4U Engineering
C.so G. Ferraris,35
10121 Torino

Gem Chimica S.r.l
Via Maestri del Lavoro 25
12022 Busca (CN)

Isola del Cantone - ENERGA S.r.l.

Piazza corvetto 1/8 – Genova
16122 - GENOVA

Relazione tecnica ed analisi componentistica di un impianto per la produzione di energia elettrica e calore attraverso l'utilizzo di biogas prodotto dalla fermentazione anaerobica di rifiuti.
Trattamento del digestato finale per la produzione di compost e scarico del liquido in acque superficiali

MAGGIO 2014 REV.0



Sommario

1. GENERALITA' 4
2. PREMESSA 5
3. LOCALIZZAZIONE IMPIANTO 6
9. STATO DI PROGETTO 9
9.1 Normativa di riferimento all'autorizzazione dell'impianto 9
9.2 BENEFICI DEL TRATTAMENTO ANAEROBICO 10
10. DETTAGLI DI PROGETTO 10
10.1 CODICI CER IMPIEGATI 11
10.2 MODALITÀ E TEMPISTICHE DI CARICAMENTO DEI RIFIUTI SPECIALI 13
10.3 APPROVVIGIONAMENTO DELLE BIOMASSE E INCIDENZA SUL TRAFFICO VEICOLARE 14
10.4 PROGRAMMA DI RICEVIMENTO DEI RIFIUTI SPECIALI, OPERAZIONI DI ACCETTAZIONE, MODALITA' DI CARICO DELL'IMPIANTO DI DIGESTIONE. 14
10.6 BILANCIO DI MASSA DELL'IMPIANTO 16
10.7 QUANTITA' DI BIOGAS PRODOTTO DALLA FERMENTAZIONE ANAEROBICA 17
10.8 RESA TERMICA ED ELETTRICA 17
11. LAYOUT IMPIANTO 19
12. PRINCIPALI COMPONENTI DI IMPIANTO 23
12.1 SISTEMA DI PREPARAZIONE DELLA SPREMUTA DI FORSU 23
12.2 VASCA DI EQUALIZZAZIONE O DI OMOGENEIZZAZIONE 25
12.3 DIGESTORE PRIMARIO E SECONDARIO 26
12.4 CUPOLA GASOMETRICA A DOPPIA MEMBRANA 27
12.5 SISTEMA DI CAPTAZIONE, COMPRESSIONE E TRATTAMENTO DEL BIOGAS 29
12.6 GRUPPO DI COGENERAZIONE 31
12.8 SISTEMA DI TRATTAMENTO FUMI 32
12.9 STOCCAGGIO OLIO NUOVO E USATO 33
12.10 TORCIA DI SICUREZZA 34
12.11 GRUPPO D'EMERGENZA DA 150 KVA 38
12.13 BIOFILTRO 41
12.14 SEPARATORE SOLIDO-LIQUIDO, PRODUZIONE E DESTINAZIONE FRAZIONI OTTENUTE. 43
12.14 IMPIANTO DI ESSICAZIONE 44
12.14.1 PREMESSA 44
12.14.2 DESCRIZIONE DEL PROCESSO 46
12.15 TRATTAMENTO DELLA FRAZIONE LIQUIDA DEL DIGESTATO 49
12.15.1 PREMESSA 49

12.15.2 Trattamento di evaporazione sottovuoto 51
12.15.3 TRATTAMENTO DELLA QUOTA PARTE DEL DISTILLATO DESINATO ALLO SCARICO 68
13. BILANCIO ENERGETICO DI IMPIANTO: FABBISOGNO TERMICO E RECUPERO DI CALORE 70
13. ELENCO ELABORATI GRAFICI 72
13. ALTRI ALLEGATI 73

1. GENERALITA'

UBICAZIONE IMPIANTO

Denominazione	**ENERGA S.r.l.**
Indirizzo	**Strada Provinciale n°35 - Isola del Cantone**
Comune	**Isola del cantone**
Mappale/i	**250-251-253-254-255-256-257-258-260-284-285-286-287-288-289-407-408-419-728-729**
Foglio	**7**
Provincia	**Genova**
Telefono	

GESTIONE IMPIANTO

Denominazione	**ENERGA S.r.l.**
Comune	**Isola del cantone**
Provincia	**Genova**

2. PREMESSA

Scopo della seguente relazione è descrivere le strutture principali che consentiranno la produzione di biogas partendo dalla fermentazione anaerobica dei rifiuti immessi, con trasformazione in energia elettrica, termica e produzione di compost di qualità, dal trattamento del digestato.

E' fondamentale precisare come la bioconversione (digestione anaerobica) sia un processo biologico che avviene in assenza di ossigeno; esso è sotteso alla produzione di biogas.

Il trattamento sopraccitato può essere considerato come preliminare al processo di compostaggio che deve prevedere una bioconversione aerobica del digestato.

La sensibilizzazione verso i problemi legati alle disponibilità energetiche, all'inquinamento ed allo sfruttamento delle sempre più carenti materie prime "non rinnovabili" impone scelte in grado di realizzare sistemi eco-energetici sostenibili.

La proposta è quella di creare energia pulita, da fonti rinnovabili, e di chiudere il ciclo biologico producendo un ammendante quale è il compost, in grado di migliorare le caratteristiche chimico-fisiche dei terreni senza apporti tipi dei concimi organici e minerali.

3. LOCALIZZAZIONE IMPIANTO

L'area in cui è prevista la realizzazione dell'intervento è situata nel Comune di Isola del Cantone, in Località Camposaragna, a circa 2,5 km a nord dal centro abitato, lungo la Strada Statale 35, in prossimità dell'area industriale ai piedi di Mereta.



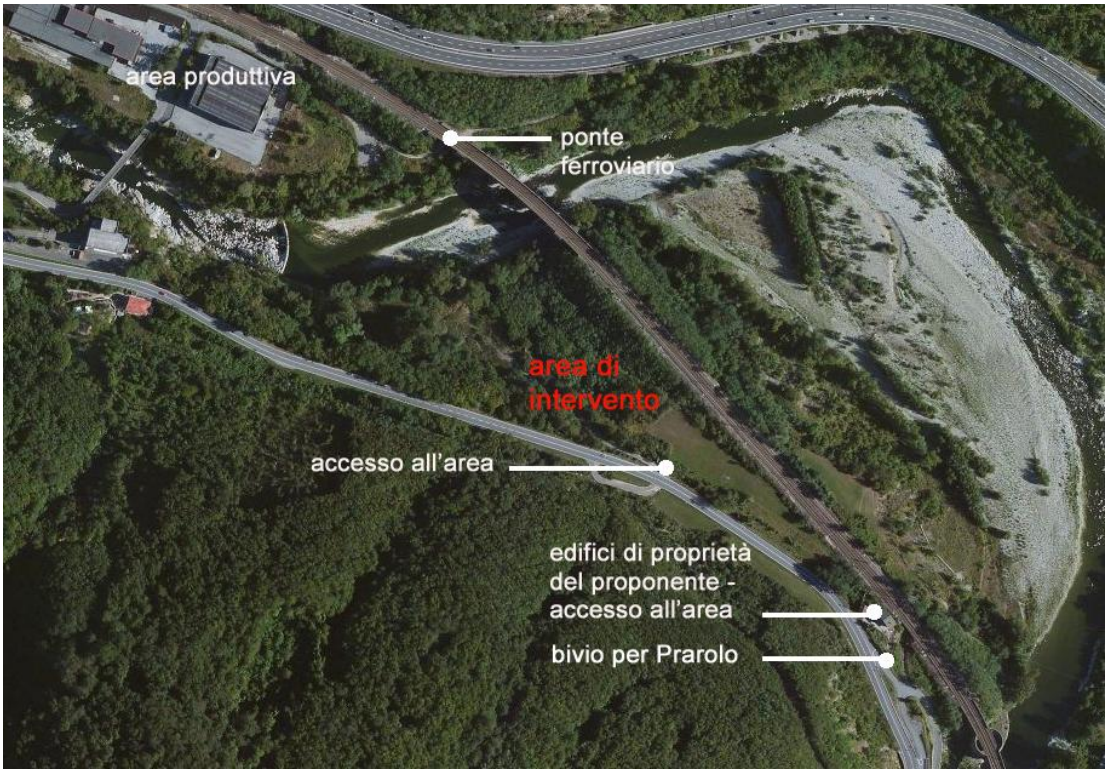
Ortofoto aerea

L'ambito di intervento è localizzato in una area di fondovalle a nord del nucleo del capoluogo comunale.

Qui, lungo il torrente, la strada provinciale e la sede ferroviaria ritagliano un ambito in parte pianeggiante, parzialmente occupato da una area industriale. La punta sud di questo ambito, separata dall'area produttiva dal torrente stesso, costituisce l'area oggetto di intervento. Si tratta, quindi, di un lotto triangolare, in parte piano ed in parte in leggero declivio verso l'alveo del torrente, compreso tra quest'ultimo, la strada provinciale e la ferrovia, ai piedi di pendici boscate. Il lotto risulta in parte coperta da vegetazione arborea ed arbustiva mista con presenza di superfici a prato.

L'accesso all'area dalla viabilità provinciale è costituito da una strada di sezione ridotta, asfaltata solo per il tratto iniziale, in buona parte invasa dalla vegetazione arbustiva.

L'area non è edificata se non per un gruppetto di case all'estremo sud della stessa, lungo la provinciale, al bivio per Prarolo; si tratta di edifici realizzati nel secondo dopoguerra (attualmente di proprietà dei proponenti l'intervento), di bassa qualità architettonica. Sono presenti inoltre i resti di un manufatto ormai diruto, si tratta di parte della muratura in pietrame di tre lati di un piccolo edificio ubicato lungo la provinciale, all'innesto della via di accesso all'area.



Ingrandimento Ortofoto aerea



Fig. 2 – Foto reali dello stato "pre-costruzione"

Per ulteriori dettagli si rimanda alla relativa tavola grafica IC-D-02 "Planimetria e stato di fatto".

9. STATO DI PROGETTO

9.1 Normativa di riferimento all'autorizzazione dell'impianto

I principali documenti legislativi che regolano la produzione e l'utilizzo di biogas oggetto di questa relazione sono:

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 – e sue successive modifiche ed integrazioni "Norme in materia ambientale" meglio conosciuto come Testo Unico Ambientale;
- Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 – e sue successive modifiche ed integrazioni "Attuazione della direttiva 2001/77 e sue successive modifiche ed integrazioni relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità";
- Decreto ministeriale 5 febbraio 1998 e s.m.i.: Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22. (aggiornato dalle modifiche apportate dal: D.M. 9 gennaio 2003; D.M. 27 luglio 2004); e sue successive modifiche ed integrazioni
- Legge 447/85 valutazione impatto acustico;(zonizzazione acustica)
- D. L. vo n. 75 del 29/04/2010 Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti, a norma dell'articolo 13 della legge 7 luglio 2009, n. 88; e sue successive modifiche

Nel Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 di attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità, vengono stabiliti i criteri autorizzativi e procedurali degli impianti alimentati a fonti rinnovabili volti a favorire lo sviluppo di impianti di microgenerazione elettrica alimentati da fonti rinnovabili.

Nel D.M. 5 febbraio 1998 sono definiti i combustibili il cui uso è consentito; tra questi, nell'allegato 2 suballegato 1 comma 2 viene indicato il biogas proveniente dalla fermentazione anaerobica metanogenica di sostanze organiche costituite da rifiuti a matrice organica e vengono definite le condizioni di utilizzo nonché i valori limite di emissione.

9.2 BENEFICI DEL TRATTAMENTO ANAEROBICO

PRODUZIONE DI ENERGIA:

Attraverso la degradazione della sostanza organica in determinate condizioni controllate, si arriva alla produzione di un combustibile biologico detto biogas. Quest' ultimo può essere combusto in particolari motori per la produzione in cogenerazione di energia elettrica e calore, ovvero si arriva alla produzione di energia pulita classificata come da fonte rinnovabile.

ABBATTIMENTO DI EMISSIONI E MALEODORI:

Il materiale organico gestito in condizioni di perfetta anaerobiosità, condizione necessaria per la formazione del biogas, permette un controllo ottimale dei cattivi odori, in quanto le molecole odorigene presenti, quali acido solfidrico, mercaptani, ammoniaca, vengono totalmente degradate termicamente durante l'utilizzo del biogas nei motori cogenerativi, perdendo la loro caratteristicha odorigena.

IGIENIZZAZIONE DEL MATERIALE:

Il processo anaerobico, oltre al fatto di lavorare in condizioni di assenza di ossigeno, condizione sfavorevole al proliferare di molti microrganismi, viene condotto ad una temperatura controllata di 53-55°C per almeno 25-30 giorni. Queste condizioni garantiscono un reale miglioramento delle condizioni igienico-sanitario del materiale trattato.

10. DETTAGLI DI PROGETTO

L'impianto è in grado di trattare fino ad un massimo di 33.000 tonnellate annue di rifiuti organici che tradotte in quota giornaliera ammontano a circa 90 ton/giorno.

I rifiuti organici che verranno ritirati sono elencati nel paragrafo successivo.

