di rifiuto;
- rimozione dei solidi volatili non inferiore a 50%;
- produzione di scarti dell'ordine del 10% e comunque non superiore al 15% in peso, del materiale in ingresso (FORSU + strutturante) al processo anaerobico-aerobico;
- avvio del digestato ad una fase di compostaggio aerobico di durata non inferiore a 45 giorni;
- produzione di ammendante compostato misto dell'ordine del 25%-40% in peso del materiale in ingresso al processo anaerobico-aerobico;
- riduzione o sostanziale invarianza della tariffa di conferimento della FORSU rispetto al pre-esistente compostaggio diretto;
- disponibilità delle aree necessarie;

- proposta di un programma di formazione/assunzione di personale tecnico di livello adeguato;
- adozione di configurazioni impiantistiche che limitino l'impatto visivo;
- valutazione di possibili sinergie in termini di co-digestione con altri residui e reflui e/o di forme di integrazione (rete) con altri impianti di digestione anaerobica nel raggio di 30 km.

Tutte le suddette condizioni/prescrizioni sono state rispettate nella redazione del progetto definitivo delle opere di completamento dell'impianto in questione.

4.2.5 Le azioni per l'adeguamento dell'impiantistica regionale di recupero della frazione umida

Nel paragrafo 8.4.2. del Piano, nell'individuare le azioni necessarie a garantire l'adeguamento funzionale degli impianti di trattamento della frazione organica da raccolta differenziata si prevede che *“è ammessa l'opzione di implementazione del compostaggio con a monte una nuova sezione di digestione anaerobica solo per gli impianti che soddisfano i requisiti tecnico-economici indicati nel paragrafo precedente in riferimento agli “Elementi specifici per la fattibilità dello sviluppo della digestione anaerobica in Sardegna”; nella fattispecie l'unico impianto che al momento soddisfa pienamente tutti i requisiti risulta l'impianto di Capoterra”*.

4.3 Perimetrazione del sito di interesse nazionale Sulcis-Iglesiente-Guspinese

Con Legge n. 426 del 09/12/1998, recante *“Nuovi interventi in campo ambientale”*, sono stati individuati i primi interventi di bonifica di interesse nazionale. La legge, sentiti i Comuni interessati, dispone per l'adozione del Programma Nazionale di bonifica di siti di interesse nazionale nonché per la perimetrazione degli ambiti compresi negli interventi di interesse nazionale da parte del Ministro dell'Ambiente.

Il Programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati di interesse nazionale è stato approvato con D.M. 468/2001. I contenuti del Programma sono di seguito riassunti:

- individuazione degli interventi di interesse nazionale relativi a siti ulteriori, rispetto a quelli individuati dalle leggi 426/1998 e 388/2000;
- definizione degli interventi prioritari;
- determinazione dei criteri per l'individuazione dei soggetti beneficiari;
- determinazione dei criteri di finanziamento dei singoli interventi e delle modalità di trasferimento delle risorse;
- disciplina delle modalità per il monitoraggio ed il controllo sull'attuazione degli interventi;
- determinazione dei presupposti e delle procedure per la revoca dei finanziamenti, e per il riutilizzo delle risorse rese comunque disponibili;
- individuazione delle fonti di inquinamento;
- prima ripartizione delle risorse disponibili per gli interventi prioritari.

Tra gli ulteriori siti di interesse previsti al punto a), figura anche il sito Sulcis-Iglesiente- Guspinese, perimetrato successivamente con D.M. 12 marzo 2003. Tale

Decreto, nell'ottica di dover prevedere, all'interno del perimetro individuato, la caratterizzazione delle aree inserite nel Piano regionale di bonifica ex art. 22 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, delle aree oggetto di attività potenzialmente inquinanti, delle aree oggetto di notifiche ai sensi degli articoli 7, 8 e 9 del D.M. 25 ottobre 1999, n. 471, nonché delle aree oggetto di contaminazione passiva causata da ricaduta atmosferica di inquinanti, ruscellamento di acque contaminate, abbandono o seppellimento di rifiuti, ha affidato alla Regione Sardegna l'individuazione di dettaglio delle suddette aree.

In attuazione di quanto disposto dal D.M. 12 marzo 2003, la Regione Sardegna ha incluso l'area industriale di Macchiareddu all'interno dei siti rientranti nelle tipologie sopra richiamate per i quali l'utilizzo delle aree è subordinato all'accertamento di conformità dei suoli ai valori limite fissati nel D.M. 471/99 (oggi rifluito nel Titolo V, parte quarta del D.Lgs. 152/06) per le specifiche destinazioni d'uso previste dagli strumenti urbanistici vigenti nonché alla verifica che detto utilizzo non pregiudichi la bonifica della falda ove necessaria (art. 1 comma 5 del D.M. 12/03/03).

A fronte dell'approvazione (aprile 2013) del Piano generale di caratterizzazione dell'agglomerato industriale di Macchiareddu, il CACIP sta dando seguito alle attività di caratterizzazione da attuarsi sulle aree dell'Agglomerato industriale di propria titolarità, in conformità alle specifiche contenute nel suddetto Piano ed alle prescrizioni impartite in sede di Conferenza di Servizi decisoria convocata dal Ministero dell'Ambiente e Qualità della Vita.

Per quanto attiene specificamente al sito in esame, nelle previsioni del CACIP, le attività di caratterizzazione dovrebbero concludersi in data antecedente alla conclusione del procedimento autorizzativo del presente progetto, con superamento delle limitazioni introdotte dal D.M. 12/03/2003 e conseguente restituzione del sito agli usi legittimi.

4.4 Piano Regionale dei Trasporti

Il Piano Regionale dei Trasporti della Regione Sardegna (PRT) è stato approvato con D.G.R. n. 66/23 del 27 novembre 2008.

In termini di obiettivi di piano, gli interventi sul sistema dei trasporti previsti nel PRT della Regione Sardegna devono garantire il diritto universale alla mobilità delle persone e delle merci, che si sostanzia nel:

- garantire elevati livelli di accessibilità per le persone e per le merci che intendono spostarsi sulle relazioni sia interregionali (Sardegna/Continente) che intraregionali (all'interno della Sardegna), al fine di conseguire ricadute anche di natura economica (migliorare la competitività delle imprese), territoriale (attrattività insediativa, riequilibrio verso l'interno, integrazione aree interne e versante costiero) e sociale (coesione, superamento dell'isolamento geografico dovuto all'insularità e dello spopolamento delle aree interne);
- rendere più accessibile il sistema a tutte le categorie fisiche e sociali, ed in particolare alle fasce più deboli e marginali, in qualsiasi parte del territorio siano localizzate;
- assicurare elevata affidabilità, e sicurezza al sistema;
- assicurare lo sviluppo sostenibile del trasporto riducendo il consumo energetico, le emissioni inquinanti, gli impatti sul territorio specie in quei contesti di particolare pregio, paesistico ed ambientale e storico-

architettonico (aree costiere e aree montane interne); la caratterizzazione paesistico/ambientale della Sardegna deve riconoscersi anche nella capacità di coniugare sviluppo (nuovi interventi, cultura del progetto sostenibile) con salvaguardia e valorizzazione ambientale, come previsto nel Piano Paesaggistico e nel Piano Regionale di Sviluppo Turistico sostenibile;

- contribuire a governare le trasformazioni volute dai piani economico sociali e di riassetto territoriale intervenendo, in combinazione con altre iniziative, per garantire l'unitarietà funzionale tra fenomeni di migrazione insediativa, quali lo spopolamento delle aree interne e la deurbanizzazione delle due concentrazioni urbane di Cagliari e Sassari, verso aree esterne economicamente ed ambientalmente più appetibili.

Nel presente studio sono stati analizzati e valutati i possibili impatti dell'intervento rispetto al sistema dei trasporti locali (si veda il paragrafo 8.4 relativo alla valutazione degli effetti sulla viabilità).

4.5 Piano Energetico Ambientale Regionale

Il Piano Energetico Ambientale della Regione Sardegna (PEARS) è stato approvato in via definitiva dalla Giunta Regionale con delibera n. 45/40 del 2 agosto 2016.

Il PEARS è lo strumento attraverso il quale l'Amministrazione Regionale persegue obiettivi di carattere energetico, socio-economico e ambientale al 2020 partendo dall'analisi del sistema energetico e la ricostruzione del Bilancio Energetico Regionale (BER).

Le linee di indirizzo del PEARS indicano come obiettivo strategico di sintesi per l'anno 2030 la riduzione delle emissioni di CO₂ associate ai consumi della Sardegna del 50% rispetto ai valori stimati nel 1990.

Per il conseguimento di tale obiettivo strategico sono stati individuati i seguenti Obiettivi Generali (OG) e correlati Obiettivi specifici (OS):

- OG1. Trasformazione del sistema energetico Sardo verso una configurazione integrata e intelligente (Sardinian Smart Energy System)
 - ✓ OS1.1. Integrazione dei sistemi energetici elettrici, termici e della mobilità attraverso le tecnologie abilitanti dell'Information and Communication Technology (ICT);
 - ✓ OS1.2. Sviluppo e integrazione delle tecnologie di accumulo energetico;
 - ✓ OS1.3. Modernizzazione gestionale del sistema energetico;
 - ✓ OS1.4. Aumento della competitività del mercato energetico regionale e una sua completa integrazione nel mercato europeo dell'energia;
- OG2. Sicurezza energetica;
 - ✓ OS2.1. Aumento della flessibilità del sistema energetico elettrico;
 - ✓ OS2.2. Promozione della generazione distribuita da fonte rinnovabile destinata all'autoconsumo;

- ✓ OS2.3. Metanizzazione della Regione Sardegna tramite l'utilizzo del GNL (Gas Naturale Liquefatto) quale vettore energetico fossile di transizione;
- ✓ OS2.4. Gestione della transizione energetica delle fonti fossili (Petrolio e Carbone);
- ✓ OS2.5. Diversificazione nell'utilizzo delle fonti energetiche;
- ✓ OS2.6. Utilizzo e valorizzazione delle risorse energetiche endogene;
- OG3. Aumento dell'efficienza e del risparmio energetico;
 - ✓ OS3.1. Efficientamento energetico nel settore elettrico, termico e dei trasporti;
 - ✓ OS3.2. Risparmio energetico nel settore elettrico termico e dei trasporti;
 - ✓ OS3.3. Adeguamento e sviluppo di reti integrate ed intelligenti nel settore elettrico, termico e dei trasporti;
- OG4. Promozione della ricerca e della partecipazione attiva in campo energetico;
 - ✓ OS4.1. Promozione della ricerca e dell'innovazione in campo energetico;
 - ✓ OS4.2. Potenziamiento della “governance” del sistema energetico regionale;
 - ✓ OS4.3. Promozione della consapevolezza in campo energetico garantendo la partecipazione attiva alla attuazione delle scelte di piano;
 - ✓ OS4.4. Monitoraggio energetico.

Tra le azioni strategiche del Piano, la OG1 “ Trasformazione del sistema energetico Sardo verso una configurazione integrata e intelligente (Sardinian Smart Energy System)” si prevede in particolare l'azione strategica AS1.1: *Promozione da parte della Regione Sardegna della creazione di distretti energetici nei quali ricorrere anche alla metanizzazione distribuita e in cui avviare immediatamente i processi di digitalizzazione e informatizzazione dei sistemi energetici per una gestione integrata delle fonti energetiche, della produzione, del consumo e dell'accumuli.*

Obiettivo dell'azione è la creazione di driver di attuazione delle strategie energetiche e delle azioni previste nel PEARS. A tale scopo e in base alle analisi dei consumi delle diverse aree geografiche potranno essere valutate le proposte provenienti dal territorio regionale di costituzione di distretti energetici per le seguenti specializzazioni: ICT nelle smart city, mobilità sostenibile nelle reti intelligenti, efficienza energetica e mobilità sostenibile per il settore turistico, produzioni agro-industriali efficienti, accumulo per la gestione di fonti energetiche rinnovabili nell'industria, chimica verde e economia energetica circolare, integrazione energetica della generazione eolica con il sistema produttivo industriale, efficienza energetica industriale, efficienza energetica nel settore edilizia, integrazione e efficienza energetica per la gestione dei rifiuti.

4.6 Piano Comunale di Classificazione Acustica

Le direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale sono date dalla DGR n. 62/9 del 14/11/2008 che disciplina le procedure per la redazione e approvazione dei Piani comunali di classificazione acustica e inoltre fornisce i criteri per la redazione del regolamento comunale in merito al rispetto dei requisiti acustici passivi degli edifici.

Con la Deliberazione n. 18/19 del 05/04/2016 è stata aggiornata la parte VI delle direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale.

Il piano comunale di classificazione acustica costituisce in tal senso uno degli strumenti di riferimento atti a garantire la salvaguardia ambientale e ad indirizzare le azioni idonee a riportare le condizioni di inquinamento acustico al di sotto dei limiti di norma.

Il Piano comunale di classificazione acustica persegue i seguenti obiettivi:

- verificare l'esatta delimitazione delle aree assegnate alle diverse classi acustiche;
- verificare la compatibilità tra le scelte di Piano e gli indirizzi del PUC;
- verificare l'idoneità delle aree destinate ad attività temporanee individuate;
- limitare la necessità di adottare piani di risanamento acustico.

Il Comune di Capoterra ha provveduto alla classificazione acustica del territorio ai sensi della L. 447/95. Il Piano di Classificazione Acustica (nel seguito: PCA), approvato con Deliberazione Consiliare n. 49 del 04/08/2011, è stato pubblicato sul BURAS parte III n. 27 del 22/09/2011, data in cui è entrato in vigore.

Nel PCA l'area su cui insiste l'impianto è classificata in classe IV (aree di intensa attività umana). L'area stagnale e lagunare di S. Gilla nel PCA è in classe I (aree particolarmente protette); per tale ragione, in corrispondenza dei tre lati Nord-Ovest, Nord-Est e Sud-Est dell'area d'impianto, il passaggio progressivo dalla classe IV alla classe I si verifica su una brevissima distanza. La zona a Sud-Ovest dell'impianto è classificata in classe III (aree di tipo misto).

I limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno sono stati definiti per la prima volta, in Italia, dal D.P.C.M. 01.03.91 (Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno). Tale decreto istituiva in Italia il criterio della classificazione del territorio comunale in zone, ognuna soggetta ad un diverso limite di rumorosità diurna e notturna.

In seguito sono stati emanati, in particolare, la L. 26.10.95 n. 447 (Legge quadro sull'inquinamento acustico), il D.P.C.M. 14.11.97 (Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore) e il D.M. 16.03.98 (Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico).

CLASSE	DEFINIZIONE
I	Aree particolarmente protette: rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali.
III	Aree di tipo misto: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.
IV	Aree di intensa attività umana: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.
V	Aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
VI	Aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

Tabella 2. Classificazione acustica del territorio comunale (D.P.C.M. 14.11.97, art. 1)

La Legge 447/95 definisce l'inquinamento acustico come l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo e alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi. Sussiste una situazione di inquinamento acustico nei casi in cui non siano rispettati i livelli sonori ammissibili definiti dalle norme di legge.

La classificazione del territorio comunale secondo il D.P.C.M. 14.11.97 è riportata in tabella 2.

In tabella 3 sono riportati i valori limite di emissione stabiliti dal D.P.C.M. 14.11.97. Un valore limite di emissione è definito come il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa. In base al decreto (art. 2, comma 3), i rilevamenti e le verifiche relativi al rispetto dei valori limite di emissione sono effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità.

Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
		Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I	Aree particolarmente protette	45	35
II	Aree prevalentemente residenziali	50	40
III	Aree di tipo misto	55	45
IV	Aree di intensa attività umana	60	50
V	Aree prevalentemente industriali	65	55
VI	Aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella 3. Valori limite di emissione (D.P.C.M. 14.11.97, art. 2). Leq in dBA.

Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
		Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I	Aree particolarmente protette	50	40
II	Aree prevalentemente residenziali	55	45
III	Aree di tipo misto	60	50
IV	Aree di intensa attività umana	65	55
V	Aree prevalentemente industriali	70	60
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 4. Valori limite di immissione (D.P.C.M. 14.11.97, art. 3). Leq in dBA.

Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
		Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I	Aree particolarmente protette	47	37
II	Aree prevalentemente residenziali	52	42
III	Aree di tipo misto	57	47
IV	Aree di intensa attività umana	62	52
V	Aree prevalentemente industriali	67	57
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 5. Valori di qualità (di immissione) (D.P.C.M. 14.11.97, art. 7). Leq in dBA.

Nelle tabelle 4 e 5 sono riportati, rispettivamente, i valori limite assoluti di immissione e i valori di qualità stabiliti dal D.P.C.M. 14.11.97.

Il livello che si confronta con i valori suddetti è il livello di rumore ambientale LA, definito dal D.M. 16.03.98 (allegato A, punto 11) come il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato «A», prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona.

Il D.P.C.M. 14.11.97 (art. 4, comma 1) definisce, inoltre, i valori limite differenziali di immissione, pari a 5 dB per il periodo di riferimento diurno (dalle 06.00 alle 22.00) e a 3 dB per il periodo di riferimento notturno (dalle 22.00 alle 06.00). I valori limite differenziali di immissione si applicano all'interno degli ambienti abitativi, con l'esclusione delle aree classificate nella classe VI (aree esclusivamente industriali). Il criterio del limite differenziale, inoltre, non trova applicazione nelle seguenti condizioni:

- qualora il livello del rumore ambientale misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e a 40 dB(A) durante il periodo notturno;

- qualora il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e a 25 dB(A) durante il periodo di riferimento notturno.

Ai sensi di quanto stabilito dall'art. 4 del D.P.C.M. 14.11.1997, infatti, nelle condizioni sopra indicate ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile.

Il parametro da confrontare con il suddetto limite differenziale è il livello differenziale di rumore LD, definito come differenza tra il livello di rumore ambientale LA e il livello di rumore residuo LR (D.M. 16.03.98, allegato A, punto 13).

Il livello di rumore residuo LR è definito dal D.M. 16.03.98 (allegato A, punto 12) come il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato «A», che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.

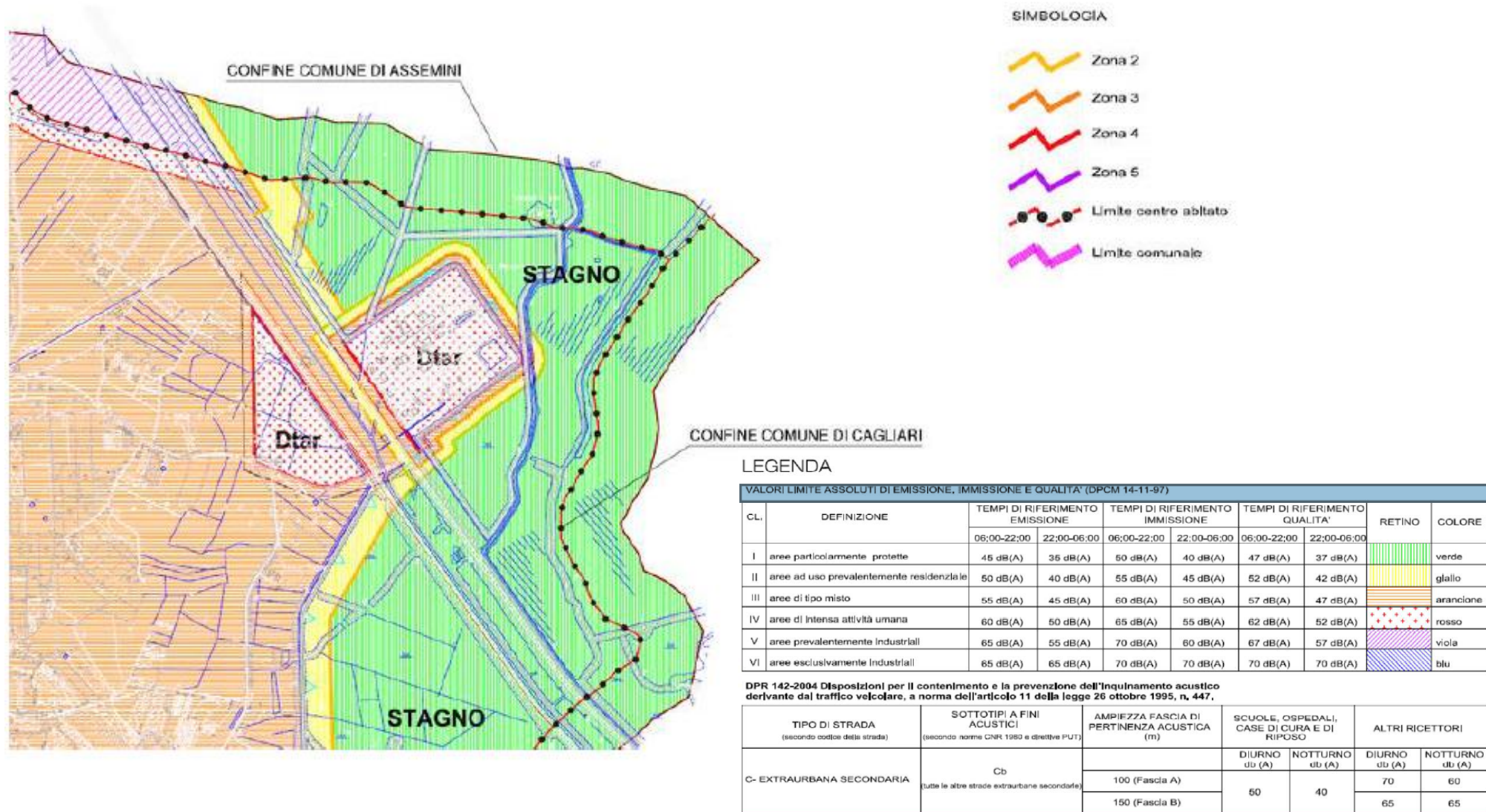


Figura 2. Stralcio del Piano di Classificazione Acustica del Comune di Capoterra.

4.7 Piano Paesaggistico Regionale

Il Piano Paesaggistico della Regione Sardegna, approvato con Deliberazione della Giunta Regionale n. 36/7 del 5 settembre 2006, costituisce il quadro di riferimento e di coordinamento per gli atti di programmazione e di pianificazione regionale, provinciale e locale e per lo sviluppo sostenibile.

Il Piano disciplina i processi di trasformazione fisica e l'uso del territorio con lo scopo di:

- preservare, tutelare, valorizzare e tramandare alle generazioni future l'identità ambientale, storica, culturale e insediativa del territorio sardo;
- proteggere e tutelare il paesaggio culturale e naturale e la relativa biodiversità;
- assicurare la salvaguardia del territorio e promuoverne forme di sviluppo sostenibile, al fine di conservarne e migliorarne le qualità.

L'analisi territoriale svolta dal P.P.R. è articolata secondo tre assetti: ambientale, storico-culturale e insediativo, per ciascuno dei quali sono stati individuati i beni paesaggistici, i beni identitari e le componenti di paesaggio e la relativa disciplina generale, costituita da indirizzi e prescrizioni.

Oltre all'analisi del territorio finalizzata all'individuazione delle specifiche categorie di beni da tutelare in ossequio alla legislazione nazionale di settore, è stata condotta un'analisi finalizzata a riconoscere le specificità paesaggistiche dei singoli contesti, limitata in sede di prima applicazione del P.P.R. alla sola fascia costiera. Sono stati pertanto individuati 27 ambiti di paesaggio, per ciascuno dei quali il P.P.R. detta specifici indirizzi volti a orientare la pianificazione sott'ordinata, soprattutto comunale e intercomunale, al raggiungimento di determinati obiettivi e alla promozione di determinate azioni.

