



Polo tecnologico di Sesto S.G.
Biopiattaforma integrata CAP
Progetto preliminare
Relazione tecnica

No. documento	R.10.102
Versione	2
Approvato / verificato	TV / AC
Sostituito	-

Agno, 07.05.2018

Revisioni

Revisione	Data	Indicazione delle modifiche	Copia a
0	26.03.2018	Prima emissione	CAP
1	11.04.2018	Eliminato trattamento RSU	CAP
2	07.05.2018	Verifica progetto	CAP
3			

Indice

1.	Dati di base del progetto	4
2.	Descrizione nuovi impianti	5
2.1	Digestione anaerobica della FORSU	5
2.1.1	Descrizione del processo	5
2.1.2	Descrizione della linea di digestione anaerobica della FORSU	6
2.1.3	Purificazione del biogas per la produzione di biometano	10
2.1.4	Utilizzo del biometano	13
2.1.5	Trattamento delle acque reflue dalla disidratazione del digestato (OPZIONALE)	16
2.2	Sistema di depolverazione e deodorizzazione	22
2.3	Adeguamento fossa rifiuti	28
2.3.1	Carriponte	28
2.3.2	Portoni fossa rifiuti	28
2.3.3	Avanfossa	29
2.4	Impianti elettrostrumentali ed automazione	29
2.5	Impianti ausiliari ed utilities	30
2.5.1	Aria compressa e aria strumenti	31
2.5.2	Acqua industriale	31
2.5.3	Acqua demineralizzata	31
2.5.4	Acqua antincendio	32
2.5.5	Serbatoi di stoccaggio dei reagenti e dei prodotti di reazione degli scrubber	32
3.	Opere civili e strutturali	33
3.1	Descrizione delle tipologie edilizie di intervento.	33
3.2	Fondazioni	36
3.3	Vespai e sottofondi	36
3.4	Pavimentazione industriale	36
3.5	Strutture portanti	37
3.6	Coperture	37
3.7	Pannelli di tamponamento	37
3.8	Pavimentazioni esterne	37
4.	Dimensionamento degli impianti	39
4.1	Impianto di digestione anaerobica della FORSU	39
4.1.1	Architettura complessiva del processo di trattamento	39
4.1.2	Dimensionamento dell'impianto	41

4.1.3	Bilancio di massa	42
4.1.4	Bilancio di energia	43
4.1.5	Schemi a blocchi quantificati	43
4.1.6	Planimetria di dettaglio dei nuovi impianti	43
4.2	ANNULLATO	44
4.3	Sistema di depolverazione e deodorizzazione	44
4.3.1	Architettura complessiva del processo di trattamento	44
4.3.2	Schemi a blocchi quantificati	46
4.3.3	Planimetria di dettaglio dei nuovi impianti	46
	Indice tabelle	2
	Indice figure	3

1. Dati di base del progetto

Per quanto riguarda i dati di base del progetto si fa integrale riferimento all'omologo documento elaborato in fase di studio di fattibilità (doc. n. 25080-120-001, Dati di base del progetto, Rev. 4, del 26.01.2018).

In estrema sintesi i dati di dimensionamento considerati per la progettazione delle tre linee di trattamento sono:

- Digestione anaerobica della FORSU: 30'000 t/a.

Per quanto riguarda la digestione anaerobica della FORSU la quantità considerata è dettata dai volumi dei due digestori esistenti presso il depuratore, che non si intendono modificare.

2. Descrizione nuovi impianti

Si descrivono nel seguito i singoli nuovi impianti previsti nell'ambito della riconversione industriale del sito che attualmente ospita il depuratore di acque reflue ed il termovalorizzatore di rifiuti e che darà origine alla futura biopiattaforma integrata.

2.1 Digestione anaerobica della FORSU

2.1.1 Descrizione del processo

La digestione anaerobica è un processo microbiologico attuato da numerose specie batteriche, che consente di "digerire" vari tipi di rifiuti organici con produzione di biometano (eliminando pertanto la fase di combustione di biogas in processi cogenerativi), ottenendo un residuo chiamato digestato, che verrà ulteriormente trattato e valorizzato in siti di compostaggio posti in prossimità dell'impianto (a titolo esemplificativo il sito localizzato a Cologno Monzese), per ottenere un fertilizzante/ammendante.

Un processo di digestione anaerobica si può distinguere per le seguenti caratteristiche:

- Numero di fasi del processo: monostadio o bistadio;
- Regime termico del reattore: processo mesofilo (34-37 °C) o termofilo (55-60 °C);
- Tipo di miscelazione: meccanica, iniezione di gas, ricircolo, nessuna miscelazione;
- Tipologia di flusso di caricamento: continuo o discontinuo;
- Tipo di reattore: orizzontale o verticale;
- Tenore di solidi nel rifiuto caricato.

Quest'ultima caratteristica determina la prima importante classificazione dei processi di digestione anaerobica; si possono distinguere infatti i seguenti processi in base al tenore di solidi del rifiuto in ingresso:

- Processi a umido (wet): concentrazione di solidi sino al 10%;
- Processo a semi-secco (semi-dry): concentrazione di solidi compresa tra il 10 e il 20%;
- Processo a secco (dry): concentrazione di solidi superiori al 20% fino al 40%.

Dato che nell'attuale progetto si intende perseguire il recupero degli attuali digestori, già in fase di studio di fattibilità furono scartati i processi a secco e semi-secco, che richiedono una tipologia di reattore ben definita e realizzata ad hoc.

La tipologia di trattamento umida è stata pertanto ritenuta la più idonea per i seguenti aspetti favorevoli:

- Disponibilità di spazio: la volumetria e la tipologia dei reattori esistenti è compatibile con il processo di digestione;

- Ridotta necessità di acqua per controllare il tenore di secco in ingresso al reattore, a partire da FORSU priva di componente verde;
- Produzione acque reflue: i reflui prodotti possono essere trattati presso il depuratore di Sesto San Giovanni adiacente;
- Maturità impiantistica: i processi a umido per il trattamento della FORSU all'interno di digestori esistenti sono sufficientemente diffusi e quindi affidabili.

2.1.2 **Descrizione della linea di digestione anaerobica della FORSU**

L'impianto è composto da cinque sezioni descritte nei paragrafi successivi:

- ricezione e pretrattamento ad umido;
- digestione anaerobica;
- separazione solido/liquido (disidratazione) e trattamento acqua di processo;
- sistemi abbattimento odori;
- raffinazione del biogas con produzione di biometano.

Ricezione e pretrattamento ad umido

I rifiuti organici verranno scaricati dai mezzi di raccolta direttamente in una porzione dell'attuale fossa di stoccaggio rifiuti, ad essi dedicati. Una benna bivalve avrà il compito di prelevare i rifiuti organici dalla fossa ed alimentare una tramoggia di carico posta in quota. Alla base della suddetta tramoggia sarà posizionato un nastro trasportatore, che trasporterà il rifiuto all'interno del locale di pretrattamento con selezione ad umido.

L'obiettivo dei pretrattamenti e della selezione ad umido è quello di rimuovere il contenuto di materiali inorganici presenti all'interno del rifiuto (plastiche, sabbie, vetri, ossa, legni, metalli etc.) e di produrre una polpa organica pura ed omogenea, tale da ottimizzare a livello qualitativo e quantitativo la produzione di biogas e del successivo digestato, preservando contestualmente le apparecchiature e le diverse parti di impianto da possibili fenomeni di abrasione e di intasamento.

Il ciclo di sezione ad umido è composto da un sistema di preparazione della polpa (c.d. "polpatore") e da un sistema di ciclonatura, posti insieme ai serbatoi ed alle macchine accessorie all'interno di un locale dedicato, mantenuto in continua depressione. Tutte le operazioni del pulper e del sistema di ciclonatura si svolgono all'interno di macchine e di tubazioni chiuse, garantendo il mantenimento di condizioni ottimali nell'ambiente di lavoro (sulle macchine principali sono previsti punti di captazione dell'aria per mantenere le macchine in depressione).

Il rifiuto è alimentato al pulper tramite un nastro trasportatore. Il pulper sfibra e spolpa il rifiuto organico, separando ed allontanando i contaminanti inorganici presenti nel rifiuto e produ-

cendo infine una frazione pesante (metalli, vetri, ossa etc.) ed una frazione leggera (plastiche, legni, tessili etc.).

Il pulper lavora in cicli di tipo "batch":

- il rifiuto viene alimentato all'inizio del ciclo all'interno della macchina, dove è già presente acqua di processo;
- terminata la fase di alimentazione, il miscelatore posto all'interno del pulper genera una forte turbolenza, tale da favorire forze di taglio idrauliche, che sfibrano la sola componente organica presente nel rifiuto;
- al termine della fase di spolpamento, la polpa organica prodotta è estratta dal fondo, dove è collocato un vaglio, che permette il passaggio del solo materiale con diametro pari a 10 mm;
- ultimata la prima estrazione, all'interno del pulper viene pompata ulteriore acqua di processo, in maniera tale da creare un ambiente a bassa viscosità, così da favorire la sedimentazione della frazione pesante e la flottazione della frazione leggera che, dopo essere state lavate con acqua di processo e disidratate, vengono allontanate.

La frazione pesante (vetri, ossa, metalli etc.) è raccolta da una trappola posta nella parte inferiore del pulper, che ha anche la funzione di lavare la frazione raccolta con acqua di processo. La frazione pesante è poi scaricata all'interno di una coclea che la trasporta, disidratandola, ad un container dove viene temporaneamente stoccata per poi essere allontanata dall'impianto.

La frazione leggera (plastiche, verde da sfalci, tessili etc.) è rimossa per mezzo di un sistema a coclea. La frazione leggera è quindi disidratata all'interno di una pressa e smaltita.

L'acqua ricavata dalla disidratazione delle frazioni di scarto è recuperata ed inviata all'interno del pulper per il ciclo successivo.

La polpa organica grezza ottenuta è inviata al sistema di ciclonatura per un'ulteriore raffinazione. La polpa in uscita dal pulper contiene ancora del materiale inorganico fine, che passa attraverso il vaglio posto nel fondo della macchina. La rimozione di questo materiale inerte fine risulta essere cruciale per prevenire abrasioni delle pompe e degli strumenti posti a valle e anche possibili fenomeni di sedimentazione all'interno dei serbatoi.

La sospensione organica ottenuta dal pulper viene quindi inviata, tramite pompe centrifughe speciali ad alta resistenza all'usura, alle stazioni di classifica, dove viene sottoposta al trattamento di separazione degli inerti.

La polpa organica priva di inerti è quindi trasferita nel serbatoio polmone, mentre gli inerti separati sono scaricati dal fondo dopo un lavaggio per allontanare le fibre organiche.

A fronte dei quantitativi di FORSU trattati annualmente (30'000 t/a), si stimano le seguenti produzioni di sovralli:

Sovvalli	U.M.	Valore
Frazione leggera	t/a	3'346
Frazione pesante	t/a	412
Inerti	t/a	229

Tabella 1 Produzione di scarti da pre-trattamento FORSU

Digestione anaerobica

La sospensione ottenuta dalla sezione di pre-trattamento è stoccata all'interno di un serbatoio polmone. Il serbatoio polmone ha lo scopo di permettere un'alimentazione continua ai digestori anche durante il fine settimana, quando non viene prodotta sospensione organica, con l'obiettivo di ottimizzare la produzione di biogas. Il serbatoio polmone è mantenuto in costante miscelazione tramite un sistema di lance con iniezione di aria per prevenire produzione di biogas.

Due pompe monovite alimenteranno i due digestori esistenti da 2.400 m³ cadauno (V tot = 4.800 m³). Tale volumetria garantisce un tempo di residenza (HRT) all'interno dei digestori di circa 20 giorni ed un carico specifico pari a 3.6 kgSV/m³-d. I digestori sono miscelati tramite un sistema di lance, che iniettano biogas compresso da due compressori. All'interno dei digestori sono garantite condizioni di mesofilia (temperatura 35 – 38 °C) tramite uno scambiatore di calore di tipo tubo in tubo che conferisce alla sospensione il calore necessario utilizzando come vettore acqua calda.

Il calore per riscaldare la sospensione contenuta nel digestore è fornito da un circuito di acqua calda (circa 70 °C), ottenuta dal recupero dell'energia termica contenuta nei vapori di processo provenienti dal sistema di essiccamento fanghi (rif. par 2.1.4). Le attuali caldaie, utilizzate per il riscaldamento della sospensione verranno mantenute solo come riserva, nel caso in cui il circuito di acqua calda recuperata non dovesse essere disponibile.

Tutte le apparecchiature necessarie al processo di digestione (es. compressori, pompe, scambiatori di calore) saranno installate all'interno del locale tecnico posto nelle vicinanze dei digestori (Centrale Termica).

Il biogas prodotto viene inviato al sistema di purificazione, mentre il digestato è inviato tramite pompe a due centrifughe dedicate per la separazione solido/liquido.