10.1 CODICI CER IMPIEGATI

020103: scarti di tessuti vegetali
020201: fanghi da operazioni di lavaggio e pulizia
020204: fanghi prodotti dal trattamento in loo degli effluenti
020301: fanghi prodotti da operazioni di lavaggio, pulizia, sbucciatura, centrifugazione e separazione di componenti
020304: rifiuti della preparazione e del trattamento di frutta, verdura, cereali, oli alimentari, cacao, caffè, tè e tabacco; della produzione di conserve alimentari; della produzione di lievito ed estratto di lievito; della preparazione e fermentazione di melassa- scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione;
020305: fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti
020403: fanghi prodotti dal trattamento il loco degli effluenti
020499: rifiuti non specificati altrimenti
020501: rifiuti dell'industria lattiero-casearia - scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione;
020502: fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti
020601: rifiuti dell'industria dolciaria e panificazione - scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione
020603: fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti
020701: rifiuti della produzione di bevande alcoliche ed analcoliche (tranne caffè, tè e cacao) rifiuti prodotti dalle operazioni di lavaggio, pulizia e macinazione della materia prima
020702: rifiuti della produzione di bevande alcoliche ed analcoliche (tranne caffè, tè e cacao) rifiuti prodotti dalla distillazione di bevande alcoliche
020704: rifiuti della produzione di bevande alcoliche ed analcoliche (tranne caffè, tè e cacao) scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione
030302: fanghi di recupero bagni di macerazione (green liquor)
190805:fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane

190812: fanghi prodotti dal trattamento biologico delle acque reflue industriali diversi da quelli di cui alla voce 1908911
190814: Fanghi prodotti da altri trattamenti delle acque reflue industriali, diversi da quelli di cui alla voce 190813
200108: rifiuti biodegradabili di cucine e mense
200201: - rifiuti biodegradabili
200302: rifiuti dei mercati

Per quanto riguarda l'esatta quantificazione dei rifiuti in entrata si riportano sotto le quantità previste ulteriormente dettagliate:

DESCRIZIONE	**QUANTITA MAX (t/anno)**
CER 200108	27.000
CER 200302	
CER 020103	
CER 020701	6.000
CER 020106	
CER 020702	
CER 020704	
CER 020304	
CER 020501	
CER 020601	
CER 200201	
CER 190805	
CER 190812	
CER 190814	
CER 020301	
CER 020499	
CER 020204	
CER 020201	

CER 020305	
CER 020502	
CER 020603	
CER 030302	
	33.000

Si precisa inoltre che le quantità dei singoli codici sopra elencati potrebbe cambiare a seconda delle disponibilità che di volta in volta il mercato renderà disponibili; ciò che non verrà modificato sarà il quantitativo annuo totale.

10.2 MODALITÀ E TEMPISTICHE DI CARICAMENTO DEI RIFIUTI SPECIALI

L'umido proviene dalla raccolta differenziata verrà scaricato all'interno del capannone adibito allo scopo e immediatamente lavorato nella sezione di vagliatura.
Il ciclo di lavoro avverrà durante le 8 ore e dovrà garantire la massima velocità di trattamento dal momento dello scarico alla spremitura finale della frazione organica; essendo il ciclo di lavorazione finalizzato alla produzione di biogas, risulta fondamentale non subire ritardi nella prima separazione della matrice organica. Verrà effettuata anche la lavorazione del sabato il giorno stesso per ridurre il più possibile la presenza di materiale fermentescibile in stoccaggio presso l'impianto.
La fase più critica, dal punto di vista sanitario, risulta sicuramente essere quella di separazione/vagliatura dell'indesiderato; è proprio in queste operazioni che aumenta il rischio di emissione di sostanze volativi maleodoranti. Una volta terminata tale fase il prodotto (tipo purea) è immediatamente immesso nella linea di digestione anaerobica escludendo quindi qualsiasi forma di emissione odorigena in quanto confinata, prima nella pre-vasca e poi nei digestori che sono a tenuta ermetica.
Una volta effettuata la fase di "pulizia" e spremitura dell'organico, il substrato è pronto per l'immissione nella pre-vasca di carico. Essendo tale vasca dotata di sigillatura nella parte interna, il substrato può restare in accumulo all'interno di essa, eventuali formazioni di biogas e/o composti maleodoranti verranno convogliati al sistema di accumulo e/o utilizzato direttamente in cogenerazione,.

Il sistema di ispezione del materiale consiste in una verifica visiva effettuata dall'operatore al momento di arrivo del carico, durante le fasi di scarico dei vettori e nella successiva fase di inizio lavorazione.

10.3 APPROVVIGIONAMENTO DELLE BIOMASSE E INCIDENZA SUL TRAFFICO VEICOLARE

Per quanto riguarda l'incidenza del traffico veicolare indotto sui percorsi stradali limitrofi all'azienda vi è da considerare che la quantità annuale in ingresso sarà al massimo di 33.000 ton/anno. Considerando che la portata massima di un autoarticolato è pari a 25 tonnellate è possibile quantificare i mezzi circolanti (base 312 giorni/anno)in un massimo di 5 mezzi/giorno. Se il conferimento avverrà direttamente con autocompattatori adibiti alla raccolta, il traffico si attesterà ad un max di 9veicoli/giorno (compattatore 15 mc 11-12ton)

10.4 PROGRAMMA DI RICEVIMENTO DEI RIFIUTI SPECIALI, OPERAZIONI DI ACCETTAZIONE, MODALITA' DI CARICO DELL'IMPIANTO DI DIGESTIONE.

Il rifiuto in arrivo, dopo essere stato pesato e registrato, viene messo in riserva (attività R13) all'interno del capannone pe poi essere immediatamente avviato all'attività di recupero di materia (R3). Le operazioni di ricezione del materiale avviene nel seguente modo:

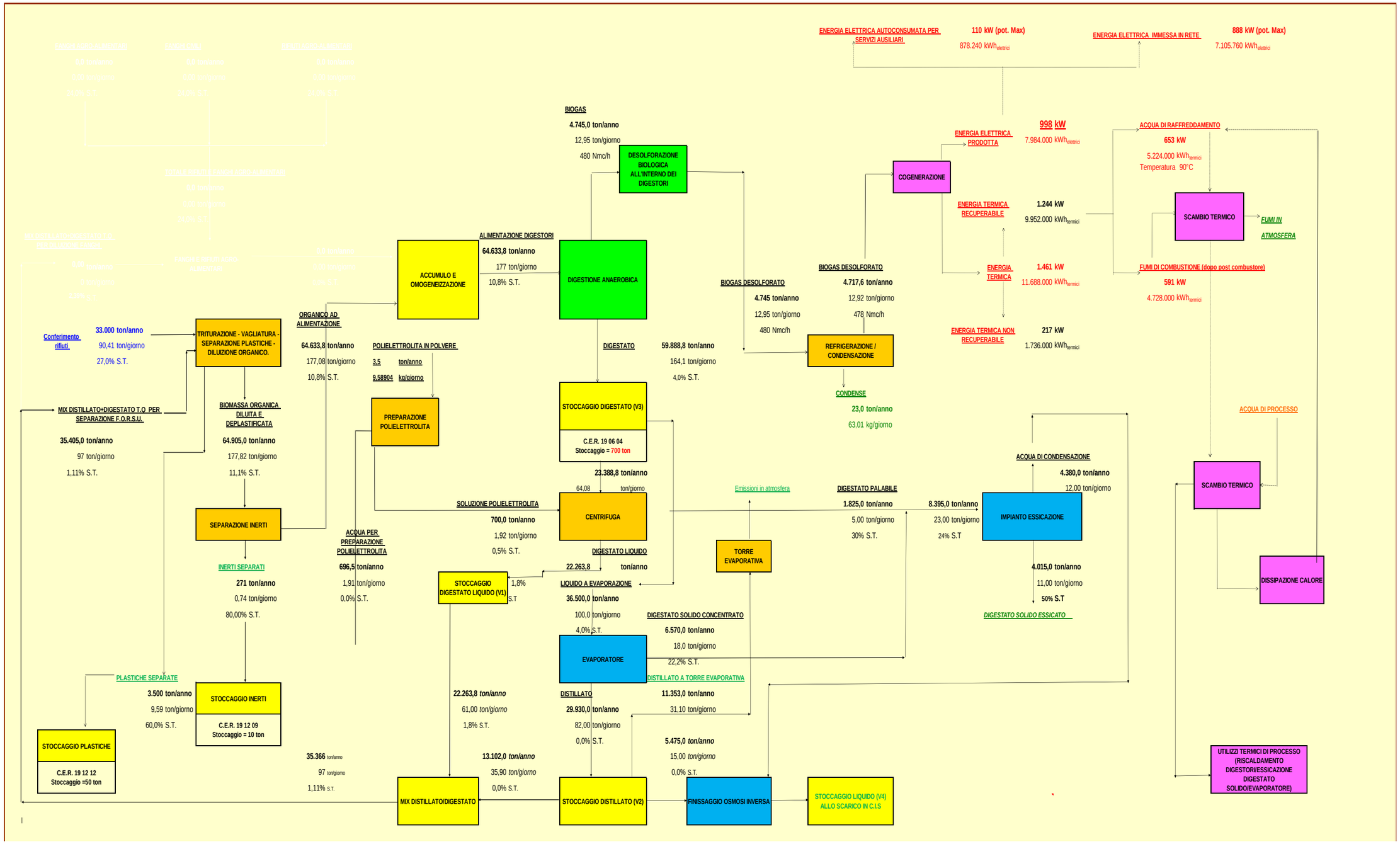
- ✓ Arrivo dell'autotreno;
- ✓ Pesatura e accettazione materiale;
- ✓ Manovra e messa in posizione di scarico dell'autotreno;
- ✓ Apertura della pista di scarico;
- ✓ Mantenimento delle condizioni di depressione all'interno del capannone mediante aspirazione delle arie ed invio al modulo di biofitrazione;
- ✓ Scarico del materiale all'interno del capannone, posizionato, rispetto al punto di scarico dei vettori, ad un livello altimetrico inferiore;
- ✓ Carico mediante pala meccanica del materiale all'interno di una macchina lacera-sacchi;
- ✓ Vagliatura del materiale tritato con eventuale deferrizzazione;

- ✓ Separazione della frazione organica da plastiche grossolane e altri materiali inerti (avviati allo smaltimento in discarica autorizzata al ritiro come CER 19 12 12);
- ✓ Carico, mediante nastro trasportatore, della frazione organica, all'interno di una tramoggia di carico per il successivo invio alla macchina "lavaplastiche";
- ✓ Lavaggio della frazione organica contenenti ancora residui plastici, mediante acqua depurata, ottenendo una polpa di rifiuto pompabile ed una frazione plastica allontanata allo smaltimento autorizzato come CER 19 12 12;
- ✓ Accumulo dell'organico separato all'interno della vasca di equalizzazione, o altrimenti detta pre-vasca o vasca di omogeneizzazione, in attesa dell'invio al digestore. Tale accumulo garantisce una gestione più flessibile del carico di materiale organico da inviare a digestione anaerobica, garantendo un volume di carico di almeno 2 giorni;
- ✓ Mediante apposita pompa avviene l'invio del materiale dalla vasca di equalizzazione al digestore primario e quindi al digestore secondario.

Il ciclo di trattamento "anaerobico" durerà da un minimo di 30 giorni ad un massimo di 50, in funzione della temperatura e dello stato di del processo, nei quali si raggiunge un grado di stabilizzazione assoluto.

E' controproducente ai fini della resa in biogas terminare la fase di digestione anzitempo: solo esaurito l'HRT si avrà la certezza di aver "degradato" completamente i composti carboniosi responsabili della produzione di biogas: a tal riguardo si precisa che il costante monitoraggio dei parametri biochimici del processo (rapporto FOS/TAC) permetterà di garantire la completa degradazione della sostanza organica.

10.6 BILANCIO DI MASSA DELL'IMPIANTO



10.7 QUANTITA' DI BIOGAS PRODOTTO DALLA FERMENTAZIONE ANAEROBICA

Poiché il quantitativo totale di rifiuti organici introdotti nell'impianto sarà variabile tra 28.000 e 33.000 ton/anno (76-90 ton./giorno mediamente), si possono trarre le seguenti conclusioni.
Dall'analisi della bibliografia si evince il contenuto di solidi totali (ST) per ogni tonnellata di cod. CER 200108 (ma il dato è valido anche per il CER 200302) è pari al 27% di cui l'86% sono rappresentati da solidi volatili (SV) e poiché, come indicato dalla bibliografia, la produzione massima di biogas per tonnellata di CER 200108 di solidi volatili risulta essere di 570 m^3, si avrà che il quantitativo massimo di biogas prodotto annualmente in condizioni ideali sarà al massimo di 4367682m^3 (ovvero circa 500 m^3/ora), che saranno avviati al recupero energetico (attività R1).
Considerando la composizione media del biogas come da tabella.

Gas	Quantità %	Massa (Kg/Nm^3)
CO_2	30	1,977
CO	10	1,318
CH_4	55	0,7174
Altri	5	1,178

Fonte: Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN).

Si avrà che la quantità espressa in (ton/anno) di biogas prodotto dall'impianto sarà pari a 436768 m^3 x 1,1784 (Kg/m^3) = 5146876Kg/anno equivalente a 5147 ton/anno.
Pertanto la quantità di biogas prodotta annualmente rientra nei limiti delle quantità massime di rifiuti non pericolosi di cui all' All. 2, suball. 1 del DM 5/02/1998.

10.8 RESA TERMICA ED ELETTRICA

Produzione energia elettrica e termica

Partendo dai dati di targa del cogeneratore JGS 320 GS-L.L (del quale si allega scheda tecnica aggiornata) si evince come il consumo specifico di combustibile sia pari a 480 Nm^3/h di biogas al 60% di metano.
Il fabbisogno massimo di biogas per produrre questo quantitativo di energia elettrica sarà, considerato un rendimento di trasformazione in energia elettrica del 40% con potere calorifico del

biogas variabile, in base alla percentuale di metano contenuto (dal 45 al 70%), considerando altresì un funzionamento pari ad 8.000 ore/anno stimabile attorno ai 3.840.000 Nm^3/anno.
Le produzioni di energia che un tale assetto impiantistico può sviluppare sono riassunte nella tabella sottostante.