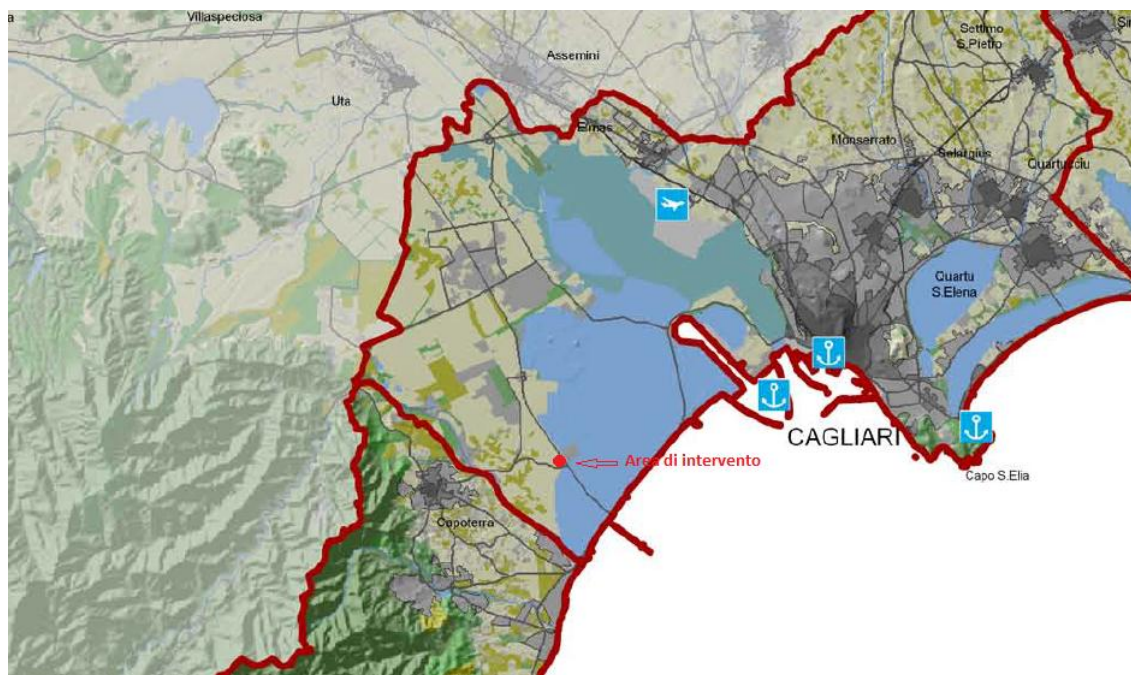


Figura 3. Stralcio della Tavola 1.1 del P.P.R. (Ambiti di Paesaggio della Sardegna).

che siano ammessi ampliamenti delle infrastrutture esistenti e la localizzazione di nuove infrastrutture solo se previsti nei rispettivi piani di settore; ciò limitatamente alle aree di minore pregio paesaggistico e con progetti basati su opportuni studi orientati alla mitigazione degli impatti sia visivi che ambientali. Inoltre, riguardo alla realizzazione di impianti connessi al ciclo dei rifiuti, la stessa è esplicitamente subordinata alla presentazione di progetti *“corredati da piani di sostenibilità delle attività e di mitigazione degli impatti durante l'esercizio, da piani di riqualificazione correlati al programma di durata dell'attività, da una idonea garanzia fidejussoria commisurata al costo del programma di recupero ambientale per le discariche e all'entità del rischio ambientale per gli impianti”*;

- l'area oggetto dell'intervento è destinata da oltre dieci anni ad ospitare gli impianti di trattamento dei rifiuti dell'area vasta di Cagliari;
- dall'analisi della cartografia tematica allegata al PPR revisionato e aggiornato si riscontra che l'area rientra nel compendio delle grandi aree industriali (ASI di Cagliari), è esterna alla fascia costiera e non è sovrapposta a territori per i quali sono prescritte particolari tutele;
- per quanto attiene ai Beni paesaggistici di interesse storico-culturale non si rilevano interferenze e non sono rinvenibili nelle immediate vicinanze beni identitari ad eccezione del Nuraghe Cuccuru Ibba posto a circa 500 metri dall'impianto di termovalorizzazione e circa 1100 metri dall'impianto in questione.

5 QUADRO GENERALE DEI VINCOLI DI NATURA PAESAGGISTICA E AMBIENTALE

L'esame delle interazioni del progetto con il quadro dei vincoli territoriali ed ambientali non ha evidenziato elementi preclusivi ai fini della conclusione del procedimento autorizzativo.

Il sito, che come detto in precedenza ricade all'interno dell'ambito di paesaggio costiero “*Golfo di Cagliari*” del PPR, non è interessato da vincoli di natura paesaggistica e ambientale. Specificamente, non si riscontrano nell'area di intervento vincoli legati a:

- Territori costieri compresi in una fascia di 300 m dalla linea di battigia (Art. 142, comma 1 lettera a) D. Lgs. 42/04);
- Fascia costiera, così come cartografata dal P.P.R. (art. 19 N.T.A del P.P.R.);
- Fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna (Art. 142 comma 1 lettera c) D.Lgs. 42/04);
- Fiumi, torrenti e corsi d'acqua e relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 metri ciascuna, e sistemi fluviali, ripariali, risorgive e cascate, ancorché temporanee (art. 17 lettera h) N.T.A. P.P.R.);
- Grotte e caverne (art. 17 lettera e) N.T.A. P.P.R.);
- Campi dunari e sistemi di spiaggia (art. 17 lettera c) N.T.A. P.P.R.);
- Territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2 commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227 (art. 142 comma 1 lettera g) del D. Lgs. 42/04);
- Zone umide, laghi naturali ed invasi artificiali e territori contermini compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi (art. 17 lettera g) N.T.A. P.P.R.);
- Zone umide incluse nell'elenco previsto dal D.P.R. 13 marzo 1976, n. 448 (art. 142 comma 1 lettera i) del D. Lgs. 42/04);
- Componenti di paesaggio con valenza ambientale di cui agli articoli 22 e 30 delle Norme Tecniche di Attuazione del P.P.R.;
- Siti di interesse comunitario (SIC) ai sensi della Direttiva 92/43/CEE “Habitat”;
- Zone di protezione speciale (ZPS) ai sensi della Direttiva 79/409/CEE;
- Important Bird Areas (IBA);
- Oasi di protezione faunistica (L.R. 23/98);
- Aree protette regionali;
- Zone sottoposte a vincolo idrogeologico ai sensi della R.D. 3267/23;

- Altre aree di interesse naturalistico individuate ai sensi L.R. n. 31/89 e non istituite;
- Zone di rispetto da beni storico-culturali (art. 49 NTA PPR);
- Aree in gestione dell'Ente Foreste.

Rispetto all'elenco precedente, si individuano tuttavia nel contesto territoriale del sito in esame, le seguenti aree di tutela ambientale:

- Siti di interesse comunitario (SIC) ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat", con riferimento a:
 - ✓ ITB041105 Foresta di Monte Arcosu (sup. complessiva 30.354 ha);
 - ✓ ITB040023 Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla (sup. complessiva 5.986 ha);
- Zone di protezione speciale (ZPS) ai sensi della Direttiva 79/409/CEE, con riferimento a:
 - ✓ ITB044003 "Stagno di Cagliari" (sup. complessiva 3756 ha);
 - ✓ ITB044009 "Foresta di Monte Arcosu" (sup. complessiva 3132 ha);
- Important Bird Areas (IBA), con riferimento all'IBA IT188 "Stagni di Cagliari", e all'IBA IT189 "Monte Arcosu";
- Oasi di protezione faunistica "Santa Gilla", "Monte Arcosu", "Is Olias" (L.R. 23/98);
- Aree protette regionali, con particolare riferimento alla Riserva WWF di Monte Arcosu;

Ad eccezione che per il SIC e la ZPS "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla", prossimo all'area di intervento, l'impianto di compostaggio risulta ampiamente distante rispetto alle aree vincolate per legge o comunque espressione di obiettivi generali di tutela.

Eventuali impatti indiretti che potrebbero determinarsi a seguito della realizzazione dell'intervento saranno meglio definiti nell'ambito della valutazione degli effetti sull'ambiente.

6 DESCRIZIONE STATO DI FATTO

6.1 Funzionamento dell'impianto allo stato attuale

L'attuale impianto di compostaggio e stabilizzazione, nato a completamento del sistema di trattamento dei rifiuti solidi urbani, sorge in un'area ubicata al di là della strada dorsale consortile rispetto agli impianti di termovalorizzazione e depurazione. La sezione della piattaforma in questione destinata al trattamento della frazione organica, pensata e progettata nel 2003, è entrata in esercizio dal 2007 e, secondo il Piano regionale di gestione rifiuti allora vigente, è stata finanziata dalla Regione Sardegna e realizzata al fine di stabilizzare il sottovaglio derivante da preselezione meccanica del rifiuto indifferenziato e, solo per una parte residua, per trattare l'organico di qualità. Tuttavia, già dal 2009, a seguito dell'avvio dei circuiti di raccolta differenziata domiciliare ad alta efficienza, l'impianto è stato riconvertito prevalentemente al trattamento della frazione organica da raccolta differenziata con produzione di compost di qualità, mantenendo comunque attiva una sezione di stabilizzazione destinata al trattamento del sottovaglio proveniente dall'adiacente linea di selezione a servizio dell'impianto di Incenerimento – linea a griglie.

L'impianto presenta una potenzialità massima autorizzata di 73.000 tonn/anno, con una quantità giornaliera massima ammissibile di 243 t/giorno. Negli ultimi anni, considerate le elevate percentuali di raccolta differenziata raggiunte, è cresciuta notevolmente la richiesta di FORSU da trattare: i rifiuti in ingresso sono costituiti quasi esclusivamente dalla frazione umida della raccolta differenziata (FORSU) e da sfalci e potature (verde) ed è quindi quasi del tutto assente la frazione organica derivante da selezione meccanica dei rifiuti indifferenziati. I dati relativi ai rifiuti in ingresso alla predetta sezione impiantistica, relativi al 2015, indicano che le tonnellate complessive di rifiuto trattato ammontano a 41.127, di cui 33.673,43 di scarto alimentare da raccolta comunale, 4.040,80 di rifiuti legnocellulosici e 3.413,80 di rifiuti da privati. Non risulta, invece, materiale inviato alla biostabilizzazione.

Nella tabella sottostante si riportano i flussi dei rifiuti a trattamento presso l'impianto a partire dalla sua entrata in esercizio:

Anno di esercizio	Rifiuti (frazione organica) a biostabilizzazione (t/anno)	Rifiuti (frazione organica) a compostaggio(t/anno)
2007	1.017	
2008	6.190	35.279
2009	0	59.503
2010	0	50.373
2011	0	56.081
2012	0	52.751
2013	0	52.170
2014	0	49.285
2015	0	41.127
2016	0	45.614
2017	0	39.173

Tabella 6. Dati di conferimento rifiuti all'impianto

Di seguito si riporta lo schema di flusso dell'impianto secondo la configurazione attuale.

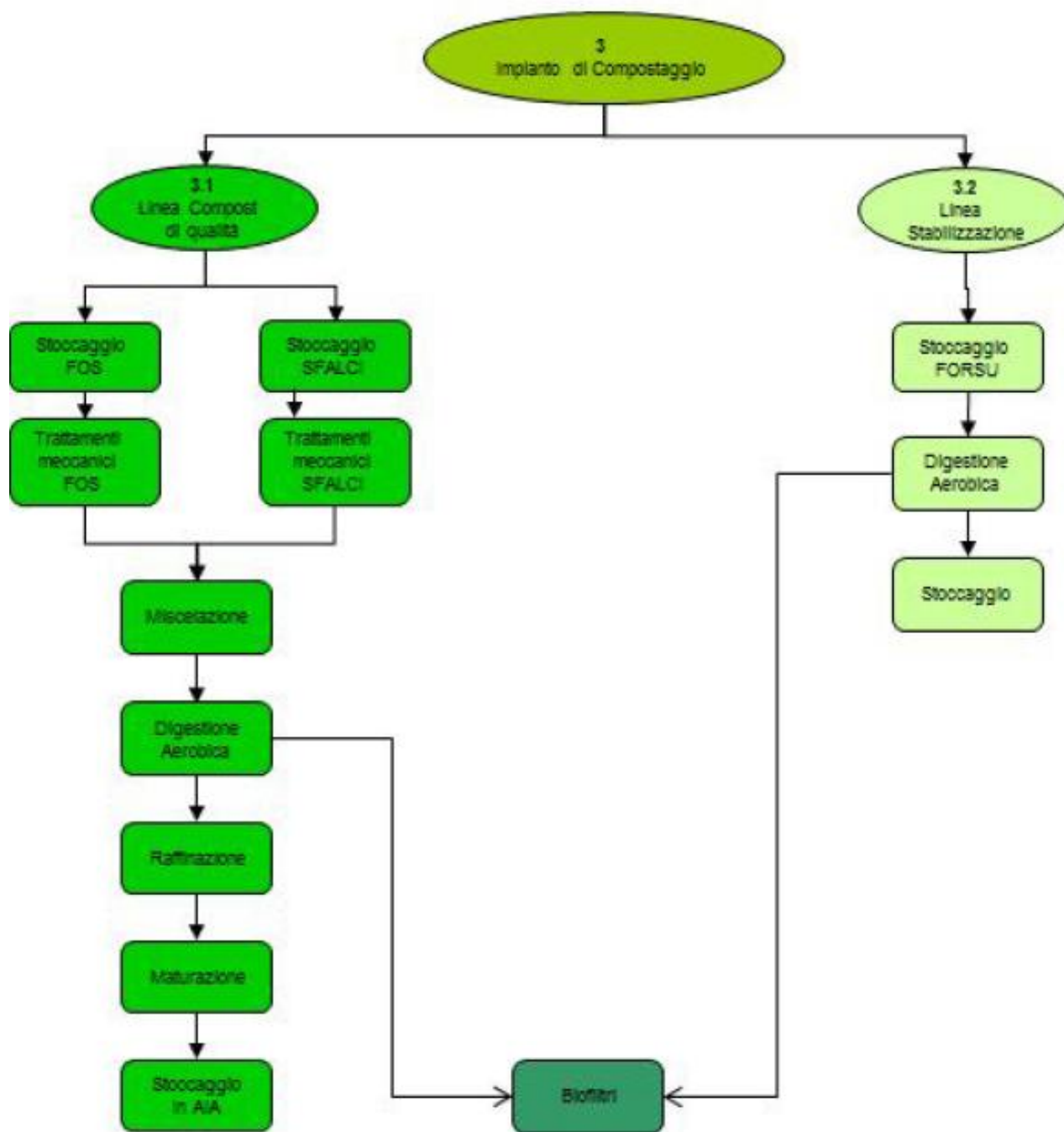


Figura 5. Schema di impianto – Configurazione attuale

Le fasi del ciclo produttivo, descritte di seguito, sono:

- ricezione e pesatura rifiuti;
- stoccaggio;
- triturazione e vagliatura;
- cippatura;
- preparazione miscela;
- digestione aerobica
- raffinazione;
- maturazione e stoccaggio;
- trattamento arie;
- gestione rifiuti.

6.1.1 Ricezione e pesatura rifiuti

La ricezione dei rifiuti viene effettuata in un locale prefabbricato chiuso, tenuto costantemente in depressione e di dimensioni 28,0 m x 87,75 m ed un'altezza di 8,5 m.

6.1.2 Stoccaggio e triturazione/separazione

Le aree di messa in riserva sono ubicate nello stesso edificio dove sono effettuate le operazioni di ricezione. La frazione umida da raccolta differenziata conferita dai comuni o altri conferitori, dall'area di stoccaggio dedicata, viene prelevata da una pala meccanica per alimentare un mulino rompisacchi. Il materiale viene tritato grossolanamente e separato dai contenitori utilizzati per il conferimento.

6.1.3 Triturazione e vagliatura

Il materiale tritato viene fatto passare in un sistema di separazione magnetica e quindi vagliato. La frazione fine viene avviata alla fase successiva mentre metalli e plastiche di risulta vengono avviati al recupero e/o smaltimento.

6.1.4 Cippatura

La frazione verde e le potature sono sottoposte ad una riduzione volumetrica in un mulino cippatore di capacità progettuale pari a 2,53 tonn/h. Una pala meccanica provvede al loro prelievo dallo stoccaggio ed alla alimentazione del mulino cippatore.

6.1.5 Preparazione miscela

Il flusso in uscita dal sistema di triturazione e vagliatura viene ripreso da un nastro e convogliato ad un miscelatore dove si unisce al flusso proveniente dal mulino cippatore.

6.1.6 Digestione aerobica

La digestione aerobica viene effettuata in un locale prefabbricato chiuso, tenuto in depressione, di dimensioni 107,50 m x 78,0 m e altezza di 10,50 m. Il reparto è comune sia per la linea della stabilizzazione della frazione organica proveniente dall'impianto di preselezione dell'inceneritore che per la linea del compostaggio.

All'interno del locale sono presenti 15 vasche in 3 gruppi da 5 vasche ciascuna. Le vasche sono lunghe 91 m, larghe 4 m e profonde 1,79 m. Dal progetto approvato risulta che una serie di 5 vasche dovrebbero essere utilizzate per accogliere la miscela predisposta per la digestione aerobica finalizzata alla produzione del compost, mentre le rimanenti 10 vasche utilizzate per la biostabilizzazione della frazione organica da preselezione. In realtà, come detto, anche le corsie previste per essere destinate alla biostabilizzazione sono attualmente utilizzate per la produzione di compost di qualità. Sul fondo di ogni vasca scorrono due canalette con coperchi forati da dove, attraverso delle soffianti poste in testa alle vasche, viene insufflata dell'aria necessaria per il processo di ossidazione e dove si raccoglie il percolato.

Il rifiuto, mediante un nastro navetta, viene steso a lettiera per tutta la lunghezza della vasca. Scorrendo su rotaie poste alla sommità dei muretti della vasca si muove una macchina "volta cumuli" che permette il sollevamento della frazione organica, precedentemente stesa, il successivo scarico in una tramoggia ed il successivo spostamento nella vasca adiacente. Questa operazione di volta cumuli viene effettuata finché il materiale non arriva all'ultima vasca della serie e quindi scaricato per la successiva fase di lavorazione. Un impianto a pioggia consente di mantenere umida la massa di rifiuti favorendo le condizioni ottimali del processo. La fase di bioossidazione per la linea di compostaggio ha una durata di 30 giorni.

Il processo di biostabilizzazione è ugualmente un trattamento aerobico, in teoria condotto parallelamente al processo di compostaggio, mantenendo però separati i due flussi di rifiuti. La differenza è nella durata del processo di stabilizzazione aerobica che, per questo materiale ha luogo in una parte delle 15 aie all'interno del fabbricato: tuttavia, per quest'ultimo materiale il processo in ambiente confinato si conclude in 19 giorni, dopodiché lo stesso viene trasferito e stoccato anch'esso su platee all'esterno, prima di essere conferito a smaltimento. In pratica, come più volte ripetuto, da diversi anni non si attua più il processo di biostabilizzazione ma esclusivamente quello di compostaggio. Il locale opera senza presidio di personale in quanto il controllo delle operazioni è effettuato a distanza dalla sala controllo da dove è possibile effettuare anche eventuali modifiche dei parametri operativi.

6.1.7 Raffinazione

La raffinazione avviene in un locale prefabbricato chiuso, tenuto in costante depressione ed avente lunghezza di 78 m e larghezza di 30,60 m. Il locale è diviso in due parti: una con altezza di 12,50 m, lunghezza 26 m e larghezza 30,60 m; l'altra con altezza 8,50 e dimensioni 52,0 m x 30,60 m. La raffinazione consiste in una prima vagliatura che separa la frazione leggera (sovvallo) che viene pressato ed allontanato, ed una frazione pesante (sottovaglio) che alimenta un altro sistema di separazione e vagliatura. Questo sistema è praticamente un piano inclinato forato e vibrante. Dalla parte inferiore viene insufflata aria mediante un ventilatore per tenere il materiale in uno stato di fluidificazione. Per effetto della fluidificazione la parte leggera del materiale viene aspirata superiormente con l'aria e quindi separata mediante un ciclone. I materiali pesanti che costituiscono gli scarti vengono recuperati ed allontanati. Il sistema di raffinazione è effettuato alimentando alternativamente le frazioni stabilizzate

6.1.8 Maturazione e stoccaggio

Il materiale in uscita dalla sezione di raffinazione viene trasferito e depositato all'esterno sopra una platea in cemento armato posizionata in un'area aperta di larghezza pari a 68 m e lunghezza di 171 m. L'area è divisa idealmente in 4 porzioni:

due destinate alla linea di produzione del compost e le altre alla frazione organica stabilizzata. In sezioni fisicamente separate vengono depositati sia il compost che la frazione organica biostabilizzata. La maturazione del compost, disposto in cumuli, prosegue per un periodo di 33 giorni dopodiché, sempre disposto in cumuli, viene posizionato, attraverso l'utilizzo di pala gommata, in un'area adiacente adibita allo stoccaggio. Analogamente avverrebbe per la frazione organica stabilizzata in apposite zone separate nell'aia esterna, dove, mossa da pale meccaniche verrebbe sistemata in cumuli periodicamente rivoltati da trattori volta cumuli, per completare il suo ciclo di maturazione in altri 33 giorni alla fine dei quali sarebbe accumulata in una seconda area nell'aia di stoccaggio prima dello smaltimento.

Le lavorazioni di cui alle fasi precedentemente descritte sono tutte condotte su platea in calcestruzzo armata impermeabile.

6.1.9 Trattamento arie

Tutti i locali dell'impianto sono tenuti in depressione mediante aspirazione. Il trattamento dell'aria è finalizzato al controllo dell'emissione di polveri ed all'abbattimento delle emissioni odorigene che le lavorazioni comportano. Ciò al fine di garantire condizioni ambientali accettabili all'interno dei vari reparti, anche se non presidiati in continuo da personale operativo.

Per raggiungere tale obiettivo opera un sistema di trattamento così articolato:

- sistema di aspirazione dell'aria dai locali di ricezione e selezione: l'aria, aspirata da un ventilatore di capacità pari a 65.000 Nmc/h viene inviata al locale dove avvengono le reazioni di stabilizzazione aerobiche ed insufflate, attraverso delle canalette poste sul fondo delle vasche, al corpo del materiale;
- sistema di aspirazione tramite prese e cappe posizionate in corrispondenza delle zone di carico scarico dei nastri e delle principali apparecchiature; l'aria aspirata viene inviata ad un filtro a maniche e dopo la depolverizzazione sono anch'esse insufflate nei cumuli della sezione di digestione aerobica;
- sistema di aspirazione dell'aria dall'edificio di raffinazione: l'aria viene inviata alla sezione di digestione aerobica ed insufflata nella massa del materiale disposto nelle vasche.

L'insufflazione dell'aria nella parte inferiore del materiale in digestione è garantita da un sistema di 30 ventilatori in numero di 2 per ciascuna vasca. Quando non è necessario effettuare l'aerazione forzata dei rifiuti, il sistema può essere scollegato e l'aria immessa direttamente nel locale di aerazione.

L'aria recuperata nei locali di ricezione-stoccaggio e raffinazione, prima dell'invio al locale di digestione aerobica è sottoposta al passaggio attraverso un filtro a manica (uno per ciascuno dei locali menzionati) per la separazione delle polveri grossolane.

Dai locali di stabilizzazione l'aria viene aspirata attraverso due ventilatori di capacità pari a 155.410 Nmc/h ed inviata ad un trattamento ad umido prima dell'immissione in atmosfera.

Il trattamento ad umido è realizzato all'interno di due torri di lavaggio a letto flottante e raggiunge l'obiettivo di ridurre i componenti acidi e l'ammoniaca presenti nell'aria aspirata dalle aie di digestione aerobica.

Dall'alto delle torri viene inviata a pioggia dell'acqua, mentre l'aria viene insufflata dal basso e, nel passaggio attraverso l'acqua, sia le componenti acide sia l'ammoniaca, entrambe solubili in acqua, sono trattenute nella frazione liquida. L'aria che fuoriesce dall'alto viene inviata alla biofiltrazione, dove sono completati i processi ossidativi delle componenti residue mediante metabolizzazione operate da batteri ed altri microrganismi. I letti sono realizzati con substrato di ghiaia nel fondo su cui si dispone uno strato di materiale vegetale, soffice e poroso, nel quale si sviluppano i microrganismi necessari per il completamento delle reazioni.

6.1.10 Gestione rifiuti e prodotto finale

Tutti i percolati prodotti, sia nelle aree di lavorazione all'interno sia all'esterno, vengono raccolti e inviati a trattamento presso idoneo impianto di depurazione.

Gli scarti che si generano dal processo di compostaggio vengono in parte ricircolati in testa all'impianto in qualità di strutturante necessario all'ottimizzazione del processo e in parte inviati a smaltimento presso il termovalorizzatore.

Il compost prodotto viene venduto per essere utilizzato in agricoltura.

7 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

La nuova configurazione dell'impianto in progetto prevede due linee di processo principali:

- linea di biodigestione anaerobica in serie con il compostaggio di qualità;
- linea di biostabilizzazione della frazione derivante dal sottovaglio proveniente dall'impianto di preselezione sito presso il termovalorizzatore di proprietà CACIP.

Di seguito si riporta lo schema di flusso dell'impianto secondo la nuova configurazione.