Valori di dimensionamento	U.M.	Valore
Carico specifico	kgSV/m ³ -d	3.6
Digestori	m ³	4'800
Tempo di residenza (HRT)	g	20
Temperatura di processo	°C	35-38

Produzione specifica biogas	Nm ³ /t	120
Biogas prodotto	t/a	4'400
	MNm ³ /a	3.6
	Nm ³ /h	510

Tabella 2 Valori di dimensionamento digestori

Separazione solido liquido e trattamento acqua di processo

Il digestato in uscita dal digestore viene alimentato a due centrifughe (di cui una operativa ed una di riserva), che separeranno il digestato in due fasi: una liquida (centrato) con SS pari a 2 – 2.5% ed una solida (digestato disidratato), con SS pari al 28% circa.

Il concentrato viene filtrato per rimuovere eventuali fibre. L'acqua di risulta così ottenuta viene per la gran parte riutilizzata come acqua di processo all'interno del polpatore. Quest'acqua viene dapprima inviata ad un serbatoio di stoccaggio, in modo da garantire un accumulo sufficiente per il funzionamento del polpatore stesso.

L'acqua non necessaria ai fini del processo viene allontanata come acqua in eccesso verso il sistema di pretrattamento delle acque reflue (rif. Par. 2.2.5).

Il digestato solido viene accumulato in container e allontanato dall'impianto. La produzione stimata di digestato disidratato sarà di circa 6'680 t/a, mentre l'acqua inviata al trattamento di depurazione risulta pari a circa 18'300 m³/a.

Sistemi abbattimento odori

All'interno del locale di pretrattamento sono previsti diversi punti di captazione aria, sia localizzati (ad esempio all'altezza dello scarico dal nastro della FORSU, dello scarico dei sovralli, dai bocchelli dei serbatoi) che distribuiti all'interno del locale, tali da garantire condizioni di depressione all'interno del locale ed impedire la fuoriuscita di odori molesti. L'aria prelevata sarà trattata da un sistema di deodorizzazione basato su biofiltro (vedi par. n. 2.4). Il sistema di deodorizzazione sarà comune a quello dei locali limitrofi (fossa rifiuti ed avanfossa).

Sistema di controllo ed automazione

Tutto l'impianto è controllato da un sistema di controllo e monitoraggio che permette di supervisionare ed ottimizzare le varie fasi di processo e garantire un elevato grado di sicurezza, minimizzando la necessità di presenza di personale presso le varie macchine per la conduzione dell'impianto (vedi relativo paragrafo per maggiori dettagli).

2.1.3 Purificazione del biogas per la produzione di biometano

Il biogas prodotto non verrà trattato in sistemi termici, ma purificato e trasformato in biometano attraverso processi di upgrading.

Per l'upgrading del biogas a biometano è prevista l'installazione di un impianto basato sul processo di adsorbimento fisico dell'anidride carbonica CO₂ e dell'H₂S presente nel biogas tramite la tecnologia dei setacci molecolari o PSA (Pressure Swing Adsorption).

Il principio di upgrading usato da questa tecnologia è essenzialmente il setacciamento molecolare a pressioni elevate, che sfrutta il diverso grado di adsorbimento dei diversi gas per purificare il biometano. Per ottimizzare il consumo di energia e rendere continua la produzione di biometano, il PSA è generalmente fornito di 4, 6 o 9 unità di adsorbimento, che lavorano in ciclo, secondo le seguenti tre fasi di purificazione:

1. Adsorbimento

Il biogas pressurizzato a 4-7 bar viene introdotto in una unità di adsorbimento dove il setaccio molecolare, generalmente costituito da carbonio o zeolite, adsorbe i gas di scarico. Avendo il biometano un grado di adsorbimento inferiore agli altri gas contenuti nel biogas, la maggior parte di quest'ultimo supera il setaccio molecolare e viene convogliato oltre l'unità di adsorbimento.

2. Rigenerazione

Per mezzo di un primo abbassamento della pressione all'interno dell'unità di adsorbimento (fino al raggiungimento della pressione di equilibrio con un'unità già rigenerata), una prima parte dei gas imprigionati nel setaccio molecolare viene rilasciata. Dato il basso grado di adsorbimento del biometano, questa prima parte di gas è ancora relativamente ricca di CH₄ e viene quindi ricircolata in testa al processo di purificazione. In seguito, la pressione viene ulteriormente abbassata con una pompa del vuoto, così da rilasciare tutti i gas ancora imprigionati, che vengono definitivamente espulsi dall'impianto come off-gas.

3. Ripressurizzazione

L'unità di adsorbimento viene infine ripressurizzata, dapprima fino a pressione di equilibrio con un'unità in fase di rigenerazione e in seguito fino a pressione massima tramite l'iniezione di biogas proveniente dal compressore.

Tra i vantaggi della tecnologia di upgrading PSA troviamo sicuramente il fatto che il setacciamento molecolare elimina non solo la CO₂, ma anche una vasta gamma di altri gas e componenti organici, tra i quali N₂, O₂ e ammoniaca. Inoltre, il processo è da considerarsi flessibile dato che il suo intervallo di carico parziale spazia dall'85% al 115%.

Per il buon funzionamento del PSA occorre necessariamente prevedere alcuni accorgimenti particolari:

- per evitare la formazione di condense a valle del compressore di processo, è indispensabile un essiccamento spinto del biogas;

- per preservare la durata di vita dei setacci, è fortemente consigliabile effettuare un trattamento di rimozione dell' H_2S .

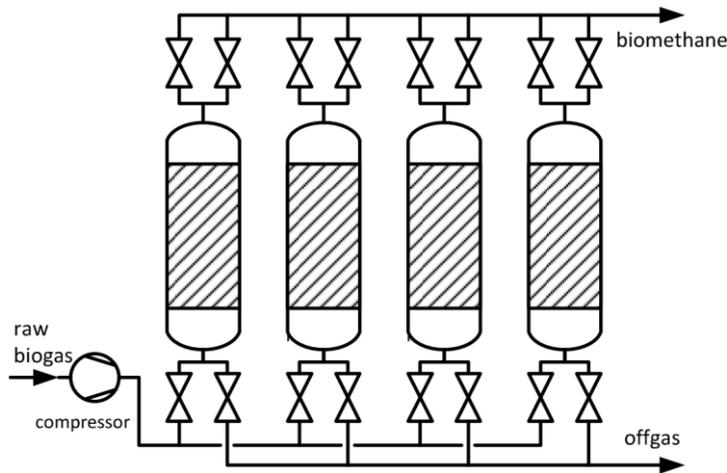


Figura 1 Schema di principio semplificato del sistema di upgrading a PSA con 4 unità di adsorbimento

L'impianto di purificazione sarà costituito da un container, che ospita tutte le apparecchiature che necessitano di stare al coperto, mentre esternamente saranno installati i setacci molecolari, il serbatoio di accumulo del biometano e tutti gli impianti ausiliari, che necessitano di essere raffreddati con l'aria (es. aerotermini, chiller).

Prima di essere inviato al sistema di purificazione, il biogas verrà sottoposto a un trattamento di pre-abbattimento dell'acido solfidrico (H_2S) contenuto nel biogas grezzo. L' H_2S contenuto nel biogas grezzo può raggiungere concentrazioni anche relativamente elevate e dell'ordine di 2'000-3'000 ppm. Rimuoverlo attraverso l'uso di filtri a carboni attivi risulterebbe antieconomico per via dell'elevato consumo di carboni attivi. Per questo motivo è stata individuata una tecnologia di abbattimento di tipo chimico-fisico, in grado di rimuovere la gran parte dell'acido solfidrico contenuto nel biogas grezzo, portando la concentrazione dello stesso fino a valori di circa 200 ppm. A questo punto il secondo e definitivo passaggio di rimozione dell' H_2S potrà essere realizzato con filtri a carboni attivi, comunque previsti a monte del sistema di purificazione a setacci molecolari.

La tecnologia individuata si basa su di una colonna di lavaggio (scrubber) del biogas, dove si procede al lavaggio del biogas con acqua e opportuni additivi chimici (es. soda caustica e molecola AD13). Una volta estratta dalla torre di lavaggio, l'acqua attraversa una vasca di ossidazione e un sedimentatore statico. Più nel dettaglio lo scrubber è composto da una colonna con un letto di corpi di riempimento, che favoriscono un intimo contatto tra il liquido di lavaggio ed il biogas, da cui viene assorbito l'acido solfidrico. Dopo che il liquido di lavaggio ha attraversato il letto di contatto, assorbendo l'acido solfidrico, questo viene inviato alla vasca di rigenerazione, nella quale subisce un'ossidazione per mezzo di aria insufflata nella vasca stessa tramite una soffiante. Nella vasca di ossidazione avviene il recupero della soda consumata nella colonna di lavaggio ed il recupero dello zolfo nella sua forma elementare.

Dalla vasca di ossidazione il liquido viene pompato al sedimentatore, affinché possa decantare e far depositare lo zolfo elementare. A questo punto la soluzione di lavaggio viene corretta con i reagenti chimici ed inviata nuovamente alla colonna di lavaggio per mezzo di una pompa di ricircolo. Dal lato del biogas, il gas in uscita dalla torre di lavaggio attraversa un separatore di gocce, che provvederà a rimuovere la maggior parte delle micro gocce di acqua, che vengono trascinate assieme al gas.

Una volta uscito dal sistema di pre-abbattimento dell'acido solfidrico il biogas viene compresso fino alla pressione di lavoro dei setacci molecolari (normalmente compresa tra 4 e 6 bar) e subisce un processo di deumidificazione piuttosto spinta, tramite una serie di scambiatori di calore, che raffreddano il biogas, al fine rimuovere per condensazione la gran parte del vapore acqueo ancora contenuto nel biogas stesso.

Le fasi di raffreddamento del biogas sono le seguenti:

- il biogas caldo in uscita dal compressore viene raffreddato attraverso un primo scambiatore a flussi incrociati per mezzo del biogas freddo e deumidificato in uscita dal chiller;
- successivamente il biogas entra in un secondo scambiatore di calore, dove viene fatta circolare acqua raffreddata con aerotermini; qui avviene il secondo step di raffreddamento del biogas con una prima parte di vapore acqueo, che condensa, si raccoglie sul fondo dello scambiatore e viene scaricato tramite uno scaricatore automatico;
- da ultimo il biogas entra in un ulteriore scambiatore di calore, dove viene fatta circolare acqua refrigerata con una macchina frigorifera (chiller); qui avviene il terzo e definitivo step di raffreddamento del biogas con la rimanente parte di vapore acqueo, che condensa, si raccoglie sul fondo dello scambiatore e viene scaricato tramite uno scaricatore automatico;

Una volta raffreddato e deumidificato il biogas viene post-riscaldato, attraversando lo scambiatore di calore a flussi incrociati posto subito dopo il compressore.

Prima di entrare nella sezione dei setacci molecolari, il biogas attraversa dei filtri a carboni attivi, dove viene rimosso tutto il contenuto residuo di H₂S, ancora presente nel biogas stesso.

Da ultimo il biogas entra nella sezione di purificazione vera e propria, dove dal flusso principale vengono rimosse la maggior parte delle molecole, che non sono metano.

In questo modo il flusso di biogas in ingresso verrà suddiviso in due flussi di gas distinti:

- un flusso di biometano, con percentuale di metano superiore al 97% e dunque idoneo per la successiva immissione nella rete di distribuzione del gas;
- un flusso di gas di scarto (off-gas), povero di metano e ricco dei tanti elementi estranei di cui è composto il biogas (essenzialmente CO₂); il flusso di off-gas viene rilasciato in atmosfera per mezzo di un piccolo camino, localizzato nelle immediate vicinanze del sistema di purificazione.

Nella tabella sottostante si riportano i dati salienti relativi ai flussi di gas in ingresso e in uscita al futuro sistema di purificazione.

Produzione di biometano	U.M.	Valore
Biogas grezzo prodotto	Nm ³ /h	510
Biogas essiccato	Nm ³ /h	390
Upgrading biometano	Nm ³ /h	242
% metano	%	>97
Offgas	Nm ³ /h	148

Tabella 3 Valori stimati di produzione di biometano e off-gas.

2.1.4 Utilizzo del biometano

Una parte del biometano prodotto verrà immesso nella rete di distribuzione locale, mentre la rimanente parte verrà compressa ed utilizzata per il rifornimento degli automezzi di servizio CAP, la cui alimentazione verrà progressivamente convertita a metano, al fine di abbattere le emissioni di CO₂ di origine fossile prodotte dagli automezzi alimentati con combustibili tradizionali.

Per fare questo il biometano prodotto dovrà subire un processo di odorizzazione, che è passaggio necessario prima di poter avviare il gas al successivo utilizzo. L'odorizzazione si rende necessaria, perché il metano è un gas inodore ed incolore e quindi, se non opportunamente odorizzato, gli utilizzatori non avrebbero la possibilità di accorgersi di eventuali fughe del suddetto gas.

2.1.4.1 Immissione in rete

A valle del processo di odorizzazione la parte di biometano che verrà immesso in rete, verrà avviato verso la cabina di Regolazione e Misura (di seguito RE.MI) e qui subirà i seguenti processi:

- una riduzione di pressione (se necessaria) per essere immesso nella rete, a pressione di poco superiore a quella della rete stessa;
- un'analisi di qualità, effettuata dal gestore della rete, a garanzia che il biometano immesso in rete rispetti tutti i parametri qualitativi previsti;
- la misura fiscale di portata tramite un opportuno contatore, a cui si farà riferimento per la remunerazione economica del biometano immesso in rete;
- la regolazione di portata vera e propria, che sarà controllata dal gestore della rete di distribuzione del metano, sulla base delle effettive richieste di gas da parte degli utilizzatori.