Tipo Gen-Set	**Jenbacher JGS 320 GS-L.L**
Potenza elettrica nominale installata	998 kWe
Potenza introdotta	2.459 kW
produzione energia elettrica totale	7.984.000 kWe
produzione energia termica totale	11.688.000 kWt
energia elettrica autoconsumata	pari al 11% di quella prodotta
energia termica autoconsumata	totalmente autoconsumata

La potenza termica (intesa come potenza totale immessa nel sistema di cogenerazione) è inferiore a 3 MW e l'impianto in oggetto è considerato a *inquinamento atmosferico poco significativo, e non soggetto a monitoraggio in continuo delle emissioni*.
Per i fabbisogni termici dell'impianto (mantenimento termofilia a 52 °C) verranno impiegati nella peggiore delle ipotesi (periodo invernale) 100-150 kWh termici in funzione della temperatura esterna. La restante parte del calore disponibile verrà impiegato nella sezione di essicazione del digestato solido e nel trattamento, mediante evaporatore sotto vuoto a triplo effetto, del digestato liquido.

11. LAYOUT IMPIANTO

In riferimento alla tavola grafica IC-D-03 "Planimetria Impianto" di seguito si riportano gli elementi costituenti l'impianto:

- ✓ Pesa a ponte lunghezza m. 18;
- ✓ Lavaggio ruote;
- ✓ Capannone ricezione rifiuti;
- ✓ Pala meccanica per movimentazione materiale;
- ✓ Macchina lacera-sacchi;
- ✓ Vaglio rotante;
- ✓ Deferizzatore;
- ✓ Tramoggia di carico;
- ✓ Macchina lavaplastiche per il trattamento della frazione organica;
- ✓ Prima vasca inox di sedimentazione;
- ✓ Seconda vasca di sedimentazione ed omogeneizzazione;
- ✓ Sistema di pompaggio alla vasca di stoccaggio/equalizzazione;
- ✓ Container per accumulo plastiche separate e materiali inerti;

} INTERNO CAPANNONE PIANO TERRA

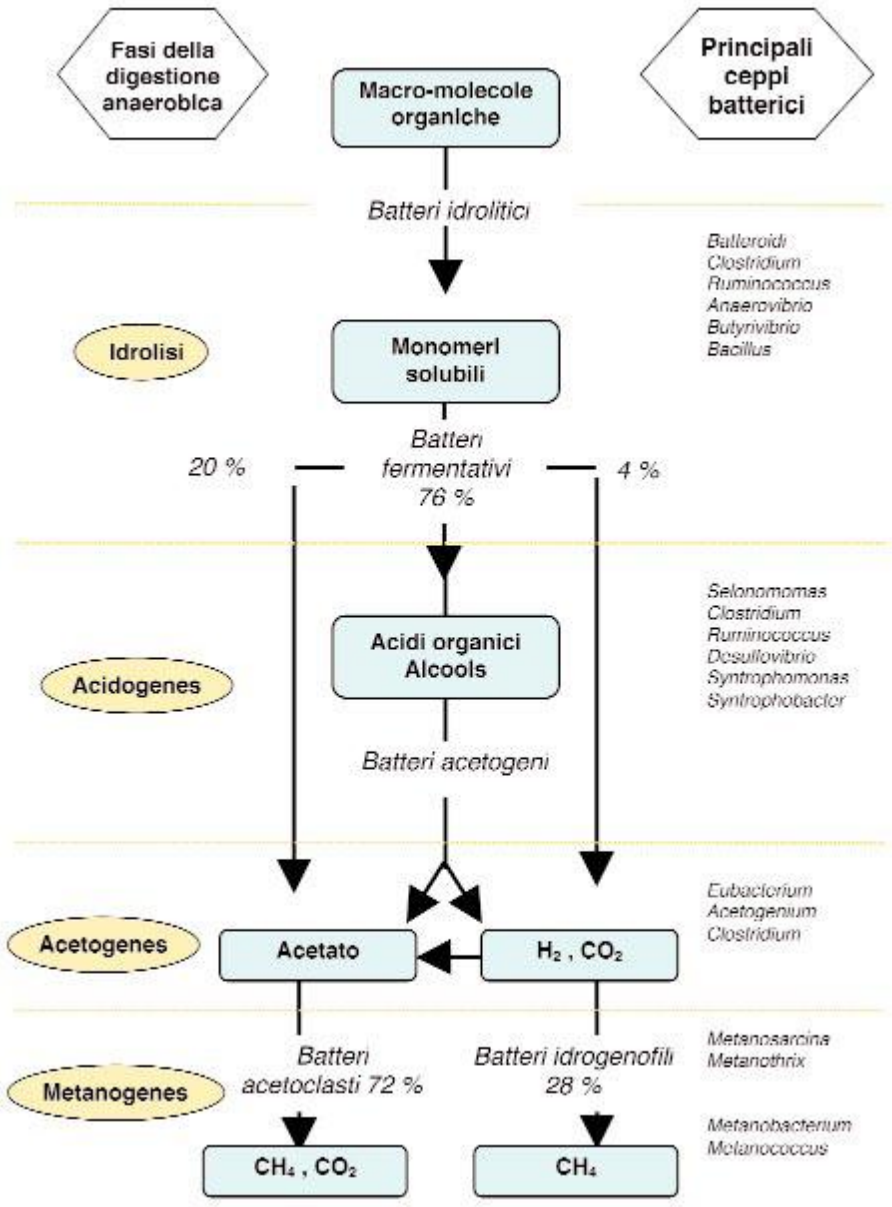
- ✓ Biofiltro;
- ✓ Torre evaporativa;
- ✓ Vasca di stoccaggio/equalizzazione frazione organica;
- ✓ N° 1 digestore primario solettatato;
- ✓ N° 1 digestore secondario con gasometro incorporato;
- ✓ Pozzetto centrale di aspirazione: trattasi di stazione di pompaggio adibita al conferimento del materiale dal sistema di trattamento anaerobico ai successivi trattamenti (ubicato tra i 2 digestori);
- ✓ Sistema di distribuzione acqua calda per riscaldamento digestori (collettori caldo/freddo) (ubicato nei pressi dei digestori)
- ✓ Condotta biogas e sistema di compressione/purificazione biogas (gruppo frigo-soffiante) prima dell'invio al cogeneratore (su platea in cls);

- ✓ Cogeneratore da 999 KW mod. Jembacher JGS 320 GS-L.L;
- ✓ Container recupero energetico fumi motore/olio diatermico e relativo sistema di pompaggio;
- ✓ Trattamento fumi cogeneratore mediante post-combustore;
- ✓ Cabina prefabbricata in cav adibita a punto di consegna in MT (interfaccia rete con Distributore di rete locale);
- ✓ Container quadri elettrici di processo e servizi;
- ✓ Gruppo elettrogeno d'emergenza della potenza di 150 kVA;
- ✓ Dispositivo di sicurezza torcia HT per combustione esubero di biogas;
- ✓ Impianto per la separazione solido-liquido del digestato costituito da centrifuga industriale;
- ✓ Tramoggia di carico della frazione solida centrifugata all'impianto di essicazione;
- ✓ Impianto di essicazione costituito da:
  - o Dosatore di prodotto DS1;
  - o Essicatore orizzontale ES1;
  - o Ciclone C1 e scarico del materiale essiccato su nastro trasportatore;
  - o Scrubber ad acqua per trattamento dell'aria umida in arrivo dal ciclone;
  - o Ricircolo dell'aria trattata in ES1, previo pre-riscaldamento in E1;
  - o Estrazione dell'aria in eccesso e condensazione del vapore acqueo in CO1;
  - o Allontanamento degli incondensabili al biofiltro mediante ventilatore B2
- ✓ Sistema di depurazione per trattamento finale liquido centrifugato, costituito da sistema di evaporazione sottovuoto a triplice effetto;
- ✓ Sistema di finissaggio ad osmosi inversa del distillato per ottenere un liquido scaricabile in corpo idrico superficiale;
- ✓ Vasca in cls per accumulo liquido separato in uscita dalla centrifuga (V1);
- ✓ Vasca in cls per accumulo distillato in uscita dall'evaporatore (V2);

INTERNO CAPANNONE PRIMO PIANO

- ✓ Vasca in cls per accumulo acqua in uscita da OI, scaricabile in corpo idrico superficiale (V4);
- ✓ Platea per posizionamento sistema antincendio con cisterna accumulo e gruppo di pompaggio in container adibito;
- ✓ Locale uffici e servizi;

Riassumendo, il rifiuto in arrivo subisce un primo trattamento meccanico di triturazione ed omogeneizzazione con aggiunta di liquido di ricircolo per portare il contenuto di sostanza secca ad tenore intorno all'11%; fissando questo parametro automaticamente, indipendentemente dal tenore di sostanza secca dei singoli rifiuti in ingresso all'impianto, si determina il quantitativo di liquido necessario da ricircolare per la preparazione della purea di rifiuto. Per il monitoraggio della sostanza secca nella purea di rifiuto viene installato un misuratore in continuo (torbidimetro) all'interno della vasca inox che raccoglie la purea in uscita dalla macchina lavaplastiche.
Il materiale così preparato viene inviato alla pre-vasca di omogeneizzazione dove subisce il primo step di idrolisi batterica prima dell'ingresso all'interno del digestore primario F1 dove continua la conversione del carbonio organico disponibile in biogas. All'interno del digestore secondario o post digestore G il materiale sostanzialmente termina la conversione in biogas e viene successivamente mandato alla vasca di stoccaggio V3 prima dei successivi trattamenti. Le reazioni biologiche che si instaurano e che portano alla produzione di biogas sono molto complesse, concatenate tra di loro ed avvengono sostanzialmente in parte o totalmente all'interno di ciascun digestore. Il fatto che sia la pre-vasca che i digestori siano collegati idraulicamente con le tubazioni gas permette di omogeneizzare il biogas prodotto, ottenendo una miscela che sarà costituita principalmente da un 55-62% di metano e 38-45% CO_2.
Lo schema sottostante meglio chiarisce i vari step biologici che si susseguono:



In uscita dal post digestore si avrà un digestato molto umido, stabile e soprattutto privo di cattivi odori. Esso verrà sottoposto a separazione centrifuga in modo da separare la fase liquida da quella solida; quest'ultima verrà essicata al fine di creare un prodotto classificabile come ammendante compostato misto, mentre la fase liquida, a seconda delle esigenze, verrà in parte riutilizzata nel

processo, in parte trattata con evaporatore sottovuoto e l'eccesso, previo trattamento di osmosi inversa , (max 50 m^3/gg, puntuale di 15 m^3/d) scaricata su CIS.

12. PRINCIPALI COMPONENTI DI IMPIANTO

12.1 SISTEMA DI PREPARAZIONE DELLA SPREMUTA DI FORSU

Il rifiuto in ingresso all'impianto, che sarà costituito in gran parte da frazione organica proveniente dalla raccolta differenziata dei rifiuti, anche mediante il porta porta, è caratterizzata da una componente di materiali così detti "indesiderabili", quali plastiche, oggetti in metallo, stracci, gusci e graniglie… che devono essere il più possibile rimossi prima dell'ingresso ai digestori anaerobici. Pertanto il sistema di separazione preliminare fino all'ottenimento della purea di rifiuto rappresenta una parte delicata del processo che deve essere condotta con macchine particolarmente robuste e studiate per la lavorazione specifica dell'organico.
I vettori scaricheranno i rifiuti direttamente all'interno del capannone, attraverso due corsie di scarico, posizionate, rispetto il livello del pavimento capannone a +2 metri. Il capannone sarà mantenuto in constante depressione mediante il ricircolo forzato di aria, mediante ventilatore che sarà in grado di garantire n° 3 ricambi/aria all'ora. L'aria estratta sarà inviata al biofiltro per la depurazione. All'interno del capannone una pala meccanica movimenterà il rifiuto conferito nell'area di messa in riserva provvisoria (attività R13) per essere successivamente avviato alle fasi di recupero di materiale (R3) con il caricamento della macchina lacerasacchi.



Fig.3: Lacerasacchi

Il materiale triturato in uscita dalla lacerasacchi viene caricato, attraverso nastro trasportatore, nel vaglio rotante, eventualmente attrezzato con deferrizatore, che restituirà un sottovaglio, ovvero l'organico ripulito dalle componenti più grossolane tipo oggetti in plastica, pezzi di metallo, calcinacci, che possono creare problemi di malfunzionamento alle sezioni successive di trattamento (allontanati mediante pala meccanica e deposti nei rispettivi contenitori prima del conferimento come rifiuti a centri autorizzati).

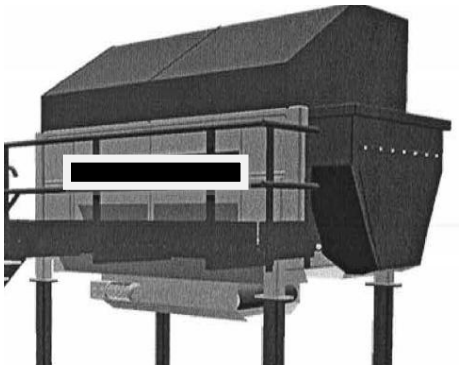


Fig.4 Vaglio rotante

Il sottovaglio viene successivamente caricato nella macchina lavaplastiche che restituirà la purea di rifiuto.