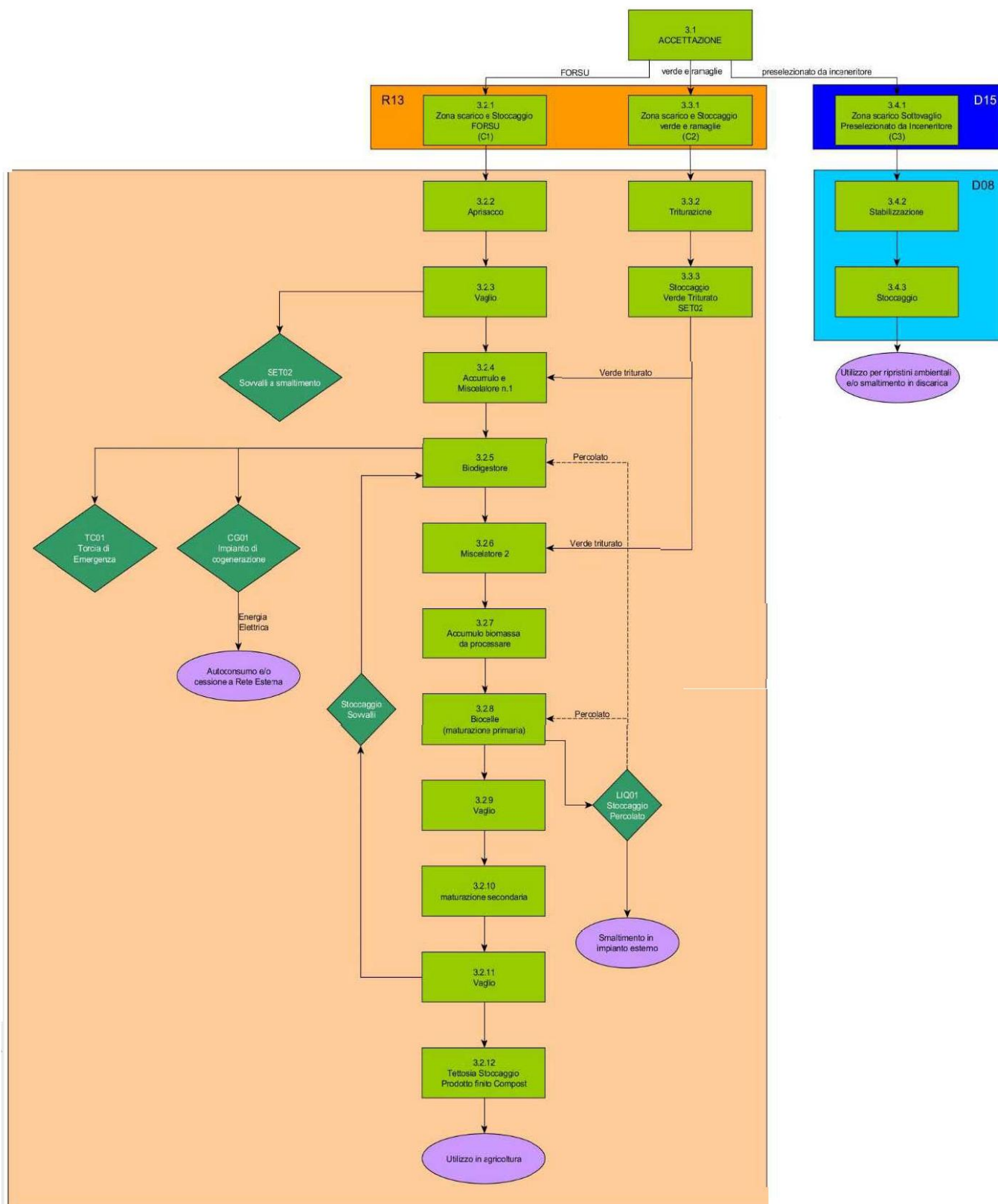


Figura 6. Schema di impianto – Configurazione di progetto

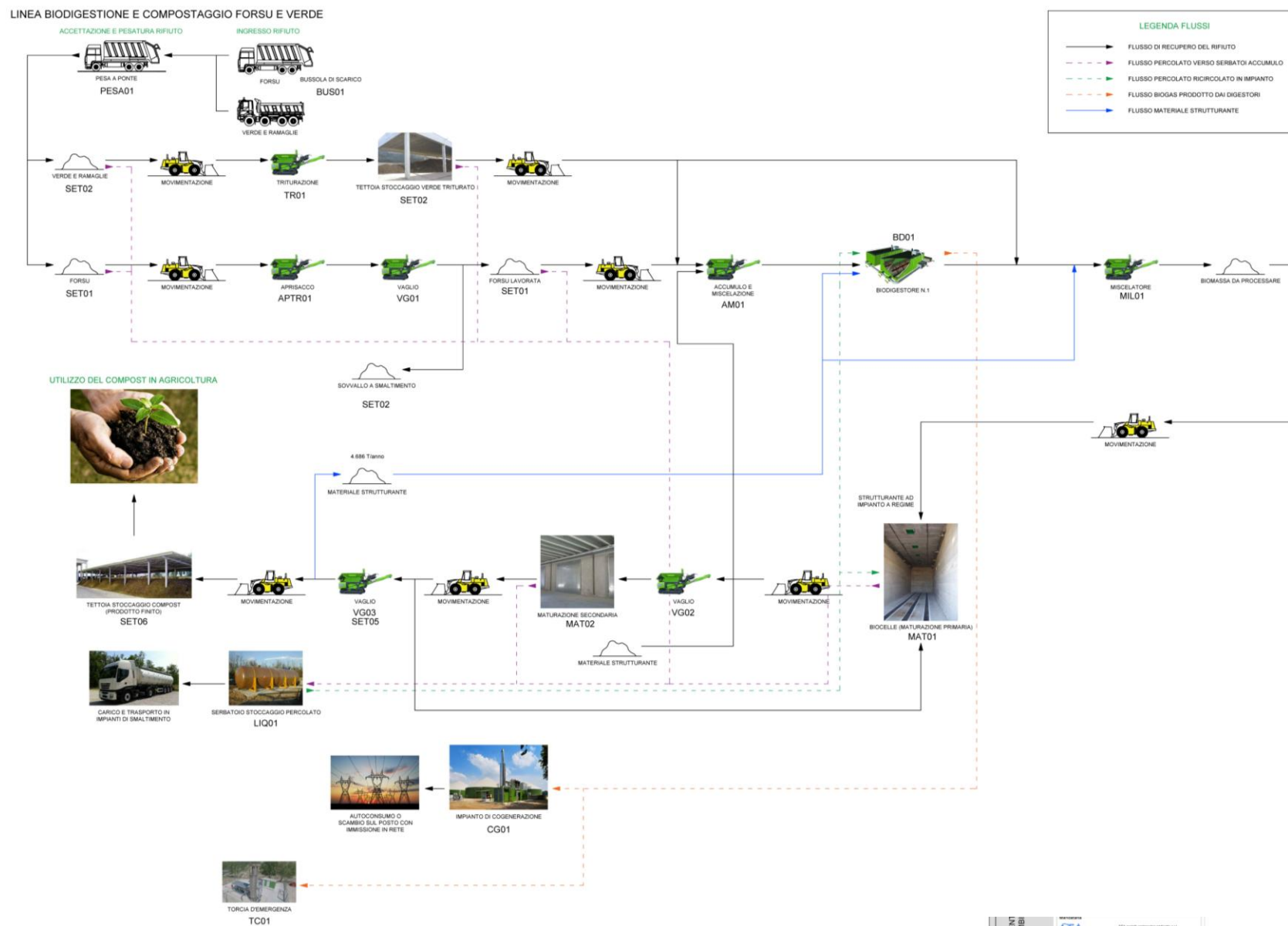


Figura 7. Schema Funzionale di processo_Linea biodigestione e compostaggio FORSU e Verde

LINEA COMPOSTAGGIO SOTTOVAGLIO DA IMPIANTO DI PRESELEZIONE



Figura 8. Schema Funzionale di processo_Linea compostaggio sottovaglio da impianto di preselezione

7.1 Processi di Trattamento previsti per l'impianto

7.1.1 La digestione anaerobica

La digestione anaerobica (DA) è un processo biochimico che, in assenza di ossigeno, porta alla degradazione di sostanze organiche complesse con produzione di un gas (biogas) costituito per il 50 - 70 % da metano e per la restante parte prevalentemente da CO₂. Il processo è svolto da un consorzio batterico; ciascuna popolazione ha un ruolo ben definito nella demolizione della sostanza organica, producendo come cataboliti degli intermedi di reazione che fungono da substrato per la popolazione successiva nella catena trofica.

Si riportano di seguito la tabella descrittiva delle fasi proprie della digestione anaerobica, con specifica dei principali ceppi batterici coinvolti, ed una figura descrittiva del flusso di massa indicativo delle fasi del processo biologico.

Fase	Batteri	Operazione	Principali ceppi
Idrolisi	Idrolitici	Macromolecole organiche ▼ Monomeri solubili	<i>Batteroidi, Clostridium, Ruminococcus, Anaerovibrio, Butyrivibrio, Bacillus</i>
Acidogenesi	Fermentativi	Monomeri solubili ▼ Acidi organici, alcoli, acido acetico, H ₂ , CO ₂	<i>Selenomonas, Clostridium, Ruminococcus, Desulfovibrio, Syntrophomonas, Syntrophobacter</i>
Acetogenesi	Acetogeni	Acidi organici, alcoli ▼ Acido acetico, H ₂ , CO ₂	<i>Eubacterium, Acetogenium, Clostridium</i>
Metanogenesi acetoclastica	Acetoclasti	Acido acetico ▼ CH ₄ , CO ₂	<i>Metanosarcina, Metanothrix, Metanoseta</i>
Metanogenesi idrogenofila	Idrogenofili	CO ₂ , H ₂ ▼ CH ₄	<i>Metanobacterium, Metanococcus</i>

Tabella 7. Fasi proprie della digestione anaerobica, con specifica dei batterici coinvolti.

- bio-ossidazione, nella quale si ha l'igienizzazione della massa: è questa la fase attiva (nota anche come high rate, active composting time), caratterizzata da intensi processi di degradazione delle componenti organiche più facilmente degradabili;
- maturazione, durante la quale il prodotto si stabilizza arricchendosi di molecole umiche: si tratta della fase nota come curing phase, caratterizzata da processi di trasformazione della sostanza organica con formazione di sostanze umiche.

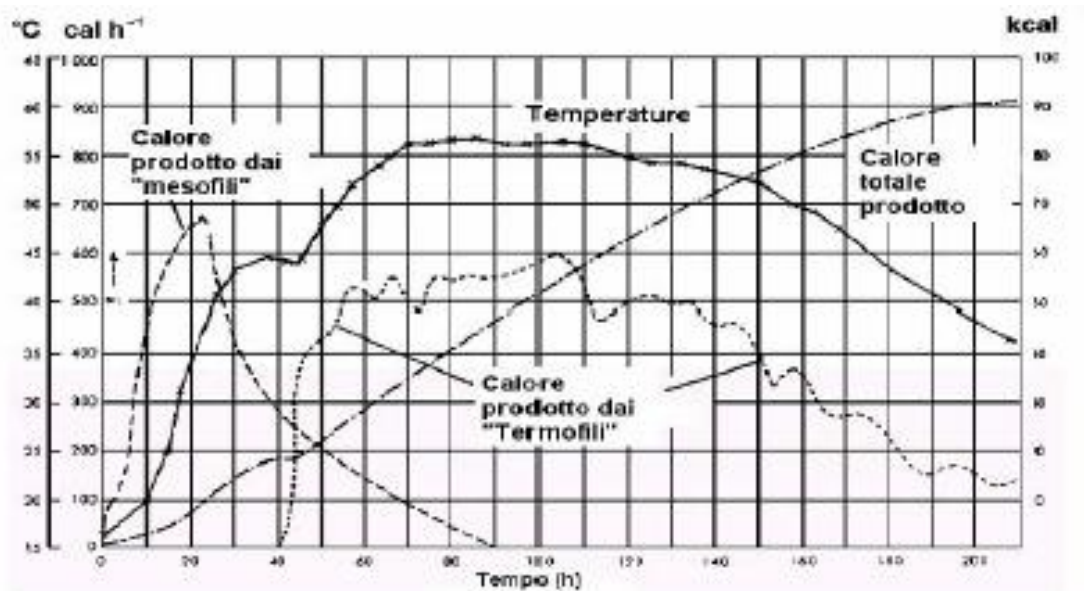


Figura 10. Diagramma del Processo di degradazione della sostanza organica per effetto della flora microbica presente nell'ambiente

Il processo così come rappresentato nel layout dell'impianto dovrà garantire gli standard qualitativi minimi del prodotto di materiale recuperato conformemente a quanto stabilito dai marchi di qualità del settore, in riferimento alla produzione di "ammendante compostato misto" secondo i limiti tabellati dal D.Lgs. 75/2010.

La normativa vigente in materia, il D.Lgs. 152/2006, all'art. 183, comma 1, punto ee) definisce il compost di qualità come *"prodotto, ottenuto dal compostaggio di rifiuti organici raccolti separatamente, che rispetti i requisiti e le caratteristiche stabilite dall'allegato 2 del Decreto Legislativo 29 aprile 2010, n. 75, e successive modificazioni"*.

Va innanzitutto sottolineato che nel rispetto di questa norma, quindi, presso la sezione di impianto dedicata alla digestione anaerobica e al compostaggio dovranno essere ammessi solo rifiuti organici raccolti separatamente.

In secondo luogo, le caratteristiche stabilite per il prodotto ottenuto dal compostaggio sono quelle del Decreto Legislativo 29 aprile 2010, n. 75 *"Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti, a norma dell'articolo 13 della legge 7 luglio 2009, n. 88"*, che fissa le caratteristiche per la commercializzazione del compost.

7.2 Parametri di Progetto

7.2.1 Produzione e raccolta FORSU e verde

Come detto, nella nuova configurazione impiantistica sono previste due linee di trattamento.

Nella prima (sezione di digestione anaerobica e di compostaggio), sulla scorta delle previsioni del Piano regionale di gestione dei rifiuti, i rifiuti organici da raccolta differenziata in ingresso saranno annualmente pari a:

- 40.000 ton di frazione **FORSU**;
- 10.000 ton di frazione **verde**.

La seconda sezione dell'impianto (che definiamo di biostabilizzazione), è destinata a trattare la frazione di rifiuto derivante dal sottovaglio della linea di preselezione ubicata presso il termovalorizzatore, per una quantità che dovrà rispettare quanto previsto dal vigente Piano Regionale dei rifiuti, ovvero 70/80 ton/gg complessive. Il Piano si limita ad individuare un quantitativo giornaliero in luogo di una potenzialità annua, in quanto sono previsti conferimenti non continuativi legati esclusivamente ad eventuali fermate temporanee di una o più linee del termovalorizzatore, con conseguente entrata in esercizio della linea di preselezione. Infatti la linea di preselezione che genera la produzione di sottovaglio da stabilizzare entrerà in attività solo nel momento in cui si verificherà una riduzione dei quantitativi di rifiuto conferibili a termovalorizzazione. Per le esperienze riscontrate negli anni, le fermate delle tre linee di termovalorizzazione non avvengono mai in contemporanea e non si protraggono per più di 30 giorni ciascuna.

Di seguito ci si soffermerà sulla sezione di digestione anaerobica e di compostaggio: l'attenzione principale è focalizzata sulla frazione FORSU perché è quella che viene trasformata in biogas e che quindi sarà valorizzabile in modo continuativo; la frazione verde dà un contributo come massa strutturante eventualmente nel processo di biodigestione anaerobica e sicuramente a valle della digestione anaerobica nella fase di maturazione primaria e secondaria della biomassa per la produzione di compost.

Per stimare la produzione e la raccolta di rifiuti che verranno gestiti nell'impianto con la nuova configurazione impiantistica sono stati assunti i seguenti parametri di riferimento:

- incremento della Raccolta Differenziata provinciale, a partire dal 53,7% del 2007, circa del 5-6% all'anno, per poter raggiungere il dato del 73% previsto dalla pianificazione regionale;
- sulla base di quanto verificatosi negli ultimi anni, che hanno evidenziato un trend in diminuzione della percentuale d'incremento annuo nella produzione dei rifiuti, l'incremento del quantitativo annuo di rifiuti prodotti è pari allo 0,5 % annuo.

7.2.2 Caratteristiche qualitative FORSU

La frazione compostabile dovrebbe risultare sempre superiore al 95% ed il contenuto in SS superiore al 23%, a testimonianza di una buona qualità della raccolta differenziata; infatti, il rapporto C/N sarà elevato, intorno al 15%, ed il contenuto in metalli molto basso in relazione alle caratteristiche che deve avere un compost di qualità

(vedi tabella riportata di seguito, in cui si confrontano i valori massimi riscontrati nelle analisi, con quelli della legge sui fertilizzanti).

Analita	Simbolo	U.M.	FORSU SRT	Limiti di accettabilità	Limiti di qualità
Arsenico	As	mg/kg s.s.	0,52	10	2,5
Cadmio	Cd	mg/kg s.s.	0,147	20	5
Cromo	Cr	mg/kg s.s.	28	750	500
Mercurio	Hg	mg/kg s.s.	0,8	10	2,5
Nichel	Ni	mg/kg s.s.	12,1	300	150
Piombo	Pb	mg/kg s.s.	66	750	350
Rame	Cu	mg/kg s.s.	44	1000	500
Selenio	Se	mg/kg s.s.	< 0,10	2,5	2,5
Zinco	Zn	mg/kg s.s.	215	3000	1500

Tabella_8_ Caratteristiche qualitative del compost di qualità

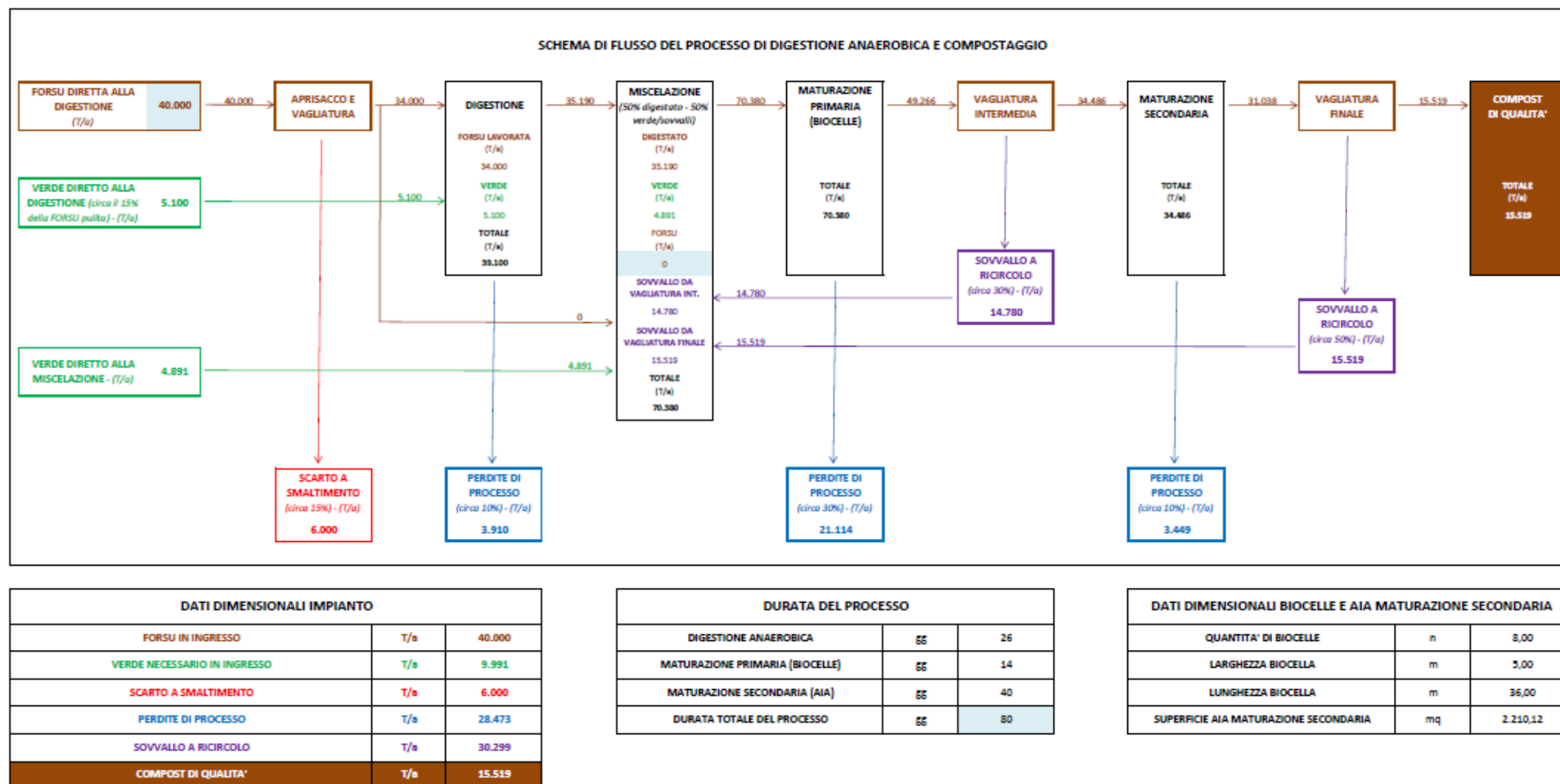
La resa di produzione di biogas dei campioni da letteratura, individuati per una frazione di rifiuto simile a quella in oggetto, varia fra 130 e 177 Nm³/tonnellata di rifiuto biodegradabile.

Fra i rifiuti attualmente conferiti alla sezione di compostaggio della piattaforma di Macchiareddu, vi sono i seguenti Codici Europei Rifiuti (CER):

- **150103** - rifiuti d'imballaggio in legno, compresi i rifiuti urbani oggetto di raccolta differenziata;
- **200108** - rifiuti urbani biodegradabili di cucine e mense oggetto di raccolta differenziata;
- **191207** - legno diverso da quello di cui alla voce 190206;
- **200201** - rifiuti urbani biodegradabili prodotti da giardini e parchi (inclusi i rifiuti provenienti da cimiteri);
- **200302** - "altri rifiuti urbani" dei mercati.

7.2.3 Dati di progetto, tipologie di rifiuti ed operazioni di recupero

La realizzazione di un impianto di digestione anaerobica e successivo compostaggio funzionerà, a regime, sulla base dei seguenti principali dati di progetto relativi alle tipologie di rifiuti in ingresso ed alle quantità complessive ed istantanee. Nel diagramma a blocchi riportato di seguito vengono elencati i dati relativi alla nuova conformazione di progetto.



Figura_9_Schema di Flusso del Processo di digestione anaerobica e compostaggio

Il rapporto di circa 3 a 1 fra FORSU e verde è assunto al fine di sfruttare la possibilità di produzione di biogas anche di questa frazione, con un limite comunque posto alla sua presenza dall'elevato contenuto in sostanze secche.

Nella tabella di seguito riportata vengono indicati le tipologie di rifiuti in ingresso, i relativi CER e quantità istantanee:

Tipologie di rifiuto	Codice CER	Quantità richieste (t/a)	Quantità istantanee (t)
FORSU	200108	40.000	450
	200302		
Ligneocellulosici tal quali e triturati	150103 200138	9.991	980
	200201 191207		
Totale		49.991	1.430

Tabella 8. Tipologie rifiuti in ingresso

I rifiuti sopra elencati derivano da:

- frazione umida derivante da raccolta differenziata RSU;
- attività forestali e lavorazione del legno vergine;
- lavorazione dei prodotti agricoli;
- fabbricazione di manufatti di legno non impregnato, imballaggi, legno non impregnato, pallets;
- manutenzione del verde ornamentale.

I rifiuti sopra elencati avranno le seguenti caratteristiche:

- saranno costituiti unicamente dalla frazione umida separata prima della raccolta degli RSU ed esenti da rifiuti pericolosi;
- deriveranno dalle ordinarie pratiche forestali, da lavorazioni con trattamenti fisici o termici;
- deriveranno da lavorazioni con trattamenti fisici o termici senza impiego di sostanze denaturanti;
- non saranno trattati con sostanze tossiche;
- non deriveranno da lavorazioni che prevedono l'impiego di trattamenti chimici;
- saranno costituiti unicamente dalla frazione ligno-cellulosica derivante dalla manutenzione del verde ornamentale, escluso il materiale proveniente dallo spazzamento delle strade.

Nell'impianto proposto verranno eseguite le seguenti operazioni di recupero, come da Allegato C, del D. Lgs n.152/06:

- R3 Riciclo/recupero delle sostanze organiche non utilizzate come solventi (comprese le operazioni di compostaggio e altre trasformazioni biologiche);

- R12 scambio di rifiuti per sottoporli a una delle operazioni indicate da R1 a R11;
- R13 messa in riserva di rifiuti per sottoporli ad una delle operazioni indicate nei punti da R1 a R12 (escluso il deposito temporaneo, prima della raccolta, nel luogo in cui sono prodotti);
- D8 per quanto concerne i rifiuti alla linea di biostabilizzazione.

7.2.4 Potenzialità ed operatività dell'impianto di digestione anaerobica

Per quanto riguarda l'orario l'impianto è stato progettato per i seguenti tempi:

- Orario di apertura per il ricevimento e pretrattamento: da lunedì al venerdì 12 ore al giorno, il sabato 6 ore al giorno;
- la digestione anaerobica è un processo automatizzato e, come per la combustione del biogas è stato progettato per un funzionamento continuo, 24 ore al giorno per tutto l'anno.

Sulla base di quanto progettato si riportano i valori minimi relativamente alla ricezione dei rifiuti, destinati alla digestione anaerobica e al compostaggio, e al dimensionamento dei trattamenti meccanici:

- giorni lavorativi all'anno: 312 giorni / anno;
- portata media giornaliera: 160 t/ giorno;
- ore di esercizio teoriche per giorno: 10 ore / giorno.