Per l'immissione del biometano prodotto nelle tubazioni di distribuzione, durante la fase di progettazione preliminare, sono state contattate due società:

- SNAM, che è il gestore nazionale della rete di trasporto del metano a media e alta pressione;
- Unareti, che è il gestore locale della rete di distribuzione del metano nell'area della città di Milano.

Ad entrambe le suddette società è stato richiesto un preventivo per il collegamento alle rispettive reti di trasporto e distribuzione. Le risposte ottenute sono state molto diverse:

- SNAM ha proposto un collegamento ad un proprio metanodotto a media pressione, esercito ad una pressione massima di 12 bar, distante circa 1.5 km dal futuro impianto di produzione di biometano;
- Unareti ha proposto un collegamento alla propria rete di distribuzione, esercita alla pressione di 1,5 bar, che passa nelle immediate vicinanze degli attuali impianti (depuratore e termovalorizzatore), che costituiranno la futura biopiattoforma integrata.

Le caratteristiche delle due ipotesi di collegamento sopra elencate sono molto diverse tra loro e le rispettive caratteristiche vengono sinteticamente illustrate qui di seguito.

SNAM è l'unica delle due società in grado di garantire la certezza del ritiro di tutto il biometano, prodotto dal futuro impianto di digestione anaerobica della FORSU. Per contro la distanza tra il punto di produzione del biometano e il punto ipotizzato come futuro collegamento alla sua rete di metanodotti è molto elevata (circa 1.5 km) e il futuro collegamento dovrebbe attraversare un'area fortemente urbanizzata come quella dell'hinterland milanese. Per questo motivo è stato stimato un costo di collegamento di circa 1'000 EURO/m, che per la lunghezza ipotizzata porterebbe ad un costo di collegamento pari a circa 1'500'000 EURO.

Unareti gestisce la rete di distribuzione di metano della città di Milano e del suo hinterland, che comprende anche il Comune di Sesto S.G. La suddetta rete di distribuzione ha uno sviluppo estremamente capillare, dovendo servire tutte le utenze residenziali e industriali presenti nella zona di competenza (città di Milano ed hinterland), e quindi non si pone il problema della distanza di collegamento, che anzi sarà molto breve, dato che esiste già una "antenna", che dalla rete di distribuzione Unareti serve l'attuale termovalorizzatore di CORE. La rete di condotte del gas gestita da Unareti è esercita a bassa pressione (circa 1.5 bar) e questo rende superfluo un'ulteriore compressione del gas, a valle del sistema di purificazione. Quello che però Unareti non riesce a garantire è la certezza del ritiro, ovvero Unareti potrà ritirare il biometano prodotto dal futuro impianto di digestione della FORSU, solo se dalla sua rete ci saranno degli adeguati prelievi di gas. Unareti stessa, durante i contatti informali tenuti in occasione della definizione del collegamento alla propria rete, ha precisato che esistono dei periodi di tempo statisticamente ben definibili, dove prevedibilmente non riuscirà a garantire il pieno ritiro del biometano; questi periodi di mancato ritiro saranno presumibilmente la notte oppure i lunghi ponti festivi ed i tradizionali giorni di vacanze estive (es. settimane centrali di agosto).

Quest'ultimo aspetto non costituisce motivo di preoccupazione per il Committente, perché, in parallelo con l'immissione di biometano in rete, è comunque prevista la realizzazione di una stazione di rifornimento di autoveicoli con il biometano prodotto dal futuro impianto. Il sistema sarà descritto più nel dettaglio nel paragrafo successivo.

Come ultimo passaggio il biometano transiterà attraverso la cabina di regolazione e misura (nel seguito cabina RE.MI.), che sarà collocata sul confine di proprietà e nelle vicinanze dell'attuale ingresso del depuratore. In questo modo la cabina RE.MI. sarà accessibile sia dal lato dell'impianto (internamente all'area di proprietà), che dal lato strada (esternamente all'area di proprietà). Nella cabina RE.MI. saranno installate tutte quelle apparecchiature e dispositivi, che sono necessari al gestore della rete per effettuare l'analisi della qualità del biometano immesso in rete e per regolarne il flusso, in funzione delle condizioni di esercizio della rete stessa.

In generale l'opzione di immissione in rete verrà meglio definita in sede di progettazione definitiva, una volta che gli oneri di allaccio alla rete saranno formalizzati.

2.1.4.2 Stazione di rifornimento per autoveicoli

Il Committente prevede di realizzare una stazione di rifornimento dei propri automezzi con il biometano prodotto dal futuro impianto di digestione della FORSU. La costruzione di questa stazione di rifornimento rientra in una più generale strategia del gruppo CAP di convertire tutti i propri mezzi all'alimentazione a metano.

Nel caso in questione il sistema di rifornimento sarà essenzialmente composto dai seguenti componenti:

- un compressore ad alta pressione (220-250 bar)
- un accumulo ad alta pressione del gas compresso;
- un sistema di erogazione, che garantirà il riempimento dei serbatoi di metano compresso (Compressed Natural Gas, di seguito CNG) con il biometano compresso e disponibile nel sistema di accumulo ad alta pressione.

I suddetti sistemi saranno installati in corrispondenza degli attuali edifici magazzini e sala controllo del depuratore. Il distributore vero e proprio di biometano verrà collocato in prossimità dell'attuale ingresso carrabile del depuratore, in modo da facilitare le operazioni di ingresso e uscita degli automezzi, che accedono eventualmente all'impianto solo per fare rifornimento di biometano.

Il compressore ad alta pressione sarà di tipo alternativo a più stadi. Il compressore sarà in grado di comprimere il biometano fino ad una pressione elevata e compresa tra i 220 ed i 250 bar. Questa macchina sarà installata in corrispondenza dell'attuale fabbricato che ospita il magazzino del depuratore. La macchina sarà fornita in configurazione package ed avrà degli opportuni aerotermini di raffreddamento, che saranno installati sul tetto dell'edificio e

smaltiranno sia il calore generato dalla compressione del gas che il calore generato dal funzionamento del compressore stesso.

Una volta compresso il biometano verrà immagazzinato in un sistema di accumulo ad alta pressione, costituito da una serie di pacchi bombole collegati in parallelo e installati in un apposito locale, costruito fuori terra e dotato di opportune caratteristiche di resistenza, tali da renderlo idoneo ad un livello di sicurezza di primo grado in accordo al D.M. 3 febbraio 2016 (muri perimetrali in c.a. spessi almeno 15 cm, copertura in calcestruzzo in c.a.). All'interno di questo locale verranno realizzati quattro box di accumulo, aventi la massima capacità di stoccaggio consentita dal suddetto D.M. e pari a 3'000 m³.

In base a quanto sopra si realizzerà un sistema di accumulo ad alta pressione, avente una capacità di accumulo complessiva pari a 12'000 m³, che equivale a due giorni di produzione di biometano dell'impianto di digestione della FORSU. In questo modo si ritiene, che con un volume di accumulo pari a due di giorni di esercizio dell'impianto, si potrà far fronte in maniera adeguata anche ai momenti in cui il distributore di gas (Unareti) non potrà ritirare il biogas prodotto.

Il distributore di biometano sarà essenzialmente composto da un dispositivo erogatore (c.d. "dispenser"), che sarà dotato di due manichette di collegamento, al fine di rendere possibile il rifornimento contemporaneo di due automezzi. Dal punto di vista operativo, avendo a disposizione un volume di accumulo ad alta pressione così elevato, il riempimento dei serbatoi di metano dei singoli automezzi avverrà in tempi relativamente rapidi. Nelle successive fasi di progettazione si potrà eventualmente valutare, se installare anche un ulteriore piccolo compressore, c.d. "booster", per accelerare ulteriormente per le operazioni di riempimento del serbatoio degli automezzi, soprattutto durante la fase terminale dell'operazione, ovvero quando la pressione finale del serbatoio del veicolo (200 bar) inizia ad avvicinarsi alla pressione dello stoccaggio (220-250 bar). In queste condizioni, per via della minore differenza di pressione tra stoccaggio e serbatoio, il deflusso del biometano avverrà più lentamente rispetto alle prime fasi di riempimento del serbatoio, dove la differenza di pressione sarà maggiore.

A servizio del distributore verrà inoltre realizzata una pensilina e la necessaria viabilità di accesso, che collegherà il distributore stesso, sia all'ingresso principale del futuro impianto (attuale ingresso del termovalorizzatore), che all'ingresso secondario (attuale ingresso del depuratore).

2.1.5 Trattamento delle acque reflue dalla disidratazione del digestato (OPZIONALE)

Come abbiamo già visto, la maggior parte dell'acqua di risulta proveniente dalla disidratazione del digestato viene ricircolata nel polpatore, al fine di produrre nuova polpa organica, da avviare al processo di digestione anaerobica.

Una parte di quest'acqua dovrà comunque essere scaricata e avviata al trattamento di depurazione. Prima di raggiungere il depuratore quest'acqua dovrà subire un pretrattamento, che

avrà principalmente lo scopo di ridurre il carico di azoto ammoniacale derivante dalla centrifugazione del digestato.

La caratterizzazione del refluo proveniente da questo processo è stata fatta prendendo come riferimento alcuni impianti in esercizio con un processo di digestione simile a quello proposto, ed una miscela di FORSU paragonabile. La seguente tabella riepiloga i dati di partenza adottati:

Parametro	U.M.	Valore
Quantità FORSU in ingresso	t/a	30'000
Scarti a valle del pretrattamento FORSU	t/a	3'986
Quantità FORSU netta trattata	t/a	26'014
Contenuto medio di sostanza secca	%	28
Contenuto percentuale di azoto su sostanza secca	%	3.0
Contenuto medio di sostanza organica (SO/ST)	%	85
Digestato disidratato	t/a	6'680
Contenuto medio di sostanza secca del digestato	%	28
Reflui liquidi inviati al depuratore	t/a	18'552

Tabella 4 Parametri di valutazione per il carico di azoto da digestione anaerobica

Con le ipotesi di cui sopra si otterrebbe un carico di azoto contenuto nelle acque di risulta, provenienti dalla disidratazione del digestato, pari a circa 360 kg/d

In realtà, per effetto della contestuale eliminazione della digestione anaerobica dei fanghi, sulla base delle esperienze TBF per impianti di depurazione di capacità analoga a quella di Sesto S.G., per l'attuale carico trattato (circa 100'000 AE, in base alle ultime indicazioni di esercizio fornite da CAP) è possibile stimare una corrispondente riduzione del carico di azoto non inferiore a circa 120 kg/d.

L'incremento tra il nuovo carico di azoto in ingresso (360 kg/d, derivanti dalla digestione della FORSU) e il carico esistente che scompare (120 kg/d, derivanti dalla digestione dei fanghi) ammonta a circa 240 kg/d, trattabile dall'impianto di depurazione esistente.

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche dei reflui provenienti dalla disidratazione della FORSU.

Parametro	Unità	Valore	Note
Temperatura	°C	30	Caso peggiore (inverno). $\Delta T = 7-8$ °C (mesofilia)
Portata giornaliera	m ³ /d	56	
Materia secca	mg/l	13'000	Necessità di rimozione solidi sospesi
	kg/d	728	
COD totale	mg/l	6'000	

	kg/d	336	
COD disciolto	mg/l	4'000	
	kg/d	224	
N-NH ₄	mg/l	6'430	
	kg/d	360	
N _{TOT}	mg/l	9'375	
	kg/d	525	

Tabella 5 Caratteristiche attese acque reflue da gestione FORSU

Per maggiore prudenza rispetto alla disponibilità di capacità residua, è stata comunque ipotizzata l'installazione di una tipologia di pretrattamento dei reflui opzionale demandando alla fase di progettazione ulteriori approfondimenti da parte della committente. In questa sede abbiamo dunque fatto riferimento ad un sistema di pretrattamento, che prevede la realizzazione di un reattore con processo di tipo Anammox.

Di seguito si riporta una breve descrizione del processo di pretrattamento ipotizzato per le acque di risulta provenienti dalla disidratazione del digestato:

- il sistema di pre-abbattimento è stato dimensionato tenendo come fattore limitante lo spazio effettivamente disponibile presso il depuratore di Sesto S.G. risultando pertanto non completamente sufficiente ad abbattere l'intero carico di azoto ammoniacale;
- tenuto conto dell'elevato contenuto di solidi sospesi, tutte le acque di risulta subiranno un primo processo di rimozione dei solidi sospesi tramite un flottatore ad aria disciolta, opportunamente dimensionato, dove i solidi sospesi verranno rimossi con l'aiuto di un flocculante e di un precipitante;
- successivamente una parte delle acque di risulta verrà ricircolata direttamente in testa all'impianto di depurazione, mentre la restante parte verrà sottoposta a pre-trattamento, previa diluizione (in rapporto 1 a 1 con acqua di diluizione, prelevata a valle della decantazione finale o della disinfezione); tutto questo sarà possibile per mezzo di un volume tampone, costituito da una vasca di circa 150 m³, suddivisa in due parti uguali a servizio dei flussi sopra individuati;
- dopo il processo di diluizione, la quota parte di acque di risulta destinate al pretrattamento entra nella vasca, dove avviene la deammonificazione vera e propria, tramite processo di tipo Anammox; dato che le reazioni sono particolarmente sensibili alle basse temperature delle acque in ingresso (<25 °C), sarà previsto uno scambiatore di calore per il preriscaldamento dell'acqua in ingresso al processo Anammox; analogamente a quanto già previsto per il mantenimento in temperatura dei digestori, anche in questo caso il calore necessario al pre-riscaldamento di quest'acqua sarà prelevato dal circuito di recupero del calore di condensazione dei vapori derivanti dal processo di pre-essiccamento dei fanghi.