Fig.5 Macchina lavaplastiche con vasca di sedimentazione inox

La macchina lavaplastiche è costituita da una struttura metallica che si sviluppa in altezza, all'interno della quale è presente un cilindro statico in rete metallica con fori di opportuno

diametro ed un albero centrale rotante attrezzato con diversi utensili di taglio. La rotazione vorticosa dell'albero permette di imprimere una forza centrifuga all'organico caricato dal basso della macchina. La componente organica viene spinta all'esterno attraversando i fori della rete metallica, mentre le plastiche, più leggere dell'organico, vengono trascinate verso l'alto e simultaneamente lavate da spruzzi in pressione di liquido di ricircolo.

La purea di rifiuto così ottenuta cade all'interno di una prima vasca di sedimentazione in inox, mentre le plastiche, dopo essere strizzate all'interno di una coclea con vite senza fine, vengono stoccate nei cassoni in attesa di essere smaltite a centri autorizzati (codice CER 19 12 12).

La purea di rifiuto, dalla prima vasca di sedimentazione cade in una seconda vasca di sedimentazione interrata, costruita in muratura, dotata di agitatore centrale e sistema di estrazione dei sedimenti inerti mediante coclea estrattrice, per poi essere rilanciata alla pre-vasca di omogeneizzazione esterna al capannone. I materiali inerti estratti sono trasportati all'interno di un apposito cassone per essere poi smaltiti come rifiuti (Codice CER 19 12 09).

12.2 VASCA DI EQUALIZZAZIONE O DI OMOGENEIZZAZIONE

Una volta effettuata l'operazione descritta al paragrafo precedente, prima dell'immissione del substrato ottenuto nel digestore primario, è indispensabile creare un accumulo temporaneo così da poter frazionare i carichi nell'arco della giornata. La capacità di stoccaggio della vasca è tale inoltre da garantire il funzionamento della sezione di digestione anaerobica anche in caso di fermi macchina programmati nella linea di preparazione purea di rifiuto o periodi festivi fino a 2-3 giorni.

La vasca ha le seguenti caratteristiche geometriche:

- ✓ tipologia: circolare solettata con captazione arie
- ✓ diametro: 14 m.
- ✓ altezza totale: 4 m
- ✓ altezza utile:3,50 m
- ✓ Volume utile: 540 m^3

Sarà inoltre attrezzata con n° 1 miscelatore interno e boccaporto di ispezione.

12.3 DIGESTORE PRIMARIO E SECONDARIO

Il sistema adottato prevede l'utilizzo di un doppio stadio di digestione anaerobica, perfettamente miscelato (sistema noto come CSTR – Continous Stirred Tank Reactor), funzionante in condizioni di termofilia (T>50°C). Ciò per garantire una migliore degradazione di tutta la componente organica presente in ingresso al sistema. Dopo un tempo medio di ritenzione di circa 20gg nel digestore primario, il materiale passa nel digeatore secondario o post digestore dove ci rimane per altri 20 giorni. Il trasferimento avverrà per travaso automatico (principio dei vasi comunicanti) o a necessità mediante pompaggio attraverso il pozzetto di smistamento centrale.
I digestori sono costruiti in cls gettato in opera, di forma circolare, coibentati con polistirene espanso estruso dello spessore di 100 mm e rivestiti con lamierino grecato a finire. Il digestore primario sarà dotato di soletta mentre il secondario coperto con telo in pvc a doppia membrana, descritto successivamente, con funzione di cupola gasometrica.

Caratteristiche digestore primario

- ✓ Diametro interno digestore primario: 26,00 m.
- ✓ Altezza: 8 m
- ✓ Altezza utile: 7,5 m
- ✓ Volume totale: 4247 m^3
- ✓ Volume utile: 3900 m^3
- ✓ Attrezzature principali:
  - Agitatore centrale a pale multiple verticali della potenza di 22 kW
  - N: 2 agitatori obliqui tipo DODA o similari della potenza di 22kW
  - Sistema di estrazione sedimenti dal fondo mediante catena raschiatrice e coclee di estrazione
  - Sistema di insufflaggio controllato di aria per la desolforazione biologica

Caratteristiche digestore secondario

- ✓ Diametro interno digestore secondario: 26,00 m.
- ✓ Altezza: 8 m

- ✓ Altezza utile: 7,5 m
- ✓ Volume totale: 4247 m^3
- ✓ Volume utile: 3900 m^3
- ✓ Attrezzature principali:
  - N: 2 agitatori obliqui tipo DODA o similari della potenza di 22kW
  - Tetto di copertura con funzione di campana gasometrica
  - Sistema di insufflaggio controllato di aria per la desolforazione biologica

Entrambi i manufatti risultano fuori terra, resta al di sotto del futuro pdc la sola platea di fondazione compreso di coibente (10 cm).
La temperatura di esercizio sarà mantenuta constante a 53-55°C grazie ad un sistema di riscaldamento a fasci tubieri perimetrali realizzati con materiali inossidabili ad alta resistenza alla corrosione (acciaio INOX AISI 304), fissati sulle pareti interne dei digestori.
Il calore, distribuito con acqua calda proveniente dal recupero termico installato sul sistema di cogenerazione, verrà regolato in automatico con l'ausilio di valvole miscelatrici poste sulle linee di distribuzione primarie e secondarie.

12.4 CUPOLA GASOMETRICA A DOPPIA MEMBRANA

Per consentire un adeguato polmone tecnico di accumulo biogas è prevista l'adozione di un telo gasometrico a doppia membrana in PVC da posizionarsi sul digestore secondario.



Fig.6 Esempio di cupola gasometrica a doppia membrana su digestore

Il sistema si compone di due membrane, una più interna a diretto contatto col biogas, ed una più esterna a protezione della prima ed a contatto con l'atmosfera sulla faccia esterna e con un cuscinetto d'aria nella faccia interna.

Visivamente si noterà solo l'involucro esterno a forma di calotta sferica, sempre in tensione grazie all'aria "pompata" da compressore radiale idoneo a zone Ex.

Invece la membrana interna fluttuerà a seconda della quantità di biogas che di volta in volta si formerà.

A corredo della membrana gasometrica è previsto un dispositivo di sicurezza per garantire la gestione di eventuali sovra pressioni del sistema (produzione di biogas maggiore rispetto al consumo da parte del cogeneratore) o depressioni del sistema (produzione di biogas inferiore al consumo istantaneo da parte del cogeneratore) specificando che il range di lavoro varierà da 0 a 5 mbar. Al di fuori di questo range interviene la valvola di sicurezza a tenuta idraulica, che in caso di sovrappressioni si aprirà lasciando sfociare il biogas in eccesso, ed in caso di depressioni si aprirà lasciando entrare aria ambiente nel digestore. E' importante precisare che la valvola di sicurezza, in quanto tale, interviene esclusivamente per gestire eventi particolari, ovvero in casi eccezionali e per un lasso di tempo limitato a poche ore in quanto:

- ✓ La sovrappressione del sistema si può manifestare qualora si incorra in un fermo motore casuale o programmato. In automatico, però, parte la torcia di sicurezza. Soltanto nel caso in cui anche la torcia di sicurezza fosse fuori servizio allora si avrebbe l'intervento della valvola di sicurezza sul gasometro. L'operatore reperibile di impianto viene comunque immediatamente allertato da chiamata telefonica gestita dal PLC di impianto che gli segnala il fermo del motore;
- ✓ Nel caso di sovrappressione con motore cogenerativo acceso in automatico l'eccesso di gas prodotto viene dirottato alla torcia di sicurezza;
- ✓ La depressione del sistema si può avere nel caso in cui il cogeneratore consumi più gas rispetto a quello puntualmente prodotto dal sistema. In realtà questa situazione è quanto mai rara in quanto il motore viene fatto modulare sulla produzione di potenza elettrica (e di conseguenza sul consumo di biogas) in funzione del livello di riempimento del gasometro, fino al limite a spegnere il motore in caso di svuotamento della campana

gasometrica. Nel caso in cui il motore continuasse a funzionare, ed intervenisse la valvola di sicurezza sul gasometro, l'ingresso di aria e la sua miscelazione con il biogas causerebbe un aumento della percentuale di ossigeno, rilevato dall'analizzatore gas in continuo, che superata la soglia del 2% (entro i limiti di esplosività) in automatico arresta la soffiante, ovvero il motore, ripristinando le condizioni di corretta pressione nel sistema. Quant'anche questo sistema non dovesse intervenire, il motore in ogni caso è destinato a spegnersi per l'arrivo di una miscela biogas al di fuori degli standard di carburazione del motore

Componenti principali della cupola gasometrica

- ✓ N. 1 centralina di pompaggio aria per il controllo della pressione della cupola, mediante soffiante a canali laterali con potenza 0,75 kW e portata massima di 500 m^3/h alla pressione di 1 mm H_2O, completa di quadro elettrico IP56, temporizzatore per il funzionamento discontinuo, manometro e pressostato per la regolazione della pressione d'esercizio, collegata alla cupola con tubazione flessibile;
- ✓ N. 1 valvola di emergenza a guardia idraulica per sovra/depressione gas ancorate e riscaldate per conduzione alla vasca in ca;
- ✓ tubazione flessibile in PVC per aria di raccordo tra la centralina e la cupola gasometrica;
- ✓ misuratore di livello per la misura del grado % di riempimento, delle cupole con display digitale e uscita 4-20 mA.

12.5 SISTEMA DI CAPTAZIONE, COMPRESSIONE E TRATTAMENTO DEL BIOGAS

Il biogas prodotto viene collettato dal gasometro verso il motore attraverso il gruppo soffiante. Tutte le tubazioni di adduzione biogas, oltre che dotate di valvole di intercettazione, hanno idonee prese campione per il monitoraggio della qualità del biogas stesso.

Tutte le tubazioni sono realizzate in acciaio inox AISI304 per i tratti a vista o HDPE nei tratti interrati(UNI 70-14).

L'unità di aspirazione biogas è costituita da un compressore centrifugo, altrimenti detto soffiante gas, azionato da motore elettrico, in grado di garantire l'aspirazione e compressione del biogas disponibile nel range operativo di 80-160 mbar.

Sulla linea di aspirazione del biogas, ovvero a monte della soffiante, sono istallati i sistemi di trattamento e depurazione, consistenti in una filtrazione meccanica in filtri metallici e soprattutto nella deumidificazione del gas, attraverso scaricatori di condensa istallati nei cambi di pendenza della linea. Oltre a ciò prima dell'ingresso soffiante, il biogas viene sottoposto a raffreddamento spinto (4-8°C), con conseguente ulteriore scarico di condense. L'allontanamento delle condense, oltre che deumidificare il gas, consente di allontanare tutti i contaminanti solubili che potrebbero causare problemi di incrostazioni e corrosioni nel motore. Il raffreddamento del biogas viene effettuato attraverso il passaggio dello stesso in uno scambiatore di calore a fascio tubiero il cui circuito primario è attraversato da acqua glicolata raffreddata da un apposito gruppo frigo. Si precisa che gli scarichi derivati dalla raccolta delle condense del biogas verranno reimpiegati nel processo di digestione anaerobica, e convogliati alla prevasca di omogeneizzazione, se risulteranno analiticamente compatibili con il processo anaerobico, altrimenti saranno opportunamente smaltiti a centri autorizzati. Il dimensionamento del sistema di raffreddamento si basa sui seguenti dati:

- ✓ *Portata biogas = 500-540 m³/h circa*
- ✓ *Temperatura = 30/35 °C*
- ✓ *Umidità relativa = condizione di saturazione*
- ✓ *Temperatura di raffreddamento desiderata 3 °C*
- ✓ *Potenza frigorifera necessaria: 60 kW*
- ✓ *Potenza elettrica istallata: 25 kWe (C.O.P di circa 0,7).*

La quantità di condensa presumibilmente prodotta sarà di circa 2,5 kg/h.

Una volta deumidificato il biogas viene leggermente compresso nella stazione di compressione e portato a una pressione di circa 160 mmbar con conseguente aumento della temperatura del biogas a circa 20/25 °C.

Per quanto riguarda l'H_2S (idrogeno solforato) si precisa che è previsto un sistema di desolforazione biologica consistente nell'immissione di un piccolo quantitativo di aria ambiente

all'interno dei digestori. L'ossigeno insufflato permette ai batteri desolforanti anaerobi facoltativi di ridurre e convertire l'acido solfidrico in zolfo elementare. La regolazione della quantità di aria immessa avverrà mediante flussimetro, al fine di avere una percentuale di ossigeno nel biogas comunque sempre compresa tra lo 0.5 e l'1%. La qualità del biogas (% CH_4, %CO_2, %0_2, ppm H_2S) sarà monitorata in continuo mediante analizzatore gas in linea. Nel caso si riscontrassero valori anomali nella qualità gas, soprattutto in termini di presenza eccessiva di O_2 (soglia 1.2%), partirà in automatico una segnalazione acustica e telematica al gestore impianto. Contemporaneamente, ai fini di sicurezza, il sistema di aspirazione gas verrà spento, insieme all'unità di cogenerazione.
In caso invece di spegnimento non voluto del sistema di aspirazione del biogas (soffiante), automaticamente si avrà lo spegnimento del motore, con segnalazione via telematica al gestore impianto, e partenza della torcia di emergenza.