7.3 Linea di biodigestione anaerobica e compostaggio di qualità

7.3.1 Descrizione del ciclo tecnologico

L'impianto in oggetto costituisce la realizzazione di un sistema integrato per il trattamento delle matrici organiche da rifiuti solidi urbani, provenienti sia da raccolta differenziata della FORSU, che dalla raccolta del verde da sfalci e potature (verde). Dopo la digestione anaerobica, il rifiuto organico digestato verrà miscelato con la frazione strutturante ed avviata alla sezione di compostaggio. La linea dedicata alla produzione di ammendante compostato misto, mediante il trattamento di rifiuti organici compostabili, è stata dimensionata sulla base delle considerazioni svolte nel Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti della Regione.

Il ciclo produttivo dedicato alla frazione organica da raccolta differenziata si articola nelle seguenti linee di processo:

- sezione di digestione anaerobica per il trattamento di matrici organiche da raccolta differenziata verde e fanghi civili, con produzione di biogas;
- sezione di trattamento aerobico per la produzione di compost di qualità dal trattamento del rifiuto verde.

L'impianto di trattamento rifiuti è costituito delle seguenti aree produttive:

- triturazione e vagliatura quale operazione preliminare ad R3 che sono integrate dai seguenti sistemi ausiliari:
 - ✓ sala controllo e automazione;
 - ✓ impianti elettrici;

- ✓ reti fluidi ausiliari (acqua potabile, servizi, metano, acqua antincendio);
- ✓ rete collettamento acque reflue (nere, bianche, pluviali, ecc..).
- sezione di compostaggio di qualità del rifiuto verde (operazione R3 - riciclaggio/recupero delle sostanze organiche);
- Sezione di valorizzazione del compost;
- Impianto di abbattimento degli odori (scrubber e biofiltro).

Tutte le aree operative sono realizzate all'interno di strutture chiuse e mantenute in depressione; i flussi di aria aspirata sono convogliati agli scrubbers e al biofiltro, che verranno implementati rispetto alla situazione attuale, prima di essere immessi in atmosfera.

Per la gestione di percolati, sversamenti liquidi e condense è stato predisposto un sistema di tubazioni interrato che convoglia i liquidi all'interno di una vasca di raccolta, per essere reimpiegati all'interno del ciclo produttivo; solo eventuali eccedenze sono smaltite in impianti esterni ai sensi della normativa vigente.

Le matrici organiche in ingresso all'impianto sono pesate e dopo le operazioni di registrazione raggiungono l'area di ricezione, in corrispondenza del fabbricato area "bussola di scarico", dove sono riversate nei cumuli di stoccaggio, di capacità pari a 3 giorni consecutivi. Tale area sarà servita da carroponte con polipo (o dispositivo meccanico alternativo) per il prelievo in automatico/manuale delle matrici organiche; inoltre le porte delle bussole e delle fosse di raccolta sono automatizzate e l'apertura/chiusura è gestita tramite fotocellule e segnalatori semaforici. Il verde, considerato il fatto che non dà luogo ad emissioni odorigene, è conferito in un'area esterna specifica in attesa della successiva operazione di triturazione: questa area è coperta da tettoia e delimitata lungo il perimetro da muretto di contenimento.

La FORSU, una volta sottoposta a miscelazione, viene conferita attraverso un sistema automatizzato al reattore di digestione anaerobica. La tecnologia prevista per il trattamento di digestione anaerobica è del tipo dry, con uno o più digestori costituiti da una cella in acciaio operante in regime termofilo (55°C).

Il digestato prodotto dal trattamento anaerobico è estratto dal reattore tramite pompa a pistone e, attraverso una coclea di estrazione (comandata tramite inverter per controllare il dosaggio), alimenta la tramoggia dell'impianto di miscelazione dove viene addizionato con verde e sovrvallo di ricircolo non trattati.

La miscela ottenuta viene quindi scaricata in un box di accumulo e tramite pala gommata viene alimentata al successivo trattamento aerobico di compostaggio in biocella. La tecnologia prevista per il trattamento aerobico è del tipo "biossificazione accelerata o ACT Active Composting Time" in reattori modulari chiusi (biocelle o biotunnel), in regime termofilo, con insufflazione di aria dal basso e controllo automatizzato dei parametri di processo. Il numero totale di biocelle in impianto sarà pari a 12 (di cui 8 dedicate alla sezione di compostaggio e 4 alla sezione di biostabilizzazione).

Le biocelle sono realizzate in cls prefabbricato e le operazioni di carico, di distribuzione del materiale all'interno dei reattori e di scarico dopo il processo, avvengono tramite pala meccanica, attraverso le porte anteriori dei reattori.

Una volta completato il caricamento e chiuso il reattore, la gestione del processo diventa automatizzata ed i parametri di processo, temperatura e tenore di ossigeno, sono monitorati in continuo; la correzione di tali parametri avviene regolando le portate di aria insufflata (fresca e ricircolata) e le posizioni delle serrande di regolazione che si trovano sulle condotte dell'aria.

L'aria di processo viene insufflata dal basso, all'interno dei cumuli di materiale, grazie ad un sistema di tubazioni forate in PVC integrato al pavimento delle biocelle; in particolare, i reattori sono dotati di un sistema di ricircolo dell'aria di processo, che viene effettuato finché il tenore di ossigeno è sufficiente; quando il tenore scende al di sotto dei valori preimpostati, si introduce automaticamente aria fresca. Il compost prodotto dalla frazione organica conferita separatamente, dopo la fase di trattamento aerobico, viene alimentato alle sezioni di maturazione e raffinazione per la produzione di compost di qualità all'interno dell'area "maturazione secondaria".

Alla fine del processo di maturazione il compost è alimentato, tramite pala gommata, alla sezione di vagliatura; il vaglio è del tipo a tamburo rotante e permette di separare il sottovaglio da plastiche, eliminate come scarti, e sovvalli che sono ricircolati in testa al trattamento aerobico per la produzione di compost di qualità (miscelati con il digestato in uscita dal trattamento anaerobico). Il sottovaglio ha una pezzatura di 10-15 mm ed è inviato all'area di accumulo per il completamento del ciclo di compostaggio, limitrofa all'area di conferimento del verde, coperta da tettoia e delimitata da muretto di contenimento.

Tutte le fasi di lavorazione del materiale sopra descritte avvengono in ambiente chiuso e confinato, su platee in calcestruzzo.

Le reti di raccolta delle acque di processo permettono di convogliare e raccogliere percolati e condense in un'unica vasca di accumulo, di capacità pari a 50 m³; dalla vasca le acque sono poi smaltite presso idonei impianti di trattamento. Le reti di raccolta presenti all'interno del complesso impiantistico sono elencate di seguito:

- linea di raccolta dei percolati prodotti nei biotunnel aerobici e nelle aree interne di ricezione e movimentazione del materiale, realizzata in asse al fabbricato; le aree di movimentazione sono dotate di pavimentazione impermeabilizzata ed in pendenza; i biotunnel sono dotati di canali laterali per tutta la lunghezza dei reattori, in grado di convogliare alla rete di raccolta principale eventuali acque di lavaggio delle pavimentazioni dei reattori;
- linea di raccolta dei percolati prodotti all'interno delle fosse di accumulo iniziali;
- linea di raccolta del troppo pieno dalla vasca di accumulo del digestato prodotto dal trattamento anaerobico;
- linea di raccolta del troppo pieno dal vano di raccolta a servizio del plenum del biofiltro (solo in caso di elevato apporto esterno di umidità);
- linea di raccolta del troppo pieno delle due unità scrubbers;
- linea di raccolta delle condense generate dal sistema di raffreddamento del biogas.

Tutte le vasche di raccolta e stoccaggio sono realizzate in calcestruzzo armato ed impermeabilizzate con resine epossidiche e altri additivi.

Il biogas prodotto dalla digestione anaerobica delle frazioni di rifiuto oggetto del processo completo sarà successivamente oggetto di trasformazione in energia elettrica attraverso idoneo impianto di cogenerazione al fine di garantire una produzione tale da ottenere un bilancio energetico positivo rispetto ai consumi elettrici dell'impianto.

Le principali apparecchiature elettromeccaniche connesse al ciclo tecnologico sono di seguito riportate:

- impianto di vagliatura dotato di aprisacco e sistema di nastri trasportatori per frazione FORSU;
- impianto di triturazione fisso per la frazione verde;
- tramoggia di carico del trituratore lento esistente per consentire il caricamento tramite pala meccanica;
- nastri trasportatori per il rifiuto;
- impianto a carroponte per alimentazione del digestore;
- tramoggia di carico per alimentazione del digestore;
- impianto a coclea per alimentazione del digestore;
- componenti elettromeccaniche del digestore (sistema di miscelazione del digestato, portelloni, etc.), compresi accessori del digestore (controllo visivo, sistemi di sicurezza e di rilievo dati, etc.);
- sistema di estrazione del digestato;
- impianto di cogenerazione del biogas per trasformazione in energia elettrica;
- gasdotti con apparecchiature di controllo gas in qualità e quantità e torcia di combustione d'emergenza;
- impianto elettrico, di controllo e comando, software, allacciamenti elementi, messa a terra, illuminazione esterna area impianti e viabilità, dotazioni ed apparecchiature elettriche per la cabina elettrica di trasformazione in bassa tensione ed interscambio di energia elettrica prodotta con ENEL;
- impianto biofiltro per il trattamento delle arie interne alle aree coperte;
- sistema di tubazioni di trattamento aria esistente e installazione di nuova linea di aspirazione aria di processo dalle vasche di stoccaggio del digestato al biofiltro.

7.3.2 Descrizione delle fasi di processo

La Fasi operative di trattamento previste nella nuova configurazione della linea di biodigestione e compostaggio sono di seguito descritte:

- Fase 1: pesatura e ricevimento rifiuti;
- Fase 2: scarico e stoccaggio rifiuti lignocellulosici;
- Fase 3: triturazione legno e stoccaggio legno triturato;
- Fase 4: scarico e pretrattamento rifiuti organici da RD;
- Fase 5: carico bunker di stoccaggio e alimentazione digestori;

- Fase 6: trattamento anaerobico con produzione di biogas;
- Fase 7: formazione delle miscele tra digestato e legno strutturante;
- Fase 8: bio-ossidazione accelerata e intermedia;
- Fase 9: stabilizzazione, maturazione e stoccaggio compost grezzo;
- Fase 10: vagliatura finale;
- Fase 11: stoccaggio compost finito: nuova tettoia di contenimento e stoccaggio del materiale finito;
- Fase 12: produzione di energia elettrica per autoconsumo o scambio sul posto.

7.3.2.1 Fase 1: pesatura e ricevimento rifiuti

I rifiuti giungono all'impianto mediante automezzi. Prima del conferimento i rifiuti vengono sottoposti a controllo della documentazione, pesatura mediante l'impianto di pesatura a ponte. A seconda della tipologia di rifiuti, i mezzi vengono inviati alle zone di scarico. La frazione umida dei rifiuti raccolta in modo differenziato viene inviata alla zona di scarico. Durante la fase di scarico avviene il controllo del rifiuto per verificare la presenza di materiali non conformi. Per l'ingresso e l'uscita di tutti i mezzi di trasporto dei rifiuti conferiti all'impianto e del prodotto finale avviato alla commercializzazione (ammendante) viene utilizzato l'accesso sito in prossimità della Strada Consortile Macchiareddu.

7.3.2.2 Fase 2: scarico e stoccaggio rifiuti lignocellulosici

I rifiuti lignocellulosici vengono scaricati sotto tettoia, nell'apposito stoccaggio a fianco della bussola di scarico in maniera separata, in attesa di essere tritati.

7.3.2.3 Fase 3: triturazione legno e stoccaggio legno triturato

Periodicamente i rifiuti lignocellulosici tal quali vengono sottoposti a triturazione mediante un tritatore veloce a martelli, alimentato tramite pala meccanica. I rifiuti ligneo-cellulosici tritati vengono stoccati.

7.3.2.4 Fase 4: scarico e pretrattamento rifiuti organici da RD

La frazione organica da raccolta differenziata e gli scarti agroindustriali vengono scaricati all'interno del capannone chiuso tramite la bussola di scarico, con superficie di 670 m², dotato di aspirazione e trattamento delle arie.

La pala meccanica preleva i rifiuti e li scarica sulla tramoggia del tritatore/apri sacchi. Questa macchina ha la funzione principale di aprire tutti i sacchetti di conferimento rifiuti per poter essere deferrizzati e vagliati successivamente con buona efficienza. Dal tritatore i rifiuti vengono raccolti da un nastro sottostante la camera di triturazione e inviati all'operazione di vagliatura. Durante il trasporto i rifiuti vengono sottoposti a deferrizzazione. E' infatti possibile trovare piccoli oggetti di materiale ferroso mescolati nei rifiuti che è necessario eliminare per evitare che essi possano depositarsi all'interno dei digestori anaerobici. Il deferrizzatore preleva detti corpi ferrosi e li deposita, mediante scivolo in lamiera di acciaio, all'interno di un contenitore sempre di acciaio.

Successivamente, i rifiuti vengono scaricati nel vaglio a dischi fisso installato su due muretti in calcestruzzo. Il sottovaglio, rappresentato prevalentemente dalle

componenti organiche putrescibili dei rifiuti, viene prelevato dalla pala dallo stoccaggio e trasferito nella linea di caricamento del biodigestore denominata "accumulo e miscelazione". Il sopravaglio, rappresentato prevalentemente dalle frazioni estranee della FORSU, viene stoccato nell'apposito stoccaggio temporaneo.

7.3.2.5 Fase 5: carico bunker di stoccaggio e alimentazione digestori

La linea di alimentazione dei biodigestori ha come punto di partenza l'area di lavorazione nella quale è presente l'accumulo-miscelazione. L'accumulo è costituito da una coclea di miscelazione del rifiuto e da un nastro trasportatore azionato idraulicamente e protetto da pareti di contenimento in calcestruzzo armato anti urto. Entro il termine dell'orario lavorativo quotidiano, esso viene caricato con una quantità tale da poter garantire l'alimentazione continua dei fermentatori durante la notte e fino alla mattina, quando inizia il primo turno di lavoro con l'arrivo dei primi mezzi di conferimento della FORSU. L'accumulo è dimensionato però principalmente per contenere un quantitativo di FORSU tale da alimentare i fermentatori per garantire un'autonomia di almeno 48 ore con alimentazione oraria ridotta del 40%. La FORSU ivi stoccata, grazie ad un lento e programmato avanzamento del proprio trasportatore, viene trasferita ad un insieme di nastri trasportatori, i quali alimentano i biodigestori in continuo 24 ore su 24 ore. I nastri trasportatori alimenteranno il biodigestore situati nell'area di lavorazione esterna agli edifici.

7.3.2.6 Fase 6: trattamento anaerobico con produzione di biogas

Si è scelta una soluzione tecnologica per il sistema di digestione anaerobica del tipo dry con alimentazione in continuo.

La FORSU, introdotta nel biodigestore, viene sottoposta a trattamento in ambiente anaerobico, privo cioè di ossigeno. La miscela contenuta nei fermentatori ha un contenuto di sostanza secca ST che può variare dal 20% al 40% e una temperatura di processo che può variare tra 35°C a 55°C. La soluzione impiantistica prevede la trasformazione del rifiuto in regime di termofilia ad una temperatura che potrà oscillare al massimo tra 50 e 55 °C, al fine di ottenere la massima produzione di biogas nella fase di biodigestione.

Il biogas verrà prelevato e inviato alla sezione di valorizzazione energetica dell'impianto di cogenerazione, previo trattamento depurativo iniziale.

7.3.2.7 Fase 7: formazione delle miscele tra digestato e legno strutturante

Al fine di garantire la qualità ed assicurare che i processi biologici aerobici avvengano in condizioni controllate ed ottimali sono previste operazioni di:

- caratterizzazione e verifica del digestato in uscita dai fermentatori;
- miscelazione delle matrici organiche.

Il digestato in uscita dai biodigestori ha un contenuto di umidità elevato e per questo si rende necessaria l'operazione di miscelazione con una componente ligneo cellulosa, derivante dalla triturazione oppure dalle successive vagliature (intermedia e finale) del materiale compostato, in grado di assorbire acqua e in grado di aumentare la porosità del materiale al passaggio dell'aria di insufflazione. Questo per ottenere una buona efficienza di ossigenazione del materiale in fase di ossidazione accelerata.

Periodicamente, al digestato, vengono eseguite delle analisi al fine di conoscere:

- umidità;

- rapporto C/N;
- pH.

Le operazioni di formazione delle miscele da inviare a trattamento di bioossidazione e compostaggio avvengono attraverso un impianto di miscelazione ubicato all'interno dell'area di lavorazione di nuova realizzazione.

Il digestato in uscita dai digestori viene pompato direttamente nella tramoggia di carico del miscelatore. La pala meccanica preleva materiale dallo stoccaggio interno del verde triturato, dallo strutturante di ricircolo proveniente dalle operazioni di vagliatura intermedia e finale del compost e dall'eventuale sopravaglio della vagliatura primaria della FORSU come descritta alla fase 4 (proveniente dallo stoccaggio) e lo inserisce per la miscelazione nell'accumulo.

Tutto questo per ottenere una miscela, da avviare a compostaggio, con caratteristiche fisico-chimiche ottimali:

- sostanze secche: 35%-50%;
- sostanze organiche: 55%-75%;
- porosità $((V_{totale} - V_{materiale}) / V_{totale}) \times 100\%$: ca. 38-40%;
- proporzione C/N: ca. 30:1;
- densità della miscela: massimo 650 Kg/m³.

La miscela ottenuta dal miscelatore viene trasferita mediante pala meccanica alle biocelle della maturazione primaria.

7.3.2.8 Fase 8: bio-ossidazione accelerata e intermedia

La miscela di cui alla precedente fase viene prelevata, mediante pala meccanica e posizionata all'interno di settori (denominate biocelle) di dimensioni predefinite per la fase di bio-ossidazione accelerata. La platea è dotata di areazione forzata e raccolta percolati: essa è suddivisa in biocelle per complessivi circa 2200 m² utili, è dotata di fessure per l'aerazione forzata e di canalette per la raccolta del percolato. Ogni biocella è suddivisa mediante tamponamenti laterali tali da consentire l'ingresso delle macchine operatrici per la movimentazione del materiale da trattare (formazione dei cumuli, eventuale rivoltamento, rimozione del materiale trattato) e confinata da portoni scorrevoli per la chiusura ermetica dell'ambiente.

L'aria necessaria per la fase di bioossidazione viene prelevata dall'esterno da un impianto di aspirazione costituito da 12 ventilatori centrifughi da 30 kW cadauno.

L'umidificazione della biomassa viene garantita da percolato ricircolato proveniente dalla vasca di accumulo con distribuzione attraverso ugelli omogeneamente collocati all'interno delle biocelle.

Al termine di questa fase è prevista una vagliatura intermedia nell'impianto del prodotto ottenuto al fine di ottenere un sovvallò da rimettere in testa al processo nelle Fasi 5 o 7.

7.3.2.9 Fase 9: stabilizzazione, maturazione e stoccaggio compost grezzo

Il materiale, dopo la fase di bio-ossidazione primaria, viene portato alla sezione di maturazione finale (maturazione secondaria) nella quale avviene il completamento del processo biochimico di trasformazione (durata di 40 giorni). La platea è dotata di

areazione forzata e raccolta percolati a mezzo di canalette: l'aerazione è garantita da 7 ventilatori da 30 kW cadauno.

Al termine del processo di stabilizzazione, il materiale compost grezzo sarà stoccato in idonea area di stoccaggio sita sempre al chiuso, all'interno dell'area di lavorazione in attesa dell'ultime fasi di lavorazione di seguito descritte.

L'eventuale umidificazione di questa biomassa avviene attraverso l'utilizzo di acqua industriale con distribuzione attraverso ugelli omogeneamente collocati all'interno dell'area.

7.3.2.10 Fase 10: vagliatura finale

Completato il processo (complessivamente circa 80 giorni), il compost maturo e grezzo viene sottoposto a raffinazione tramite vagliatura nell'area di lavorazione. Un primo vaglio mobile produce un sottovaglio (costituito da compost raffinato) e un sopravaglio costituito da sovvalli a prevalenza plastica e legno grossolano. Un secondo vaglio (tamburo con forometria inferiore a 80 mm) riceve direttamente il sopravaglio del vaglio precedente e produce un sottovaglio, costituito prevalentemente da legno grossolano e un sopravaglio costituito prevalentemente da prodotti plastici di scarto. Il legno grossolano viene stoccato nell'area di lavorazione e riportato in parte in testa al processo come materiale strutturante e con funzione di inoculo del processo aerobico e in parte minore invece viene inviata a smaltimento (si cercherà di riutilizzare tutto il materiale strutturante nelle fasi 5 e 7). Gli scarti plastici di sopravaglio vengono caricati in un mezzo di trasporto rifiuti e portati a smaltimento.

7.3.2.11 Fase 11: stoccaggio compost finito: nuova tettoia di contenimento e stoccaggio del materiale finito;

Il compost raffinato viene stoccato nell'area di lavorazione posta entro un edificio apposito di stoccaggio (oltre che in locale sito nell'edificio esistente modificato). L'edificio di nuova costruzione sarà costituito da un'area di stoccaggio chiusa su quattro lati, oltre che un locale ad uso tecnico a disposizione degli operatori.

7.3.2.12 Fase 12: produzione di energia elettrica per autoconsumo o scambio sul posto

Il biogas prodotto viene raccolto sulla parte superiore del biodigestore e, mediante tubazioni in acciaio inox, viene trasferito alla stazione di cogenerazione mediante tubazioni fuori terra. Il biogas, dopo un primo trattamento di essiccazione mediante deumidificazione con acqua refrigerata, in controcorrente in uno scambiatore di calore, viene desolforato attraverso l'impiego di carboni attivi. Il gas naturale rinnovabile prodotto alimenta l'unità di cogenerazione. L'unità di cogenerazione è fornita in un contenitore di dimensioni standard, pronta per la connessione e l'esercizio. La modalità di funzionamento continuo del digestore assicura la produzione di gas costante e utilizza al meglio le prestazioni del gruppo di cogenerazione. L'energia elettrica prodotta viene consumata nell'impianto e l'eventuale eccesso immesso nella rete pubblica mediante scambio sul posto. Quando l'unità di cogenerazione è inattiva o, nel caso raro di fonti rinnovabili con produzione di biogas superiore alla capacità dell'unità di cogenerazione, il gas eccedente viene bruciato in atmosfera.

7.3.3 Descrizione delle sezioni di attività

7.3.3.1 Sezione - Bussola di scarico

I mezzi di conferimento possono entrare in retromarcia e scaricare a terra i rifiuti, che saranno poi ripresi da una pala gommata e riposti negli appositi box di conferimento, prima di essere nuovamente ripresi per essere destinati alla successiva fase di pretrattamento. I mezzi che conferiscono i rifiuti in impianto, dopo il controllo della regolarità della documentazione di accompagnamento e la verifica della loro qualità, verranno inviati alla registrazione per mezzo del sistema di pesatura installato nella zona di ingresso. I rifiuti verranno indirizzati verso l'area di scarico, interna al capannone principale. I mezzi non entreranno nel capannone, ma scaricheranno dall'alto da una bussola di conferimento chiusa ed aspirata, con pavimentazione impermeabile e dotata di adeguati sistemi di drenaggio degli eluati e con sistema di apertura sincronizzata del tipo portone di ingresso aperto/portone di scarico chiuso e viceversa. I mezzi pesanti scaricheranno nella zona di stoccaggio tramite uno dei portoni ad apertura rapida che sono sul fronte dell'area di accumulo. Il portone di scarico sarà individuato dall'autista attraverso un semaforo luce rossa/verde. La movimentazione del rifiuto verrà effettuata mediante pala gommata munita di cabina pressurizzata in grado di sistemare i rifiuti in arrivo, realizzare una prima cernita e trasferire i rifiuti all'interno del mulino apri sacchi in cui avverrà la rottura dei contenitori domestici e l'omogeneizzazione del materiale. Gli operatori presenti saranno prevalentemente occupati all'interno della pala gommata per le operazioni di carico del trituratore. La cabina della pala è dotata di un sistema di condizionamento dell'aria con filtro a carboni attivi. E' prevista l'installazione di un sistema di aspirazione e di trattamento dell'aria all'interno della sezione di ricezione, come anche nel resto dell'edificio, che garantisca i necessari ricambi d'aria e consenta il mantenimento di condizioni igieniche adeguate. L'area di stoccaggio sarà leggermente in pendenza in modo da favorire la raccolta, sul fondo, dell'eventuale percolato che verrà raccolto dal sistema idraulico di raccolta dei percolati. L'interno del capannone è infatti provvisto di griglie per la raccolta delle acque di percolazione e delle acque di lavaggio. L'impianto è dimensionato in modo che al termine della giornata lavorativa i rifiuti in ingresso siano stati tutti lavorati e non vi sia presenza di cumuli abbancati. In relazione, però, alla necessità di prevedere delle fermate dell'impianto per interventi di manutenzione o per punte eccezionali di conferimento, si è prevista una capacità di stoccaggio di circa 3 gg. Nella zona del conferimento sono presenti tre box di stoccaggio del rifiuto organico conferito, delimitati da pareti in calcestruzzo realizzate in opera e con elementi prefabbricati:

- area di stoccaggio della FORSU (circa 130,0 m² x h materiale 3,0 m);
- area di stoccaggio del verde triturato (circa 175,0 m² x h materiale 3,0 m).