Di seguito si riportano le tabelle riepilogative dei principali dati di dimensionamento del sistema di pre-trattamento.

Dimensionamento flottazione

- Capacità: 5 m³/h (macchinario più piccolo)
- Ingombro: 4.5 m² (L: 3 m; b: 1.5 m)
- Resa su TS e COD particellare: 90%

Dimensionamento volume tampone

- Capacità di stoccaggio: 2 d
- Volume risultante: 148 m³ → **150 m³**
- Geometria:
 - h utile: 3 m (+ 1 m franco bordo)
 - A: 50 m² (L: 10 m, b: 5 m)

Ipotesi di ripartizione dei reflui provenienti dalla disidratazione digestato FORSU

Parametro	Unità	Valore	Note
Portata totale	m ³ /d	56	
Portata non trattata	m ³ /d	38	
Portata trattata	m ³ /d	18	Ipotesi di trattamento: 1/3 della portata totale

Tabella 6 Dati dimensionamento – Ipotesi di ripartizione delle acque di risulta proveniente dalla disidratazione del digestato FORSU

Caratteristiche dell'acqua di diluizione

Parametro	Unità	Valore	Note
Temperatura	°C	15	Caso peggiore (inverno, condizioni tipo)
Portata giornaliera	m ³ /d	18	Ipotesi diluizione 1:1
Materia secca	mg/l	15	
COD totale	mg/l	30	
N-NH ₄	mg/l	5	
N _{TOT}	mg/l	10	

Tabella 7 Dati dimensionamento – Acque di diluizione (prese a valle della decantazione finale o della disinfezione)

Caratteristiche dell'acqua da trattare

Parametro	Unità	Valore	Note
Portata giornaliera	m ³ /d	36	
Temperatura	°C	22.5	Caso peggiore (inverno). Riscaldamento necessario.
Materia secca	mg/l	1'100	
	kg/d	40	Con ipotesi di resa DAF: 83.5%
COD totale	mg/l	2'200	
	kg/d	81	Con ipotesi di resa DAF su COD particolato: 71.5%
COD disciolto	mg/l	2'000	
	kg/d	75	
N-NH ₄	mg/l	3'330	
	kg/d	120	
N _{TOT}	mg/l	4'688	
	kg/d	175	

Tabella 8 Dati dimensionamento – Acque in ingresso al processo Anammox

Nel seguito si riporta invece un sintetico pre-dimensionamento della parte di trattamento Anammox.

Dimensionamento bacino Anammox

- Resa di abbattimento ammonio: 0.5 kg_N/m³/d
- Volume risultante: 240 m³ → **300 m³** (→ 0.4 kg_N/m³/d)
- Geometria:
 - h utile: 5.5 m (+ 1 m franco bordo)
 - A: 55 m² → Ø: 8.5 m

Dimensionamento edificio tecnico

- Geometria: A: 54 m² (L: 9 m, b: 6 m)

Nella figura sottostante si riporta invece un'ipotesi di lay-out di massima del sistema di pre-trattamento, che sarà collocato in prossimità dei trattamenti finali (disinfezione).

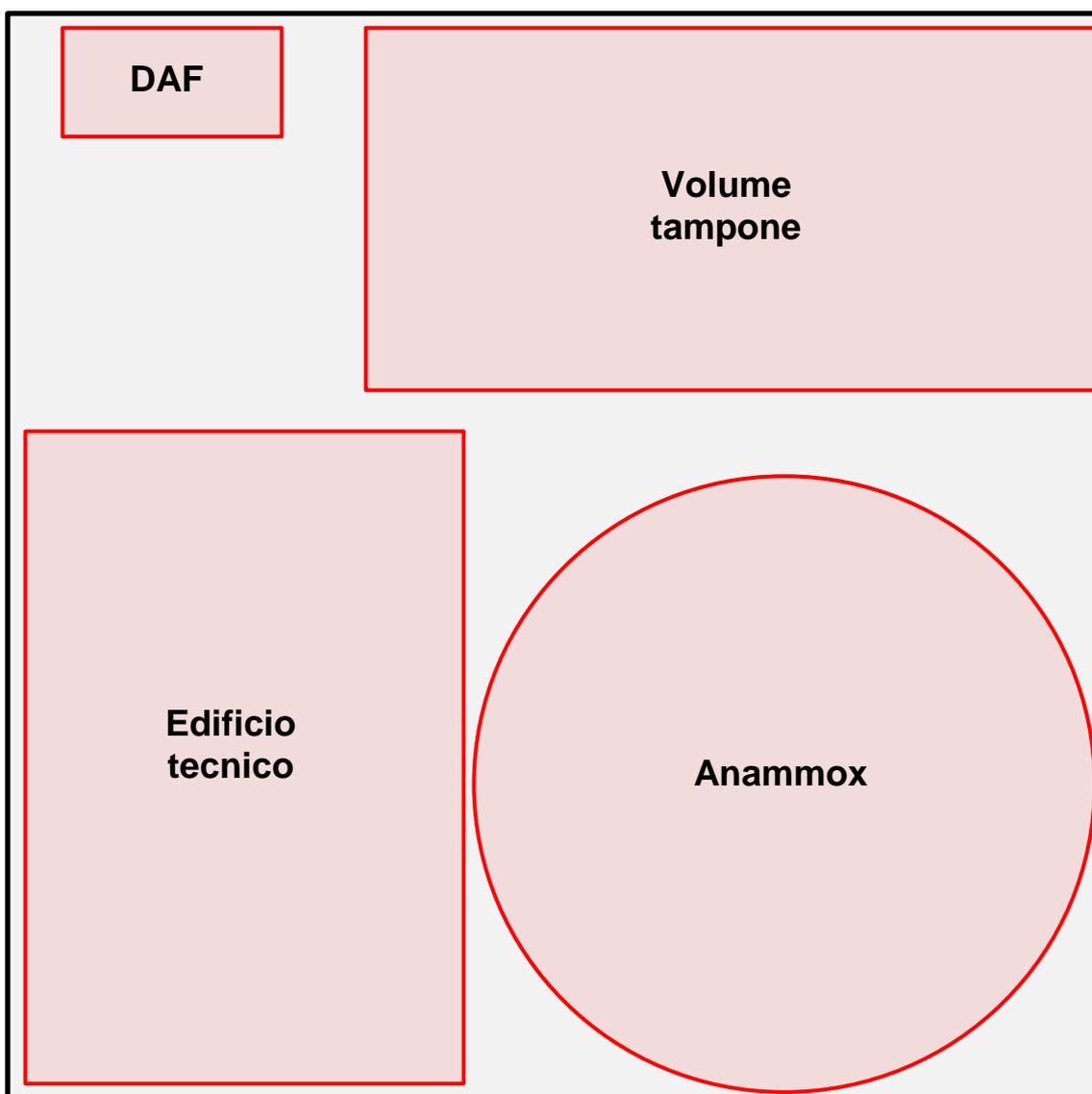


Figura 2 Ipotesi di disposizione delle apparecchiature costituenti il sistema di pretrattamento

Le caratteristiche del refluo a valle del pre-trattamento risultano pertanto ridotte delle percentuali di abbattimento esposte. Si determinano di conseguenza i carichi in uscita dal pretrattamento.

Carichi	U.M.	Prima del trattamento	Post-trattamento
Portata	m ³ /a	13'140	13'140
	m ³ /g	36	36
TS	kg/d	40	40
COD	kg/d	81	81
NH ₄ -N*	kg/d	120	24

*resa stimata di abbattimento pari a 80%

Tabella 9 Riduzione dei carichi dopo pretrattamento dei reflui

In base ai calcoli esposti in precedenza, il carico di azoto ammoniacale in ingresso all'impianto viene complessivamente ridotto dai 360 kg/d iniziali ai 268 kg/d (240 kg/d, derivanti dal flusso non trattato, + 28 kg/d, derivanti dal flusso sottoposto ad Anammox).

In termini di abitanti equivalenti, assumendo come carico specifico per AE dell'azoto ammoniacale un valore pari a 12 g/AE d (standard Bonomo), il calcolo da fare sarebbe il seguente: $268 \cdot 1000 / 12 = 22'300$ AE.

Analogamente, il carico di azoto ammoniacale influente alla linea acque del depuratore in assenza di pretrattamenti corrisponderebbe a 30'000 AE.

Inoltre il flusso dei surnatanti della linea fanghi attuale, stimato in 120 kgN/d (e che verrà eliminato nella futura configurazione), corrisponde a 10'000 AE.

Con particolare riferimento agli AE si riepiloga nella tabella sottostante la situazione del depuratore di Sesto S.G. in termini di dimensionamento ed effettivo utilizzo, come da comunicazioni CAP:

Descrizione	U.M.	Valore
Capacità di trattamento (valore di dimensionamento)	AE	138'488
Carico agglomerato attuale	AE	97'953
Capacità residua attuale	AE	40'535
Carico surnatanti linea fanghi attuale	AE	10'000
Capacità residua senza surnatanti linea fanghi	AE	50'535

Tabella 10 Riepilogo della capacità di trattamento del depuratore di Sesto S.G. in termini di AE

Come si vede dalla tabella di cui sopra il maggior carico generato dalla digestione anaerobica della FORSU (30'000 AE) risulterebbe trattabile dalla capacità residua dell'impianto, anche senza la necessità di un pretrattamento dedicato alle acque di risulta provenienti dalla disidratazione del digestato.

Qualora però in futuro dovesse nascere l'esigenza di ulteriori potenziamenti del depuratore di Sesto S.G., una delle possibili strade da percorrere potrebbe essere quella descritta nel presente paragrafo.

2.2 Sistema di depolverazione e deodorizzazione

Attualmente sia il fabbricato forni che la fossa rifiuti sono mantenuti in depressione dell'aria di combustione delle attuali linee di trattamento rifiuti, la quale viene aspirata in parte direttamente dalla fossa rifiuti (aria primaria) e in parte dal fabbricato forni (aria secondaria).

A seguito della riconversione industriale dell'attuale termovalorizzatore di Sesto S.G. la portata di aria calerà drasticamente rispetto alla situazione esistente e dunque si rende necessaria l'installazione di un sistema di aspirazione, depolverazione e deodorizzazione, che sia in grado di:

- mantenere in depressione tutti gli edifici, in cui ci sia la presenza di sostanze odorigene, evitando la propagazione di queste ultime verso l'esterno in maniera incontrollata;
- captare in maniera localizzata tutte le sorgenti di particolato, che, se non immediatamente aspirato, potrebbe propagarsi all'interno dei locali/fabbricati;
- depolverare l'aria aspirata e carica di particolato, prima di sottoporre quest'aria a ulteriori trattamenti (es. deodorizzazione);
- abbattere il contenuto di sostanze odorigene eventualmente presenti nell'aria aspirata dai suddetti edifici, prima del rilascio in atmosfera della suddetta aria.

Per quest'ultimo trattamento (deodorizzazione) verranno utilizzati due sistemi distinti ed in particolare:

- scrubber a doppio stadio per la deodorizzazione del fabbricato forni;
- biofiltri per la deodorizzazione dei restanti locali.

Scrubber a doppio stadio

Come visto nei paragrafi precedenti l'attuale fabbricato forni ospiterà la nuova linea di valorizzazione termica dei fanghi.

Data l'elevata possibilità che possano sprigionarsi dei cattivi odori il Fabbricato Forni verrà costantemente mantenuto in depressione attraverso un sistema meccanico di aspirazione di aria.

L'aria aspirata, sia in maniera localizzata (es. in corrispondenza di determinate macchine) che in maniera distribuita, verrà trattata, al fine di abbattere il contenuto di polveri raccolte dall'aria stessa e ridurre il suo contenuto odorigeno prima del suo definitivo rilascio nell'atmosfera. Per questa specifica applicazione si intende trattare l'aria aspirata attraverso l'utilizzo di opportuni:

- filtri a maniche, per la depolverazione;
- scrubber a doppio stadio, per la deodorizzazione.

I filtri a maniche utilizzati per la depolverazione dell'aria aspirata sono in tutto e per tutto analoghi a quelli utilizzati per il trattamento dei fumi dell'impianto di valorizzazione termica dei fanghi. In questo caso però, dovendo fare una semplice depolverazione, le velocità di filtrazione dell'aria attraverso le maniche potranno essere più elevate rispetto a quelle dei fumi e dunque l'apparecchiatura risulterà essere più compatta. Diversamente dall'impianto di trattamento dei fumi, il servizio di depolverazione non è critico e dunque non c'è bisogno che il

filtro sia suddiviso in sezioni esercibili in maniera indipendente. Anche la grammatura delle maniche impiegato risulterà essere più leggera, perché in questo caso il tessuto filtrante dovrà fermare essenzialmente del particolato con granulometria relativamente grande.

