



**REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
Assessorato della Difesa dell'Ambiente**

**IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI
E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A
SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE
DELLA PROVINCIA DI ORISTANO**

**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE
EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU**

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATI AMMINISTRATIVI

DIGESTIONE ANAEROBICA

RELAZIONI

ELABORATO:

**RELAZIONE TECNICA
PROCESSO DI DIGESTIONE**

ALLEGATO

A3

DATA: Gennaio 2022

CUP: E54E12000570002

CIG: 98133117D5C

SCALA:

IL PROGETTISTA
(Ing. Agostino Pruneddu)

IL DIRETTORE GENERALE
(Dott. Marcello Siddu)

COLLABORATORI
Ufficio Tecnico del Consorzio

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
(Ing. Salvatore Daga)

rev.	data	descrizione	redatto	verificato	approvato
1	Gennaio 22	Adeguamento Q.E. e al P.N.R.R.	R.P.	R.U.P.	C.D.A

Codice Elaborato

P I T A 0 2 P D 0 1 A 0 0 4 R 0 1

Lavoro

Fase

Sub Fase

Tipo

Elaborato

Revisione

CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A3	RELAZIONE TECNICA PROCESSO DI BIODIGESTIONE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

1. PREMESSE

Il Progetto di cui trattasi è inerente alla realizzazione di un Impianto per la Digestione anaerobica e delle relative opere elettromeccaniche ed edili da realizzarsi presso l'Impianto di Trattamento *Rifiuti Solidi Urbani e di Valorizzazione delle Raccolte differenziate Consortile* ubicato in località "Masangionis" IN Comune di Arborea.

Il Progetto di cui alla presente Relazione è stato sviluppato nel rispetto della normativa UE e nazionale sulle migliori tecniche e tecnologie (BAT) e prevede la modifica/integrazione della sezione di trattamento della FORSU attualmente in esercizio mediante l'inserimento di una serie di nuove apparecchiature/impianti necessari per preparare la miscela utile per l'alimentazione del digestore anaerobico, per la digestione anaerobica e per la "pulizia" del biogas prodotto.

L'introduzione di una sezione di digestione anaerobica a monte del compostaggio dovrà consentire di massimizzare il recupero della FORSU. Dapprima il recupero di energia ottenibile attraverso la produzione di biogas e, successivamente, il compostaggio dei materiali in uscita dal biodigestore mediante miscelazione con ulteriore verde e con il flusso della frazione di sopravaglio derivante dalla vagliatura finale del compost.

Per rendere la nuova sezione funzionale ed integrata con la sezione di trattamento della FORSU attualmente in esercizio, l'impiantistica esistente dovrà essere modificata mediante i seguenti interventi principali:

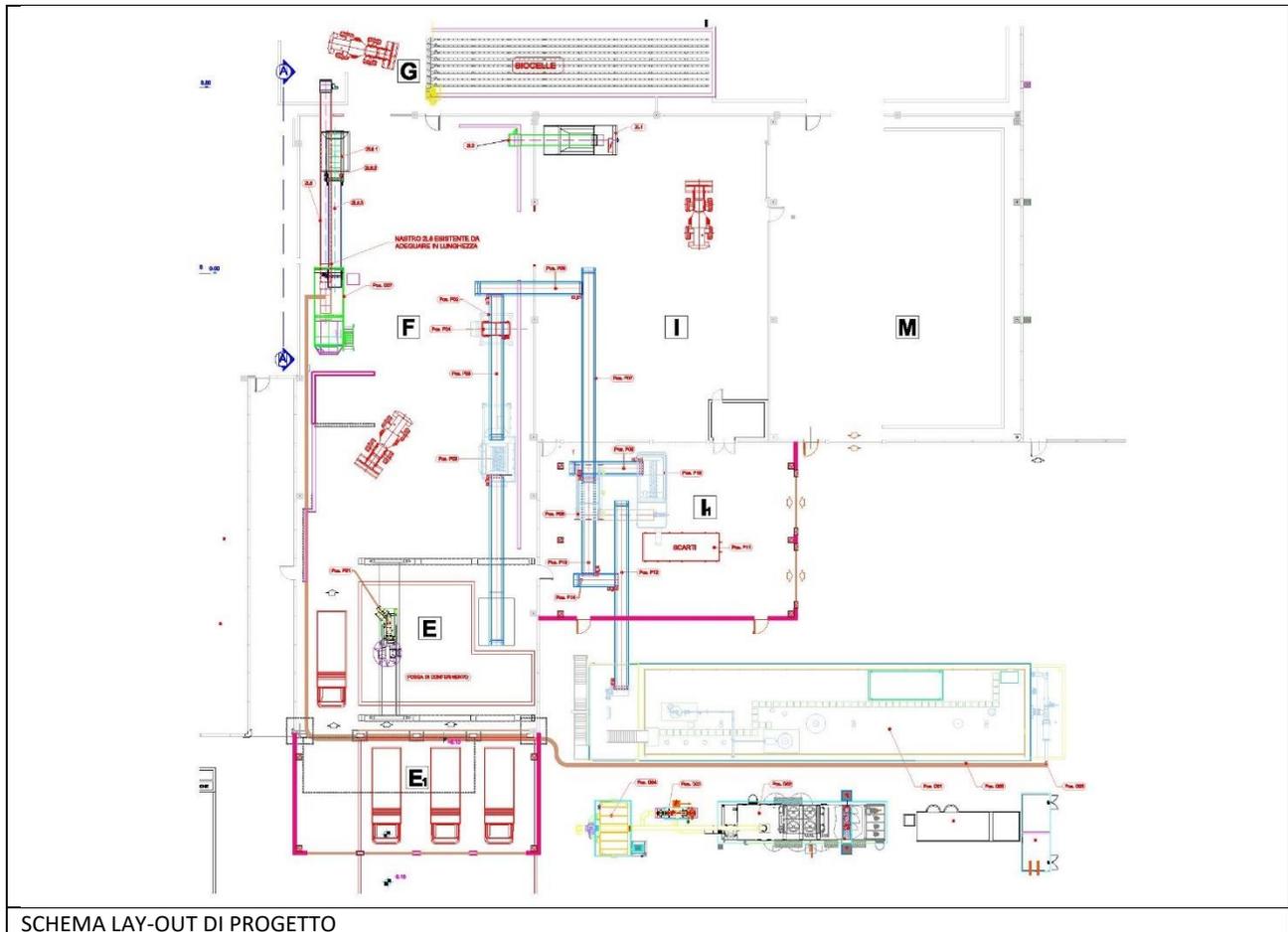
- Inserimento di un Biodigestore anaerobico;
- Installazione di un cogeneratore a biogas;
- Realizzazione della nuova linea di pretrattamento della FORSU e alimentazione automatica del biodigestore anaerobico;
- Ampliamento dell'Edificio destinato alla sezione per la valorizzazione delle frazioni organiche provenienti dalla raccolta differenziata per l'installazione della sezione di alimentazione e delle nuove apparecchiature e macchinari di pretrattamento.

CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A3	RELAZIONE TECNICA PROCESSO DI BIODIGESTIONE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	



1.1. Dimensionamento del Processo di Biodigestione

Il trattamento anaerobico prescelto si basa sulla digestione in assenza di ossigeno di matrici organiche (FORSU da R.D.+ 10÷15% di scarti lignocellulosici) aventi un contenuto di sostanza secca attorno al 28÷30%.

Una volta introdotte nel reattore e miscelate con il flusso di digestato ricircolato in testa, quale inoculo microbico, il contenuto di solidi totali all'interno del digestore si abbassa attorno a 25÷26%, comunque rimane tale da poter considerare il processo Dry.

Questa consistente presenza di solidi nella matrice di partenza fa sì che al termine del periodo di ritenzione di 22÷24 giorni residui un digestato con tenore in secco attorno al 20% è tale da potere essere gestito per il compostaggio senza necessità di alcun ispessimento, con coclea o centrifuga.

CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A3	RELAZIONE TECNICA PROCESSO DI BIODIGESTIONE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

Questo aspetto rende particolarmente vantaggiosa la tecnologia scelta in quanto esonera dalla gestione, pur sempre complessa, delle acque derivanti da un trattamento di separazione solido-liquido necessario nel caso di una tecnologia a umido.

Tale scelta tecnologica è prioritaria, tuttavia in una prima fase progettuale sono state prudenzialmente analizzate le due ipotesi:

- miscelazione diretta del digestato in uscita dal biodigestore anaerobico con il verde triturato ed il sovrillo di ricircolo;
- ispessimento del digestato con centrifuga preliminarmente alla miscelazione con il verde triturato ed il sovrillo di ricircolo.

Nel primo caso è necessaria una maggiore quantità di verde. Il verde attualmente disponibile risulta insufficiente nel primo periodo (e quindi sarà inizialmente necessario acquistarlo dall'esterno), ma a regime l'accumularsi del sovrillo di ricircolo renderà disponibile la quantità sufficiente per un ottimale processo.

Nel secondo caso occorre una minore quantità di verde, ma è necessario gestire una certa quantità di liquidi.