12.6 GRUPPO DI COGENERAZIONE

Il motore cogenerativo previsto è un motore a ciclo otto tipo Jenbacher JGS 320 progettato per utilizzare come combustibile il biogas, in grado di erogare alla massima potenza 998 kWelettrici (per le caratteristiche tecniche di dettaglio si rimanda al manuale fornito dal produttore). Il funzionamento del motore è di tipo continuo 24ore su 24, per un numero medio di ore/anno di almeno 8.000 ore. Il blocco motore è collegato con l'alternatore e il tutto alloggiato all'interno di un container metallico autoportante dotato di coibentazione acustica e termica idoneo a rientrare nei limiti di legge. Nel container sono alloggiati il quadro elettrico ed il quadro di comando del gruppo. Tutto il sistema è controllato e monitorato da apposito PLC con remotizzazione dati a distanza. Il gruppo elettrogeno è dotato sia di recupero termico dal circuito acqua di raffreddamento motore ed intercooler che di recupero termico dei fumi. Il calore recuperato sarà in parte utilizzato per il riscaldamento e mantenimento delle temperature all'interno dei digestori, che per l'essiccatore del digestato, che per il trattamento in evaporazione di parte della frazione liquida del digestato.
In caso di insufficienza di calore a disposizione per tutte le utenze è prevista l'utilizzo di una caldaia di reintegro della potenzialità inferiore alle 300.000 kcal/h.
È possibile recuperare l'energia termica dai seguenti cascami termici:

Stadio di raffreddamento intercooler:	215 kW
Raffreddamento olio lubrificazione motore:	113 kW
Raffreddamento acqua motore:	325 kW
Gas di scarico raffreddati a 100°C:	591 kW
TOTALE	**1244 kW**

TOT: 653KWt

Il motore è dotato di sistema di trattamento fumi mediante post-combustore rigenerativo (meglio dettagliato in seguito) per l'abbattimento del monossido di carbonio (CO) e dei composti organici (COT), mentre i valori di NOx vengono regolati agendo (sistema LeaNOx) sulla carburazione del motore stesso.

12.8 SISTEMA DI TRATTAMENTO FUMI

I fumi che vengono emessi dal gruppo elettrogeno prima di essere inviati al post-combustore rientrano in tutti i parametri del D.M. del 05/02/98 salvo che le concentrazioni di CO, che risultano essere circa 2000-3000 mg/Nm^3, e COT metanigeni compresi, che risultano essere di circa 300-500 mg/Nm^3. Il contenimento degli NOx è garantito dalla corretta carburazione del gruppo elettrogeno, ottenuta mediante un sistema automatico gestito da PLC (sistema LeaNOx).



Fig. 7 Esempio di post-combustore termico

Il post-combustore lavora a 750-800 °C e consente un abbattimento della concentrazione di CO e COT costante nel tempo. Il post-combustore è costituito da una doppia camera di combustione, i gas vengono riscaldati all'atto dell'avviamento da resistenze elettriche e a regime con l'impiego di

un'aliquota di biogas e portati in temperatura, avvenuta l'ossidazione vengono inviati nella seconda camera dove cedono calore e vengono emessi ad una temperatura di circa 550 °C (prima del recupero termico lato fumi che ne abbassa la temperatura a 100-130°C). Ogni 3-5 minuti una valvola inverte l'ordine del flusso dei fumi, quando il sistema è a regime, l'alternanza del passaggio nelle due camere permette un risparmio energetico e il mantenimento dell'efficienza.

In queste tipologie di impianti, non sono previsti sistemi per il contenimento di polveri, in quanto non si riscontra questo inquinante.

Il post-combustore necessita all'avviamento da freddo di circa 24 ore per il raggiungimento della temperatura di lavoro, fermate di poche ore non causano il raffreddamento delle camere del post-combustore, e non richiede manutenzioni particolari se non la pulizia periodica dal silicio che si viene a depositare.

Il gruppo può essere fermato in tempo reale, generando l'immediata cessazione delle emissioni in atmosfera.

Tutti i sistemi pneumatici vengono costantemente monitorati nel giro di controllo giornaliero dell'impianto.

Le emissioni dall'impianto sono localizzate in corrispondenza del camino, costituito da una canna metallica opportunamente isolata sia termicamente che acusticamente del diametro di circa 300 mm ed alta ca. 6 metri.

I valori massimi di concentrazione in emissioni, riferiti ad un tenore di ossigeno nei fumi anidri pari al 5% in volume, che si potranno avere sono di seguito riportati:

- ✓ polveri (valore medio rilevato per un periodo di campionamento di 1 h): **10 mg/Nm³;**
- ✓ NOX (valore medio rilevato per un periodo di campionamento di 1 h): **450 mg/Nm³**;
- ✓ CO (valore medio rilevato per un periodo di campionamento di 1 h): **500 mg/Nm³.**
- ✓ COT (valore medio rilevato per un periodo di campionamento di 1 h): **150 mg/Nm³;**
- ✓ HCl (valore medio rilevato per un periodo di campionamento di 1 h): **10 mg/Nm³**;
- ✓ HF (valore medio rilevato per un periodo di campionamento di 1 h): **2 mg/Nm³;**

12.9 STOCCAGGIO OLIO NUOVO E USATO

Il sistema di lubrificazione motore è costituito da un sistema di rabbocco automatico che carica l'olio fresco nella coppa del motore tramite una pompa elettrica comandata dal livellostato di minimo livello.

Le operazioni di carico e scarico dell'olio nuovo ed esausto vengono effettuate posizionando i fusti dell'olio su apposita vasca di contenimento dotata di tettoia per le intemperie. I rifiuti prodotti dalla manutenzione ordinaria e straordinaria del gruppo elettrogeno, ovvero l'olio di lubrificazione e relativi filtri, sono identificati con i seguenti codici CER:

- 13.02.08*: altri oli per motori, ingranaggi e lubrificazione;
- 15.02.02*: filtri dell'olio.

Entrambi i rifiuti vengono conferiti ad impianti autorizzati per il loro recupero e/o smaltimento, prediligendo fornitori iscritti al Consorzio Obbligatorio Degli Oli Usati. Lo stoccaggio complessivo, tra olio nuovo ed usato, è inferiore a 2000 litri.

Per la gestione di tali rifiuti verrà predisposto un registro dedicato.



Fig.8 Skid con tettoia e bacino contenimento per stoccaggio e cambio olio

12.10 TORCIA DI SICUREZZA

E' prevista l'installazione di una torcia di sicurezza in grado di bruciare una portata in biogas pari a 500 Nm^3/h, ovvero l'equivalente che si avrebbe a disposizione in caso di fermo motore.

La torcia è del tipo ad alta efficienza e si configura come dispositivo di sicurezza per evitare che a seguito di continuo accumulo di biogas nei gasometri avvenga l'apertura delle valvola di sicurezza a servizio del gasometro.

Il comando di accensione e spegnimento della torcia avviene tramite PLC, attraverso l'impostazione di 2 soglie di pressione: la prima comanderà l'accensione, la seconda lo spegnimento.

La temperatura di combustione è tra gli 1000 e 1200 °C. Il biogas che deve essere combusto, giunge alla torcia attraverso un condotto provvisto di una serie di ugelli. L'aria comburente primaria è aspirata attraverso un diffusore provvisto di sistema automatico di regolazione della quantità di aria aspirata (elettroserranda).

La temperatura di combustione è variabile fino a 1200°C ed è regolabile in modo automatico nell'intorno del set-point prefissato.

La camera di combustione è rivestita con materiale refrattario, il bruciatore garantisce l'alta efficienza di combustione, consentendo un valore di ossigeno residuo superiore al 6%.

Un'apposita termocoppia, collegata al relativo visualizzatore, rileva il valore della temperatura di fiamma. Il camino di combustione è realizzato con lamiera in acciaio inossidabile ed è provvisto di isolamento con fibroceramica refrattaria, le dimensioni sono tali da consentire un tempo di ritenzione della fiamma superiore a 0,3 secondi.

DATI TECNICI TORCIA AD ALTA EFFICIENZA

- ✓ Portata 500 Nm3/h di biogas con 60% CH_4
- ✓ Portata minima 100-140 Nm3/h di biogas con 60% CH_4
- ✓ Tempo di permanenza >0.3 secondi
- ✓ Livello sonoro in campo libero <65 dB (a distanza di 15 m e altezza 2 m)

Le caratteristiche relative alla logica di funzionamento della torcia riguardano:

- ✓ il ciclo temporizzato di accensione della fiamma pilota con generazione pre-programmata di scariche elettriche;
- ✓ rilevazione presenza di fiamma con fotocellula;

- ✓ segnalazione di eventuale mancata accensione alla fine del ciclo preimpostato;
- ✓ in caso di avvenuta accensione della fiamma pilota, consenso per apertura valvola principale alimentazione biogas.

Sono inoltre presenti:

- ✓ rilevazione continua di presenza di fiamma con fotocellula;
- ✓ ripartenza automatica del ciclo con programma preimpostato in caso di spegnimento accidentale;
- ✓ consenso alla chiusura della linea pilota e della valvola principale da segnale di spegnimento proveniente dal gasometro o in caso di interruzione della alimentazione elettrica;
- ✓ consenso funzionamento torcia (da rilevatore di pressione sul gasometro).

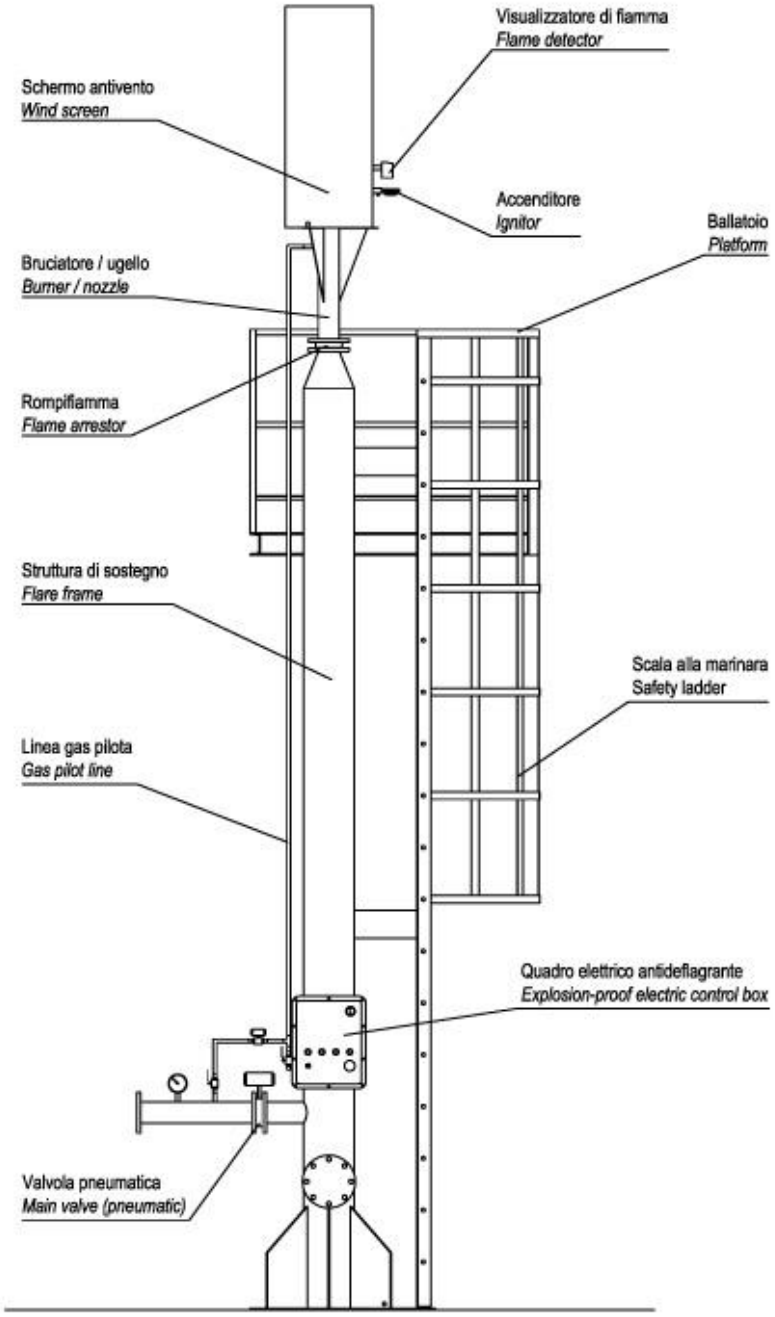


FIG.9 Esempio di torcia di sicurezza

12.11 GRUPPO D'EMERGENZA DA 150 KVA

L'installazione di un gruppo d'emergenza da 150 KVA risulta indispensabile per la fornitura di corrente elettrica a tutto l'impianto nel caso di mancanza rete. Tale gruppo di emergenza garantirà in via preferenziale l'attività dei presidi di sicurezza fra cui:

- ✓ torcia di sicurezza;
- ✓ soffiante compressione biogas per torcia;
- ✓ ventilatore a servizio dei biofiltri (a portata minima nominale);
- ✓ illuminazione aree sensibili;
- ✓ PLC impianto (quadri elettrici gestione);

Il gruppo elettrogeno di emergenza non risponde alla normativa in materia di emissioni in atmosfera in quanto il suo utilizzo è occasionale e a puro scopo di emergenza.
Il gruppo elettrogeno da 150 KVA sarà del tipo per esterno racchiuso entro contenitore metallico fono-isolante coibentato e sarà anch'esso installato all'aperto su platea in cls.