La polvere filtrata dalle maniche viene scaricata sul fondo delle tramogge del filtro per mezzo di un sistema di pulizia ad aria compressa, che periodicamente scuote le maniche, facendo precipitare in basso tutto il particolare, che si fermato sulla superficie della manica stessa. Questa polvere viene poi estratta dal fondo della tramoggia con delle rotocelle e scaricata dentro dei big-bags, in attesa di essere inviata a smaltimento definitivo.

A valle del filtro a maniche sarà installato il ventilatore di aspirazione, che avrà il compito di aspirare tutta la portata d'aria richiesta, mantenendo in depressione il filtro, per evitare la fuoriuscita accidentale del particolato aspirato.

Sia il filtro a maniche che il ventilatore di aspirazione saranno installati a quota +0.00.

Il ventilatore scaricherà l'aria aspirata all'interno di una condotta, che provvederà a convogliare quest'aria verso la copertura della fossa rifiuti, portandola verso il successivo trattamento di deodorizzazione, realizzato per mezzo di due scrubber, che potranno funzionare in parallelo oppure uno di riserva all'altro, a seconda dell'effettivo assetto di funzionamento dei diversi impianti.

Gli scrubber sono torri di lavaggio in cui l'aria aspirata dai locali di cui sopra viene sottoposta ad un primo lavaggio acido e successivamente ad un lavaggio basico. In questo modo vengono rimossi, attraverso specifici reagenti chimici, tutti quei componenti (es. H_2S , mercaptani, ecc.) che sono all'origine di odori molesti tipici di questo genere di applicazioni.

Corrispondentemente alla riduzione delle concentrazioni dei suddetti componenti chimici, si ottiene un effetto di riduzione degli odori associati ai composti inquinanti. Gli scrubber dovranno garantire un livello odorigeno dell'aria aspirata dai locali di processo, deodorizzata e rilasciata in atmosfera, come minimo non superiore alle 300 O_{Ue}/m³, che è il limite autorizzativo fissato dalla Regione Lombardia (DGR n. 12764 del 16/04/2003) e in ogni caso tale non essere percepito in fase di diffusione in ambiente della suddetta aria deodorizzata.

È prevista l'installazione di due scrubber, ognuno dei quali sarà in grado di trattare la metà della portata d'aria totale da deodorizzare.

Gli scrubber sopra descritti verranno installati sulla copertura dell'attuale Fossa Rifiuti.

L'aria esausta dell'edificio di trattamento termico e dal nuovo capannone ribassato viene alimentata ad una coppia di scrubber; questi sono dimensionati su una portata media di aria aspirata, pari a circa 50'000 Nm³/h per ognuno. Inoltre, considerato che parte dell'aria dei forni viene prelevata dall'edificio corrispondente, riducendo la portata complessiva di aria da deodorizzare, sarà possibile diminuire la portata inviata agli scrubber, a seconda delle effettive necessità, agendo sulla velocità di rotazione dei ventilatori

Biofiltro

Tutti i seguenti locali:

- avanfosse;
- fosse rifiuti;
- pretrattamenti FORSU;
- locale essiccatore fanghi;

verranno mantenuti in depressione attraverso uno o più sistemi dedicati di aspirazione dell'aria, al fine di evitare la possibile propagazione incontrollata verso l'esterno di cattivi odori.

Oltre all'aria proveniente dai locali sopra elencati sarà inviata al biofiltro anche l'aria esausta aspirata dal sistema di essiccazione dei fanghi a valle della condensazione dei vapori in essa contenuti.

L'aria aspirata verrà trattata, al fine di ridurre il contenuto odorigeno prima del suo definitivo rilascio nell'atmosfera. Per questa specifica applicazione si intende trattare l'aria aspirata attraverso l'utilizzo di biofiltri.

I biofiltri sono costituiti da una struttura di contenimento modulare realizzata in lega di alluminio e magnesio o in acciaio inox o in materiale plastico (es. polipropilene), all'interno della quale si trova il materiale di riempimento. Il fondo della struttura è costituito da una griglia, anch'essa in materiale inossidabile e anticorrosivo, sulla quale poggia il materiale filtrante. Tale superficie è realizzata in modo tale da permettere un'omogenea distribuzione dell'aria su tutto il volume filtrante. Il biofiltro esplica un'azione di rimozione degli odori tramite un processo di adsorbimento e assorbimento delle sostanze inquinanti. In esso si innesca un processo di degradazione biologica per mezzo di ceppi batterici, che agiscono sull'interfaccia liquida dell'acqua che lambisce la superficie del materiale di riempimento del biofiltro. La biofiltrazione si adatta bene al trattamento di grandi portate con limitate concentrazioni di inquinanti, come nel caso delle arie esauste aspirate negli edifici in questione.

A monte dei biofiltri vi è un sistema di umidificazione costituito da una camera nella quale le arie esauste sono sottoposte a lavaggio mediante spruzzi d'acqua, portando l'umidità relativa dell'aria attorno al 80% e garantendo in tal modo condizioni ottimali per la crescita dei ceppi batterici.

L'umidità dei biofiltri può essere mantenuta anche tramite irrorazione di acqua sul letto filtrante da un'apposita batteria di tubazioni munite di sistema di distribuzione mediante sprinkler.

Anche i biofiltri, la cui installazione è prevista al di sopra degli edifici avanfossa di nuova realizzazione, dovranno garantire un livello odorigeno dell'aria aspirata dai locali di processo, deodorizzata e rilasciata in atmosfera, non superiore alle 300 OUE/m³, che è il limite autorizzativo fissato dalla Regione Lombardia (DGR n. 12764 del 16/04/2003), ed in ogni caso tale

non essere percepito in fase di diffusione in ambiente della suddetta aria deodorizzata.

Predimensionamento del sistema di deodorizzazione

Di seguito vengono riportati i dati impiegati per un primo dimensionamento grossolano del sistema di trattamento e deodorizzazione dell'aria esausta dell'impianto. I principali volumi che sono stati individuati per il calcolo sono: edificio trattamento termico, nuovo capannone ribassato, fosse, avanfosse, piano tramogge e edificio trattamento FORSU.

Zona impianto	Volume d'aria da trattare (m3)	Ricambi orari (n/h)	Portata aspirata (m3/h)
Edificio trattamento termico	38'025	2	76'050
Fossa lato destro	3'108	3	9'324
Avanfossa lato destro	6'600	2	13'200
Locale essiccatore	1'728	2	3'456
Aria da sistema essiccazione	-	-	10'000
Fossa lato sinistro	2'694	5	13'468
Avanfossa lato sinistro	5'720	4	22'880
Edificio trattamenti FORSU	3'075	4	12'298
Piano tramogge	862	5	4'312

Tabella 11 Portate d'aria per il dimensionamento del sistema di deodorizzazione

È stato previsto che l'aria da trattare appartenente a:

- fossa rifiuti, lato destro;
- avanfossa, lato destro;
- locale essiccatore fanghi;
- aria di processo del sistema di essiccamento;
- edificio per i trattamenti della FORSU;

sia trattata da un biofiltro, posto sulla copertura della rispettiva avanfossa.

La superficie massima occupabile dal "letto" del biofiltro è pari all'incirca all'80% della copertura, considerando che occorre avere anche sufficiente spazio per il posizionamento dei relativi impianti (es. ventilatore, condotte, impianto di umidificazione).

In tabella 12 vengono riportati i principali parametri caratteristici del biofiltro: con i valori ipotizzati per il carico superficiale e l'altezza del letto filtrante, si ottiene un tempo di contatto di

58 secondi; valore soddisfacente per conseguire una buona efficienza di rimozione degli inquinanti.

Dato di interesse	Valore	U.M.
Portata d'aria al biofiltro	48'278	m3/h
Carico superficiale	100	m3/(m2*h)
Superficie per biofiltro	483	m2
Superficie tetto avanfossa	600	m2
Superficie disponibile per impianti	117	m2
Superficie min. disponibile per impianti	117	m2
Altezza biofiltro	1,6	m
Tempo di contatto	58	sec

Tabella 12 Ipotesi biofiltro posto su copertura avanfossa lato destro

Per quanto riguarda la deodorizzazione dell'aria aspirata da:

- fossa rifiuti, lato sinistro;
- avanfossa, lato sinistro;
- piano tramogge;

è stata prevista l'installazione di un biofiltro sulla copertura della rispettiva avanfossa.

In tabella 13 si riportano le principali ipotesi di dimensionamento del letto filtrante, a seguito delle quali, analogamente al caso precedente, si ottiene un tempo di contatto di 58 secondi.

Dato di interesse	Valore	U.M.
Portata d'aria al biofiltro	40'660	m3/h
Carico superficiale	100	m3/(m2*h)
Superficie per biofiltro	407	m2
Superficie tetto avanfossa	520	m2
Superficie disponibile per impianti	113	m2
Superficie min. disponibile per impianti	104	m2
Altezza biofiltro	1,6	m
Tempo di contatto	58	sec

Tabella 13 Ipotesi per biofiltro posto sulla copertura tetto dell'avanfossa lato sinistro

2.3 Adeguamento fossa rifiuti

2.3.1 Carriponte

Al momento l'impianto esistente dispone di due carriponte con benna a polipo, di cui uno normalmente in esercizio ed il secondo di riserva al primo. L'attuale impianto di movimentazione dei rifiuti ha una capacità adeguata, per alimentare le tre linee esistenti con uno solo dei due carriponte disponibili.

In base al futuro assetto impiantistico proposto, all'interno dell'attuale involucro impiantistico, ci sarà la contemporanea presenza di due linee di trattamento molto diverse tra loro:

- una linea di valorizzazione termica dei fanghi, in funzione 24 ore su 24;
- una linea di digestione della FORSU, la cui sezione di digestione sarà operativa 24 ore su 24, ma la cui sezione di alimentazione e pretrattamento potrà funzionare in maniera discontinua (tipicamente durante i periodi giornalieri di consegna).

In base alla sintetica situazione sopra descritta, nasce l'esigenza di specializzare il servizio degli attuali carriponte, incrementandone anche il numero, al fine di garantire la necessaria continuità di servizio per tutte le linee di trattamento e le opportune capacità di riserva.

In particolare si prevede di:

- sostituire le attuali benne a polipo del carroponete con benne bivalve;
- l'attuale postazione dei carriponte sarà attrezzata con 2 sedili (uno per ciascuno dei carriponte installati) e presso la postazione del gruista verranno inoltre riportati i comandi per l'azionamento dei semafori, che regolano l'accesso ai portoni, e le immagini del sistema TVCC, per la video sorveglianza da remoto delle operazioni di scarico da parte dei camion.

In caso di avaria ad uno dei due carriponte sopra descritti, sarà facile mettere in manutenzione lo specifico carroponete andato in avaria e continuare il servizio di tutte e due le linee di trattamento con il carroponete rimasto.

2.3.2 Portoni fossa rifiuti

Gli attuali portoni della fossa rifiuti sono del tipo basculante e questa tipologia di portone non è l'ideale da usare nel caso di presenza di un'avanfossa, quale quella che ci si propone di realizzare.

Per questo motivo se ne propone la sostituzione con portoni nuovi del tipo a scorrimento verticale ed a telo avvolgibile.

Tutti i nuovi portoni saranno dotati di impianti semaforici controllati dal gruista, che permetteranno di volta in volta di indirizzare il camion in fase di consegna verso il portone selezionato dalla Sala Controllo.

2.3.3 **Avanfossa**

In corrispondenza degli attuali piazzali antistanti alle due fosse rifiuti, verranno realizzati due nuovi locali coperti, che fungeranno da avanfosse, ovvero costituiranno un ambiente chiuso e costantemente mantenuto in depressione, dove i camion, che consegnano i rifiuti, potranno entrare e svolgere tutte le operazioni di scarico al coperto.

Le due avanfosse saranno ovviamente attrezzate con un adeguato impianto di illuminazione e saranno inoltre dotate di portoni di accesso, che si apriranno, per consentire l'ingresso dei camion, e si richiuderanno subito dopo l'ingresso dei camion, per evitare la dispersione verso l'esterno dei cattivi odori provenienti dalla fossa rifiuti.

Il sistema semaforico di controllo per l'accesso ai singoli portoni verrà replicato anche all'esterno dell'avanfossa, in modo che il camion possa essere indirizzato fin da subito verso il portone giusto.

Al di sopra dell'avanfossa verrà realizzato il sistema di deodorizzazione con biofiltro descritto nel precedente par. 2.4. Le caratteristiche strutturali dell'avanfossa dovranno essere pertanto adeguate a sostenere un carico, che potrà raggiungere il valore di 1'500 kg/m².

2.4 **Impianti elettrostrumentali ed automazione**

Impianti elettrici

Si prevede l'installazione di tutte le apparecchiature di alimentazione elettrica in una Sala Quadri dedicata, da ricavare nell'attuale edificio Sala Controllo, in corrispondenza dell'attuale Sala Quadri.