Dall'esame dei vari fattori, nonostante il Consorzio gestisca un Impianto di depurazione autorizzato al trattamento di rifiuti liquidi che si trova a circa 10 chilometri di distanza dall'impianto di trattamento RSU, sia iscritto all'Albo Gestori Ambientali per il trasporto di percolati e rifiuti liquidi, sia dotato di un semirimorchio cisterna per il trasporto dei rifiuti liquidi prodotti dai propri impianti ed abbia nel proprio personale diversi operatori provvisti della patente necessaria, si è reputato maggiormente vantaggioso adottare la prima ipotesi.

Pertanto è stata esclusa l'opzione di preispesire il digestato in uscita dal biodigestore.

BILANCIO DI MATERIA

Fase di avviamento:

- Potenzialità da Piano: 22.700 t/a, di cui:
- **FORSU tal quale:** 20.430 t/a
- **Residui vegetali (10%):** 2.270 t/a
- presenza di **corpi estranei nella FORSU** da RD: minore del 2,5%

I pretrattamenti (tritratore lento aprisacco, deferrizzatore e vaglio stellare) allontanano i materiali indesiderati in commistione con organico residuo, stimabili prudenzialmente nella percentuale media di 8,5% della FORSU in ingresso e quindi in **1.730 t/a**.

Si precisa che il dato di potenzialità di Piano utilizzato è perfettamente in linea con i quantitativi di rifiuto organico mediamente trattati dall'impianto di compostaggio esistente nel periodo di esercizio, mentre nello stesso periodo la percentuale di corpi estranei nella FORSU è stata sempre inferiore al 2,5%.

CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A3	RELAZIONE TECNICA PROCESSO DI BIODIGESTIONE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

Digestione anaerobica

I dati di dimensionamento della nuova sezione di digestione anaerobica sono di seguito riportati:

- **Linea FORSU pretrattata** alimentante il digestore: $20.430 - 1.730 = 18.700 \text{ t/a}$
- **Integrazione FORSU pretrattata** con materiali lignocellulosici (10%): **1.870 t/a**
- **Quantità FORSU pretrattata con materiali lignocellulosici:** $18.700 \text{ t/a} + 1.870 \text{ t/a} = 20.570 \text{ t/a}$
- Giorni lavorativi anno: 365 (alimentazione in continuo)
- Alimentazione digestore: $(20.570/365) =$ mediamente **56 t/d**
- Tempo di residenza nel reattore: $22 \div 24$ giorni
- Produzione specifica Biogas : $170 \text{ Nm}^3/\text{t}$ di rifiuto tal quale alimentato
- Produzione di biogas: $20.570 \text{ t/a} \times 170 \text{ Nm}^3/\text{t} = 3.496.900 \text{ Nm}^3/\text{anno}$ (al netto del biogas combusto in torcia)
- Produzione di biogas (media giornaliera nell'anno): **399 Nm³/h**

L'ipotesi progettuale prevede l'utilizzo del Biogas per produrre Energia elettrica con un Cogeneratore che verrà autoconsumata.

Sulla base del quantitativo di Biogas prodotto come sopra ipotizzato,

Linea compostaggio

Il digestato in uscita dal Digestore anaerobico verrà inviato alla linea di compostaggio esistente per la produzione di compost di qualità. I dati di dimensionamento sono di seguito riportati:

Digestato tal quale al 20% di SS in uscita dal digestore: circa $16.375 \text{ t/a}^{(1)}$

Rapporto in peso tra digestato e strutturante: 1:0,7

Materiale strutturale necessario per la miscela: 11.462 t/a (nel caso di avvio di un nuovo impianto)

Mix digestato + strutturante: 27.837 t/a

Caratteristiche della miscela:

Digestato: 16.375 t/a al 20%; SS = 3.275 t/a

Strutturante: 11.462 t al 50%; SS = 5.731 t/a

SS Mix: $(3.275 \text{ t/a} + 5.731 \text{ t/a}) = 9.006 \text{ t/a}$

¹ La produzione di biogas pari a $3.496.900 \text{ Nm}^3/\text{anno}$, assumendo che abbia un peso specifico pari a $1,2 \text{ Kg}/\text{Nm}^3$, determina il seguente bilancio di massa $(20.570 - 1,2 * 3.496,9) \text{ t/anno} = 16.375 \text{ t/anno}$

CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A3	RELAZIONE TECNICA PROCESSO DI BIODIGESTIONE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

Umidità mix: $80\% (16.375) + 50\% (11.462) = 18.831 \text{ t/a}$

Umidità mix percentuale $18.831 \text{ t/a} / 27.837 \text{ t/a} = 67,6\%$

L'umidità della miscela del 67,6% è compatibile con un regolare svolgimento dei processi bio-ossidativi del compostaggio.