Fig.10 Gruppo Elettrogeno per esterno

Caratteristiche e dati tecnici gruppo elettrogeno da 150 KW alimentato a gasolio:

Il singolo gruppo sarà composto da:

- ✓ Gruppo motore - alternatore
- ✓ Impianto di smaltimento del calore generato dal motore
- ✓ Quadro elettrico di controllo incorporato;
- ✓ Sistema di insonorizzazione

L' impianto di smaltimento del calore generato dal motore sarà composto da due circuiti: il primo (circuito acqua motore) sarà dedicato alla dissipazione del calore proveniente dall'olio lubrificante e del calore proveniente dalle camicie; il secondo circuito sarà dedicato alla dissipazione del calore proveniente dall'aria di sovralimentazione del motore.
Il gruppo elettrogeno sarà dotato di marchio CE e di dichiarazione di conformità ai sensi del DPR 24/07/96 n. 459 e delle direttive applicabili per l'idoneità ad ogni specifico uso da destinarsi.

Sistema di alimentazione del motore:

Il gruppo sarà alimentato a gasolio. L'alimentazione del serbatoio incorporato avverrà per circolazione forzata tramite sistema a tubazioni fisse. La macchina è dotata di serbatoio incorporato, saldamente ancorato all'intelaiatura, protetto contro le vibrazioni, gli urti ed il calore del motore e del tubo di scappamento realizzato in acciaio con i giunti saldati alla struttura. La capacità del serbatoio come da normativa sarà di 120 l.

Dispositivi di sicurezza del motore:

Il gruppo sarà dotato di un sistema automatico di sicurezza e/o controllo che raggiunga i seguenti obiettivi:
a) arresto del motore/turbina sia per eccesso di temperatura di funzionamento a regime che per caduta di pressione o di livello dell'olio lubrificante;
b) intercettazione del flusso del combustibile per arresto del motore/turbina o per mancanza di corrente elettrica generata. L'arresto del motore provocherà l'esclusione della corrente elettrica dei circuiti di alimentazione del motore stesso.

Gruppo racchiuso entro involucri metallici:

Il gruppo elettrogeno sarà costituito da cofanatura metallica di insonorizzazione costituita da:

- ✓ pannelli rivettati e verniciati, completamente smontabile dalla sottobase previo smontaggio della tubazione di scarico. Su entrambi i lati sono presenti doppie porte, bloccate con

serratura a chiave, le quali permettono una ottima accessibilità per la manutenzione del motore. La griglia frontale è smontabile per permettere l'estrazione dei setti insonorizzati e facilitare la pulizia del radiatore dalla parte anteriore.

- ✓ Sottobase composta da una vasca di raccolta liquidi completamente sigillata. Il serbatoio, incorporato nella sottobase, ha una capacità che permette il funzionamento del gruppo per 8 ore in Prime Power ed è dotato di due indicatori di livello: il primo di tipo ottico direttamente sul serbatoio ed il secondo elettrico sul quadro di comando. Il complesso motore-generatore è fissato alla sottobase tramite speciali tasselli elastici che consentono l'eliminazione delle vibrazioni alla struttura. Sotto la sottobase sono previste delle slitte per il trascinamento del gruppo tramite rulli.

Sistema di lubrificazione:

Il tubo di sfiato dei serbatoi sarà posto in area esterna la cui estremità deve distare almeno 1,50 metri da porte, finestre, aperture praticabili e prese d'aria.

Impianti elettrici

Gli impianti e dispositivi elettrici posti a servizio del gruppo saranno eseguiti a regola d'arte in osservanza della legge 1-3-1968, n. 186.
L'impianto, a 12 V (base) o 24 V (opzionale), prevede tutti i collegamenti elettrici tra motore, generatore e quadro elettrico.
Nella parte posteriore della cofanatura sono posizionati il quadro elettrico ed i morsetti di potenza.
Una piastra in alluminio consente l'interposizione di appositi pressacavi.
Tutti i circuiti faranno capo ad un interruttore generale, installato in posizione facilmente raggiungibile.

Marcatura ce

Il gruppo è dotato di "marcatura CE" e di dichiarazione di conformità ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 24-7-1996, n. 459 e delle altre direttive applicabili per l'idoneità ad ogni specifico uso cui è destinato».

12.13 BIOFILTRO

La biofiltrazione è la rimozione e la decomposizione di contaminanti in forma gassosa attraverso l'utilizzo di microrganismi.

I processi biologici di filtrazione sono stati applicati per la purificazione di molti reflui dell'industria chimica, siderurgica, agroalimentare e degli allevamenti zootecnici intensivi, nonché negli stessi impianti di depurazione delle acque reflue civili ed industriali e quelli di trattamento di Rifiuti Solidi Urbani (RSU) ottenendo spesso risultati migliori dei sistemi tradizionali, con minor costi in termini economici di realizzazione e gestione.

I principi su cui si basa l'azione del biofiltro sono in via generale analoghi a quelli utilizzati nei processi di trattamento biologico delle acque reflue; anche questi sistemi, infatti, prevedono lo sfruttamento di un largo spettro di microrganismi (batteri, attinomiceti e funghi) in grado di metabolizzare, attraverso una serie di reazioni biologiche (ossidazione, riduzione ed idrolisi) i composti naturali e di sintesi, inorganici (H_2S e NH_3), organici sia aromatici che alifatici (acidi, alcoli, idrocarburi, ecc.), presenti nei reflui gassosi che li attraversano. In particolare nel biofiltro le sostanze da depurare vengono temporaneamente adsorbite su un substrato, di spessore variabile, di materiale soffice e poroso generalmente di origine vegetale dove, in condizioni ottimali di umidità, pH, tempo di contatto e di nutrienti inorganici e organici, i microrganismi metabolizzano gli inquinanti contenuti nel flusso gassoso da depurare.

Di particolare importanza a tal fine risulta essere la composizione microscopica e macroscopica del materiale filtrante. Le proprietà richieste ad una ottimale miscela filtrante riguardano l'elevata porosità, le condizioni idriche ottimali per la vita microbica (60-70% di umidità) e la capacità di mantenere il più a lungo nel tempo le caratteristiche originarie. Tali proprietà, oltre che sull'efficienza del biofiltro, influiscono favorevolmente sui costi di gestione, garantendo minori perdite di carico dell'impianto, quindi minori consumi energetici ed un numero inferiore di interventi di manutenzione necessaria a ripristinare le condizioni originarie.

Il biofiltro lavora a servizio del capannone di ricezione rifiuti e tratterà un quantitativo di aria tale da garantire un numero minimo di ricambi orari d'aria pari a 3. Il suo dimensionamento tiene conto di quanto riportato nel D.g.r. 1 agosto 2003 - n. 7/13943 della Regione Lombardia Definizione delle caratteristiche tecniche e dei criteri di utilizzo delle «Migliori tecnologie disponibili» per la riduzione dell'inquinamento atmosferico prodotto dagli impianti produttivi e di pubblica utilità.

Caratteristiche impiantistiche

Punto di emissione	E1
Sistema abbattimento	Biofiltro
Portata max trattata (m^3/h)	**40.000**
Dimensioni biofiltro (interne)	25 x 10 x 2,5 m (H)
Altezza letto filtrante	2 metri
Tipologia materiale	vegetale
Superficie emissione (mq)	250
Durata emissione (h/giorno)	24
Frequenza (giorni)	365
Temperatura (°C)	15 - 35
Carico specifico	80 m^3/h m^3
Tempo residenza	>36 s
Perdita carico	10/50 mm H_2O

Parametri di processo:

- ✓ L'efficienza di abbattimento garantirà un valore teorico in uscita dal biofiltro inferiore alle 300 U.O/m^3;

- ✓ Il raggiungimento di tale valore limite sarà ottenuto attraverso l'adeguamento dimensionale del biofiltro e nel caso si renda necessario, attraverso il prelavaggio ad acqua (con o senza l'aggiunta di reagenti) degli effluenti gassosi mediante l'uso di sistemi a nebulizzazione in condotta;
- ✓ controllo dell'umidità del biofiltro mediante idonea strumentazione per il mantenimento dei valori ottimali verificati in fase di messa a regime dell'impianto;
- ✓ controllo della misura dell'umidità relativa dell'aria in uscita dal biofiltro: non è richiesta la registrazione in continuo ma solo la rilevazione.

12.14 SEPARATORE SOLIDO-LIQUIDO, PRODUZIONE E DESTINAZIONE FRAZIONI OTTENUTE.

La separazione solido-liquido del digestato consente di rimuovere fisicamente i solidi grossolani dal materiale uscente dal digestore. Si ottengono così due fasi, una palabile che verrà avviata al trattamento di essicazione, ed un'altra completamente liquida che verrà ricircolata, dopo parziale depurazione, in testa all'impianto anaerobico, ovvero per la preparazione della purea di rifiuto. La macchina utilizzata è una centrifuga industriale o anche detta decanter.

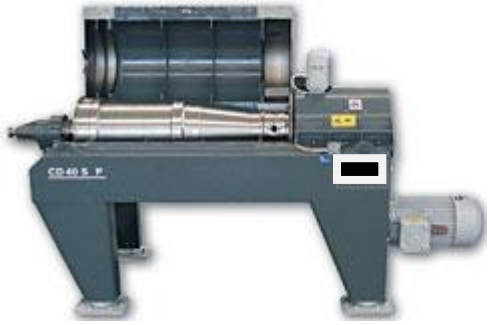


Fig.11 Esempio di centrifuga

Il decanter può essere paragonato ad un bacino di decantazione che si avvolge intorno ad un asse. Nel bacino di decantazione le particelle solide, che sono più pesanti del liquido, si depositano per effetto della forza di gravità e formano sul fondo uno strato di sedimento. Nel tamburo rotante del decanter le particelle solide, che sono più pesanti del liquido, si spostano verso la periferia del tamburo per effetto della forza centrifuga e formano uno strato di sedimento sulla parete interna

del tamburo del decanter. Dato che la forza centrifuga all'interno del decanter è di circa 3000 x G invece di 1 x G che si troverebbe nel bacino di decantazione, la separazione delle particelle solide dal liquido diventa molto più veloce ed efficace. Il tamburo del decanter è di forma cilindrica-conica e ruota ad alta velocità, generando la forza centrifuga necessaria per la separazione. All'interno del tamburo, si trova la coclea, per lo scarico continuo del sedimento. La coclea ruota a bassa velocità differenziale rispetto al tamburo. Questa velocità differenziale è generata da un riduttore posto al lato di azionamento del tamburo.

Il digestato da separare viene introdotto nel tamburo attraverso un tubo di alimentazione fisso, per passare poi alla zona di separazione attraverso le aperture di alimentazione sul corpo della coclea.

Nella zona di separazione il fango si separa in uno strato di sedimento e in uno strato liquido. Il sedimento viene raschiato dalle pareti del tamburo dalla coclea e inviato alla zona di raccolta all'estremità conica della macchina, prima di uscire dalle aperture di scarico presenti nella parte conica del tamburo.

Il liquido separato fluisce verso l'estremità cilindrica del tamburo, dove viene scaricato per gravità all'interno della vasca di accumulo.

In particolare la centrifuga sarà posta al primo piano del capannone, il digestato liquido sarà direttamente pompato in macchina dalla vasca V3, il digestato solido centrifugato, attraverso coclea di estrazione sarà inviato alla fase di essicazione, mentre il liquido sarà inviato alla vasca di stoccaggio esterna V1.

12.14 IMPIANTO DI ESSICAZIONE

12.14.1 PREMESSA

Il digestato solido in uscita dalla centrifuga, avente un tenore di sostanza secca intorno al 30-35%, insieme al digestato concentrato proveniente dal sistema di trattamento della frazione liquida del digestato (si veda capitolo successivo) viene caricato in tramoggia di polmonazione e dosato all'interno dell'essiccatore. L'impianto che si intende adottare è un essiccatore turbolento a film sottile, che prevede di utilizzare come fonte di calore il recupero effettuato lato fumi del cogeneratore, attraverso l'adozione di uno scambiatore fumi/olio, generando olio diatermico ad una temperatura adeguata per la successiva circolazione nell'impianto di essiccamento. Tale configurazione impiantistica, consente di sfruttare il calore ad alta entalpia (quello nei fumi) a

beneficio della compattezza della macchina, mentre il fluido a bassa entalpia (acqua calda) resta a disposizione per gli altri usi di impianto quali, ad esempio, il riscaldamento dei digestori e la fase di evaporazione sottovuoto. A dispetto della maggior temperatura di utilizzo del fluido scaldante, propria del sistema adottato (rispetto ai cosiddetti sistemi "a bassa temperatura"), la temperatura di scarico del prodotto, dopo essiccamento, resta al di sotto dei 75-90°C, grazie al brevissimo tempo di residenza del prodotto nella macchina (appena un paio di minuti). La macchina opera in circuito chiuso, senza emissioni incontrollate in atmosfera e senza necessità di costosi dispositivi di deodorizzazione, propri dei sistemi di essiccamento convettivo (sistemi a bassa temperatura).

Altre tipologie di essiccatori, tipicamente quelli convettivi a nastro e quelli tradizionali a tamburo rotante o a dischi, necessitano di lunghi tempi di ciclo, ampie superfici di scambio termico (ingombri notevoli) e obbligano ad una ricircolazione del prodotto secco in testa (back-mixing) o ad una pre-pellettatura del prodotto prima di entrare nell'essiccatore. Entrambe queste pratiche sono sconsigliabili in quanto:

- ✓ il ricircolo di prodotto essiccato in testa alla macchina può causare la presenza di prodotto surriscaldato e quindi di braci o principi di incendio;
- ✓ la pre pellettatura condiziona il destino finale del prodotto compromettendone, ad esempio, il successivo compostaggio. In aggiunta, la macchina di pellettatura, operante su digestato umido, è soggetta a notevoli sporcamenti e fermi macchina.