Al fine di ampliare l'attuale piazzale di movimentazione dei mezzi antistante all'edificio fossa rifiuti e di razionalizzare la circolazione dei mezzi all'interno dell'impianto, la cabina di consegna dell'energia elettrica esistente verrà demolita e inglobata nel nuovo Centro Servizi Polifunzionale.

Qui sarà previsto anche il nuovo punto di collegamento con la rete elettrica nazionale, che sarà unico per l'intera biopiattaforma. Un collegamento in media tensione provvederà ad alimentare l'attuale cabina elettrica del depuratore, che verrà mantenuta nella sua attuale posizione.

Per le future utenze in bassa tensione installate in corrispondenza dell'attuale termovalorizzatore sarà previsto un cambio di tensione, effettuato da un trasformatore MT/BT posto in adiacenza alla cabina elettrica ed accessibile anche dall'esterno tramite porte grigliate per la necessaria aereazione.

La corrente in bassa tensione verrà portata da qui fino alla nuova Sala Quadri e successivamente, a partire dalla Sala Quadri verrà realizzata la distribuzione elettrica in bassa tensione, mantenendo ben distinti i quadri di distribuzione de:

- la linea fanghi;
- la linea FORSU.

Al quadro di alimentazione principale della linea fanghi verrà anche collegato il generatore di corrente del futuro turbogruppo, alimentato con il vapore prodotto dalla caldaia dell'impianto di valorizzazione termica dei fanghi.

I nuovi impianti elettrici saranno caratterizzati da:

- PCC di alimentazione generale, installati nella sala quadri dedicata;
- Quadri MCC, installati anch'essi nella sala quadri dedicata;
- Pulsantiere in campo per emergenza, avvio/fermo e regolazione per tutte le principali macchine;
- Quadri elettrici a bordo macchina nel caso di apparecchiature di tipo "package".

Impianti di automazione e controllo

A livello di strumentazione tutti gli strumenti di misura montati in campo riporteranno le misure alle varie unità di controllo e comando locali, del sistema di automazione e controllo a logica distribuita (DCS). I singoli PLC, che presiedono al buon funzionamento delle relative macchine, con il DCS, che svolgerà anche il ruolo di interfaccia tra impianto e operatore.

I quadri elettrostrumentali del sistema di controllo e comando locali saranno ubicati in prossimità della nuova Sala Controllo.

Il nuovo sistema di automazione e controllo sarà dunque costituito da:

- Quadri di automazione generale installati in prossimità della sala comando;
- Interfaccia operatore con PC e monitor di visualizzazione paginate di comando e controllo in sala comando.

Dato che gli impianti sono ben distinti, saranno previste postazioni di controllo separate, ciascuna per ogni impianto, con la possibilità di avere una postazione di riserva. Malgrado le specificità tecniche dei futuri impianti, molto diversi tra loro, sarebbe auspicabile che a livello di sistema di supervisione e controllo tutti gli impianti condividessero la stessa architettura di sistema con hardware e software uguali o quantomeno compatibili.

Il sistema di controllo e supervisione dei nuovi impianti sarà completato da un sistema di TVCC, per la videosorveglianza dei punti più strategici.

2.5 Impianti ausiliari ed utilities

Per quanto riguarda i sistemi e le utilities necessari al buon funzionamento del nuovo impianto, occorre considerare la presenza dei sistemi ausiliari qui nel seguito elencati e descritti.

2.5.1 **Aria compressa e aria strumenti**

I nuovi impianti di trattamento avranno bisogno di aria compressa ed aria strumenti. Dato che gli attuali compressori installati presso il termovalorizzatore di Sesto S.G. sono macchine ormai datate, se ne prevede la loro sostituzione integrale, con macchine nuove, più efficienti e a basso consumo, grazie alla regolazione della velocità del motore tramite inverter.

Il nuovo sistema di produzione di aria compressa e aria strumenti verrà posizionato al piano terra dell'edificio Sala Controllo, dove attualmente è installato il trasformatore elevatore e altre apparecchiature elettriche.

I compressori installati saranno due, che funzioneranno normalmente uno di riserva all'altro, ma potranno funzionare anche in parallelo, per soddisfare dei picchi di fabbisogno di aria compressa.

Il sistema di produzione di aria compressa sarà inoltre completato dai necessari serbatoi di accumulo e da una macchina frigorifera, necessaria alla deumidificazione dell'aria strumenti.

La distribuzione di aria compressa (non deumidificata) e aria strumenti (deumidificata) avverrà tramite due circuiti completamente indipendenti.

2.5.2 **Acqua industriale**

Attualmente il termovalorizzatore di Sesto S.G. utilizza acqua di pozzo come fonte principale dell'acqua industriale e così continuerà ad essere anche per i nuovi impianti.

L'acqua industriale, già disponibile, sarà pertanto distribuita a tutti gli impianti che ne avranno bisogno.

Data la futura integrazione tra termovalorizzatore e depuratore si potrà valutare in futuro una maggiore integrazione tra i due impianti nelle fonti di approvvigionamento di acqua industriale ed eventuali sinergie, al fine di ridurre il consumo complessivo di acqua.

2.5.3 **Acqua demineralizzata**

Oltre all'acqua industriale è già presente nell'impianto di termovalorizzazione un impianto di demineralizzazione del tipo ad osmosi inversa. Questo impianto verrà mantenuto e l'acqua demineralizzata da esso prodotta verrà utilizzata per alimentare la futura caldaia della linea di valorizzazione termica dei fanghi.

Ulteriori utilizzi dell'acqua demi potranno essere quelli legati ai circuiti di raffreddamento delle di verse utenze termiche, che sarà necessario realizzare a servizio del nuovo impianto di valorizzazione termica dei fanghi (es. raffreddamento dei vapori di processo derivanti dall'essiccamento dei fanghi, raffreddamento dei circuiti ausiliari di turbina).

2.5.4 **Acqua antincendio**

L'attuale vasca di accumulo dell'acqua antincendio verrà rilocata.

In occasione della ricostruzione del suddetto serbatoio verrà ripristinato lo stesso volume di accumulo, mentre la stazione di pompaggio sarà realizzata completamente "ex novo" e adeguata alle più recenti normative.

Con la realizzazione di un'unica biopiattoforma, derivante dal collegamento impiantistico tra termovalorizzatore e depuratore, si valuteranno possibili sinergie tra i due impianti ai fini degli impianti antincendio.

2.5.5 **Serbatoi di stoccaggio dei reagenti e dei prodotti di reazione degli scrubber**

Per il funzionamento degli scrubber sono necessari degli specifici reagenti, quali acido solforico (H_2SO_4), soda caustica (NaOH) e ipoclorito di sodio (NaClO).

Lo stoccaggio di questi reagenti avverrà al piano terra dell'edificio Sala Controllo, dove attualmente sono presenti i serbatoi di stoccaggio dell'acqua demi. Tenendo conto che il consumo di acqua demi si riduce fortemente, si potranno eliminare buona parte degli attuali serbatoi di stoccaggio, per inserire sia i serbatoi dei reagenti sopra illustrati che i serbatoi destinati ad accumulare i prodotti reagiti (Sali di reazione in soluzione acquosa).

3. Opere civili e strutturali

3.1 Descrizione delle tipologie edilizie di intervento.

Gli interventi edilizi previsti nel progetto della Biopiattaforma CAP si riferiscono principalmente al recupero funzionale dei fabbricati esistenti e a un sostanziale rinnovamento della loro immagine esterna considerato il valore strategico sia del progetto industriale che per l'ambiente in particolare per la sua localizzazione in aree sensibili del territorio urbano.

Il recupero è inteso attraverso una serie di interventi che coprono tutta l'area nelle diverse scale e tipologie edilizie: ridefinisce i piazzali liberandoli dalle tettoie e dai depositi improvvisati; individua e delinea i percorsi di accesso e della mobilità interna; accorpa le componenti impiantistiche disperse sulle aree riunificandole in volumetrie compatte; aggiunge in modo organico e compatto, secondo un principio di crescita morfologica derivati dai processi produttivi, i fabbricati delle nuove dotazioni impiantistiche; demolisce, per liberare il più possibile le aree esterne, tutte quelle costruzioni esistenti non più necessarie al nuovo processo produttivo.

Gli interventi più rilevanti per la conversione funzionale dei fabbricati interessano l'imponente volume della attuale linea di trattamento termico.

E' un fabbricato con due tipologie strutturali, in cemento armato il blocco delle fosse, sala turbina, sala controllo, spogliatoi e laboratori, mentre è in carpenteria metallica la sala dei forni e del trattamento fumi.

Particolare rilevanza, per la sostanziale riduzione dell'impatto visivo nel contesto ambientale, prende la eliminazione dell'attuale camino alto 70mt. e con un diametro di 5.5mt. in cemento armato sostituito con un nuovo camino in acciaio alto 60mt. e del diametro di 1,5mt. Il nuovo camino è fondato sulla copertura del volume principale a quota +26mt. Tale collocazione ne riduce ulteriormente la percezione dell'altezza poichè risulta inserito nell'articolazione dei registri e delle volumetrie generali. Una presenza esile, di colore grigio azzurro atmosferico e di accentuata verticalità.

I nuovi fabbricati previsti per l'avanfossa sostengono in copertura le vasche dei biofiltri che per portata di carico e luce libera da garantire per le manovre all'interno dell'avanfossa, hanno le strutture in cemento armato integrate morfologicamente, in planimetria e in alzato, con l'attuale fabbricato della sala controllo.

In questo modo si determina una nuova fronte unitaria sul piazzale principale di manovra dei mezzi.

Fronte caratterizzata da un tamponamento in pannelli di alluminio anodizzato monolitici con interposto isolamento termico e per l'abbattimento acustico, montati su sottostrutture in profili metallici e predisposti per accogliere le diverse tipologie di portoni, finestre e griglie di aereazione. Pannelli monolitici in alluminio anodizzato nei due colori naturale riflettente e verde

luminoso disposti secondo una sequenza alternata che varia nell'intensità nelle tre fasce orizzontali che organizzano in verticale l'intera facciata.

Un'ulteriore elemento determinante che contribuisce alla caratterizzazione della facciata è costituito dalla pensilina di copertura dei biofiltri. E' una copertura in pannelli modulari alveolari in polycarbonato coe-estruso ancorati mediante appositi ganci a profili metallici longitudinali a loro volta riferiti alla carpenteria strutturale di acciaio.

La particolare disposizione del piano inclinato determina l'altezza massima del fabbricato e la mitigazione degli impianti previsti in copertura. Piano inclinato della tettoia come nuovo orizzonte nello skyline del contesto limitrofo e che per le qualità traslucenti del polycarbonato, se illuminato nelle ore serali, diventa una linea di luce.

Gli interventi edilizi sul fabbricato sala forni interessano le strutture in carpenteria metallica esistenti per adattarle all'inserimento dei nuovi impianti. Recupero di spazi esistenti e aggiunte di nuovi spazi attraverso strutture in carpenteria metallica addossati al fabbricato esistente a formare una unica volumetria configurata sulle necessità impiantistiche e adattata alle disponibilità del sito.

Le strutture portanti sono metalliche, considerate le altezze e le luci degli impalcati, così come le carpenterie sono realizzate da assemblaggio di elementi profilati a U - I - L - IPE - HE ed equivalenti, trattati tramite sabbiatura e verniciatura antiruggine.

Le coperture di questi fabbricati sono in pannelli sandwich, grecati superiormente e costituiti da doppia lamiera in alluminio color al naturale con interposto isolante termico e acustico, lamiere disposte ove necessario per la realizzazione di lucernari, evacuatori fumo, estrattori e griglie di ventilazione.

I tamponamenti perimetrali sono in pannelli monolitici di alluminio anodizzato con interposto isolamento termico e acustico; pannelli ancorati a delle strutture metalliche e predisposti ad accogliere porte, portoni e griglie di ventilazione. I pannelli sono disposti verticalmente e riferite a dei registri orizzontali che nel disegnare le diverse altezze dei fabbricati nel loro sviluppo determinano le integrazioni e le continuità delle superfici. Superfici di alluminio anodizzato in una sequenza cromatica verde luminoso e color naturale riflettente.

L'assetto planivolumetrico del nuovo impianto è caratterizzato da una morfologia organica e unitaria grazie all'accorpamento delle componenti impiantistiche sotto un unico tetto che libera e recupera aree e restituisce una immagine ordinata all'insieme del costruito. Un'immagine uniformata nei materiali e nei colori dei tamponamenti che identifica ogni costruzione dell'impianto. La sequenza cromatica dei pannelli di alluminio riflettente diventa la cifra distintiva e caratteristica dell'insediamento.

Strade e piazzali sono riconfigurati nei tracciati e nelle delimitazioni con le aree verdi e rinnovati integralmente nei manti bituminosi d'usura.

Tutte le aree verdi vengono valorizzate attraverso nuove piantumazioni, in ottemperanza alle indicazioni sulle essenze stabilite dal Parco del Lambro, e delle sistemazione a prato delle superfici a contatto con gli impianti, in modo particolare con le vasche d'acqua del depuratore per far percepire i caratteri di un'ambiente la cui naturalità è definita dalla interazione fra elementi e forme naturali con i processi e le forme della tecnologia applicate alla rigenerazione degli elementi stessi.