Produzione di compost grezzo (circa 50% Mix = $27.837 \text{ t/a} * 50\%$) = 13.918 t/a

Perdite di processo (circa 50%) = 13.918 t/a

Produzione di compost raffinato con vagliatura a 10 mm (circa 25% Mix) = 6.959 t/a

Sovvallo di vagliatura da riciclare ($13.918 \text{ t/a} - 6.959 \text{ t/a}$) = 6.959 t/a (con umidità circa 40%)

Pertanto al termine del primo anno produttivo residuano 6.959 t/a di sovrappeso di vagliatura, utilizzabile per la miscelazione con il digestato del nuovo ciclo produttivo.

Al secondo anno migliora, inoltre, anche la situazione di umidità della miscela per effetto del maggiore contenuto di sostanza secca del sovrappeso di riciclo, come evidente dal quadro seguente:

Digestato: 16.375 t/a al 20%: SS = 3.275 t/a

Strutturante necessario: 11.462 t/a; di cui di cui 6.959 t/a con umidità al 40%: SS = 4.175 t/a e 4.503 t/a con umidità al 50%: SS = 2.251 t/a; SS Totale: SS 6.426 t/a

SS Mix: ($6.426 \text{ t/a} + 3.275 \text{ t/a}$) = 9.701 t/a

Umidità mix: $18.136 \text{ t} / 27.837 \text{ t} = 65,1\%$

L'umidità della miscela al secondo anno (circa 65%) è significativamente migliore rispetto a quella primo anno (circa 68%) e garantisce un ottimale svolgimento dei processi bio-ossidativi del compostaggio.

In realtà la situazione del bilancio del quantitativo di strutturante da approvvigionare è nettamente migliore in quanto la sezione di digestione anaerobica si inserisce in un impianto esistente che ha già un notevole quantitativo di sovrappeso recuperato riutilizzabile (nel caso in esame si tratta di circa 8.000 t/a già disponibili in Impianto).

Inoltre, nel bilancio di materia non è stata considerata la frazione di rifiuti speciali costituiti da scarto verde di origine non domestica (ad esempio sfalci delle banchine stradali che avviene nella tarda primavera inizio estate) che sono stati stimati fino ad un massimo di 2.000 t/a.

Pertanto, il deficit di strutturante iniziale è in realtà modesto e pari a $2.000 \div 3.000 \text{ t/a}$ e si ritiene che la disponibilità delle biomasse sopra ricordate renderà l'impianto autosufficiente già dal secondo anno e non sarà quindi necessario l'acquisto di ulteriori scarti lignocellulosici vergini.

L'alimentazione del Digestore verrà calibrata in maniera tale da evitare carichi organici eccessivi sia nella fase di alimentazione che di permanenza nel digestore.

CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A3	RELAZIONE TECNICA PROCESSO DI BIODIGESTIONE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

Un accurato modello gestionale prevede prelievi, settimanali nei periodi di avviamento e prima gestione e quindicinali nella situazione a regime, di campioni all'interno del reattore per misurare se l'apporto di organico è coerente con un'alta efficienza delle fasi di idrolisi, acidogenesi e acetogenesi, quindi metanogenesi.

I valori osservati del rapporto tra acidi organici volatili e carbonati (FOS/TAC) dovranno consolidarsi attorno a 0,30, evitando o limitando l'innalzamento dei valori. La risposta guida l'alimentazione e, nel caso di correzioni necessarie, si abbasserà la quota di FORSU alimentata, si incrementerà eventualmente l'apporto di materiale lignocellulosico e leggermente l'acqua.

Nel contempo l'analisi del materiale in fase di digestione ci fornisce indicazioni preziose sulla produzione di composti ammoniacali (NH_3 compromette se eccessiva la regolare evoluzione dei processi). La previsione di aggiungere alla FORSU quota parte di residui lignocellulosici serve anche per riequilibrare il rapporto C/N ed evitare l'ammonificazione spinta delle proteine e degli aminoacidi.

La successiva fase di compostaggio libererà minori quantità di sostanze ridotte, quali NH_3 per l'appunto, con minor carico finale sul sistema di abbattimento esistente (scrubber e biofiltro).

Con la tecnologia individuata questa attività di monitoraggio delle 4 fasi risulta semplificata, in quanto il prelievo dei campioni all'interno del digestore è molto semplice e distribuito lungo l'asse longitudinale dello stesso (in tre punti sequenziali).

Durata ciclo di trattamento

FASE ANAEROBICA: tempo di ritenzione 24 giorni;

FASE DI COMPOSTAGGIO:

in biocella per la gestione della fase intensiva del processo aerobico: 14÷18 giorni;

in aia di maturazione: 35 giorni.