Tali capacità di accumulo sono ampiamente sufficienti a garantire lo stoccaggio di tutto il rifiuto conferito giornalmente e che giornalmente deve essere lavorato.

7.3.3.2 Area lavorazione – Sezione di pretrattamento

Il pretrattamento è costituito da un sistema di tritovagliatura composto dalle seguenti attrezzature:

- un trituratore veloce;
- un trituramiscelatore;
- un elettromagnete;

- due vagli a dischi con sezione di vagliatura pari a 60 mm;
- un nastro trasportatore costituito da diverse parti.

L'operatore alla pala gommata preleva la frazione verde dall'apposita area di stoccaggio ed alimenta il trituttore a rotazione veloce; il trituttore, per mezzo di un nastro trasportatore, invia il materiale al deferizzatore e quindi al vaglio a dischi che separa due frazioni; la frazione di sottovaglio (pezzatura minore a 60mm) è separata in modo da poter essere prelevata e conferita all'interno dell'area di accumulo per il digestore, mentre il sopravaglio ritorna per mezzo di un nastro al box di stoccaggio della frazione verde, venendo in questo modo ricircolato nuovamente nel trituttore veloce al momento del prelevamento della frazione verde.

Analogamente, l'operatore preleva dall'area FORSU e alimenta il vaglio dotato di sistema aprisacco per l'apertura dei sacchetti, destinando l'organico al nastro trasportatore quindi al deferizzatore e al vaglio a dischi.

7.3.3.3 *Sezione di accumulo e alimentazione al digestore*

La sezione di accumulo e alimentazione al digestore prevede le seguenti attrezzature:

- box di accumulo realizzato con pareti in calcestruzzo armato di altezza pari a tre metri avente superficie pari a 460,0 m² e capacità di stoccaggio massima pari a 1150,0 m³ con un'altezza del materiale massima di 2,50 m, tale da garantire un'alimentazione in continuo al digestore per più di 6 giorni. Al box è possibile accedere con un mezzo direttamente dal locale adibito al carico del digestato solido destinato al compostaggio;
- per mezzo del nastro trasportatore, la miscela di cui al punto precedente viene condotta all'interno del box di accumulo del biodigestore.

Il caricamento avviene tramite un carroponete che, in ciclo automatico, alimenta una tramoggia di 10 m³ di capacità, dotata di un sistema di pesatura a celle di carico il quale funge da polmone di carico del digestore. Dalla tramoggia al digestore il materiale organico è trasportato per mezzo di apposite coclee. L'alimentazione del materiale all'interno del digestore avviene tramite una coclea infissa dall'alto verso il basso, con un angolo di circa 45 gradi. In tal modo il materiale è inserito all'interno del digestore nella parte inferiore che si trova costantemente sotto battente idraulico impedendo in questo modo l'ingresso di aria dall'esterno o, viceversa, l'uscita di gas all'esterno.

7.3.3.4 *Sezione di digestione anaerobica*

La digestione a secco, termofila, viene effettuata in un digestore dotato di agitatore ad asse unico orizzontale con flusso a pistone continuo ad una temperatura di minimo 55°C con un tempo di permanenza idraulica in media di circa 14 – 28 giorni.

Il processo "dry" o "semi-dry" permette al materiale di passare dall'entrata all'uscita del digestore in un flusso a pistone stabile, evitando la miscelazione del materiale in entrata con il materiale già trattato, evitando quindi i corti circuiti di materiale non trattato in uscita dal digestore.

Il tempo di ritenzione definito, permette di igienizzare il materiale eliminando organismi patogeni, semi di piante, etc. Allo stesso tempo permette un'ottimale decomposizione del materiale organico con relativa produzione di biogas. L'asse agitatore orizzontale, incorporato nel digestore, previene la formazione di sedimenti nel fondo e dell'eventuale crosta alla superficie del substrato in digestione. In più fa in

modo che il biogas riesca ad accumularsi facilmente nella parte superiore del digestore. Tutte le parti che necessitano di manutenzione sono accessibili dall'esterno. Questo per fare in modo che non si debba interrompere la funzione del digestore per eventuale manutenzione. I parametri principali del processo sono controllati dalla centrale elettronica. Il flusso a pistone continuo è un processo stabile che permette un'alta controllabilità, sia organica che meccanica. Questo assicura un grado di affidabilità tra migliori per questo genere d'impianti.

7.3.3.5 *Sezione di compostaggio di qualità*

La sezione di trattamento biologico in biocelle per la fase di compostaggio prevede l'assoggettamento del rifiuto tal quale triturato ad un processo statico in biocelle per la igienizzazione e stabilizzazione del materiale. Tale processo si trova definito in letteratura come fase attiva, anche definita di "biossidazione accelerata" o "ACT (active composting time)", in cui sono più intensi e rapidi i processi degradativi a carico delle componenti organiche maggiormente fermentescibili; in questa fase, che si svolge tipicamente in condizioni termofile, si raggiungono elevate temperature, si palesa la necessità di drenaggio dell'eccesso di calore dal sistema e si ha una elevata richiesta di ossigeno necessario alle reazioni bio-chimiche;

La biossidazione aerobica in biocella presenta numerosi vantaggi, primi tra tutti i seguenti:

- le reazioni bio-chimiche sono più rapide;
- si evita l'instaurarsi di meccanismi anaerobici, causa di emissioni maleodoranti e nocive;
- l'energia sviluppata provoca un aumento della temperatura della biomassa, provocandone la sterilizzazione e l'essiccazione;
- il processo di biossidazione è fortemente influenzato dalle condizioni atmosferiche, pertanto per ottimizzarne l'efficienza vengono controllati tutti i parametri operativi, in particolare l'umidità e la permeabilità della massa;
- la struttura risulta particolarmente efficiente e flessibile, grazie al sistema di controllo operativo automatico in tempo reale e al ridotto volume di ciascun reattore.

7.3.3.6 *Biocelle*

Le biocelle sono costituite da una camera in cemento armato al cui interno avviene una degradazione intensiva delle biomasse. Nel processo di bio-ossidazione intensiva in biocella si opera una insufflazione di aria, attraverso il pavimento, nella massa di materiale in trattamento.

Le condizioni aerobiche ottimali necessarie alla trasformazione microbiologica sono gestite da un sistema automatizzato che regola i flussi d'aria sulla base delle rilevazioni effettuate in campo.

Il pavimento attrezzato per la insufflazione del materiale è stato progettato per ottenere seguenti obiettivi:

- distribuire uniformemente l'aria sulla massa in trattamento;
- evitare l'occlusione di fori di insufflazione a causa delle operazioni ed il transito dei mezzi di movimentazione;

- raccogliere i percolati durante il trattamento;
- resistere all'aggressione chimica, alla temperatura del materiale e all'usura prodotta dai mezzi in movimentazione.

A questo scopo si è progettato un pavimento in calcestruzzo in cui sono inglobate tutte le tubazioni di insufflazione dotate di ugelli di distribuzione.

Ogni biocella è dotata di un ventilatore centrifugo a semplice aspirazione, in esecuzione a tenuta d'acqua. I ventilatori posseggono una cassa dotata di apertura d'ispezione chiusa con coperchio e scaricatore di condensa. Sono inoltre dotati di giunti di compensazione impermeabili, appoggi antivibranti, bullonerie ed accessori di collegamento. Al fine di favorire la raccolta delle condense che si possono formare nelle condotte sono stati previsti dei punti di raccolta che confluiscono per mezzo di opportune guardie idrauliche alla vasca di raccolta dei percolati.

L'aria necessaria al processo di degradazione del materiale organico verrà insufflata nella matrice e successivamente aspirata nel condotto di uscita dalla biocella per ritornare ricircolata, eventualmente miscelata con aria fresca in biocella finché, esaurite le proprietà di trattamento la medesima aria verrà espulsa verso la condotta di deodorazione.

Il processo di bio-stabilizzazione controllata è stato dimensionato in modo da garantire che:

- il prodotto finale mantenga costante la qualità richiesta, indipendentemente da eventuali mutazioni stagionali nella qualità del materiale conferito;
- il ciclo di trattamento si realizzi in tempi brevi e con contenuti consumi energetici;
- il sistema non dia origine a problemi di ordine igienico sanitario per gli operatori e per l'ambiente circostante;
- i materiali impiegati siano adeguati al tipo di utilizzo per consentire l'efficienza e la durata nel tempo.

Una volta riempito il reattore di materiale il portone viene chiuso e si fa partire il programma di controllo dei parametri di processo che, gestendo la biocella con attenzione ai parametri di temperatura, tenore di ossigeno e umidità, ottimizza il processo controllando l'abbattimento degli agenti patogeni e raggiungendo gli obiettivi prefissati.

Riempita la biocella e avviato il programma di controllo, il ventilatore posto nella parte posteriore, a velocità variabile, si mette in funzione e manda l'aria nel sistema di aerazione posto nel pavimento. Il flusso d'aria è regolamentato secondo quanto impostato dal computer di controllo. L'aria viene poi aspirata, una volta che ha attraversato il materiale, da una serranda posta nella parte superiore della parete cui è collegato il ventilatore, il quale la ricircola percorrendo un ciclo identificato come segue:

- l'aria è soffiata nel plenum di calcestruzzo, quindi nel sistema di tubi a pavimento e nella massa di rifiuti in bio-ossidazione;
- dallo spazio vuoto sopra la massa del rifiuto viene prelevata ed inviata nelle condotte di ricircolazione;

- dalle condotte di ricircolazione l'aria arriva al ventilatore e quindi di nuovo al plenum;
- l'aria esausta viene espulsa per mezzo di una serranda posta nella parte superiore della copertura di ciascuna biocella, ed indirizzata per mezzo di una condotta al trattamento nell'umidificatore.

Durante la fase di aspirazione e di mandata del ventilatore di insufflazione dell'aria vengono misurati i seguenti parametri: la temperatura e l'umidità dell'aria, il tenore di ossigeno e la pressione.

Quando richiesto, la serranda dell'aria fresca consente l'immissione in continuo di un flusso variabile d'aria (0 - 100%) tenendo conto della miscelazione dell'aria ricircolata nelle condotte a monte del plenum. Quando ciò accade, un volume di aria esausta pari a quello introdotto viene estratto dal sistema dalla parte superiore vuota della biocella per mezzo di una serranda che consente all'aria di processo estratta di venire risucchiata nelle condotte che, per mezzo di altri ventilatori a velocità variabile, la trasportano al sistema di trattamento aria (biofiltro).

Il sistema delle tubazioni prevede un collettore comune a tutti i punti di aspirazione dei diversi ambienti. L'umidificazione del rifiuto è ottenuta mediante ricircolo del percolato da vasca di raccolta dei percolati.

Al fine di ottenere un buon grado di ossigenazione dei materiali ed una efficace azione di stabilizzazione, si garantirà un tempo medio di permanenza dei materiali all'interno delle biocelle non inferiore a 14 giorni solari.

Come emerge dai dati rilevati su impianti simili già in funzione sul territorio nazionale, al termine di questo ciclo è possibile ottenere un materiale caratterizzato da un indice respirometrico statico inferiore a $400 \text{ mgO}_2\text{KgSV}^{-1}\text{h}^{-1}$.

Il dimensionamento delle biocelle viene fatto con riferimento alle condizioni di picco stagionale. Dal bilancio di massa stimato si evince che il quantitativo di materiale da biostabilizzare all'interno dei tunnels risulta pari a 192 ton/gg circa (comprensivo del materiale di ricircolo).

Considerando ragionevole un'altezza dei cumuli all'interno delle biocelle pari a 3,00 m e considerando biocelle aventi larghezza di 5,0 m e lunghezza di 36 m (con altezza 5 m), assumendo un tempo di trattamento pari a 14 giorni, si determina che il numero di biocelle strettamente sufficiente al trattamento del materiale è pari a 8.

DIMENSIONAMENTO BIOCELLE		
Materiale al compostaggio	T/a	70.380,00
Conferimento materiale in 1 giorno	T/gg	192,82
H del materiale nel tunnel	m	3,00
Peso specifico	T/mc	0,63
Materiale inserito in biocella al giorno	mc	306,07
Tempo permanenza materiale in biocella	gg	14,00
DIMENSIONAMENTO CELLE		
Larghezza	m	5,00
Lunghezza	m	36,00
Volume totale disponibile nelle celle	mc	540,00
Volume totale di materiale da trattare per un ciclo	mc	4.284,93
Numero dei tunnel necessari		8,00

Tabella 9. Dimensionamento biocelle

7.3.3.7 Sezione aia di maturazione secondaria

Successivamente alla fase di maturazione primaria all'interno di biocelle dotate di insufflazione d'aria da pavimento, il materiale passerà ad una vagliatura intermedia che avrà lo scopo principale di separare i materiali compostabili di dimensioni maggiori per riciclarli come da descrizioni delle fasi 5 e 7. La fase 9 che individua il processo relativo alla maturazione secondaria, che avrà una durata pari a 40 gg consecutivi. Attraverso l'insufflazione di aria dalla pavimentazione continua sarà possibile ottenere un prodotto altamente di qualità anche in tempi inferiori rispetto a quelli prestabiliti.

Al termine di questo ciclo, dai dati rilevati su impianti simili già in funzione sul territorio nazionale è possibile ottenere un materiale caratterizzato da un indice respirometrico statico inferiore a $150 \text{ mgO}_2/\text{KgSV}^{-1}\text{h}^{-1}$.

Nella tabella di seguito allegata è possibile rilevare i dati dimensionali caratteristici di questa area di trattamento:

DIMENSIONAMENTO MATURAZIONE SECONDARIA		
Materiale a maturazione secondaria	T/a	34.486,20
Conferimento materiale in 1 giorno	T/gg	94,48
H del materiale in maturazione	m	3,00
Peso specifico	T/mc	0,57
Materiale inserito in maturazione al giorno	mc	165,76
Superficie impegnata al giorno	mq/gg	55,25
Tempo permanenza materiale in maturazione secondaria	gg	40,00
Superficie maturazione secondaria necessaria	mq	2.210,12

Tabella 10. Dimensionamento superficie maturazione secondaria

7.3.3.8 Sezione aree di stoccaggio compost di qualità

Il prodotto finito ammendante compostato misto (compost di qualità) potrà essere stoccato sia all'interno dell'edificio esistente nell'apposita area individuata, che all'interno del fabbricato di nuova realizzazione posta a fianco dell'edificio contenente le maturazioni primarie, chiuso su quattro lati. In questo nuovo edificio sarà anche presente un locale tecnico ad uso operativo.

L'edificio di stoccaggio prodotto finito e deposito supplementare sarà realizzato in struttura prefabbricata su fondazioni a plinti in cemento armato su pali e ospiterà degli spazi destinati all'accumulo del materiale.

7.4 Linea di biostabilizzazione della frazione derivante dal sottovaglio dell'impianto di preselezione sito presso il termovalorizzatore

La nuova configurazione dell'impianto dovrà inoltre garantire il trattamento della frazione di rifiuto da sottovaglio derivante dall'impianto di preselezione sito presso il termovalorizzatore di proprietà di CACIP.

Come definito nel Piano Regionale dei Rifiuti approvato dalla Regione Sardegna, questa linea di trattamento dovrà garantire una potenzialità pari a circa 70-80 ton/gg di rifiuto in ingresso, a carattere non continuativo e sulla base delle esigenze del termovalorizzatore stesso. La tipologia di rifiuto in ingresso è una frazione derivante dalla selezione rifiuto non riciclabile avente principalmente natura organica.

Il trattamento che verrà sviluppato per questa fattispecie consiste in una biostabilizzazione aerobica dinamica costituita da due fasi consecutive:

- fase ACT in biocella aerata ed accelerata di durata pari a 17 gg.;
- maturazione secondaria in area dotata di pavimentazione aerata.

Il prodotto in uscita da questa filiera è un ammendante compostato fuori specifica (biostabilizzato) utilizzabile come materiali di ingegneria ad esempio nella copertura giornaliera e definitiva delle discariche per rifiuti urbani e speciali.

I mezzi provenienti dall'impianto di preselezione ubicato presso il termovalorizzatore entreranno nell'area confinata dell'edificio di nuova realizzazione e verranno conferiti direttamente presso l'area dove sono presenti 4 biocelle destinate allo scopo. I mezzi scaricheranno il rifiuto a terra, dove idonee macchine operatrici provvederanno al riempimento di ciascuna biocella.

L'insufflazione dell'aria da fori presenti nel pavimento porterà a concludere la prima fase di biostabilizzazione in circa 17 gg: il digestato che si ottiene sarà caratterizzato da un indice respirometrico statico pari a circa $500 \text{ mgO}_2\text{KgSV}^{-1}\text{h}^{-1}$.

Il tempo di permanenza di questo materiale in biocella è di almeno 17 giorni.

Il materiale verrà poi trasportato all'interno dell'edificio attualmente esistente che verrà dedicato alle maturazioni secondarie: questo trasferimento avverrà sempre senza mai uscire dagli edifici e dall'area di collegamento.

La superficie dell'area di maturazione secondaria dedicata alla stabilizzazione di questo materiale è idonea a far permanere il rifiuto aerato per circa 38 gg continuativi.

Il materiale in uscita dal secondo trattamento avrà un indice respirometrico statico tale da garantire il conferimento presso impianti dedicati quali discariche o similari. Non potrà avere caratteristiche di compost di qualità per il riutilizzo in agricoltura. Il

biostabilizzato sarà stoccato in apposito locale confinato posto all'interno dell'edificio esistente a fianco dell'aia di maturazione secondaria.

Tutte le arie esauste dei locali in depressione subiranno il medesimo trattamento delle arie provenienti dalla linea del compost di qualità.

7.5 Sistema di trattamento aria esausta

Per mantenere in pressione negativa i fabbricati di ricezione e trattamento è prevista l'aspirazione dell'aria interna tramite apposito ventilatore di mandata ad un plenum da cui l'aria sarà successivamente prelevata per essere utilizzata per l'insufflazione dei cumuli in maturazione. Vista la nuova configurazione dell'impianto, l'attuale sistema di distribuzione del collettamento arie verso i sistemi di trattamento verrà completamente rifatto. Inoltre verranno modificati anche gli impianti di trattamento arie come di seguito specificato al fine di adeguarli al nuovo layout progettuale.

Il nuovo sistema delle tubazioni prevede un collettore comune per le aspirazioni generali dagli ambienti. Le serrande di regolazione disposte sulle singole aspirazioni consentono le regolazioni pur mantenendo costante il volume complessivo aspirato e richiesto per contenere la propagazione di odori all'esterno.

L'aria aspirata dal reparto ricezione e trattamento viene inviata al plenum della zona di maturazione, mentre l'aria estratta dalle biocelle viene direttamente inviata alla linea di trattamento costituita da:

- filtro a maniche;
- scrubber per lavaggio delle arie;
- biofiltro.

I trattamenti di cui agli ultimi due punti possono intendersi direttamente connessi l'uno con l'altro. Tutte le aree dell'impianto sono quindi mantenute in costante aspirazione per contenere la fuoriuscita di odori. L'aria captata viene utilizzata come aria fresca nei biotunnel e successivamente avviata al sistema di trattamento mediante biofiltrazione.

7.5.1 Filtro a maniche

I filtri a maniche esistenti saranno mantenuti ma verranno dislocati in aree diverse, funzionali alle nuove fasi di trattamento, verificando comunque la capacità di trattamento di ciascun singolo impianto.

7.5.2 Sistema di lavaggio a mezzo scrubber e biofiltrazione

Il trattamento di biofiltrazione è realizzato a mezzo di una fase di umidificazione/lavaggio a mezzo scrubber, un plenum ed un biofiltro costituito da murature e pavimentazione in c.a.; quest'ultima risulta forata ed è strutturata per consentire l'accesso ad una pala gommata per le operazioni di posa e manutenzione del materiale filtrante.

Attualmente il sistema di lavaggio delle arie è garantito da n.2 scrubber aventi caratteristiche sufficienti a permettere il trattamento delle arie prelevate dagli attuali edifici coperti, ma non certamente per la nuova area di maturazione primaria costituita da biocelle e sezioni di vagliatura e movimentazione. Per questo motivo verranno

installati 2 nuovi scrubber finalizzati al trattamento dei volumi d'aria relativi anche a queste sezioni.

Lo scrubber o umidificatore è realizzato in c.a. e dotato di torri di umidificazione con un sistema di nebulizzatori per l'umidificazione del flusso d'aria. Infatti, anche se il biofiltro possiede un sistema d'irrigazione, è fondamentale per il suo corretto funzionamento che l'aria trattata sia umidificata.

L'aria da trattare, dopo l'attraversamento dell'umidificatore, viene mandata in pressione nei plenum di distribuzione del biofiltro. La parte superiore dei plenum costituisce il pavimento forato del biofiltro. L'aria viene quindi distribuita sulla superficie ed attraversa il materiale biofiltrante. Nel plenum del biofiltro sono disposti pozzetti di raccolta per le condense, collegati alla rete di raccolta che confluisce nella corrispondente vasca delle acque di umidificazione, per il loro ricircolo. La biofiltrazione è un processo biologico di abbattimento degli odori contenuti in correnti gassose che sfrutta l'azione di una popolazione microbica eterogenea - composta da batteri, muffe e lieviti - quale agente di rimozione naturale. Questi microrganismi metabolizzano la maggior parte dei composti organici ed inorganici attraverso una grande serie di reazioni che trasformano i composti in ingresso in prodotti di reazione non più odorigeni. La colonia microbica necessaria per la biofiltrazione si sviluppa in particolare sulla superficie di un opportuno supporto naturale attraverso il quale viene fatta circolare la corrente da trattare. Il supporto, che costituisce il "letto" del biofiltro, può essere formato da terriccio, torba, cippato di legno, compost vegetale, cortecce o da una miscela di questi ed altri materiali, compresi elementi in materiale plastico.

La sostanza odorigena in fase gassosa viene adsorbita dal materiale filtrante e degradata dalla flora microbica che la usa come nutrimento insieme a parte del materiale filtrante stesso. Per l'attività biologica è necessario anche l'ossigeno, fornito dalla stessa corrente gassosa in ingresso al biofiltro. Dalla superficie del materiale vengono quindi rilasciati anidride carbonica (CO_2), acqua, composti inorganici e biomassa. All'uscita del biofiltro si ritroveranno solo piccole quantità degli inquinanti in ingresso.

Per permettere l'implementazione di un sistema maggiormente performante e soprattutto in grado di trattare anche le nuove volumetrie di aria derivanti dalla nuova maturazione primaria, il biofiltro verrà svuotato dell'attuale materiale utilizzato, verrà demolita la pavimentazione insufflante e sarà completamente rifatta; inoltre, si provvederà ad alzare le pareti esterne di contenimento di circa 50 cm al fine di garantire l'idonea quantità di materiale filtrante per i volumi d'aria previsti.

Mentre i composti odorosi attraversano il letto, sono assorbiti sulla superficie del materiale filtrante e sono ossidati dai batteri aerobici in composti non più odorosi ed acqua.

Il filtro biologico è costituito da due vasche in cemento armato attrezzate, coperte da tettoie, riempite con un doppio strato di materiale organico filtrante, sul fondo del quale è realizzato un sistema di distribuzione dell'aria. Il biofiltro è formato dalla canalizzazione frontale interrata realizzata in calcestruzzo, da cui si diparte il sistema di distribuzione dell'aria. L'aria viene distribuita al fondo del filtro da una serie di tubazioni forate annegate in uno strato di ghiaia.

Il sistema è completato da una guaina impermeabilizzante di fondo.

Il filtro biologico comprende inoltre le seguenti apparecchiature elettromeccaniche:

- sistema di distribuzione dell'acqua per l'umidificazione superficiale del filtro biologico;
- sistema di nebulizzazione dell'acqua nel plenum a monte del filtro biologico.

Il cippato di ricircolo ed il pacciamante vegetale attivato provengono dalle sezioni di raffinazione di impianti di compostaggio in modo da attivare lo strato biologico.

7.6 Gestione del percolato

Nel presente capitolo si descrive sinteticamente la gestione dei reflui derivanti dall'attività produttiva di vagliatura, selezione e compostaggio dei rifiuti conferiti presso l'impianto in progetto.

In particolare le reti da realizzarsi per l'adduzione delle acque all'interno dell'impianto sono così suddivise:

- rete acque miste contaminate, acque meteoriche contaminate da materiali putrescibili, avente come recapito i bacini di raccolta, comprendenti:
 - ✓ acque di percolazione del piazzale antistante;
 - ✓ acque di lavaggio dei cassoni degli automezzi;
 - ✓ acque derivanti dal dilavamento da parte delle acque meteoriche di strade e piazzali contenenti rifiuti;
 - ✓ scarichi di servizi igienici e spogliatoi presenti nel fabbricato tecnologico.
- rete acque bianche, ovvero acque esclusivamente meteoriche derivanti dalla copertura degli edifici o da aree di piazzali liberi da ogni tipo di lavorazione o stoccaggio, aventi come recapito lo scarico terminale in acque superficiali;
- rete di adduzione alle vasche del percolato, costituita da:
 - ✓ acque di processo dell'aia di maturazione primaria accelerata, prevalentemente raccolta e convogliata dalle canalette di aerazione forzata;
 - ✓ eventuale colaticcio derivante da eccessiva irrorazione di compost ancora in fase di bio-ossidazione;
 - ✓ eventuali colaticci derivanti dallo stoccaggio di materiale verde sotto tettoia;
 - ✓ percolato derivante dallo scarico del rifiuto FORSU e verde all'interno della fossa.