L'attuale fabbricato per la distribuzione del digestato FORSU nel progetto viene riconfigurato nelle parti edilizie, per allocare nuovi impianti per un suo potenziamento. La costruzione viene innalzata parzialmente di un piano ma conserva lo stesso sedime e la localizzazione a terra dell'attuale. La struttura portante è in carpenteria metallica da assemblaggio di elementi profilati ad "U-I-L-IPE-HE" ed equivalenti; le coperture, in pannelli sandwich coibentati grecati superiormente, sono costituiti da una doppia lamiera di alluminio con interposto isolante termico e con caratteristiche per l'abbattimento acustico e sono ancorati ad arcarecci in acciaio zincato con viti autofilettanti.

I tamponamenti perimetrali sono costituiti da pannelli di alluminio monolitici con interposto isolamento termico e acustico, predisposti per accogliere finestrate, griglie, porte e portoni.

Il nuovo fabbricato per la cabina e deposito del biogas ha le strutture verticali formate da muri in cemento armato a tenuta esplosiva lasciati faccia vista da casseri metallici simili ai muri delle vicine vasche. Le coperture sono in pannelli sandwich coibentati, grecati superiormente costituiti da doppia lamiera di alluminio con interposto isolante termico; pannelli ancorati a travi e arcarecci in acciaio zincato. La tettoia del distributore del biogas ha la struttura e le carpenterie in monoprofili di acciaio zincato; la copertura in pannelli sandwich in lamiera di alluminio.

L'edificio direzionale e dei servizi del Polo (opzionale) è attestato sulla via Manin e costituisce la fronte principale e la immagine dell'insediamento Biopiattaforma.

La sua configurazione planimetrica interiorizza le particolari condizioni del contesto in cui si colloca: accoglie con le due ali aperte del fabbricato e con il verde interno il Parco a Nord; delimita il piazzale interno di manovra dei mezzi e ne definisce il varco con i servizi di accesso; costituisce morfologicamente l'edificio di testa dell'impianto di depurazione e le strutture di accesso pedonale di rappresentanza.

L'edificio è impostato ad una quota di +1,20 m. rispetto all'attuale piano di campagna in modo che il verde del giardino interno risulti modellato e raccordato alle diverse quote e costituisce anche una continuità con i rilievi del terreno a verde del prospiciente e nuovo Parco di recente realizzazione. L'edificio ha due piani fuori terra destinati a uffici operativi, direzionali, sale riunioni, laboratori di ricerca e analisi e un'area dedicata all'accoglienza per il pubblico esterno e una sala convegni e presentazioni delle attività del Polo.

Da questa area si accede direttamente al percorso di visita che si sviluppa all'interno dell'insediamento tecnologico e che rende esplicito e tangibile il processo e le qualità della Biopiattaforma. Sempre nell'edificio è stata ricollocata la cabina elettrica, il locale quadri e il gruppo

elettrogeno, locali inseriti al piano terra, collegati al piazzale e con una altezza interna di 5mt. La superficie totale costruita è di 1800 m², avrà strutture in cemento armato, travi solette, muri e fondazioni continue mentre i pilastri sono in carpenteria metallica. Le chiusure esterne di tamponamento cieco sono in pannelli prefabbricati di calcestruzzo, quelle trasparenti sono formate da serramenti metallici modulari e a tutta altezza tra piano e piano. La struttura di copertura è anch'essa in carpenteria metallica mentre la copertura sarà costituita da una doppia lamiera di alluminio con interposto il pacchetto per la coibentazione acustica e termica. Copertura in oggetto esterno in corrispondenza delle pareti finestrate in modo da costituire anche una protezione solare.

I piani degli uffici saranno dotati, per garantire una maggiore flessibilità nei lay-out di utilizzo, di pavimenti galleggianti e di controsoffitti per la distribuzione degli impianti. Ogni specifica normativa concernente l'abitabilità dell'edificio, la sicurezza, l'igiene e le accessibilità ai disabili deve essere applicata e garantita come anche tutte le normative relative alle qualità dei materiali, alle efficienze energetiche e sulla sostenibilità dell'edificio.

La descrizione delle principali opere edilizie viene sinteticamente riportata nei paragrafi seguenti.

3.2 Fondazioni

Le fondazioni sono previste in cemento armato con dimensioni e profondità idonee alla natura del terreno ed alle sovrastanti carichi permanenti e accidentali. Saranno verificate quelle fondazioni esistenti qualora particolari e nuovi carichi, di strutture o impianti, vi gravassero direttamente.

3.3 Vespai e sottofondi

I vespai areati sono previsti solo nei fabbricati nuovi che al piano terra prevedono la permanenza continua di persone. Nei nuovi locali dove sono installati gli impianti verranno realizzati dei massetti in calcestruzzo armato adatti a garantire la portata per lo stoccaggio dei materiali e il transito di carrelli. Sul terreno precedentemente ripulito e costipato viene realizzata una massicciata costituita da idonei materiali inerti, dello spessore complessivo di 40cm. sul quale viene successivamente gettato il massetto in calcestruzzo armato.

3.4 Pavimentazione industriale

I pavimenti di tutti i locali industriali sono in calcestruzzo realizzati, mediante stesura di massetto in calcestruzzo dello spessore di almeno 20cm. armato con rete elettrosaldata.

Pavimenti finiti in superficie con una miscela antiusura composta da quarzo sferoidale applicato con idoneo legante e incorporo superficiale e lisciatura con frattazzatura meccanica a elicottero.

Taglio dei giunti in riquadri geometrici con idonea fresatrice e sigillatura con resine.

3.5 Strutture portanti

Solo dove precisamente descritto le strutture dei fabbricati, negli elementi indicati, saranno in cemento armato. Diversamente non indicato le strutture sono in carpenteria metallica composte da assemblaggio di elementi profilati ad "U-I-L-IPE-HE" ed equivalenti trafilati a caldo, con eventuale preassemblaggio in officina a formare pilastri, travi, arcarecci, tiranti e quanto altro sia necessario a formare la struttura del fabbricato. Tutte le carpenterie sono trattate con sabbiatura e zincatura.

3.6 Coperture

Le coperture dei fabbricati sono in pannelli sandwich grecati superiormente e costituiti da una doppia lamiera di alluminio colore al naturale, con interposto isolante termico e acustico. Pannelli ancorati agli arcarecci con viti autofilettanti e predisposti ad accogliere lucernari, torrini, griglie e le canale di raccolta delle acque meteoriche.

La copertura a vela dei biofiltri è composta da pannelli modulari in policarbonato alveolare estruso ad incastro e con ancoraggio mediante appositi ganci in acciaio inox in corrispondenza degli arcarecci longitudinali.

3.7 Pannelli di tamponamento

I tamponamenti perimetrali dei fabbricati sono previsti con pannelli di alluminio anodizzato monolitici e automaschianti con interposto isolamento termico e acustico, ancorati a sottostrutture in acciaio zincato con e predisposti per accogliere porte, portoni, finestrate, griglie e quanto altro si renda necessario.

La particolare scalettatura delle facciate, definita con dei registri orizzontali, determina delle copertine di alluminio coibentate che fungono da compensazione dei piani di facciata e che si sviluppano, alle diverse quote su tutto il perimetro del fabbricato centrale. L'alluminio anodizzato in faccia esterna è previsto con due colorazioni riferite ognuna al singolo pannello monolitico. Colore alluminio naturale traslucido e verde luminoso anodizzato.

3.8 Pavimentazioni esterne

Due sono le tipologie delle pavimentazioni esterne dell'insediamento produttivo. Una in calcestruzzo, mediante stesura di massetto armato con rete elettrosaldata e trattamento della superficie con spolvero di quarzo e lisciatura con elicottero, per le aree a deposito dei materiali attrezzate con le tettoie; e l'altra tipologia di pavimentazione in conglomerato bituminoso

per tutte le superfici carrabili destinate alla circolazione e alle movimentazioni dei mezzi, strade e piazzali.

4. Dimensionamento degli impianti

Nei paragrafi successivi si descrive l'architettura degli impianti, che è stata ipotizzata.

4.1 Impianto di digestione anaerobica della FORSU

4.1.1 Architettura complessiva del processo di trattamento

L'impianto di digestione della FORSU è composto dalle seguenti sezioni:

- ricezione e pretrattamento ad umido;
- digestione anaerobica;
- separazione solido/liquido (disidratazione) con produzione di digestato disidratato;
- pretrattamento delle acque di risulta (centrato);
- raffinazione del biogas con produzione di biometano;
- immissione del biometano nella locale rete di distribuzione;
- compressione e stoccaggio del biometano per uso autotrazione.

Per l'architettura di dettaglio della linea di digestione della FORSU si faccia riferimento ai seguenti elaborati grafici:

- n. D.10.511, Schema di principio - Linea FORSU.

Nella figura seguente si riporta invece l'architettura semplificata del processo di digestione della FORSU con produzione di biometano.

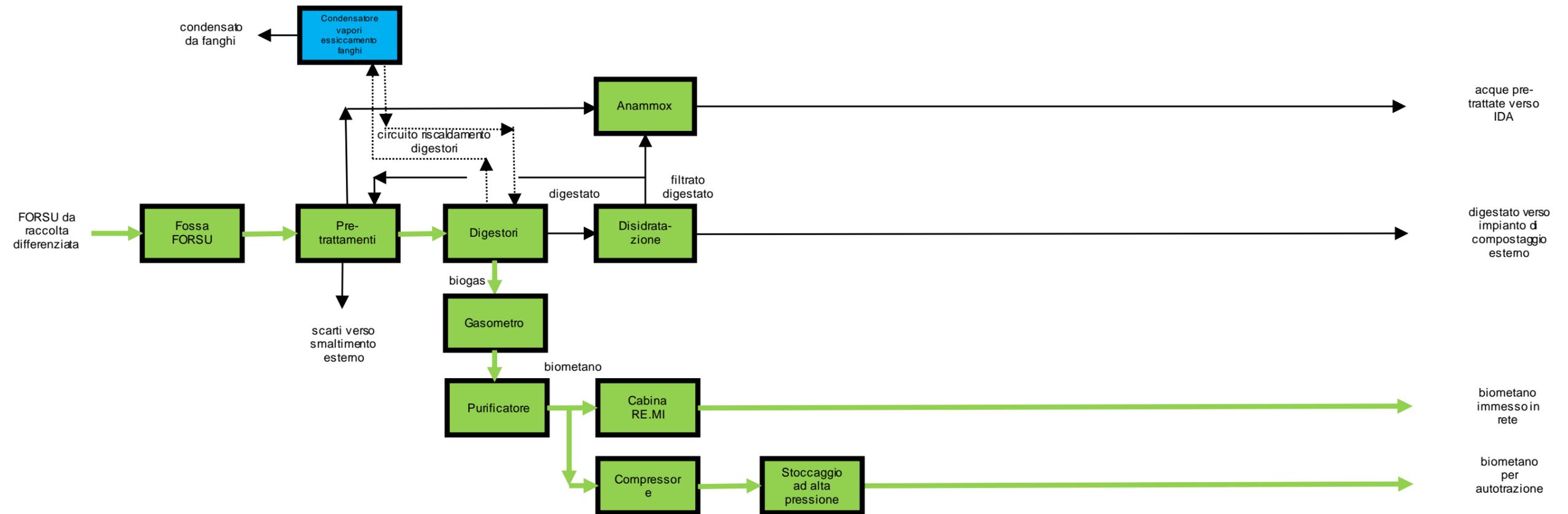


Figura 3 Architettura semplificata linea di digestione FORSU

4.1.2 Dimensionamento dell'impianto

Il dimensionamento dell'impianto di trattamento della FORSU è stato condotto a partire dai dati di caratterizzazione del rifiuto organico assunti in accordo con CAP (rif. Cap. 4 del doc. n. 25080-120-001, Dati di base del progetto, Rev. 4, del 26.01.2018).

Il quantitativo di FORSU assunto per il dimensionamento tiene conto di una "overcapacity" rispetto alle previsioni del comprensorio di CORE, pari a 5'000 t/a (circa +25%), per rispondere ad eventuali ulteriori richieste de mercato. Si assume pertanto come valore di dimensionamento 30'000 t/a di FORSU trattata.

Di seguito si riepilogano i valori adottati per il dimensionamento.

Parametro	U.M.	Valore
Quantità FORSU trattata	t/a	30'000
Quantità verde trattata	t/a	0
Contenuto medio di materiali non compostabili	%	9
Contenuto medio di sostanza secca	%	28
Contenuto medio di sostanza organica (SO/ST)	%	85
Peso specifico	t/m ³	0.4

Tabella 14 Dimensionamento linea di digestione anaerobica

La FORSU è stata ipotizzata essere caratterizzata dal 9 % di MNC (materiale non compostabile, ovvero plastica, vetro, inerti, metalli). Il solido secco della FORSU è stato ipotizzato essere pari al 28%, con un contenuto di volatile pari al 85 %.