CICLO BIOLOGICO COMPLESSIVO: 73÷77 giorni.

Indice di respirazione

L'indice di respirazione attesta il grado di stabilità raggiunto dai materiali. Con l'abbinamento della fase di digestione anaerobica a quella di compostaggio si rimane facilmente al di sotto dei seguenti:

dopo permanenza in biocella: IR 500 mg/Kg VS*h

a fine maturazione: IR 350-450 mg/KgVS*h

RIMOZIONE SOLIDI VOLATILI: maggiore del 55% al termine del processo anaerobico.

1.2. CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEL BIODIGESTORE

CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A3	RELAZIONE TECNICA PROCESSO DI BIODIGESTIONE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

È prevista l'installazione di n. 1 modulo di digestione a flusso orizzontale del tipo **Dry** con alimentazione in **continuo** con processo **termofilo**, con una temperatura di circa 55 °C ed una umidità del substrato media di circa il 70%.

La modalità di flusso prevista della miscela all'interno del digestore è del tipo a pistone (PFR – Plug Flow Reactor), con attraversamento dell'intero corpo del fermentatore dall'ingresso sino all'uscita in un tempo finito, con avanzamento costante tale da ottenere l'ottimizzazione della decomposizione anaerobica del materiale.

La tipologia del modulo di digestione prescelta è costituita essenzialmente da un reattore chiuso, a tenuta stagna ed isolato termicamente, a flusso orizzontale attraverso il quale il substrato avanza in modo continuo con l'ausilio di un albero agitatore orizzontale, dotato di pale radiali, o altro sistema equivalente che provvede a mescolare lentamente a frequenza costante il substrato in modo da evitare sia la formazione di accumuli di materiale nelle sezioni di avanzamento sia l'accumulo del biogas nella parte superiore del fermentatore.

Il modulo di digestione e tutti i suoi componenti dovranno essere certificati secondo la direttiva macchine (2006/42/CE), la direttiva bassa tensione (2006/95/CE) e la direttiva compatibilità elettromagnetica (2004/108/CE) e tutte le macchine avranno la marcatura CE in seguito alla certificazione da parte di un organismo notificato.

1.2.1. STRUTTURE EDILI DEL DIGESTORE

La struttura portante del modulo di digestione ipotizzato è costituita dai seguenti elementi costruttivi:

- Platea di fondazione in calcestruzzo armato, opportunamente impermeabilizzata ed isolata termicamente, con dimensioni derivanti dal dimensionamento di progetto e dalla capacità portante del terreno sottostante;

CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A3	RELAZIONE TECNICA PROCESSO DI BIODIGESTIONE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

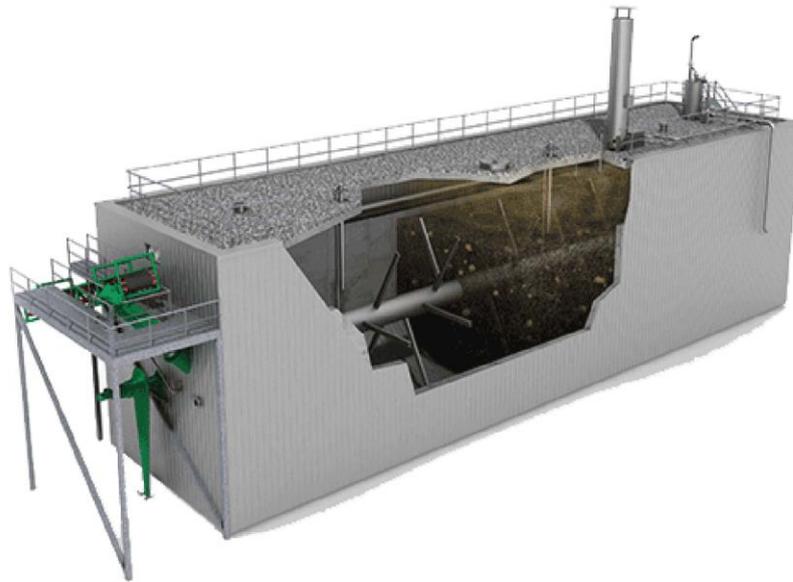


Figura 1 – VISTA “MODULO DI DIGESTIONE ANAEROBICA TIPO”

- Pareti in elevazione in calcestruzzo armato, opportunamente impermeabilizzate ed isolate termicamente e rivestite in lamiera grecata, dimensionate sulla base della capacità di carico del digestore e dei carichi previsti dalle normative vigenti;
- Soletta di copertura in calcestruzzo armato, opportunamente impermeabilizzata ed isolata termicamente praticabile sopra la quale è possibile l’installazione dei dispositivi di sicurezza previsti (torcia emergenza, guardia idraulica e disco di rottura a membrana).

CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESEIMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU**PROGETTO DEFINITIVO**

ALLEGATO	A3	RELAZIONE TECNICA PROCESSO DI BIODIGESTIONE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

MODULO DI DIGESTIONE ANAEROBICA

Descrizione	Unità di Misura	Valore/Tipo
Tipologia digestore	cad	PFR (Plug Flow Reactor)
Dimensioni		
Lunghezza utile	m	≈ 32,00
Larghezza utile	m	≈ 7,90
Altezza utile	m	≈ 8,15
Volume	m ³	≈ 1.600,00
Volume utile	m ³	≈ 1.250,00
Lunghezza totale	m	≈ 33,00
Larghezza totale	m	≈ 8,00
Altezza totale	m	≈ 9,00
Temperatura di esercizio	°c	≥ 55
Pressione di esercizio	mbar	15÷60
Livello di carico	%	70÷85 h _{utile}
Materiale corpo digestore		cls armato
Sistema di miscelazione		Mixer ad asse orizzontale in acciaio
Controllo temperatura di processo		Riscaldamento e opportuna coibentazione
Sistema di estrazione digestato		Pompa a pistone
Sistema di estrazione del biogas		Deflusso automatico (in funzione dei livelli di pressione) verso la centrale di cogenerazione
Monitoraggio e controllo		Sistema automatizzato con controllo dei principali parametri di processo (grado di riempimento, pressione di esercizio, temperatura, etc.)
Dispositivi di emergenza		Sistema di troppo pieno, torcia di emergenza, guardia idraulica di sovrappressione e disco di rottura

CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A3	RELAZIONE TECNICA PROCESSO DI BIODIGESTIONE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

L'intera struttura che costituisce il modulo di digestione dovrà essere opportunamente coibentata per limitare lo scambio termico con l'esterno garantendo la temperatura interna di esercizio prossima ai 55°C e quantitativi massimi di energia termica impiegata per vincere le perdite

Il digestore dovrà essere dotato di certificazione che attesti il valore del coefficiente di scambio termico globale necessario al raggiungimento del risultato richiesto.

Il digestore avrà le principali caratteristiche tecnico-dimensionali (del tutto indicative) riportate nella seguente tabella.

1.2.2. ALIMENTAZIONE DEL DIGESTORE

Al fine di limitare al massimo gli odori provocabili dalla matrice in ingresso, si prevede che l'alimentazione del digestore avvenga per mezzo di una coclea avente la parte terminale inserita all'interno del digestore stesso sotto battente idraulico.

Si può vedere, a titolo di esempio, la rappresentazione fotografica del sistema di alimentazione del digestore come di seguito riportata.



Figura 2 - VISTE FOTOGRAFICHE "ALIMENTAZIONE DIGESTORE TIPO"

1.2.3. SISTEMA DI SCARICO DIGESTATO DAL DIGESTORE

Lo scarico del digestato dal digestore, l'alimentazione del miscelatore ed il ricircolo è previsto tramite una pompa del tipo di quelle utilizzate per fanghi a funzionamento secondo il principio di una pompa peristaltica a pistoni.

CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A3	RELAZIONE TECNICA PROCESSO DI BIODIGESTIONE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

Un pistone muove il materiale uscente dal digestore e, in funzione della posizione di una valvola che commuta il percorso, il materiale viene indirizzato o in una condotta di ricircolo verso il miscelatore in testa al digestore o verso lo scarico. La pompa dovrà essere azionata idraulicamente e dotata di punto di misurazione manuale di pressione sul lato di aspirazione. L'unità idraulica deve essere collocata in una vaschetta di scarico per contenere eventuali sgocciolamenti.

Il dimensionamento della pompa deve essere tale da garantire lo scarico di materiale durante il tempo di funzionamento giornaliero, sufficiente per l'alimentazione durante la notte del digestore.

Il dimensionamento della pompa è richiesto per una portata di almeno 10 m³/h.

Per il funzionamento della Pompa a pistone è prevista un'apposita centrale idraulica posta all'interno di un apposito Box.

Si può vedere, a titolo di esempio, la rappresentazione fotografica del sistema di scarico del digestore come di seguito riportata.



Figura 3 - VISTA FOTOGRAFICA DEL DISPOSITIVO DI "SCARICO TIPO" DEL BIODIGESTORE (POMPA)

1.2.4. SISTEMA DI SUPERVISIONE E CONTROLLO DEL DIGESTORE

Il modulo di digestione sarà controllato da un sistema PLC centralizzato tale da consentire sia il funzionamento in automatico, sia il funzionamento manuale.