Il processo produttivo dell'impianto in progetto prevede la produzione di due tipologie di percolati che verranno gestiti all'interno di due distinte vasche in CAV impermeabilizzate con la finalità di mantenere separati i due flussi di seguito descritti:

- **Eluato 1** - prima tipologia di percolato: esso ha origine dallo scarico in bussola dei rifiuti FORSU e verde contenuti all'interno degli automezzi della raccolta. Questo liquido non subisce alcun trattamento o modifica di stato, viene raccolto attraverso grigliati/caditoie presenti in fossa e stoccato all'interno di una prima vasca di raccolta dei percolati/colaticci.

Il trattamento previsto per questo eluato è lo smaltimento presso idoneo impianto di depurazione a mezzo autobotte con cadenza da stabilirsi in base al riempimento della porzione di vasca individuata pari a 15 mc. La produzione prevista annua per questa tipologia di percolato è di 2500 T/anno.

Matrice	U.M.	Risultato
Residuo a secco 105°C	%p/p	9,5
Aspetto:	/	liquido
Cadmio	mg/kg ss	<0,5
Cromo VI	mg/kg ss	<0,5
Cromo totale	mg/kg ss	2,6
Mercurio	mg/kg ss	<0,1
Nichel	mg/kg ss	1,5
Piombo	mg/kg ss	1,6
Rame	mg/kg ss	17
Selenio	mg/kg ss	<0,5
Zinco	mg/kg ss	83
Salinità	meq/100g ss	56,6

Tabella 11. Caratteristiche fisico-chimiche Eluato tipo 1

- **Eluato 2** – seconda tipologia di percolato: esso ha origine a seguito dei primi trattamenti del processo produttivo ovvero vagliatura della FORSU, triturazione del rifiuto verde e dei trattamenti di compostaggio che avvengono durante la maturazione primaria e secondaria. Questo liquido viene raccolto attraverso grigliati/caditoie presenti nelle diverse aree sopra indicate e stoccato all'interno di una seconda vasca di raccolta dei percolati.

L'eluato 2, essendo raccolto dalle zone principali di lavorazione del rifiuto organico, può essere utilizzato anche per umidificare il rifiuto in digestione all'interno del biodigestore in quanto, in genere, presenta un alto potenziale di formazione di gas: questo liquido possiede anche un alto contenuto di azoto che può alterare la biologia del sistema e generare una modifica del bilancio di massa. Per quest'ultimo motivo, il ricircolo all'interno del biodigestore dovrà essere monitorato in continuo ed in particolare dovranno essere monitorata l'efficienza dei batteri e quindi del processo di produzione del biogas.

La consistenza più leggera rispetto all'Eluato 1 permetterà a questo liquido di rimanere maggiormente vicino alla superficie, pertanto l'innesto per il ricircolo di questo percolato sarà ubicato nella parte alta della vasca. Non è previsto alcun trattamento di questo eluato in quanto successivamente allo stoccaggio all'interno della vasca di raccolta lo stesso viene ricircolato in continuo ed utilizzato per la bagnatura della biomassa stoccata all'interno delle biocelle di cui alla maturazione primaria. Il ricircolo è garantito attraverso pompe di rilancio ed ugelli uniformemente distribuiti all'interno di quest'area al fine di ottenere una bagnatura omogenea del materiale.

La quantità di percolato ricircolato si ipotizza pari a 3.000 – 3.500 ton/anno.

Di seguito si riporta lo schema di flusso completo relativo alla gestione del percolato derivante dall'attività.

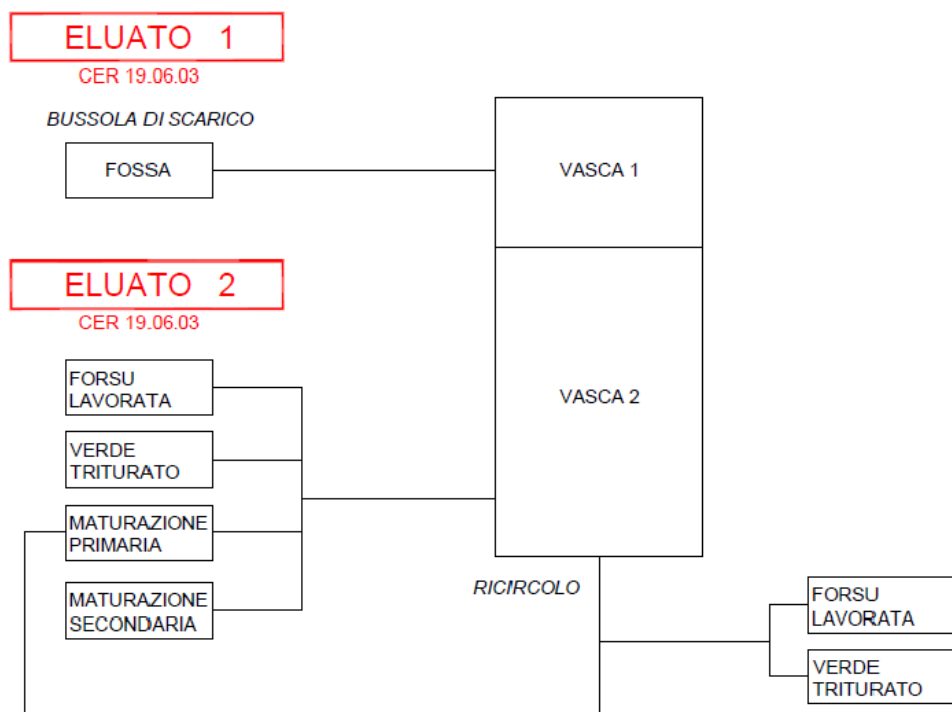


Figura 11. Schema di flusso della gestione percolato.

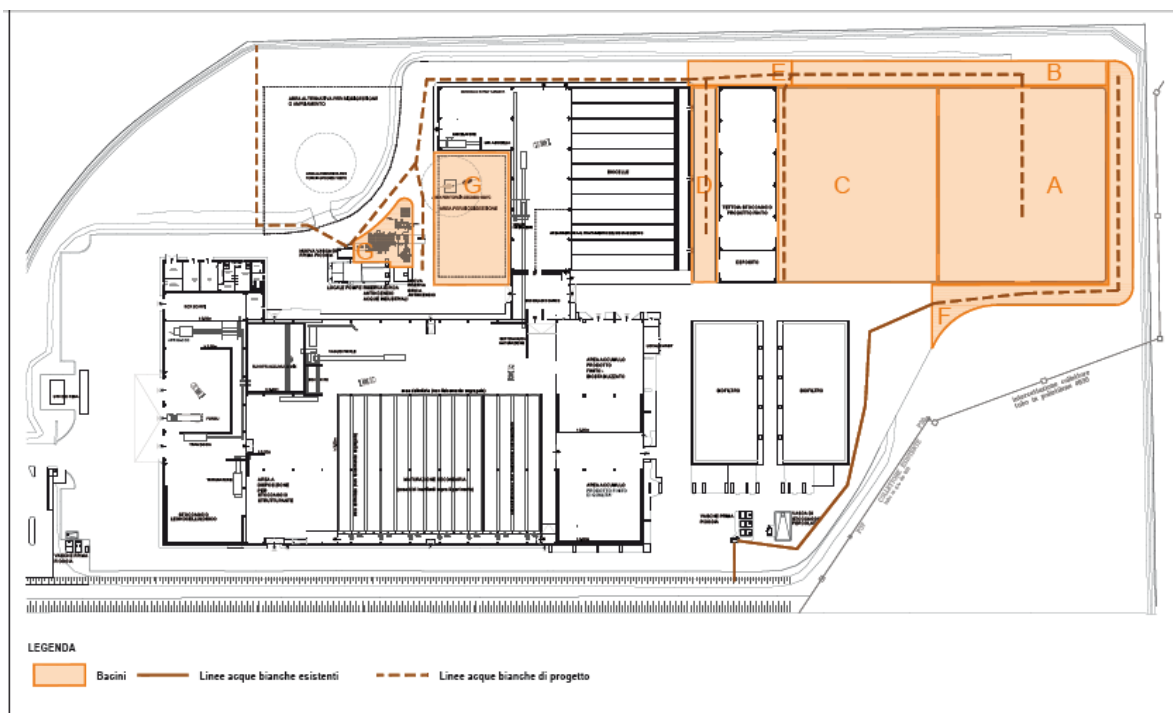


Figura 12. Linea acque bianche.

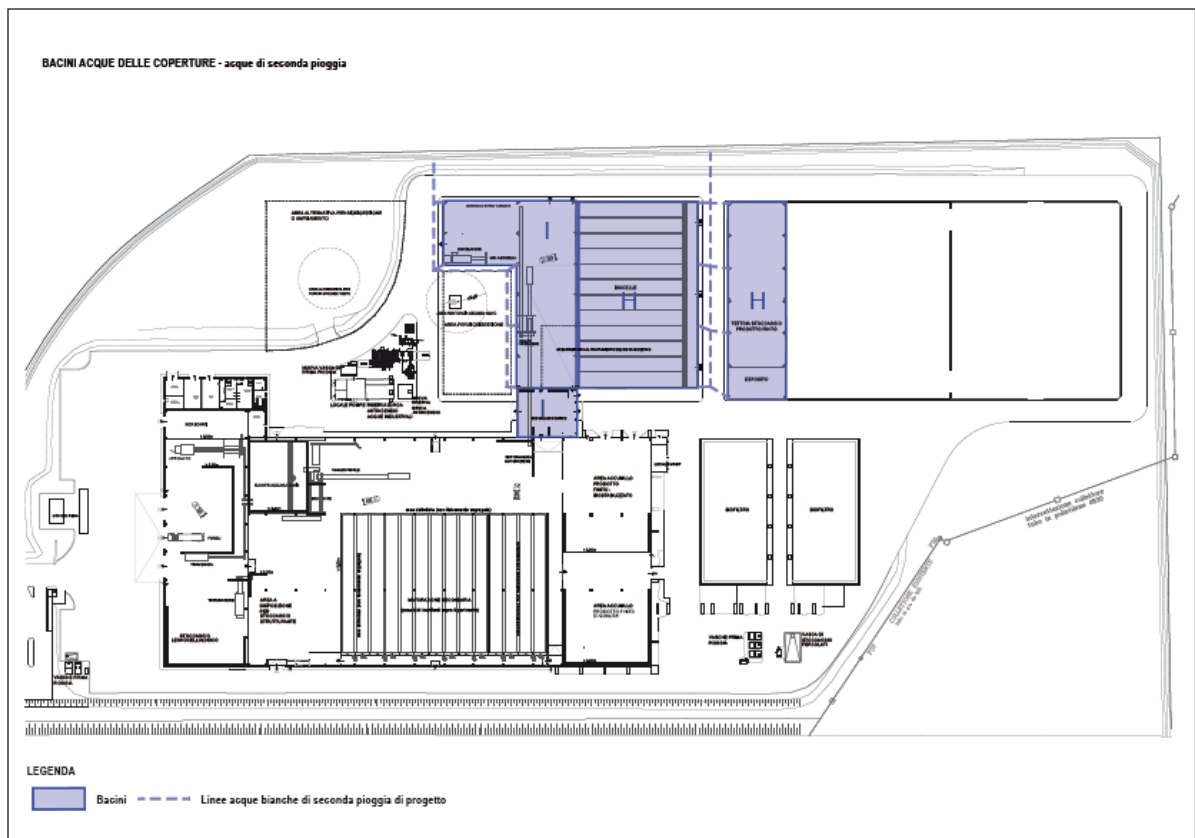


Figura 13. Linee acque bianche di seconda pioggia.

7.7 Impianto di cogenerazione

Il biogas prodotto dall'impianto di digestione anaerobica verrà immesso in un impianto di cogenerazione dotato di motore ad elevato rendimento, dopo essere stato sottoposto ad una serie di trattamenti ed operazioni che lo rendano compatibile con tale utilizzo, e che possono essere così riassunte:

- deumidificazione del biogas;
- desolforazione del biogas;
- compressione del biogas alla pressione di esercizio del sistema.

Successivamente, il biogas compresso sarà immesso in un motore endotermico (cogeneratore) per la produzione di energia elettrica e termica. Le caratteristiche principali che caratterizzeranno l'impianto sono le seguenti:

- potenza introdotta: 2.500 - 2.900 kW;
- potenza elettrica: 1.000 - 1.200 kWe;
- temperatura gas di scarico a pieno carico: 400 -470 °C;
- portata gas di scarico secco: 5.019 kg/h;
- potenza termica totale recuperabile: 1.000 - 1.200 kWt;
- rendimento elettrico: min 41 %;
- rendimento termico totale: min 40 %;
- rendimento globale: min 82 %;

- emissioni con post-combustore: ($\text{NO}_x \leq 450 \text{ mg/Nm}^3$ - 5% O_2 gas secchi) ($\text{CO} \leq 500 \text{ mg/Nm}^3$ - 5% O_2 gas secchi).

Il gruppo dovrà essere completo di:

- motore endotermico a ciclo OTTO da 20 cilindri a V, alimentazione a biogas, conforme alle ISO 3046/1, con sistema di alimentazione turbocompresso;
- alternatore sincrono trifase con tensione di 400 V e potenza di 1550 kVA;
- equipaggiamento del modulo composto da telaio in profilato di acciaio saldato per motore, generatore e scambiatori di calore, giunto elastico per accoppiamento tra motore e generatore, campana intermedia per centrare rigidamente la carcassa motore - generatore, sospensioni elastiche tra motore o alternatore e telaio del modulo, tubazione gas di scarico uscita motore oltre ai compensatori per assorbire le vibrazioni e le dilatazioni termiche filtro d'aria a secco;
- sistema di recupero dell'energia termica dal modulo di cogenerazione, costituito da recupero da acqua motore, olio, I° stadio intercooler.

Il gruppo di cogenerazione, unitamente all'impiantistica elettrica ed idraulico-meccanica, dovrà essere alloggiato in apposito container per esterni caratterizzato da:

- struttura portante in profilati metallici;
- pareti in pannelli sandwich insonorizzanti, idonei per le applicazioni da esterno.

Il cogeneratore dovrà essere provvisto di idonei apparati di misura in grado di contabilizzare i valori di:

- energia elettrica lorda prodotta dal cogeneratore (contatore valevole ai fini fiscali UTF) integrato nel QCOG;
- energia elettrica lorda prodotta ai morsetti del generatore (contatore integrato nel quadro di comando e controllo);
- energia elettrica utilizzata dai servizi ausiliari del gruppo di cogenerazione tramite apposito contatore installato nel quadro QCOG;
- energia elettrica utilizzata dai servizi ausiliari dell'impianto di cogenerazione/aspirazione tramite apposito contatore installato nel quadro QBT posto in cabina MT/BT;
- energia termica in termini di vettore acqua calda prodotta dal cogeneratore;
- portata biogas in ingresso al cogeneratore.

7.8 Sistemi di sicurezza nelle linee produttive

7.8.1 Dispositivi previsti per i macchinari

I dispositivi previsti sui nastri trasportatori sono:

- dispositivo di emergenza a fune a strappo;

- dispositivo a fungo di emergenza posta su cassetta bordo nastro con selettore manuale/automatico.

Sulle macchine:

- dispositivo a fungo di emergenza posta su quadro bordo macchina;
- funghi di emergenza posti nei punti raggiungibili dagli operatori.

7.8.2 Dispositivi previsti per la parte di produzione e utilizzo biogas

Il digestore ed il gruppo produzione ed utilizzo biogas presente i seguenti dispositivi di sicurezza:

- fiaccola (disposta a terra come da layout, entra in funzione causa fermo del motore o per pressioni del biogas interne al digestore maggiori a 40mbar);
- guardia idraulica (disposta sul tetto del digestore, entra in funzione per pressioni del biogas interne al digestore maggiori a 60mbar);
- disco di rottura (disposto sul tetto del digestore, entra in funzione per pressioni del biogas interne al digestore maggiori a 130mbar);
- sistema di rivelazione incendi fughe e gas interno al container di upgrading.

La frazione di organica è condotta per mezzo di nastri trasportatori alla coclea di alimentazione al digestore. Il digestore si configura come un bunker completamente chiuso, a tenuta di gas, costituito da una platea di calcestruzzo armato su cui si elevano quattro pareti perimetrali in calcestruzzo armato. La parte interna è completamente rivestita in acciaio e forma una struttura continua con la copertura realizzata in lamiera grecata.

L'alimentazione del materiale avviene tramite una coclea infissa all'interno del digestore, dall'alto verso il basso con un angolo di circa 45 gradi. In tal modo il materiale viene inserito all'interno del digestore nella parte inferiore che si trova costantemente sotto battente idraulico impedendo in questo modo l'ingresso di aria dall'esterno o viceversa l'uscita di gas all'esterno.

La portata massima della coclea è pari a circa 15 mc/h.

Il volume utile all'interno del digestore è variabile tra 1600 mc e 2000 mc. Il volume che nelle normali condizioni operative viene occupato dal materiale all'interno del digestore è pari all' 85% del volume utile, il volume rimanente funge da raccolta del flusso di biogas, prima del suo trasferimento al gruppo di upgrading oppure alla torcia.

Il livello operativo minimo è fissato dal sistema di gestione e controllo pari al 70% del volume utile. Subito al di sotto di tale livello ultimo di sicurezza viene chiusa la saracinesca posta sulla coclea di alimentazione, conservando un battente utile idraulico, rispetto al punto di infissione delle coclea all'interno del digestore di circa 1 metro, oltremodo sufficiente ad evitare ingresso di aria dall'esterno o fuori uscita di biogas.

Le caratteristiche del biogas sono riportate nella tabelle seguente.

Caratteristiche biogas:		
Potere calorifico	kWh/Nm ³	5,8
Metano CH ₄	% vol.	58
Anidride carbonica CO ₂	%	42
Acido solfidrico H ₂ S	ppm	200

Tabella 12. Caratteristiche biogas

Durante il tempo di permanenza del materiale nel digestore vengono prodotti circa 3.470.000 Nm³ all'anno di biogas con un contenuto di metano stimabile attorno al 58 %.

Non è previsto alcuno stoccaggio di biogas all'interno del digestore.

7.9 Descrizione delle fasi di cantiere

La realizzazione delle diverse opere principali ed ausiliarie previste per il completamento dell'intervento di efficientamento energetico e revamping dell'impianto di compostaggio verrà condotta secondo una precisa sequenza di fasi operative di cantiere che consente di evitare il fermo impianto e la conseguente impossibilità di conferire tutte le tipologie di rifiuti presso il sito.

La programmazione e pianificazione di tutte le fasi di cantiere grazie alle quali si scongiura il fermo impianto risponde all'esigenza evidenziata nel Piano Regionale di gestione dei Rifiuti, nel quale è specificato che l'impianto di compostaggio di Macchiareddu è l'unico impianto della Provincia di Cagliari in grado di garantire i conferimenti della filiera del rifiuto differenziato organico e verde da sfalci e potature, nonché della frazione di sottovaglio derivante dalla preselezione del termovalorizzatore.

La conformazione dell'opera progettata è stata studiata per garantire una logistica funzionale in tutte le fasi attuative dell'intervento, con l'intento di individuare una soluzione tecnica finale che possa avere una funzionalità operativa di ottimo livello.

Il primo obiettivo dell'intervento è quello di garantire la continuità dei conferimenti di matrici organiche, indipendentemente dall'individuazione delle bussole di scarico che subiranno nel corso dei lavori una variazione di posizionamento: diversamente l'accesso e l'impianto di pesatura rimarranno invariati sino al termine dei lavori.

Nei punti di seguito elencati sono descritte le diverse fasi dell'opera in ordine cronologico:

- realizzazione della nuova area di maturazione secondaria garantita dall'estensione della superficie attualmente in uso verso area esterna (con annesso spostamento della condotta fognaria segnalata come sottoservizio all'interno della proprietà di CACIP): questo intervento è necessario al fine di procedere allo spostamento dell'attuale aia in altra area per poi procedere alla realizzazione dei nuovi locali tecnici per la linea di biodigestione anaerobica e compostaggio di qualità;
- realizzazione del nuovo edificio che conterrà la nuova maturazione primaria in biocelle e la vagliatura secondaria. In questa fase verranno realizzate le opere civili ed impiantistiche per l'alloggio del biodigestore e dell'impianto di cogenerazione. Queste opere saranno eseguite nella zona dell'attuale aia secondaria ed eventualmente nell'area attualmente adibita a verde (per la collocazione dei biodigestori anaerobica e/o dell'impianto di cogenerazione);

- spostamento del rifiuto in ingresso alla fase primaria del compostaggio e contemporanea modifica del impianto di trattamento arie esauste (filtri a maniche, scrubber e biofiltro): in questa fase rimane attiva la bussola di scarico esistente, ma tutto il rifiuto di matrice organica e verde viene subito trasferito nell'edificio di nuova realizzazione. A questo punto quindi le biocelle aerate dovranno esser già attive per poter attuare la maturazione primaria del materiale;
- attivazione del processo di biodigestione e di cogenerazione: questa fase di lavorazione potrà avvenire in contemporanea a quella di cui al punto precedente;
- modifica del capannone esistente al fine di realizzare l'area di maturazione secondaria dotata di insufflazione d'aria per mezzo di canali all'interno della pavimentazione: modifica della bussola di scarico. In questa fase lavorativa sarà quindi necessario individuare provvisoriamente un'area che possa fungere da bussola di scarico: la scelta più idonea ha portato alla collocazione di questa nell'attuale area di stoccaggio e raffinazione del biostabilizzato. Questo spostamento avverrà al termine dei lavori relativi alla realizzazione della nuova area di maturazione secondaria, pertanto solo successivamente sarà possibile procedere alla modifica dell'attuale bussola. All'interno della bussola provvisoria sarà necessario prevedere l'installazione di un vaglio mobile per l'attività di vagliatura iniziale. Questo essenziale intervento permetterà finalmente di portare la maturazione secondaria all'interno di un edificio scongiurando le criticità derivanti dagli impatti odorigeni e dalla volatilità del materiale;
- spostamento del materiale dall'area di maturazione all'interno del capannone esistente: in questa fase verrà realizzata anche la struttura in acciaio di collegamento tra l'edificio di nuova costruzione e quello esistente, in modo da creare un passaggio coperto sia per le macchine operatrici che per altri tipi di automezzi;
- modifica dei locali adibiti a stoccaggio presenti nel capannone esistente al fine della creazione di due aree così definite: Area stoccaggio prodotto finito e Area stoccaggio compost fuori specifica (biostabilizzato). In questa fase viene modificato il layout della porzione di edificio esistente nel quale era stata prevista la bussola di scarico provvisoria;
- verranno infine realizzati i locali di contenimento per il prodotto finito ed un locale tecnico per il completamento della logistica interna. Inoltre si provvederà alla realizzazione/modifica degli impianti accessori al funzionamento dell'impianto (vasca di prima pioggia, vasca antincendio, lavaggio ruote).

7.9.1 Specifiche tecniche del cantiere

7.9.1.1 Demolizioni e rimozione dei materiali

Per ridurre l'impatto ambientale sulle risorse naturali, aumentare l'uso di materiali riciclati aumentando così il recupero dei rifiuti, con particolare riguardo ai rifiuti da demolizione e costruzione le demolizioni e le rimozioni dei materiali saranno eseguite in modo da favorire, il trattamento e recupero delle varie frazioni di materiali prevedendo almeno il 70% in peso dei rifiuti non pericolosi generati durante la

demolizione e rimozione di edifici, parti di edifici, manufatti di qualsiasi genere presenti in cantiere, ed escludendo gli scavi, deve essere avviato a operazioni di preparazione per il riutilizzo, recupero o riciclaggio.

7.9.1.2 Materiali usati in cantiere

Allo scopo di ridurre l'impiego di risorse non rinnovabili, di ridurre la produzione di rifiuti e lo smaltimento in discarica, con particolare riguardo ai rifiuti da demolizione e costruzione, il progetto prevede l'uso di materiali prodotti con un determinato contenuto di riciclato:

- calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati prodotti con un contenuto di materiale riciclato (sul secco) di almeno il 5%;
- elementi prefabbricati in calcestruzzo con un contenuto totale di almeno il 5% in peso di materie riciclate, e/o recuperate, e/o di sottoprodotti;
- acciaio per gli usi strutturali con un contenuto minimo di materiale riciclato come di seguito specificato in base al tipo di processo industriale:
 - acciaio da forno elettrico; contenuto minimo di materiale riciclato pari al 70%;
 - acciaio da ciclo integrale: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 10%;
- componenti in materie plastiche con contenuto di materia riciclata o recuperata pari ad almeno il 30 % in peso valutato sul totale di tutti i componenti in materia plastica utilizzati;
- pitture e vernici conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla decisione 2014/312/UE (30) e s.m.i. relativa all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica;
- impianti di illuminazione per interni ed esterni a basso consumo energetico ed alta efficienza.