Il conferimento del rifiuto, la presenza di personale all'interno dell'impianto e quindi il funzionamento della sezione di pretrattamento, sono previsti essere operativi per 312 giorni all'anno e per 8 ore al giorno. La sezione biologica e la produzione di biogas e biometano è prevista essere continua lungo tutto l'anno.

Quotidianamente è previsto il conferimento di circa 96 t/g di FORSU, con un peso specifico di circa 0,4 t/m³.

Partendo dalla volumetria disponibile negli attuali digestori e pari a 4'800 m³, si verifica il tempo di residenza di circa 20 giorni, cui corrisponde un carico specifico nei digestori di 3.6 kgSV/m³-d. Il processo risulta pertanto verificato.

Partendo da una produzione specifica di biogas di 120 Nm³/t FORSU, valore riscontrato in impianti simili, si ottiene una produzione attesa di biogas pari a 3.6 MNm³/a.

A conclusione del processo di digestione, il digestato liquido viene sottoposto a disidratazione, per poi essere trasportato ad impianto di compostaggio esterno.

Valori di dimensionamento	U.M.	Valore
Quantità di FORSU trattata	t/a	30'000
Volume digestori disponibile	m ³	4'800
Tempo di residenza (HRT)	g	20
Carico specifico	kgSV/m ³ -d	3.6
Temperatura di processo	°C	35-38
Produzione specifica biogas	Nm ³ /t	120
Biogas prodotto	t/a	4'500
	MNm ³ /a	3.6
	Nm ³ /h	439
Digestato liquido prodotto (2,5-3% SS)	t/a	87'000
Digestato solido prodotto (30% SS)	t/a	6'680

Tabella 15 Calcoli di dimensionamento impianto di digestione anaerobica

Per il riscaldamento dei gestori si stima un fabbisogno termico medio di 150 kWt, con un fabbisogno termico di punta fino a circa 300 kWt durante il periodo invernale più freddo. In questo scenario si ipotizza di riscaldare i digestori con il calore sensibile ricavato dalla condensazione dei vapori prodotti dal processo di pre-essiccamento dei fanghi di depurazione. Questa possibilità rappresenta una delle tante sinergie della futura biopiattaforma e permette di risparmiare un equivalente consumo di gas metano, che si può grossolanamente quantificare come segue:

(Fabbisogno termico medio * ore di esercizio) : rendimento caldaia : PCI metano, ovvero

$(150 \text{ kW} * 8200 \text{ ore/a}) : 0.95 : 10 = \text{circa } 130'000 \text{ Nm}^3/\text{a}$

La suddetta quantità di gas metano, valorizzata economicamente a 0.4 €/Nm³, rappresenta un importo di circa 51'000 €/a, che nelle successive trattazioni economiche verrà considerata come una mancata spesa, ovvero un ricavo.

4.1.3 Bilancio di massa

Nella seguente figura si riporta il bilancio di massa relativo all'impianto di digestione anaerobica della FORSU.

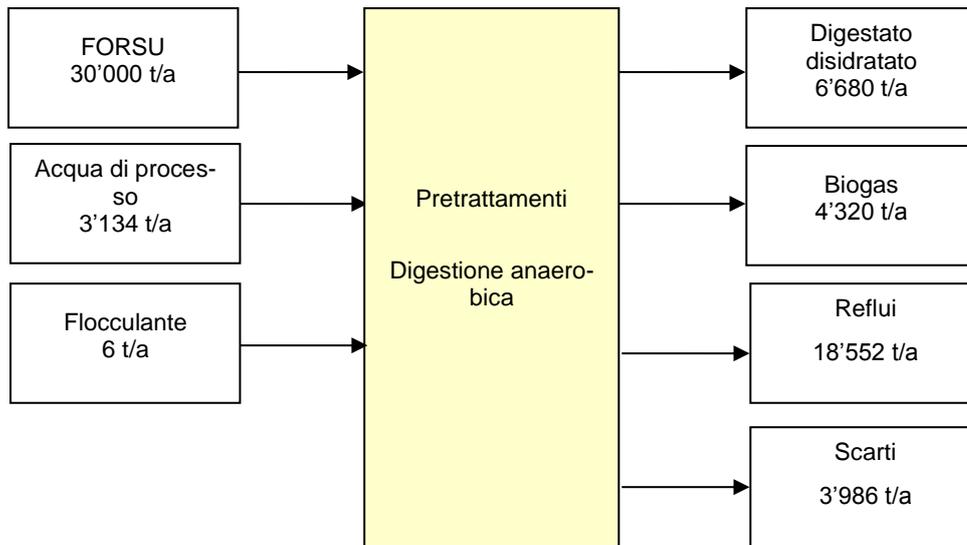


Figura 4 Bilancio di massa per digestione anaerobica della FORSU

4.1.4 Bilancio di energia

Nella figura sottostante si riporta il bilancio di energia relativo all'impianto di digestione anaerobica della FORSU.

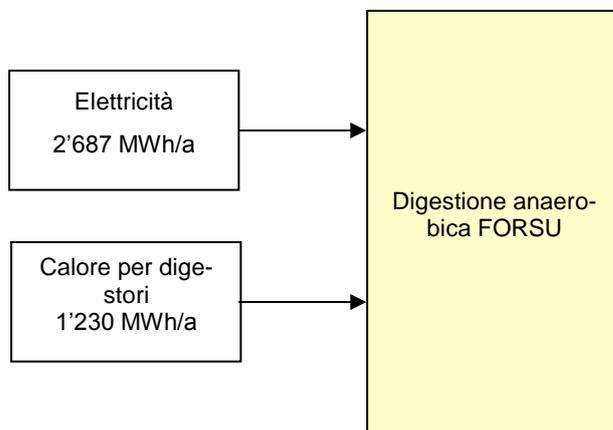


Figura 5 Bilancio di energia per digestione anaerobica della FORSU

4.1.5 Schemi a blocchi quantificati

Vedi elaborato grafico n. C.10.611, Linea FORSU – Bilancio di massa e di energia.

4.1.6 Planimetria di dettaglio dei nuovi impianti

Si faccia riferimento ai seguenti elaborati grafici:

D.10.311, Linea FORSU – Vista in pianta – Quota +0.00;

D.10.315, Linea FORSU – Sezione Longitudinale.

4.2 ANNULLATO

4.3 Sistema di depolverazione e deodorizzazione

4.3.1 Architettura complessiva del processo di trattamento

Il sistema di aspirazione e deodorizzazione dell'aria è composto dalle seguenti sezioni:

- Punti di aspirazione localizzati (es. in corrispondenza di macchine che emettono molto particolato o hanno forti emissioni odorigene);
- Punti di aspirazione distribuita all'interno dei vari locali da mantenere in depressione (es. fossa rifiuti, avanfossa, capannone ribassato);
- Eventuale trattamento di depolverazione per l'aria ambiente proveniente da ambienti o macchine particolarmente polverosi;
- Sistema di deodorizzazione che potrà essere:
 - con biofiltro;
 - con scrubber.

Per l'architettura di dettaglio della linea di digestione della FORSU si faccia riferimento ai seguenti elaborati grafici:

- n. D.10.631, Schema di principio - Deodorizzazione.

Nella figura seguente si riporta invece l'architettura semplificata del processo di depolverazione e deodorizzazione dell'aria.

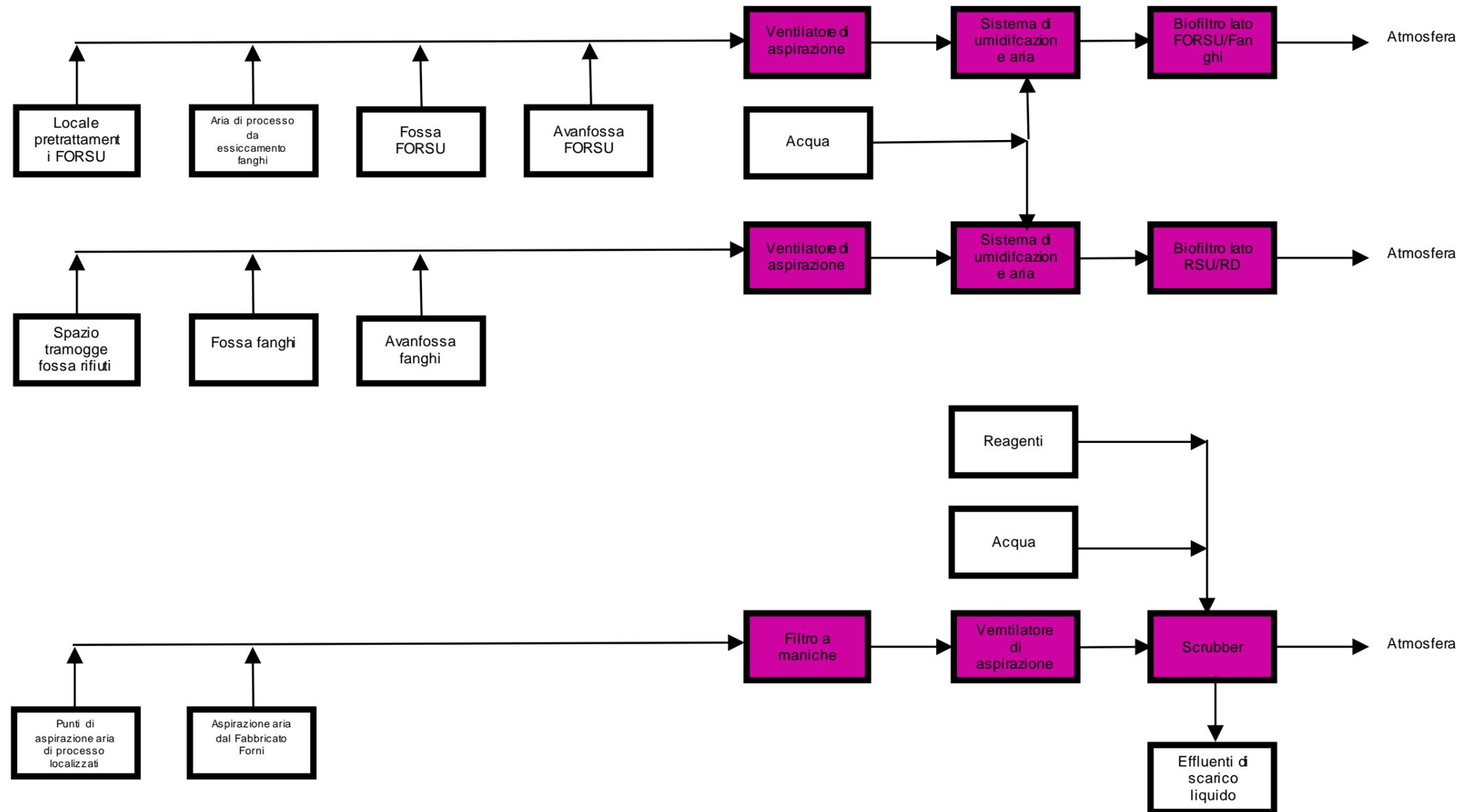


Figura 6 Architettura semplificata linea di depolverazione e deodorizzazione

4.3.2 **Schemi a blocchi quantificati**

Vedi elaborato grafico n. C.10.631, Deodorizzazione – Bilancio di massa e di energia.

4.3.3 **Planimetria di dettaglio dei nuovi impianti**

Si faccia riferimento ai seguenti elaborati grafici:

D.10.315, Linea FORSU – Sezione Longitudinale.

Indice tabelle

Tabella 1	Produzione di scarti da pre-trattamento FORSU	8
Tabella 2	Valori di dimensionamento digestori	9
Tabella 3	Valori stimati di produzione di biometano e off-gas.	13
Tabella 4	Parametri di valutazione per il carico di azoto da digestione anaerobica	17
Tabella 5	Caratteristiche attese acque reflue da digestione FORSU	18
Tabella 6	Dati dimensionamento – Ipotesi di ripartizione delle acque di risulta proveniente dalla disidratazione del digestato FORSU	19
Tabella 7	Dati dimensionamento – Acque di diluizione (prese a valle della decantazione finale o della disinfezione)	19
Tabella 8	Dati dimensionamento – Acque in ingresso al processo Anammox	20
Tabella 9	Riduzione dei carichi dopo pretrattamento dei reflui	22
Tabella 10	Riepilogo della capacità di trattamento del depuratore di Sesto S.G. in termini di AE	22
Tabella 11	Portate d'aria per il dimensionamento del sistema di deodorizzazione	26
Tabella 12	Ipotesi biofiltro posto su copertura avanfossa lato destro	27
Tabella 13	Ipotesi per biofiltro posto sulla copertura tetto dell'avanfossa lato sinistro	27
Tabella 15	Dimensionamento linea di digestione anaerobica	41
Tabella 16	Calcoli di dimensionamento impianto di digestione anaerobica	42

Indice figure

Figura 3	Schema di principio semplificato del sistema di upgrading a PSA con 4 unità di adsorbimento	11
Figura 4	Ipotesi di disposizione delle apparecchiature costituenti il sistema di pretrattamento	21
Figura 10	Architettura semplificata linea di digestione FORSU	40
Figura 11	Bilancio di massa per digestione anaerobica della FORSU	43
Figura 12	Bilancio di energia per digestione anaerobica della FORSU	43
Figura 13	Architettura semplificata linea di depolverazione e deodorizzazione	45