Il controllo manuale potrà intervenire nel processo attraverso un apposito terminale PC.

CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A3	RELAZIONE TECNICA PROCESSO DI BIODIGESTIONE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

Dovrà prevedersi la segnalazioni di anomalie del sistema mediante allarmi in remoto.

Il sistema di supervisione deve gestire:

- Sistema di alimentazione;
- Valori di temperatura, pressione e pH della matrice;
- Agitatore interno e livelli digestato;
- Sistema di scarico e ricircolo digestato per inoculo;
- Dispositivi di sicurezza e segnalazioni di allarme;
- Interfaccia con la sezione di valorizzazione energetica del biogas.

1.2.5. ATTREZZATURE AUSILIARIE DEL DIGESTORE

Il digestore dovrà essere dotato delle seguenti apparecchiature ed impianti:

- **linea estrazione del biogas** e avvio a sezione di valorizzazione energetica;
- **linea derivazione biogas** per invio a torcia di emergenza, opportunamente dimensionate sulla base del flusso di biogas previsto e corredate di valvole di intercettazione manuale in modo da sezionare in più punti i flussi individuata con opportuna cartellonistica conforme alle normative di sicurezza. L'intera rete di collettamento del biogas sarà conforme ai DD.MM. 16/04/2008 e 17/04/2008;
- **centrale di scambio termico** con relativo piping dell'acqua calda dalla sezione di valorizzazione energetica al digestore;
- **impianto di riscaldamento** per garantire il mantenimento della temperatura all'interno di ogni digestore costituito da un sistema di fasci tubieri annegato nelle pareti del digestore. Il sistema di riscaldamento ad acqua a circuito chiuso dovrà ricevere il calore necessario dai cascami termici del motore cogenerativo a biogas restituendo ad esso l'acqua a temperatura inferiore in uscita dal sistema di riscaldamento;
- **Sistema di gestione** e controllo del processo costituito da adeguato Software installato su pc e su supporto magnetico;
- **Piattaforme**, ballatoi, camminamenti, scale ed accessori per il modulo di digestione;
- **Centrale elettrica ed idraulica** a servizio dei digestori.

1.2.5.1. DISPOSITIVI DI SICUREZZA DEI MODULI DI DIGESTIONE

Il modulo di digestione previsto tipologicamente lavora entro un campo di pressione compreso tra 15 e 60 mbar.

Un sistema di sicurezza dovrà tener conto dei seguenti intervalli di pressione indicativi e dai relativi dispositivi di sicurezza:

- tra 15 e 40 mbar _ pressione di lavoro (alimentazione cogeneratore);

CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A3	RELAZIONE TECNICA PROCESSO DI BIODIGESTIONE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

- tra 45 e 55 mbar _ attivazione della torcia di emergenza;
- > 60 mbar _ guardia idraulica;
- > 100 mbar _ disco di rottura a membrana (± 30 mbar).

1) Torcia di emergenza

Se durante il processo si verificano malfunzionamenti, sovrapproduzioni o nel caso di fermo impianto (cogeneratore) per manutenzioni o guasti o di utilizzo parziale, il biogas in eccesso deve essere automaticamente eliminato utilizzando una torcia di emergenza.

Al servizio del modulo di biodigestione si dovrà prevedere una torcia installata sul solaio di copertura.

Sinteticamente la torcia di emergenza dovrà essere costituita dai seguenti elementi.

- tubazione di mandata del biogas in acciaio;
- valvole d'intercettazione e di sicurezza;
- filtro rompifiamma;
- circuito di alimentazione fiamma pilota completo di termocoppia;
- accensione automatica;
- bruciatore principale;
- bruciatore fiamma pilota, con accensione a propano per una più alta affidabilità di funzionamento.



CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A3	RELAZIONE TECNICA PROCESSO DI BIODIGESTIONE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

Figura 4 - VISTA FOTOGRAFICA DELLA "TORCIA TIPO" DI EMERGENZA)

La combustione nella Torcia dovrà avvenire all'interno di un tubo d'acciaio, in maniera tale che la fiamma non sia visibile e che la combustione stessa non possa essere ostacolata dal vento e/o da altri eventi atmosferici sfavorevoli.

Il funzionamento della torcia di emergenza dovrà essere completamente automatico, regolato dal valore della pressione del biogas, con più stadi di attivazione comandati dal sensore della pressione del gas. Dovrà comunque essere possibile sempre l'attivazione anche manuale della torcia, fermo restando che essa si attivi sempre se viene raggiunto il valore del livello minimo di guardia impostato.