7.9.1.3 Prestazioni ambientali

Le attività di cantiere devono garantire le seguenti prestazioni:

- per tutte le attività di cantiere e trasporto dei materiali saranno utilizzati mezzi che rientrano almeno nelle categorie EEV (veicolo ecologico migliorato);
- tutti i rifiuti prodotti dovranno essere selezionati e conferiti nelle apposite discariche autorizzate quando non sia possibile avviarli al recupero;
- eventuali aree di deposito provvisorio di rifiuti non inerti devono essere opportunamente impermeabilizzate e le acque di dilavamento devono essere depurate prima di essere convogliate verso i recapiti idrici finali;
- gli ambiti interessati dai fossi e torrenti (fasce ripariali) e da filari o altre formazioni vegetazionali autoctone devono essere recintati e protetti con apposite reti al fine di proteggerli da danni accidentali;
- prima dello scavo, deve essere asportato lo strato superficiale di terreno naturale (ricco di humus) per una profondità di almeno 60 cm accantonato in cantiere per essere riutilizzata in eventuali opere a verde;

- per interri, deve essere riutilizzato materiale di scavo proveniente dal cantiere stesso o da altri cantieri, o materiale riciclato conforme ai parametri della norma UNI 11531-1.

8 VALUTAZIONI EFFETTI SULL'AMBIENTE

Di seguito si riporta una sintetica descrizione dello stato delle componenti ambientali e un'analisi degli impatti ambientali derivanti dall'intervento di revamping ed efficientamento energetico dell'impianto esistente, con particolare riferimento alle componenti ambientali aria, acqua, suolo e sottosuolo, flora, fauna ed ecosistemi, rumore e viabilità.

8.1 Aria

Nei paragrafi seguenti è riportata l'analisi dello stato della componente aria e l'analisi degli impatti sulla stessa.

8.1.1 Stato ambientale della componente aria nella zona industriale

Al fine di valutare lo stato ambientale della componente aria nell'intorno dell'impianto, si farà riferimento di seguito alle informazioni presenti nel *Rapporto Annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2016* (ARPAS, 2017), riferite appunto ai risultati dei monitoraggi condotti da ARPAS nel 2016.

Per l'analisi della qualità dell'aria nella zona industriale di Macchiareddu si può fare riferimento alle stazioni di misura ivi localizzate, denominate CENAS6 e CENAS8, e alla stazione di fondo situata nel centro urbano di Assemini, denominata CENAS9.

La strumentazione di misura delle tre stazioni prevede la misura del monossido di carbonio (solo nella stazione CENAS8), biossido di azoto, ozono (solo nelle stazioni CENAS8 e CENAS9), particolato sospeso con dimensioni inferiori ai 10 μm e biossido di zolfo, come schematizzato nella tabella seguente.

Stazione	C6H6	CO	H2S	NMHC	NO2	O3	PM10	SO2	PM2,5
CENAS6					✓		✓	✓	
CENAS8		✓			✓	✓	✓	✓	
CENAS9					✓	✓	✓	✓	

Tabella 13. Strumentazione di misura delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria presenti nella zona industriale di Assemini (Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2016).

Le stazioni di misura hanno registrato vari superamenti dei limiti relativi, senza tuttavia eccedere il numero massimo consentito dalla normativa:

- per il valore obiettivo per l'O₃ (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla massima media mobile giornaliera di otto ore da non superare più di 25 volte in un anno civile come media sui tre anni): 5 superamenti della media triennale nella CENAS8 (nessun superamento annuale), e 21 nella CENAS9 (10 superamenti annuali);
- per il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana per il PM10 (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla media giornaliera da non superare più di 35 volte in un anno civile): 15 superamenti nella CENAS6, 24 nella CENAS8, e 19 nella CENAS9;
- per il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana per l'SO₂ (125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla media giornaliera da non superare più di 3 volte in un anno civile): 2 superamenti nella CENAS6.



Figura 14. Localizzazione delle stazioni di misura della qualità dell'aria (ARPAS, 2016).

Le criticità maggiori per la qualità dell'aria della zona industriale derivano dal biossido di zolfo (SO_2), con massime medie giornaliere che variano tra $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENAS8) e $132 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENAS6) e massimi valori orari tra $227 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENAS6) e $337 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENAS8). Si evidenziano 2 superamenti della media giornaliera di $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nella stazione CENAS6 rispettivamente del 13/10/2016 e del 22/11/2016. Nella stazione urbana CENAS9 i valori sono molto più contenuti con medie giornaliere massime di $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e medie orarie massime di $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

I monitoraggi condotti nel 2016 confermano pertanto la tendenza delle concentrazioni di biossido di zolfo rispetto alle misurazioni degli anni precedenti, che rimane quindi critica per le stazioni CENAS6 e CENAS8, le quali evidenziano valori elevati in modo duraturo, alternato e periodico a seconda della direzione del vento. Infatti tutti gli studi illustrano che i valori di concentrazione di SO₂ si distribuiscono in funzione della direzione di provenienza dei venti di maestrale e di scirocco, ed evidenziano che i valori più elevati sono attribuibili interamente all'area industriale ma in particolare modo alle fonti emissive ricadenti nell'asse che unisce le due postazioni.

Per quanto riguarda il PM₁₀, le medie annue variano tra 22 µg/m³ (CENAS9) e 29 µg/m³ (CENAS8), mentre le massime medie giornaliere tra 74 µg/m³ (CENAS9) e 123 µg/m³ (CENAS6). La situazione relativa al PM₁₀ evidenzia un ridimensionamento della criticità rilevata negli anni precedenti, durante i quali è stato riscontrato il superamento dei limiti previsti dalla norma per le stazioni CENAS8 e CENAS9 nel 2015 e per la stazione CENAS8 nel 2014.

In merito all'ozono (O₃), la massima media mobile di otto ore si attesta tra 115 µg/m³ (CENAS8) e 132 µg/m³ (CENAS9); le massime medie orarie tra 130 µg/m³ (CENAS8) e 154 µg/m³ (CENAS9), valori al di sotto della soglia di informazione (180 µg/m³) e della soglia di allarme (240 µg/m³). In relazione al valore obiettivo per la protezione della salute umana (120 µg/m³ sulla massima media mobile giornaliera di otto ore da non superare più di 25 volte in un anno civile come media sui tre anni) non si registra nessuna violazione.

Non sono state rilevate criticità per i parametri CO e NO₂, le cui misurazioni hanno riscontrato valori entro i limiti di legge. Infatti, per il parametro CO, la massima media mobile di otto ore nell'anno risulta pari a 0,5 mg/m³, quindi ben lontana dal limite di legge di 10 mg/m³. Relativamente al parametro NO₂ si evidenziano medie annuali ben al di sotto dei limiti di legge (40 µg/m³), variando tra 10 µg/m³ (CENAS8) e 17 µg/m³ (CENAS9); i massimi valori orari variano tra 63 µg/m³ (CENAS8) e 129 µg/m³ (CENAS9), senza nessun superamento del limite orario di 200 µg/m³.

8.1.2 Valutazione delle emissioni in atmosfera

In un impianto di compostaggio e stabilizzazione le attività che possono determinare impatti in atmosfera sono:

- le fasi di movimentazione e deposito del materiale che danno luogo alla produzione di polveri;
- le movimentazioni e il deposito del materiale non “maturo” in ambiente non confinato, che determina odori con elevato impatto olfattivo.

Va tenuto conto, inoltre, che un sistema di captazione e trattamento delle arie esauste non dimensionato in maniera corretta potrebbe essere anch'esso causa di emissioni odorigene.

La situazione attuale è caratterizzata da un processo di stabilizzazione del sottovaglio da selezione meccanica della durata complessiva di 19 giorni e ossidazione accelerata della FORSU di 30 giorni, condotti in ambiente confinato, cui segue tuttavia una maturazione secondaria all'aperto. Tale stato di cose finisce per generare impatti, più volte segnalati negli anni dagli enti di controllo, data la presenza di odori molesti e dispersione eolica del materiale.

Nell'attuale configurazione impiantistica sono presenti due punti di emissione convogliata in atmosfera, situati in corrispondenza dei due biofiltri. Per questi punti di

emissione, il Piano di Monitoraggio previsto dall'AIA prevede dei monitoraggi annuali dei seguenti parametri:

- unità odorimetriche;
- polveri;
- H₂S;
- NH₃.

Inoltre una sorgente di emissioni diffuse è rappresentata dai cumuli di materiale posti presso le aie di maturazione all'aperto.

Nella futura configurazione impiantistica non sono previste modifiche ai due biofiltri, la cui dimensione attuale è in grado di soddisfare anche le esigenze del trattamento delle arie esauste dai locali chiusi previsti nella configurazione futura. Verrà invece raddoppiato il numero degli scrubber oggi presenti.

La previsione di un motore per la combustione di biogas determinerà la presenza di un ulteriore punto di emissione convogliata in atmosfera.

I risultati di una specifica relazione sulle emissioni in atmosfera commissionata dal CACIP per il progetto in questione, con l'obiettivo di valutare le emissioni legate alla presenza del cogeneratore, evidenziano che:

- le concentrazioni medie annue di NO₂ simulate sono inferiori di due ordini di grandezza rispetto alle concentrazioni medie annue prescritte dalla normativa (40 µg/m³) e un ordine di grandezza inferiori rispetto a quelle di fondo;
- le concentrazioni medie annue simulate di CO sono estremamente basse: inferiori a 10⁻³ mg/m³ e tre ordini di grandezza in meno rispetto a quelle di fondo;
- si può ritenere che l'emissione di inquinanti atmosferici derivanti dall'efficientamento e adeguamento dell'impianto di compostaggio non determini una variazione percepibile della qualità dell'aria nell'intorno del sito in quanto, pur sommando le concentrazioni di fondo alle concentrazioni di output fornite dall'applicazione del modello, i limiti di qualità dell'aria risultano ampiamente rispettati;
- i parametri da monitorare sono NO₂ e CO.

Va sottolineato, in particolare, che a seguito della realizzazione dei lavori di revamping ed efficientamento energetico in questione, grazie all'integrazione dei processi anaerobici/aerobici sarà possibile migliorare il controllo delle emissioni odorigene, arrivando ad una loro drastica riduzione: infatti, le fasi maggiormente impattanti al riguardo saranno gestite in reattore chiuso, il cui output gassoso è rappresentato dal biogas (successivamente riutilizzato e non direttamente disperso in atmosfera), e nelle biocelle (anch'esse inquadrabili quale reattore chiuso, peraltro all'interno di un fabbricato confinato e posto in depressione). Il prodotto solido che esce dal comparto di digestione anaerobica, il digestato, è già un materiale semi-stabilizzato quindi il controllo degli impatti olfattivi durante la fase di trattamento aerobica risulta più agevole.

La condizione di processo "controllato" consente, peraltro, di rendere più rapido il processo di stabilizzazione, consentendo una migliore gestione degli spazi interni.

Per tutto quanto detto sopra l'intervento risulta, quindi, migliorativo rispetto alla situazione attuale, sia per quanto riguarda la dispersione di polveri, sia per quanto riguarda le emissioni in atmosfera di inquinanti e di odori, vista la realizzazione di tutti i processi in ambienti chiusi e posti sotto aspirazione, nonché per l'efficientamento ed il miglioramento dell'impianto di trattamento delle arie esauste.

Nei paragrafi seguenti è riportata l'analisi dello stato della componente suolo e la valutazione degli impatti sulla stessa.

Da un punto di vista dell'inquadramento geologico del suolo, la successione litostratigrafica dell'area industriale è data dalle coperture quaternarie, che costituiscono la formazione predominante della piana e sono rappresentate da formazioni pleistoceniche (sedimenti fluviali in prevalenza e detriti di versante) e oloceniche (depositi ghiaioso-sabbiosi e limoso-argillosi delle lagune e degli stagni costieri). In particolare, nell'area di studio, le coperture sono date da depositi alluvionali terrazzati (ghiaie con subordinate sabbie) dell'Olocene.



L'area in cui insiste l'impianto è inoltre stata rialzata con terreno di riporto di 2,5 m rispetto al piano campagna. Tale intervento, insieme alla realizzazione di un canale di guardia, era stato prescritto dal provvedimento di VIA del 2002 per scopi di difesa idrogeologica.

La Regione Sardegna ha inserito l'intera zona industriale all'interno del sito di interesse nazionale (SIN) del Sulcis Iglesiente Guspinese di cui alla L. 426/1998, in considerazione della presenza nell'area di importanti aziende del settore chimico, le quali sono state interessate in passato da fenomeni di contaminazione dei suoli e delle acque sotterranee.

8.2.2 Valutazione degli impatti sul suolo

Non si rilevano effetti dell'intervento sulla componente suolo in relazione ad eventuali processi di dispersione nell'ambiente di prodotti o sostanze contaminanti. Si rappresenta che l'intervento si colloca all'interno dell'area industriale di Macchiareddu, sito di per sé già degradato a causa delle pregresse attività industriali nell'area che hanno determinato un conclamato inquinamento dei suoli e delle falde.

Considerato che con la realizzazione dell'intervento in questione non verranno occupate ulteriori superfici rispetto a quelle già oggi interessate dall'impianto e che la realizzazione dei fabbricati destinati ad accogliere il biodigestore e le biocelle avrà luogo là dove oggi sono presenti le platee in calcestruzzo destinate al deposito del compost, si può ragionevolmente concludere che non vi sarà un impatto legato ad ulteriore consumo di suolo nella nuova configurazione.

Inoltre, rispetto ad un assetto attuale dell'impianto che già garantisce sicurezza dei processi che si svolgono in ambienti controllati e a tenuta, le opere in progetto ridurranno ulteriormente il rischio di potenziali dispersioni nell'ambiente e nel suolo, mediante la realizzazione di un maggior confinamento degli ambienti di trattamento e un più avanzato controllo e monitoraggio dei processi.

8.3 Acque

8.3.1 Stato ambientale della componente acqua

L'ambiente idrico superficiale dell'area di intervento è caratterizzato dalla presenza dello Stagno di Cagliari, di origini lagunari, i cui immissari sono principalmente il Rio Cixerri e il Riu Flumini Mannu, oltre ad altri corsi d'acqua a carattere stagionale come il Rio Santa Lucia che scorre a Sud-Ovest dell'area.

Il polo industriale di Macchiareddu, in considerazione soprattutto dell'insediamento di importanti aziende del settore chimico, rappresenta una non trascurabile sorgente di rischio ambientale per il limitrofo sistema umido dello Stagno di Cagliari, il quale, nell'ambito della caratterizzazione dei corpi idrici superficiali della Regione Sardegna, è stato definito "a rischio" di non raggiungimento degli obiettivi di qualità per via delle pressioni che vi gravano.

Relativamente all'ambiente idrico sotterraneo, l'area di intervento ricade all'interno del corpo idrico sotterraneo "Detritico- Alluvionale Plio-Quaternario di Macchiareddu" con codice "1722" (si veda lo studio "Caratterizzazione, obiettivi e monitoraggio dei corpi idrici sotterranei della Sardegna", di cui alla DGR n. 1/16 del 14/01/2011).

Dallo studio emerge che il corpo idrico sotterraneo su cui ricade l'impianto è interessato da pressioni significative di tipo agricolo, industriale, di tipo quantitativo e dovute alla presenza di siti contaminati. Lo stato chimico, quantitativo e complessivo risulta "scarso".

8.3.2 Valutazione degli impatti sulle acque

Gli interventi progettuali previsti consentono di produrre effetti positivi sulla componente analizzata, sia dal punto di vista quantitativo sia qualitativo, in particolare per via dei seguenti aspetti:

- la scelta di utilizzare un trattamento anerobico di tipo dry o semidry determina una ridotta produzione di percolato di processo che, comunque, verrà ricircolato per la gran parte;
- a differenza della situazione attuale, l'intero processo di trattamento sarà condotto in ambiente chiuso e confinato. Pertanto, vi sarà una notevole riduzione dei quantitativi di percolato da trattare;
- il ricircolo del percolato all'interno del processo determinerà un minor consumo della risorsa idrica, il cui approvvigionamento avviene oggi tramite l'acquedotto ad uso industriale.

Le scelte progettuali sia dello stato attuale e sia, ancor più, quelle da adottare, consentono inoltre di ridurre al minimo il rischio di dispersione nei suoli e delle acque di sostanze contaminanti. I presidi ambientali già oggi presenti e in particolare quelli previsti in progetto risultano idonei a garantire un elevato livello di tutela dell'ambiente idrico.

Nel sito sono inoltre presenti dei pozzi di monitoraggio per la verifica dell'escursione di falda e, nell'ambito dei monitoraggi prescritti dall'AIA, sono previsti controlli sulle acque di prima e seconda pioggia e sugli scarichi in fognatura.

8.4 Viabilità

Si valutano nel presente paragrafo gli effetti sulla viabilità e sul traffico conseguenti alla realizzazione degli interventi.

La viabilità principale di collegamento al sito è data da:

- la SS 195, che si sviluppa a partire da Cagliari, a 4 corsie per circa 9 km e successivamente a 2 corsie per 2 km fino all'incrocio con la Dorsale consortile. Successivamente all'incrocio con la Dorsale prosegue in direzione Pula;
- la Dorsale consortile, che si sviluppa nel primo tratto (Sud, a partire dall'incrocio con la SS 295) a due corsie, per poi proseguire a 4 corsie.

Sebbene in fase di progettazione dell'impianto si stimasse di dover trattare una buona percentuale di rifiuti derivanti dalla frazione organica preselezionata da RSU, l'avvio della raccolta differenziata ha portato ad una variazione qualitativa della tipologia di rifiuti da trattare e già con la Determina della Provincia di Cagliari n. 154 del 6/10/2008 è stata modificata l'autorizzazione all'esercizio dell'impianto di trattamento eliminando i limiti nelle percentuali di trattamento delle due frazioni di rifiuto, pur senza modificarne la potenzialità complessiva.

Considerato infatti che al momento dell'entrata in esercizio dell'impianto, nel 2007, la raccolta differenziata aveva raggiunto livelli di efficienza sempre maggiori, e

che l'assetto autorizzato prevedeva l'invio diretto dell'indifferenziato ai forni senza passare per una fase preventiva di selezione (salvo una deferrizzazione a monte dei forni a griglia), il rifiuto in ingresso all'impianto di compostaggio è risultato costituito esclusivamente dalla frazione umida derivante dalla raccolta differenziata e dal verde ed è stato conferito direttamente dagli automezzi delle ditte che gestiscono la raccolta differenziata nei diversi Comuni (con una media annua di circa 48.100 t/a tra FORSU e verde, ma con un evidente tendenza a decremento negli ultimi anni).

Volendo analizzare l'effetto sul traffico dei mezzi, determinato a seguito della mutazione della tipologia di rifiuto in ingresso all'impianto per effetto dell'autorizzazione sopra citata, è ragionevole ritenere che:

- la separazione a monte (ovvero con il porta a porta) del rifiuto in due flussi (secco residuo e frazione umida) anziché in uno singolo (rifiuto indifferenziato da pretrattare) non ha determinato un aggravio dei conferimenti (e dunque del traffico veicolare) presso la piattaforma polifunzionale di Macchiareddu: infatti, a parità di quantitativi complessivi di rifiuto conferito, il maggior numero di mezzi in circolazione legato allo sdoppiamento delle frazioni viene compensato dalla necessità di effettuare un numero di viaggi inferiore grazie a una raccolta che da giornaliera è divenuta bi o trisettimanale (minori frequenze di raccolta);
- il rifiuto organico da raccolta differenziata rispetto al rifiuto solido urbano conferito tal quale in passato, per le sue caratteristiche fisico/chimiche, ha di per sé un'omogeneità tale da garantire volumetrie/ingombri inferiori (mezzi di dimensioni più ridotte, meno inquinanti e in numero minore).

Inoltre, relativamente alla riattivazione della linea di biostabilizzazione si rappresenta che, considerato che la linea di preselezione che produce il sottovaglio da stabilizzare è attigua all'impianto in questione e non prevede un funzionamento continuativo, il conferimento non determinerà in generale un aumento del traffico veicolare locale.

Sulla base delle considerazioni sopra esposte, anche in virtù del fatto che non si determinerà una variazione delle potenzialità dell'impianto rispetto a quelle attualmente autorizzate, si può ragionevolmente ritenere che la sola variazione qualitativa della tipologia di rifiuti da trattare non determina un aumento del traffico indotto ma al contrario, porta ad un'ottimizzazione del trasporto e del conferimento.

8.5 Flora, fauna ed ecosistemi

8.5.1 Aspetti naturalistici

La Piattaforma polifunzionale è ubicata nella zona industriale, in un territorio il cui valore naturalistico e, in particolare, vegetazionale, è stato fortemente alterato dalle attività umane, in principio attraverso le trasformazioni per usi agricoli e zootecnici e in seguito, soprattutto dagli anni '60 del secolo scorso, da quelle per usi industriali.

Già negli anni '70, l'agglomerato industriale di Macchiareddu era divenuto la sede di numerose industrie, la cui localizzazione in un territorio che, prima degli anni Sessanta, era stato destinato allo sviluppo del settore agricolo, ha richiesto la predisposizione di specifici servizi alle imprese con notevoli conseguenze nell'utilizzo delle risorse idriche e pedologiche e, in generale, sotto il più ampio profilo ambientale.

Nonostante le problematiche ambientali, il territorio in questione non ha accennato a rallentare la sua corsa verso l'industrializzazione, determinando anche consistenti movimenti delle popolazioni e, contemporaneamente, un'espansione dei centri urbani motivata dall'occupazione e dalla necessità di ricezione dei nuovi abitanti. Il paesaggio veniva così profondamente trasformato con significative conseguenze in termini di alterazione o scomparsa di ambienti naturali e delle produzioni agricole, con problemi legati alla sovrautilizzazione o perdita irreversibile delle risorse naturali.

L'area ove è ubicata l'intera piattaforma ambientale gestita dalla Tecnocasic è caratterizzata per la prossimità (poco più di 200 metri a sud e ad est) dell'area di intervento, del SIC "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" (cod. ITB040023) esteso su una superficie di 5.982 ettari.

La rete Natura 2000 (una rete ecologica diffusa su tutto il territorio dell'Unione Europea, istituita ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat", il cui scopo è contribuire a salvaguardare la biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche nel territorio europeo degli Stati membri al quale si applica il trattato) in questo territorio è rappresentata, inoltre, oltre che dal SIC sopra indicato, anche dalla presenza di due ZPS istituite ai sensi della Direttiva 409/79. La prima, denominata "Stagno di Cagliari" (cod. ITB044003) si estende per una superficie di 3.558,63 ettari, in gran parte inclusi all'interno del SIC lagunare precedentemente citato, la seconda denominata "Foresta di Monte Arcosu" (cod. ITB044009), si estende per una superficie di 3.122,95 ettari, tutti all'interno del perimetro del SIC omonimo (distante oltre 6 km dal sito di intervento).

Dal punto di vista floristico, in tutta l'area industriale di Macchiareddu un aspetto ormai consolidato del paesaggio è costituito dai filari frangivento a Eucalyptus, impiantati artificialmente da più di 25 anni. Le piante sono periodicamente sottoposte a ceduzione. La finalità di questi impianti è stata chiaramente quella di protezione delle colture e, in parte, di produzione legnosa a livello aziendale. Sotto il profilo ecologico e ambientale l'eucalipteto non presenta una grande rilevanza, in quanto estraneo alla flora autoctona e potenziale per l'area in esame. Nelle aree ad ovest-nordovest del sito in oggetto sono presenti dei terreni un tempo coltivati a seminativi, generalmente destinati alla produzione di foraggi ma oggi abbandonati; l'attività agricola nelle immediate vicinanze dell'impianto risulta abbandonata come dimostra la presenza di numerose serre in disuso.

8.5.2 Valutazione degli impatti su flora, fauna ed ecosistemi

L'impianto di biostabilizzazione e compostaggio su cui si intende intervenire, anche in considerazione della prossimità dell'area al SIC sopra richiamata, è stato sottoposto alla procedura di valutazione di impatto ambientale, superata con esito positivo con DGR 02/18 del 22/01/2002.

Considerato che nella realizzazione dell'intervento in questione e nell'esercizio dell'impianto nella nuova configurazione non verranno occupate ulteriori superfici rispetto a quelle già oggi interessate e considerato che la realizzazione dei fabbricati destinati ad accogliere il biodigestore e le biocelle avrà luogo là dove oggi sono presenti le platee in calcestruzzo destinate al deposito del compost, si può ragionevolmente concludere che non si verificherà alcun impatto legato ad ulteriore impatto sulla flora e fauna locale nella nuova configurazione.