I quantitativi di prodotto in transito, in macchine dai lunghi tempi di ciclo (quali hanno tipicamente i sistemi convettivi a bassa temperatura o gli essiccatori a tamburo o a dischi), sono notevoli, mentre **nella macchina a film sottile transitano, nell'unità di tempo, non più di poche decine di kg di prodotto**. In caso di blackout elettrico, la macchina si svuota del poco prodotto all'interno per effetto della sola inerzia della turbina che gira all'interno del cilindro riscaldato. Un sistema convettivo o, in generale, un sistema dai lunghi tempi di ciclo (proprio anche degli essiccatori a tamburo o a dischi) resta pieno di prodotto che può, nel tempo, surriscaldarsi e dare luogo a braci o principi di incendio. L'essiccatore previsto è del tipo misto (conduttivo-convettivo) a film sottile turbolento, che sfrutta sia lo scambio termico con la parete calda della macchina che il calore scambiato dal gas di processo circolante in circuito chiuso.

Grazie alla tecnologia adottata, il circuito chiuso assicura la circolazione di una miscela di aria e vapore saturo che limita la concentrazione di ossigeno nel circuito al di sotto dell'8-10%. Grazie a questa tecnologia brevettata, l'essiccatore opera in assoluta sicurezza senza necessità di dosare gas inertizzati.

Si evidenzia che la caratteristica di potenziale esplosività, propria dei prodotti organici, si può manifestare a qualunque temperatura e quindi anche all'interno di sistemi di essiccamento a bassa temperatura. Per questo la macchina è progettata in conformità alle norme ATEX. L'impianto ha poi una particolare versatilità di impiego, consentendo di variare il tenore di secco finale in funzione degli utilizzi a cui è destinato il prodotto. Nel caso specifico, ad esempio, il calore disponibile nei fumi, utilizzato nella misura di 450-460 kWt circa, consente di essiccare il digestato sino al 60% di secco richiesto ma, in caso di necessità, è possibile modificare il tenore di secco, senza dover apportare modifiche impiantistiche, ferma restando la capacità evaporativa consentita dal calore disponibile.

La macchina è in grado, poi, di recuperare e restituire , sotto forma di acqua calda, circa 260-270 kWt dei 450-460 kWt "presi" dai fumi.

La potenzialità di trattamento dell'impianto è pari a circa **8.000 t/anno** (24 t/gg) di digestato al 25-30% medio di sostanza secca, che uscirà dall'essiccatore mediamente al 50-60% sostanza secca.

Sono previste le seguenti sezioni di impianto :

1. sezione di alimentazione digestato umido;
2. sezione di essiccazione;
3. sezione di separazione digestato essiccato/gas di processo e vapore acqueo;
4. sezione di scarico digestato essiccato;
5. sezione di condensazione e scarico vapore;
6. sezione di comando e controllo impianto e di alimentazione potenza alle utenze.

12.14.2 DESCRIZIONE DEL PROCESSO

Il principio della turbo-essiccazione è la creazione e l'avanzamento in forte turbolenza di un film sottile di materiale (liquido, pastoso o solido), contro le pareti interne di una superficie cilindrica.

Il materiale è mantenuto in agitazione all'interno del modulo di processo dall'azione meccanica di una turbina. Dell'aria preriscaldata è immessa in equi corrente con il digestato da trattare per agevolare l'evacuazione dei vapori acquosi che si sviluppano. Nel dettaglio, il digestato viene alimentato dopo disidratazione meccanica al 25-30% di sostanza secca. Una tramoggia di carico convoglia il prodotto umido al dosatore DS1, posto a bordo del modulo di essiccazione ES1. All'uscita da ES1, il digestato essiccato è inviato pneumaticamente al ciclone C1, dal quale viene scaricato mediante la rotovalvola VS1. Una coclea AC1 convoglia il prodotto essiccato nell'area di stoccaggio dove sarà successivamente allontanato dall'impianto o in qualità di prodotto, se rispetterà i parametri analitici previsti dalla normativa vigente in materia di fertilizzanti, o conferito ad impianti di recupero (compostaggio) in qualità di codice CER 19 06 04.
A valle del ciclone C1, il gas di processo transita in uno scrubber SCRB1, all'interno del quale viene lavato con acqua. All'uscita da SCRB1, l'aria di processo e il vapore acqueo vengono ricircolati dal ventilatore B1 nell'essiccatore, previo riscaldamento nella batteria E1.
Una valvola modulante estrae il vapore in eccesso dal circuito e lo convoglia alla colonna di condensazione CO1. Qui, il modesto flusso di incondensabili (circa 300 mc/h) estratto dal ventilatore B2 viene inviato al biofitro. La colonna CO1 opera la condensazione mediante acqua di raffreddamento a scambio indiretto con scambiatore E2 e circuito asservito a torre evaporativa TE1.

Legenda componenti impianto:

- ✓ DS1 Dosatore (AISI 304)
- ✓ ES1 Essiccatore (acc. al carbonio)
- ✓ C1 Ciclone (AISI 304)
- ✓ SCRB1/P1/DE1 Scrubber (AISI 304) e Demister (AISI 304) con relativa pompa
- ✓ CO1/E2/P2/P3/TE1 Colonna di condensazione (AISI 304) e relativa pompa; scambiatore Acciaio zincato/alluminio) con Torre evaporativa e relativa pompa
- ✓ B2 Ventilatore di estrazione incondensabili (AISI304)
- ✓ B1 Ventilatore di ricircolo (AISI 304)
- ✓ E1 Batteria di preriscaldo (Acciaio zincato/alluminio)

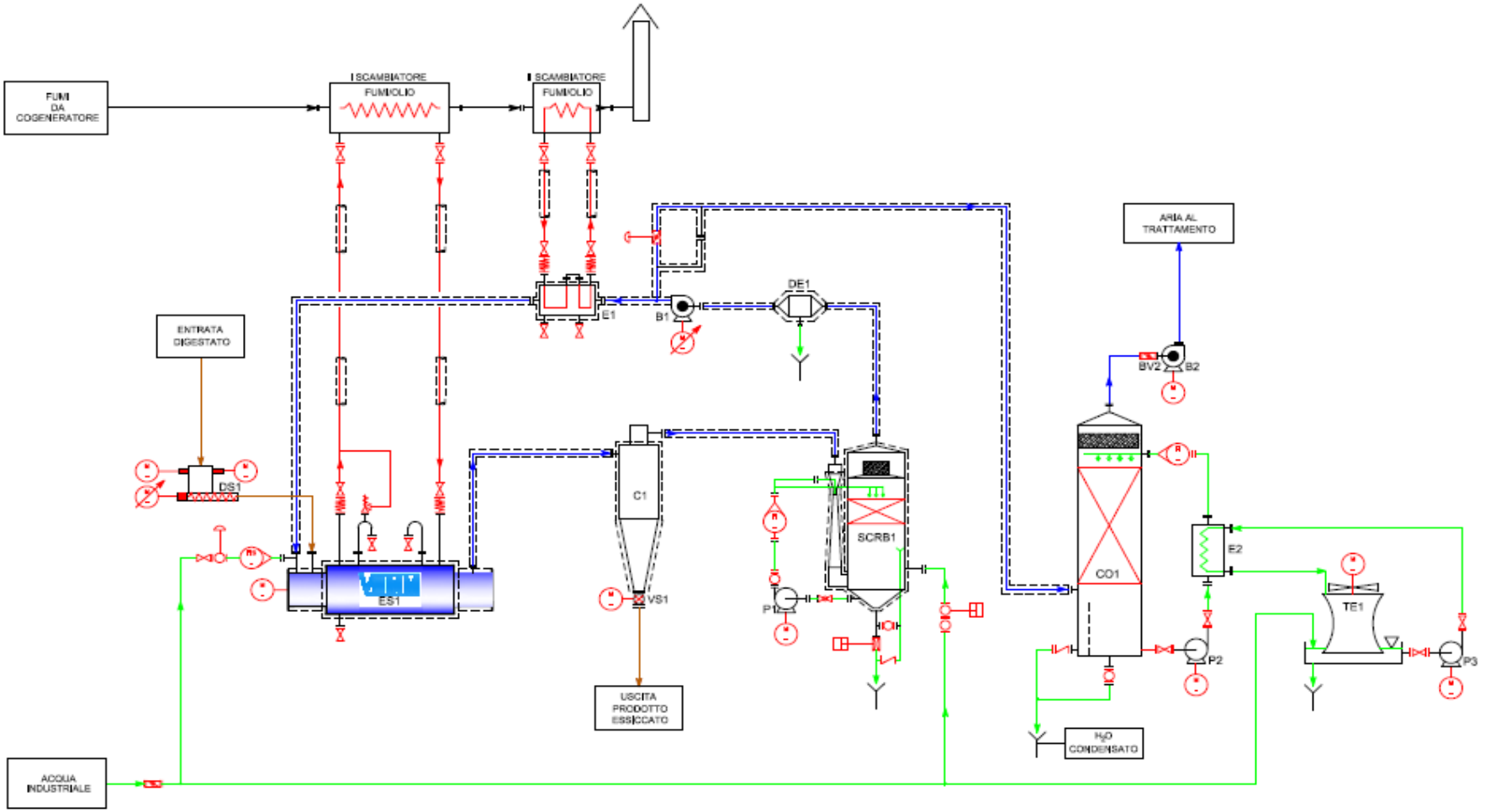


Fig.12 P&ID Essicatore

Dati di funzionanto:

- ✓ Alimentazione prodotto umido: 1.000 kg/h ca.
- ✓ Siccità prodotto umido: 25-30% SS media
- ✓ Scarico prodotto essiccato: 500 kg/h ca.
- ✓ Siccità prodotto essiccato: 50-60% SS
- ✓ Acqua evaporata: 500 kg/h ca.
- ✓ Energia termica richiesta: 650-700 Kcal/kg acqua evaporata
- ✓ Potenza termica fornita: 450 kWt/h
- ✓ Energia elettrica assorbita: 70 kWh/h

Si precisa che le caratteristiche chimico-fisiche e biologiche attese dal materiale in uscita dall'essicatore sono tali da far propendere per una sua classificazione come ammendante compostato misto, ai sensi del D.lgs 75/2010 e smi. Qualora il materiale a disposizione non rispettasse i requisiti richiesti dalla normativa vigente, in attesa di richiedere l'iscrizione ad una nuova categoria merceologica sempre secondo il D.lgs 75/2010, il digestato sarà gestito alla stregua di un codice CER 190604 ed avviato a centri di recupero autorizzati (impianti di compostaggio).

12.15 TRATTAMENTO DELLA FRAZIONE LIQUIDA DEL DIGESTATO

12.15.1 PREMESSA

Il trattamento del digestato liquido può essere concettualmente realizzato utilizzando diverse tecnologie anche in abbinamento tra di loro.

Ad esempio possono essere valutati i seguenti schemi:

1. Trattamento biologico tradizionale
2. Trattamento biologico SBR/MBR
3. Trattamento biologico innovativo (tipo Anammox)
4. Trattamento biologico + Ultra filtrazione + Osmosi Inversa
5. Trattamento termico di concentrazione (evaporazione)

La scelta del processo più adatto deve essere fatta considerando le peculiarità intrinseche della matrice da trattare.

In particolare è necessario tener presente che:

- ✓ Il digestato è già il prodotto di risulta di un processo biologico (la digestione anaerobica) che se efficiente, come deve essere, ha consumato buona parte del carbonio organico disponibile e sbilanciato il materiale nel suo rapporto C:N. Inoltre il digestato è caratterizzato da una concentrazione ammoniacale molto importante. Un sistema di trattamento biologico deve tener conto di questi aspetti;
- ✓ Il digestato, proprio per la natura del processo da cui è generato (la digestione anaerobica) è costituito da particelle piccolissime allo stato colloidale, che rende particolarmente difficile ottenere delle frazioni centrifugate con tenori di sostanza secca inferiori al 1,5% senza l'utilizzo smodato di chemicals per favorire la flocculazione. Un eventuale sistema di trattamento biologico a membrane, deve necessariamente tener conto dell'alto tenore di solidi sospesi presenti nella matrice da trattare;
- ✓ Il digestato proveniente dalla digestione anaerobica di FORSU è caratterizzato da un tenore di sostanza secca mediamente più bassa (3,5-4%) rispetto ai digestati provenienti da digestione di prodotti di origine agricola/zootecnica (8-9%). Questo permette di prendere in esame l'utilizzo di processi termici senza incorrere in particolari problemi di deposito materiale sul sistema di scambio termico, ovvero senza dover ricorrere a sistemi a ricircolazione forzata (particolarmente energivori);
- ✓ Il sistema di cogenerazione a biogas mette a disposizione una quantità di calore importante che può essere utilizzata nei processi termici.