Al raggiungimento del valore della pressione minima (valore letto da un sensore), se non vi è fiamma nel condotto di combustione, dovrà essere attivato un apposito circuito di alimentazione fiamma pilota a gas propano mediante l'apertura di una elettrovalvola e l'attivazione di un arco fra elettrodi per infiamma un gas combustibile tipo il propano così che il biogas fatto successivamente confluire con flusso volumetrico del 1° stadio si possa accendere e bruciare indipendentemente senza il sostegno della fiamma di gas propano.

Al rilevamento della fiamma un sensore IR nel condotto di combustione dovrà interrompere l'afflusso di propano.

Con l'aumento della pressione del biogas fino a raggiungere il 2° stadio al sensore di pressione, dovrà essere attivata una elettrovalvola per far aprirà il 2° stadio di flusso della torcia. Con la diminuzione della pressione del biogas dovranno essere successivamente chiusi i condotti dell'alimentazione fino al completo spegnimento della torcia. Tutto il condotto dovrà essere riscaldato da un sistema autoregolante che prevenga la formazione di gelo.

Si riportano di seguito le caratteristiche principali indicative della **Torcia**.

DISPOSITIVI DI SICUREZZA DIGESTORE: TORCIA DI EMERGENZA (FIACCOLA BIOGAS)

Descrizione	Unità di Misura	Valore/Tipo
Tipo di propellente		Biogas (PCI ~ 4,0_6,0 kWh/m ³)
Rendimento minimo (portata)	[Nm ³ /h]	300
Rendimento massimo (portata)	[Nm ³ /h]	700
Pressione del gas necessaria	[mbar]	40
Temperatura max di esercizio	[°C]	1.200

CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A3	RELAZIONE TECNICA PROCESSO DI BIODIGESTIONE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

Efficienza di combustione (CO ₂ /CO+CO ₂)	[%]	≥ 99
Diametro tubazione biogas	[mm]	≥ Dn 100
Diametro torcia (camino espulsione fumi)	[mm]	≥ Dn 1.000
Altezza torcia	[m]	≈ 6,00
Altezza torcia da terra (installazione prevista sul digestore)	[m]	≈ 15,00
Camera di combustione		
	Tipologia	Cilindrica in lamiera di acciaio inox AISI 304 rivestita internamente con materassino in fibra ceramica per alte temperature (fino a 1.450 °C)
	Tempo di permanenza	[s] ≥ 0.3

2) Guardia idraulica (sovrapressione del biogas)

Si prevede un dispositivo di controllo della sovrapressione del gas flangiato direttamente sul digestore per consentire lo sfogo del gas in caso di sovrapressione, a protezione dello stesso digestore.

Tipicamente, tale dispositivo è costituito da un contenitore cilindrico chiuso, dotato di una guardia idraulica.

Il livello dell'acqua di tenuta, mantenuto sempre a 600 mm, dovrà essere visualizzato mediante una apposita finestrella in vetro e nel caso di sovrapressione (oltre 60 mbar) il gas dovrà fuoriuscire dallo sfiato.

Lo sfiato, consistente in un collettore del biogas dotato di valvola di sfiato integrata, dovrà garantire il fermo idraulico mediante un apposito tubo di immersione. Il livello d'acqua e la pressione pre impostati dello scarico dovrà poter essere letta mediante l'indicatore esterno.

Si riportano di seguito le caratteristiche principali indicative e una rappresentazione fotografica di una Guardia Idraulica tipo.

DISPOSITIVI DI SICUREZZA BIODIGESTORE : GUARDIA IDRAULICA

Descrizione	Unità di Misura	Valore/Tipo
Pressione massima regolabile	[mbar]	60
Diametro contenitore	[mm]	≥ Dn 800

CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE ORISTANESE

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO E DELLE RELATIVE OPERE EDILI PER LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FORSU

PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO	A3	RELAZIONE TECNICA PROCESSO DI BIODIGESTIONE	REV. N.	1
			Gennaio 2022	

Altezza contenitore	[mm]	≈ 1.500
Tipo di gas		Biogas da digestione anaerobica
Rendimento volumetrico 50 mbar	[Nm ³ /h]	350
Diametro tubazione collegamento biogas	[mm]	≥ DN 250
Diametro tubazione di immersione	[mm]	≥ Dn 150
Diametro tubazione di sfiato	[mm]	≥ Dn 150
Materiale		acciaio AISI 316L
Camera di combustione		
Livello idrico	[mm]	600



Figura 5 - VISTA FOTOGRAFICA DELLA "GUARDIA IDRAULICA TIPO"

L'UFFICIO TECNICO DEL CONSORZIO
(Ing. Agostino Pruneddu)