Inoltre, essendo l'intero processo di trattamento condotto al chiuso, a differenza della situazione attuale, si può affermare che gli interventi di adeguamento ed

efficientamento proposti non potranno determinare interferenze sulle componenti flora, fauna ed ecosistemi rispetto allo stato attuale, e che eventuali impatti siano comunque di natura trascurabile, essendo l'area già condizionata dalla presenza dei vari impianti del complesso impiantistico "Piattaforma polifunzionale". Inoltre, sono comunque previste opere di mitigazione dell'impatto ambientale mediante ricollocazione delle piante esistenti, dove possibile, e mediante piantumazione di nuove essenze arboree di alto fusto.

Sulla base di quanto sopra esposto, l'intervento determina sulla laguna effetti diretti che si ritengono positivi (si veda la riduzione delle emissioni odorigene e delle polveri o la riduzione della rumorosità legata all'esecuzione di tutte le lavorazioni all'interno dei nuovi fabbricati) o comunque ininfluenti.

Relativamente alla valutazione degli impatti indiretti, si è considerato l'effetto sulla laguna conseguente alla possibile variazione del traffico veicolare per via della variazione tipologica del rifiuto. Tuttavia, come riportato anche nel paragrafo precedente, non si rilevano aumenti del traffico veicolare conseguenti alla variazione tipologica o quantitativa del rifiuto da trattare.

Ai fini della valutazione degli impatti indiretti, si fa notare che, a parte alcuni veicoli del gestore del servizio di igiene urbana di Cagliari, al fine del conferimento dei rifiuti presso la piattaforma di Macchiareddu i mezzi provenienti dagli altri Comuni della Città Metropolitana utilizzano prevalentemente la dorsale consortile in luogo della SS.195 contigua allo stagno di Santa Gilla.

Gli effetti sulla laguna conseguenti alla realizzazione del progetto di revamping e alla variazione qualitativa dei rifiuti in ingresso all'impianto non presentano pertanto impatti negativi né diretti né indiretti.

8.6 Rumore

In considerazione delle previsioni del PCA del Comune di Capoterra, il CACIP ha commissionato uno specifico studio al fine di valutare il potenziale impatto acustico legato alla realizzazione dell'intervento in questione.

Lo studio ha previsto l'esecuzione dei rilievi fonometrici e applicazioni del programma di simulazione acustica.

Poiché si tratta di valutare gli effetti sul rumore ambientale di un intervento di efficientamento e adeguamento su una parte di un impianto esistente, lo studio ha come obiettivi principali la rappresentazione del rumore ambientale nella situazione attuale, la stima del rumore ambientale nello scenario futuro e la comparazione tra i due scenari.

8.6.1 Ricettori nell'area di studio

Sono stati individuati i ricettori indicati nella seguente tabella, uno a Nord e l'altro a Sud dell'impianto.

Ricettore		Coordinate Gauss Boaga		Distanza minima dall'impianto [m]
		Est	Nord	
R1	Fabbricato rurale	1501218	4337298	145
R2	Scuderia Cabuderra	1501279	4336812	52

Tabella 14. Ricettori prossimi all'impianto.

Con riferimento al PCA del territorio, entrambi i ricettori sono ubicati in classe III (aree di tipo misto).



Figura 16. Individuazione dei ricettori

8.6.2 Sorgenti di rumore riconducibili all'impianto

Il campo sonoro nell'intorno dell'impianto è determinato da alcune sorgenti principali, installate all'esterno degli edifici. I macchinari e gli impianti all'interno degli edifici non danno luogo a contributi significativi.

Le sorgenti sonore esterne che determinano il campo sonoro all'intorno dell'impianto sono fondamentalmente le seguenti:

- ventilatori installati all'aperto in prossimità dell'ingresso agli uffici (zona Sud-Ovest dell'area occupata dall'impianto);
- i quattro ventilatori installati all'aperto in prossimità dell'area scrubber e biofiltri (zona Nord dell'area occupata dall'impianto).

Nell'impianto da realizzare, per l'attenuazione dei livelli sonori nelle zone di lavoro e conseguentemente nell'area esterna all'impianto saranno adottati i seguenti provvedimenti:

- completa chiusura degli edifici;
- impiego di portoni ad apertura/chiusura rapida;
- porte fonoassorbenti;
- griglie fonoassorbenti per le prese d'aria esterne;
- utilizzo di apparecchiature intrinsecamente silenziose;
- uso di rivestimenti e carenature;
- posizionamento su supporti antivibranti e/o lubrificati;
- scelta di macchine con velocità di rotazione relativamente limitata;
- posizionamento delle apparecchiature su basamenti di cemento armato sufficientemente ampi da limitare l'ampiezza delle vibrazioni;
- uso di giunti flessibili;
- insonorizzazione apparecchiature;

- taglio del pavimento per evitare rumori indotti dalle vibrazioni del suolo;
- applicazione di silenziatori in aspirazione e mandata;
- insonorizzazione del canale di presa dei ventilatori per il ricambio dell'aria ambiente, attuata con rivestimento fonoassorbente.

L'intervento di efficientamento e adeguamento dell'impianto prevede (oltre alle opere civili descritte) l'installazione di nuove apparecchiature o macchinari. In particolare sono rilevanti, per quanto riguarda le conseguenze sul campo sonoro intorno all'impianto, le nuove sorgenti sonore installate all'esterno:

- il gruppo di cogenerazione alloggiato in container insonorizzato (da installare nella zona Sud-Ovest dell'area occupata dall'impianto), per il quale (sulla base delle indicazioni fornite dai costruttori di impianti con le caratteristiche richieste dal progetto) si può prevedere un livello di pressione sonora ponderata A non superiore a 65 dBA a 10 m di distanza;
- i due ventilatori installati all'aperto in prossimità dei ventilatori e pertanto dell'area scrubber e biofiltri (zona Nord dell'area occupata dall'impianto); l'emissione sonora di ciascuno dei due ventilatori è prevedibile a partire dalle prestazioni indicate, secondo le indicazioni della letteratura tecnica specifica: il livello di potenza sonora risultante per ciascuno dei due ventilatori è pari a 103,8 dBA.

8.6.3 Altre sorgenti di rumore nell'area di studio

Oltre che dall'impianto di compostaggio, il rumore ambientale nell'area di studio è influenzato dall'impianto di termovalorizzazione e dal traffico stradale lungo la Dorsale Consortile, lungo la strada che dalla Dorsale Consortile conduce al centro abitato di Capoterra e, in misura marginale, lungo la SS 195.

Oltre a quelle appena citate, non sono presenti altre sorgenti sonore significative.

8.6.4 Determinazione e valutazione del campo sonoro

Gli elaborati grafici della relazione previsionale evidenziano che l'impianto, nella sua configurazione attuale, influenza il campo sonoro in due aree e secondo le direttrici seguenti:

- verso Sud-Ovest, con un'area d'influenza di limitata estensione e con valori compatibili con i limiti applicabili;
- verso le direzioni da Nord-Ovest a Nord-Est, con un'area d'influenza di estensione maggiore che nel caso precedente e con valori non pienamente compatibili con i limiti applicabili.

La situazione di progetto comporta l'installazione di alcune nuove sorgenti sonore sia a Sud sia a Nord, ma di potenza sonora contenuta rispetto alle sorgenti già esistenti, e pertanto risulta solo lievemente peggiorativa della situazione già in atto.

Il PCA del Comune di Capoterra assegna la classe IV all'area su cui sorge il complesso impiantistico.

La suddetta classificazione può essere ritenuta inappropriata, data la natura delle attività svolte nell'impianto ormai da tempo (da oltre un ventennio nel caso dell'impianto di termovalorizzazione e da oltre un quindicennio nel caso dell'impianto di compostaggio) e d'altronde riconosciute dal PUC, per le quali dovrebbe essere

considerata adeguata quanto meno l'attribuzione della classe V. La classe V, infatti, riguarda le aree prevalentemente industriali, cioè le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni quale effettivamente è l'area in esame.

Nella situazione attuale, durante il periodo diurno, il valore limite di emissione (pari a 60 dBA per le aree in classe IV) è ovunque rispettato (in generale anche con ampio margine), con la sola eccezione di una porzione del lato Nord-Est dell'area d'impianto, in corrispondenza della quale il valore è compreso tra 60 dBA e 65 dBA. Si tratta peraltro di un'area di limitata estensione, priva di qualunque insediamento e non frequentata per via della presenza di un oleodotto, nella quale inoltre i valori del livello di rumore ambientale sono determinati dalla combinazione della rumorosità dell'impianto con quella del traffico lungo la Dorsale Consortile, il cui contributo è rilevante. Considerazioni analoghe valgono per il limite assoluto diurno di immissione (pari a 65 dBA per le aree in classe IV e a 60 dBA per le aree in classe III), ovunque rispettato con un lieve superamento solo in un breve tratto sul lato Nord-Est in corrispondenza dell'oleodotto.

Nella situazione di progetto possono essere formulate considerazioni analoghe alle precedenti, in quanto l'influenza dell'impianto a seguito degli interventi in progetto comporta un'estensione del campo sonoro limitata.

Relativamente al periodo di riferimento notturno, già nella situazione attuale i limiti di emissione e di immissione sono rispettati all'intorno dell'impianto con l'eccezione della direzione di propagazione verso Nord, lungo la quale si verificano superamenti relativamente marcati ma sempre in aree prive di insediamenti e non frequentate. La situazione di progetto determina, come detto, un'estensione del campo sonoro ma solo di lieve entità.

Tenuto conto delle considerazioni precedenti, si possono formulare le considerazioni seguenti: gli interventi previsti dal progetto determinano un incremento molto limitato dei livelli sonori in corrispondenza del ricettore R2, sia durante il periodo di riferimento diurno (incremento di appena 0,1 dB) sia durante quello notturno (incremento di 0,3 dB). Gli incrementi sono appena più accentuati in corrispondenza del ricettore R1 (+0,4 dB nel periodo diurno e + 0,5 dB nel periodo notturno), ma a partire da una situazione meno favorevole soprattutto in riferimento al rispetto del limite differenziale notturno.

8.6.5 Ipotesi di intervento di mitigazione

In considerazione delle criticità segnalate nel precedente paragrafo è stato considerata l'ipotesi di un intervento di mitigazione consistente nella realizzazione di una barriera finalizzata alla riduzione del rumore in corrispondenza del ricettore R1. Si precisa che tale scenario è stato considerato soltanto al fine di dimostrare che la riduzione del rumore di immissione nel ricettore R1, se fosse ritenuta necessaria, sarebbe un obiettivo facilmente conseguibile. Allo scopo è stata ipotizzata la realizzazione di una barriera in corrispondenza del lato esterno (quello a Nord) della strada interna all'impianto. Si tratta di una posizione scelta al fine di non creare alcuna interferenza con le attività dell'impianto, ma è evidente che se fosse ritenuta possibile l'installazione di uno schermo in posizione più prossima ai ventilatori a servizio degli scrubber, l'intervento sarebbe altrettanto o più efficace anche con schermi di dimensione più piccola. L'applicazione del programma di simulazione del campo sonoro dimostra comunque che anche una barriera alta 1,5 m ed estesa per 10 m sarebbe sufficiente ad ottenere risultati significativi.

Come era atteso, l'intervento è influente sul campo sonoro in corrispondenza del ricettore R2. In corrispondenza del ricettore R1 (per il quale l'intervento è stato appositamente definito) si è ottenuta una riduzione del livello di rumore ambientale di 1,2 dB nel periodo diurno (da 57,8 dBA a 56,6 dBA) e di 1,4 dB nel periodo notturno (da 57,3 dBA a 55,9 dBA); il livello di rumore differenziale si riduce da 3,0 dB a 1,8 dB nel periodo diurno e da 4,4 dB a 3,0 dB nel periodo notturno; quest'ultimo risultato, in particolare soddisfa l'obiettivo di ridurre il livello differenziale al di sotto del limite notturno in corrispondenza del lato SE dell'edificio.

Considerando la tipologia di impianto oggetto di valutazione, si fa presente che le sorgenti acustiche potenzialmente critiche sono identificate nei sistemi di pretrattamento (quali trituratore, miscelatore, vaglio), nei ventilatori che permettono l'aspirazione e l'aerazione e nel cogeneratore a motore. Gli elementi presenti nella configurazione attuale (trituratore, miscelatore, vaglio, ventilatori, ecc.) sono già attrezzati e gestiti a fine di rispettare i livelli di pressione sonora previsti dalla normativa.

Considerando che gli interventi proposti prevedono che l'intero processo avvenga al chiuso, a differenza della situazione impiantistica odierna, non sono previsti ulteriori impatti acustici riguardo ai recettori esterni. Per quanto concerne il motore del cogeneratore, lo stesso sarà adeguatamente insonorizzato. In fase di realizzazione dell'impianto di cogenerazione verranno adottati tutti gli accorgimenti impiantistici necessari a garantire il rispetto dei limiti acustici di legge. Nello specifico, per il contenimento/abbattimento delle emissioni sonore si prevede quanto segue:

- posizionamento interno dell'impianto di cogenerazione e dell'intera linea fumi;
- cofanatura insonorizzata del corpo motore-alternatore, dotata di appositi setti insonorizzanti in corrispondenza delle prese di aspirazione ed espulsione;
- installazione di silenziatore per l'abbattimento delle emissioni acustiche residue nella linea di evacuazione dei fumi.

8.7 Energia

In riferimento alla componente energia, l'intervento apporta evidenti vantaggi in termini di efficientamento energetico e riduzione dei consumi, in quanto:

- la modifica apportata al processo proposto consentirà il recupero di energia: il biogas prodotto dalla digestione anaerobica delle frazioni di rifiuto oggetto del processo completo sarà oggetto di trasformazione in energia elettrica attraverso idoneo impianto di cogenerazione al fine di garantire una produzione tale da ottenere un bilancio energetico positivo rispetto ai consumi elettrici dell'impianto;
- il processo di bio-stabilizzazione controllata è stato dimensionato in modo da garantire un ciclo di trattamento da realizzarsi in tempi brevi e con contenuti consumi energetici.

9 CONCLUSIONI

La prossima mutazione delle condizioni di raccolta prevista nella città di Cagliari, in accordo con l'evoluzione del quadro normativo e di programmazione, consentirà di avere a disposizione FORSU composta da matrici organiche di buona qualità (povere di frazioni indifferenziate indesiderate) in quantitativi sempre maggiori. Le motivazioni sulle quali si fonda la realizzazione di questo intervento sono principalmente le seguenti:

- la realizzazione di un impianto di moderna concezione che possa eliminare tutte le attuali problematiche risiedenti essenzialmente nell'attuale maturazione secondaria che avviene su piazzale ad aria aperta;
- la valorizzazione della filiera del rifiuto organico e verde sia dal punto di vista energetico (produzione di energia elettrica), sia nell'ambito del recupero di materia, ovvero produzione di ammendante compost di qualità;
- il trattamento e la valorizzazione delle matrici organiche, verdi provenienti sia dalla raccolta differenziata, che dalle utenze agricole e similari, nonché della valorizzazione di eventuali sottoprodotti di origine vegetale sempre provenienti dall'ambito provinciale.

Le linee guida B.A.T. (Best Available Techniques) relative alle attività di gestione dei rifiuti, in particolare quelle inerenti i trattamenti biologici, fanno riferimento a tecnologie molto diverse, che vanno dai trattamenti di separazione e stabilizzazione della FORSU (trattamento meccanico biologico) a sistemi di trattamento e smaltimento veri e propri quali la digestione anaerobica ed il compostaggio.

In linea generale è importante soprattutto sottolineare che i criteri per la scelta delle B.A.T. devono considerare:

- il massimo rendimento energetico, cioè il rapporto tra il consumo di energia e la quantità di materiali recuperati;
- le minime emissioni in atmosfera;
- la produzione di frazioni aventi livelli di qualità tali da garantire l'effettiva destinazione al recupero di materiali ed energia;
- le condizioni della realtà socio economica a livello locale, sia per quanto riguarda le caratteristiche dei rifiuti conferiti all'impianto, che per le possibilità di riutilizzo dei prodotti.

Nonostante gli impianti di digestione anaerobica della FORSU non siano ancora molto diffusi in Italia, la possibilità di trarne una fonte energetica (il biogas) ed un ammendante per i terreni agricoli (compost) sta richiamando su di essi un notevole interesse per la capacità di fornire prestazioni in accordo con la ricerca di applicazione delle tecnologie più corrette dal punto di vista ecologico, ambientale e di conservazione dell'energia disponibili sul mercato.

Peraltro, come "tecnica alternativa" ai semplici e separati sistemi di compostaggio aerobico e digestione anaerobica della FORSU le Linee guida relative alle attività di gestione dei rifiuti, per la valutazione delle B.A.T., raccomandano uno schema di trattamento integrato che prevede un "post compostaggio aerobico" dei residui solidi rimasti dopo la digestione anaerobica.

L'integrazione dei due processi, quindi, migliora il bilancio energetico, riduce i problemi degli odori, realizza un impianto più compatto con minore impegno di superficie a parità di rifiuti trattati e riduce l'emissione complessiva di CO₂ in atmosfera.

Inoltre, come dimostrato da studi compiuti dalla Facoltà di Agraria dell'Università di Milano, anteporre la digestione anaerobica al compostaggio migliora la produzione di "molecole humus precursori", incrementa la stabilità per la prima fase del compostaggio, mentre l'elevata presenza di azoto ammoniacale derivante da un trattamento anaerobico, soprattutto se in fase termofila, è degradata dal processo di compostaggio.

Sulla base di queste motivazioni sono state, quindi, orientate le scelte compiute nel progetto definitivo dell'impianto, prevedendo che la F.O.R.S.U. sarà trattata con un sistema combinato di digestione anaerobica con produzione di biogas da trasformare in energia elettrica per immissione in rete con scambio sul posto oppure per autoconsumo, con trasformazione in compost del digestato.

Dal confronto tra gli atti amministrativi relativi alla VIA, conclusasi con la deliberazione della Giunta Regionale n. 2/18 del 22 gennaio 2002 e il progetto di modifica dell'impianto di compostaggio che si intende apportare, ci sono alcuni aspetti di particolare rilevanza che sono stati analizzati nel presente studio e su cui è stata posta particolare attenzione per quel che concerne la gestione dei rifiuti.

Come emerge dalla ricostruzione dell'iter autorizzativo dell'impianto (si veda il capitolo 3), sin dal primo atto autorizzativo (Determinazione RAS n. 343 del 24/04/2007, con cui viene rilasciata l'autorizzazione all'esercizio dell'impianto ai sensi dell'art. 208 del D. Lgs. 152/06), l'impianto è autorizzato per il trattamento di rifiuti per una **capacità complessiva massima di 73.000 t/a**. Il progetto definitivo di revamping oggetto di questo studio preliminare ambientale non prevede alcuna variazione della potenzialità complessiva di rifiuti in ingresso autorizzata che rimane invariata e pari a 73.000 t/anno. Si evidenzia, peraltro, che tale quantitativo non è stato mai raggiunto, in quanto la massima quantità di rifiuti in ingresso non è mai arrivata ai 60.000 t/a (vedi paragrafo 6.1). Inoltre, la potenzialità di trattamento dell'impianto in progetto prevede un quantitativo di rifiuti pari a circa 50.000 t/a complessivi di FORSU e verde.

In particolare, la realizzazione degli interventi per il revamping dell'impianto di digestione anaerobica e successivo compostaggio funzionerà, a regime, su due linee di trattamento a seconda della tipologia di rifiuto in ingresso e sulla base dei seguenti quantitativi di rifiuti in ingresso:

- **Capacità di trattamento linea di compostaggio** 49.991 t/anno di cui 40.000 t/anno FORSU e 9.991 t/a verde;
- **Capacità di trattamento linea di biostabilizzazione per frazione da sottovaglio derivante da impianto** di preselezione; 80 t/gg.

Relativamente alla **variazione tipologica dei rifiuti**, avvenuta nel corso degli anni a seguito dell'entrata in funzione della raccolta differenziata, e con particolare riferimento alla valutazione di eventuali impatti di tale variazione sul traffico veicolare locale, si ritiene che:

- la separazione a monte (ovvero con il porta a porta) del rifiuto in due flussi (secco residuo e frazione umida) anziché in uno singolo (rifiuto indifferenziato da pretrattare) non ha determinato un aggravio dei conferimenti (e dunque del traffico veicolare) presso la piattaforma

polifunzionale di Macchiareddu: infatti, a parità di quantitativi complessivi di rifiuto conferito, il maggior numero di mezzi in circolazione legato allo sdoppiamento delle frazioni viene compensato dalla necessità di effettuare un numero di viaggi inferiore grazie a una raccolta che da giornaliera è divenuta bi o trisettimanale (minori frequenze di raccolta).

- il rifiuto organico da raccolta differenziata rispetto al rifiuto solido urbano conferito tal quale in passato, per le sue caratteristiche fisico/chimiche, ha di per sé un'omogeneità tale da garantire volumetrie/ingombri inferiori (mezzi di dimensioni più ridotte, meno inquinanti e in numero minore).

Inoltre, relativamente alla riattivazione della linea di biostabilizzazione si rappresenta che, considerato che la linea di preselezione che produce il sottovaglio da stabilizzare è attigua all'impianto in questione e non prevede un funzionamento continuativo, il conferimento non determinerà in generale un aumento del traffico veicolare locale.

Sulla base delle considerazioni sopra esposte, anche in virtù del fatto che non si determinerà una variazione delle potenzialità dell'impianto rispetto a quelle attualmente autorizzate, si può ragionevolmente ritenere che la sola variazione qualitativa della tipologia di rifiuti da trattare non determina un aumento del traffico indotto ma al contrario, porta ad un'ottimizzazione del trasporto e del conferimento.

In linea generale si può affermare che l'inserimento della sezione di digestione anaerobica insieme alla realizzazione del nuovo fabbricato presso cui verranno ubicate le biocelle, consentendo una ridistribuzione degli spazi per le diverse fasi del processo, renderà possibile il raggiungimento della completa maturazione e stabilizzazione, in ambiente confinato, di tutto il materiale trattato, oltre a garantire il recupero energetico e di materia. Questo determina indubbiamente un impatto fortemente positivo rispetto alla configurazione impiantistica attuale, eliminando del tutto le emissioni odorigene, prevenendo la formazione di percolato nelle aree esterne e la dispersione di polveri. Inoltre, la combinazione dei trattamenti anaerobico ed aerobico permette di produrre del materiale organico fortemente stabilizzato (minore putrescibilità e potenziale odorigeno notevolmente ridotto).

Relativamente alla componente **aria**, dalle valutazioni condotte si desume che, grazie all'integrazione dei processi anaerobici/aerobici sarà possibile migliorare il controllo delle emissioni odorigene, arrivando ad una loro drastica riduzione: infatti, le fasi maggiormente impattanti al riguardo saranno gestite in reattore chiuso, il cui output gassoso è rappresentato dal biogas (successivamente riutilizzato e non direttamente disperso in atmosfera), e nelle biocelle (anch'esse inquadrabili quale reattore chiuso, peraltro all'interno di un fabbricato confinato e posto in depressione). Il prodotto solido che esce dal comparto di digestione anaerobica, il digestato, è già un materiale semi-stabilizzato, quindi il controllo degli impatti olfattivi durante la fase di trattamento aerobica risulta più agevole.

Le scelte progettuali sia dello stato attuale e sia, ancor più, quelle da adottare consentono inoltre di ridurre al minimo il rischio di dispersione nei **suoli** e delle **acque** di sostanze contaminanti. I presidi ambientali già oggi presenti e in particolare quelli previsti in progetto risultano idonei a garantire un elevato livello di tutela dell'ambiente idrico.

Gli effetti sulla **laguna** conseguenti alla realizzazione del progetto di revamping e alla variazione qualitativa dei rifiuti in ingresso all'impianto non presentano pertanto impatti negativi né diretti né indiretti.

La situazione di progetto determina, come detto, un'estensione del campo sonoro ma solo di lieve entità. Si rileva che gli interventi previsti dal progetto determinano un incremento molto limitato dei livelli sonori in corrispondenza del ricettore R2 sia durante il periodo di riferimento diurno sia durante quello notturno. Gli incrementi sono appena più accentuati in corrispondenza del ricettore R1, ma a partire da una situazione meno favorevole soprattutto in riferimento al rispetto del limite differenziale notturno.

Considerando che gli interventi proposti prevedono che l'intero processo avvenga al chiuso, a differenza della situazione impiantistica odierna, non sono previsti ulteriori impatti acustici riguardo ai recettori esterni e alla laguna. Per quanto concerne il motore del cogeneratore, lo stesso sarà adeguatamente insonorizzato. In fase di realizzazione dell'impianto di cogenerazione verranno adottati tutti gli accorgimenti impiantistici necessari a garantire il rispetto dei limiti acustici di legge. Nello specifico, per il contenimento/abbattimento delle emissioni sonore si prevede quanto segue:

- posizionamento interno dell'impianto di cogenerazione e dell'intera linea fumi;
- cofanatura insonorizzata del corpo motore-alternatore, dotata di appositi setti insonorizzanti in corrispondenza delle prese di aspirazione ed espulsione;
- installazione di silenziatore per l'abbattimento delle emissioni acustiche residue nella linea di evacuazione dei fumi.