Alla luce delle considerazioni sopra esposte la soluzione tecnica adottata consiste nel trattare il digestato mediante tecnologia di evaporazione sottovuoto a triplice effetto, in quanto:

- ✓ basata su un processo chimico-fisico abbinato ad un trattamento termico e non su di un processo biologico che a sua volta è fortemente dipendente da un precedente sistema biologico (la digestione anaerobica);
- ✓ Strutturalmente l'impianto è molto compatto;

- ✓ La tecnologia di evaporazione sotto vuoto, si basa su di un processo ampliamente collaudato in altri settori, soprattutto l'alimentare (si pensi ai concentrati di pomodoro) ma anche nell'ambito del trattamento rifiuti (trattamento di percolati);
- ✓ Trattandosi di un processo fisico è possibile modulare la macchina a piacimento ed al limite fermarla senza avere tutti i vincoli fisiologici di un impianto biologico;
- ✓ Trattandosi di un processo fisico il suo funzionamento non è influenzato dall'efficienza biologica del processo anaerobico, ovvero non è vincolato da rapporti C:N, pH, temperatura del refluo, temperatura esterna (stagionalità), tenore di COD, BOD5...in uscita dal digestore;
- ✓ Non è un processo di distruzione dell'azoto ma permette di trasferire il tenore azotato nella frazione concentrata, che essendo successivamente portata al compostaggio andrà ad arricchire di una componente fondamentale (titolo di Azoto) il compost prodotto in azienda;

12.15.2 Trattamento di evaporazione sottovuoto

La macchina è un evaporatore sotto vuoto a triplice effetto in grado di trattare fino a 100 m^3/d di digestato tal quale in uscita dal digestore secondario, ovvero di digestato frazione liquida. In particolare l'impianto è stato dimensionato per trattare, nella portata massima sopra riportata, un digestato avente una percentuale di secco fino al 4%, concentrandolo di circa 5 volte, restituendo un concentrato con una percentuale di secco del 20% ed un distillato nella quantità prevista di 80 m^3/d.

Il fluido vettore del termico è acqua calda a 95°C che incontra in equi-corrente il prodotto da trattare, proveniente dal recupero termico lato acqua e lato fumi del motore cogenerativo, eventualmente integrato, a necessità, dalla caldaia di emergenza da 300.000 Kcal/h.

Dal primo effetto il prodotto da trattare transiterà nei successivi effetti subendo una concentrazione ed assumendo una densità sempre maggiore.

La fase di concentrazione richiesta, con un risultato finale di un concentrato al 20% di secco, si può ottenere, senza gravosi fermi d'impianto per i lavaggi degli scambiatori di calore, applicando nel

terzo stadio un particolare ed innovativo sistema che permette di rimuovere in continuo i depositi di prodotto sullo scambiatore.

In un triplo effetto, l'energia termica necessaria, è quella destinata alla fase di ebollizione del primo effetto, il secondo e terzo effetto sono effetti parassiti, hanno solo bisogno di energia elettrica necessaria alla movimentazione delle varie pompe.

La condensazione dei vapori nel terzo effetto si può ottenere con un sistema a torre evaporativa o con un sistema a circuito chiuso con dry cooler ed una pompa di adeguata potenza che ricircola l'acqua tra la serpentina di condensazione ed il dry cooler.

Il materiale con cui è realizzato l'impianto di evaporazione a triplo effetto, per quanto riguarda gli scambiatori di calore e le caldaie di ebollizione a contatto del liquido in trattamento, è acciaio Super Duplex o equivalente, questo per evitare problematiche corrosive dovute alla presenza nel refluo di cloruri.

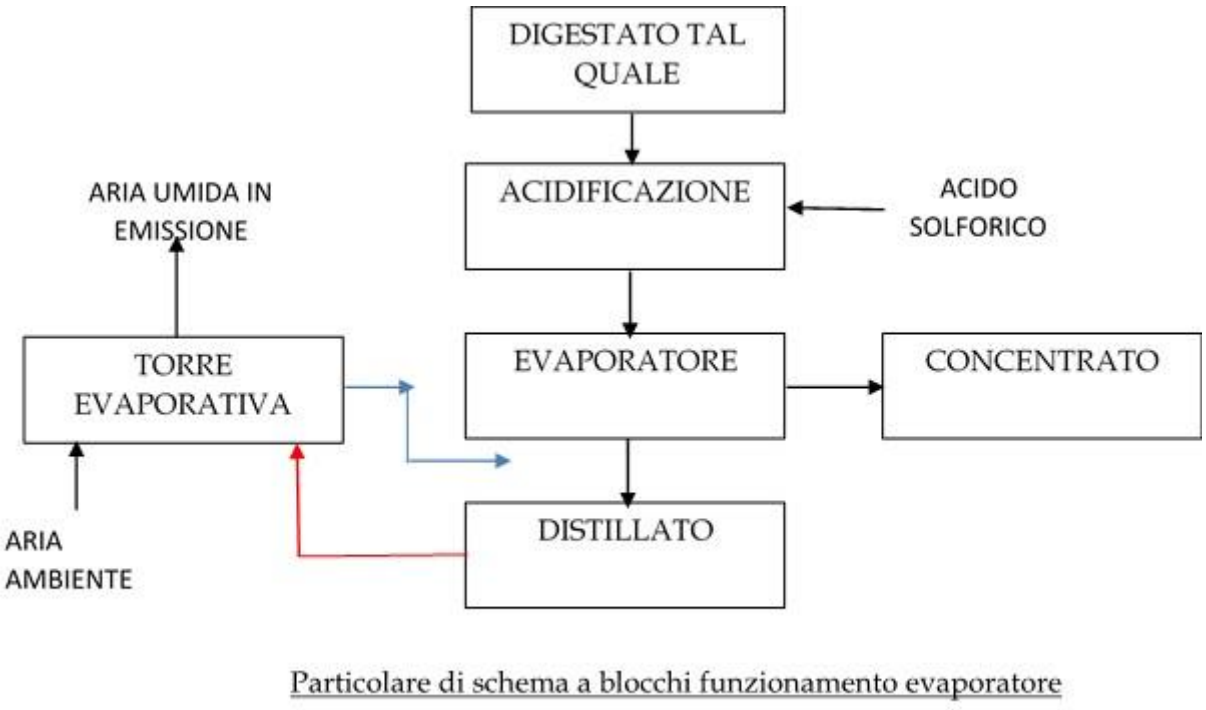


Fig. 13 Schema di flusso

12.15.2.1 Principio dell'acidificazione

Il digestato proveniente da un processo anaerobico è caratterizzato da un carico inquinante costituto principalmente da COD (20.000-30.000 ppm), BOD (17.000-20.000ppm) ed azoto, prettamente sotto forma ammoniacale (2.500-3.800 ppm). Altre caratteristiche peculiari sono la natura colloidale del materiale, che rende particolarmente difficile ed onerosa la separazione della componente solida da quella liquida mediante sistemi centrifughi o similari e l'effetto "tampone" (alcalinità –ovvero il TAC espresso in mg CaCO3/kg) dovuto alla coesistenza di ammoniaca e bicarbonato derivante dalla dissoluzione della anidride carbonica nel liquido.

Il pre-trattamento di acidificazione del digestato prima dell'invio alla fase di evaporazione permette di regolare la ripartizione dell'ammoniaca tra il distillato ed il concentrato agendo semplicemente sull'equilibrio:

$$NH_3+H_2O \leftrightarrow NH_4^+ + OH^-$$

L'aggiunta controllata di acido solforico (H_2SO_4) fino ad un pH di circa 5 permette di mantenere la quasi totalità dell'ammoniaca nel concentrato (sotto forma di solfato di ammonio), ottenendo per contro un distillato con tenori ammoniacali molto bassi, prossimi ai limiti di scarico in fognatura.

Regolando il valore di pH si possono ottenere distillati con tenori ammoniacali più o meno elevati, in funzione anche del successivo utilizzo dello stesso (riutilizzo/scarico).

Il sistema di acidificazione è totalmente automatizzato ed è costituito da:

- ✓ N° 2 serbatoi di stoccaggio acido solforico, in PP, con vasca di contenimento integrata (istallati esterno capannone);
- ✓ N° 2 serbatoi di acidificazione in serie, in vetroresina, con sistema di dosaggio e controllo pH in continuo (installati al primo piano del capannone);

Il secondo serbatoio di acidificazione è direttamente collegato con l'impianto di evaporazione, che richiama il digestato acidificato mediante il grado di vuoto fatto al suo interno. Ad ogni parziale svuotamento del serbatoio corrisponde un reintregro di digestato nel primo serbatoio di acidificazione, essendo i due in serie per vasi comunicanti. Il digestato tal quale viene pompato all'interno del serbatoio n° 1 mediante apposita pompa che sarà controllata da apposito segnale di livello ad ultra suoni installato nel serbatoio n°2.

Il maggior dosaggio di acido avviene nel serbatoio n° 1, dove la pompa dosatrice è comandata da un controllo in continuo di pH, nel serbatoio n° 2 viene stabilizzato e mantenuto il pH al valore di set-point impostato, eventualmente regolandolo mediante una seconda pompa dosatrice, per la successiva alimentazione all'evaporatore.

E' prevista l'installazione di un sistema di dosaggio antischiuma all'interno dei serbatoi di acidificazione al fine di controllare lo sviluppo di eventuali schiume dovute alla de-carbonatazione del materiale.

Caratteristiche tecniche serbatoi di stoccaggio acido solforico (esterni al capannone)

N° serbatoi	2
Tipologia di materiale	Polipropilene
Caratteristiche geometriche	Diametro esterno: 2.565 mm Altezza: 4.840 mm
Tipologia vasca di contenimento	Concentrica al serbatoio
Volume utile di stoccaggio	15 m^3
Densità max liquido stoccabile	2kg/dm^3
Accessori	Controllo di livello ad ultrasuoni

Caratteristiche tecniche serbatoi di acidificazione (interni capannone)

N° serbatoi	2 di acidificazione
Tipologia di materiale	Vetroresina
Caratteristiche geometriche	Diametro interno: 2.250 mm Altezza corpo serbatoio: 2.800 mm Altezza totale: 3.610 mm
Volume totale di stoccaggio Volume utile	12.000 litri (per serbatoio) 8.000 litri (per serbatoio)
Altre caratteristiche	Fondo bombato, coperchio piatto; N° 4 frangiflutti interni N° 2 pompe a pistone con autoregolatore per dosaggio

	acido da 0,24 Kw N° 2 pompe per dosaggio antischiuma N° 2 pompe per rimontaggio da 1 Kw N° 2 pHmetri
Agitazione:	Meccanica mediante agitatore da 1.5 Kw
Densità max liquido stoccabile	1.1 kg/dm^3
Accessori	Controllo di livello piezometrico/sensore di sicurezza extra livello

Il sistema di controllo dei macchinari è eseguito mediante PLC integrato nella sezione di evaporazione.

12.15.2.2 Principio di funzionamento evaporatore

Il concentratore o evaporatore è un apparato costruito per trattare liquidi a base acquosa provenienti da vari processi di lavorazione industriali. L'utilizzo di un sistema che crea il sottovuoto all'interno delle caldaie, permette di ottenere una temperatura d'ebollizione del liquido trattato inferiore rispetto a quanto normalmente si ottiene a pressione atmosferica. Così facendo l'acqua, e tutti i composti più volatili di quest'ultima, tenderanno ad evaporare, mentre tutti gli altri prodotti rimarranno, concentrandosi, all'interno della caldaia. L'acqua evaporata viene successivamente condensata, tramite un apposito scambiatore posizionato in un'altra parte della macchina, e si trasformerà nuovamente nello stato liquido. L'energia necessaria per far bollire il refluo è fornita da acqua calda a 90°C min., mentre l'acqua necessaria per la condensazione dei vapori sarà fornita da un sistema di refrigerazione esterno, nella fattispecie una torre di raffreddamento. Il circuito per la generazione del vuoto idraulico all'interno delle caldaie, s'inserisce all'avviamento dell'evaporatore azionando la pompa del vuoto ad anello liquido e la valvola di ritegno che attraverso un circuito chiuso ed un tubo Venturi generano il vuoto idraulico all'interno della camera d'ebollizione e della camera di condensazione. Durante i periodi di fermo dell'evaporatore (scarico del concentrato, esaurimento del liquido da trattare, ecc..) il mantenimento del vuoto è garantito dalla chiusura della valvola di ritegno. Durante

l'evaporazione il vuoto è garantito dal funzionamento in continuo sia della pompa del vuoto che dall'apertura della valvola di ritegno.

Circuito di carico, riscaldamento, ricircolo e scarico del prodotto

Mettendo in funzione il concentratore la prima cosa che si avvia è la pompa del vuoto (che rimarrà poi in funzione fino a che non si spegnerà la macchina). Durante la generazione del vuoto idraulico, il PLC decide, in base alla presenza o no del refluo all'interno della caldaia, di aprire la valvola di carico prodotto, fino al raggiungimento del livello di lavoro e mantenendolo costante durante l'evaporazione. È normale, infatti, che, evaporando dell'acqua, il livello all'interno della caldaia tenda ad abbassarsi. A questo punto il PLC apre la valvola di carico e reintegra il prodotto necessario. Al raggiungimento del livello di lavoro si apre la valvola di riscaldamento del prodotto (posizionata sulla tubazione che porta l'acqua calda a 95° C al concentratore) e che permetterà, innalzando la temperatura all'interno della caldaia, l'evaporazione dell'acqua contenuta nel refluo da trattare. La temperatura da raggiungere, rilevata tramite una sonda posta all'interno della caldaia, è determinata in base a un set point impostabile sul PLC. Questo processo continua fino a che un sensore di densità (densimetro) o un tempo di ciclo prestabilito (tempo di concentrazione), rilevano il termine della fase di concentrazione. A questo punto tutte le funzioni si arrestano ed il concentratore scarica in automatico il concentrato ottenuto. E' ovvio che il tempo di concentrazione o la densità del prodotto possano essere determinati principalmente dalle esperienze fatte sullo specifico prodotto: ogni refluo si comporta in modo diverso. Lo scarico avviene con la partenza di una pompa e l'apertura di una valvola pneumatica di scarico concentrato. Tale valvola è di tipo normalmente chiusa. La pompa scarica il concentrato dal livello di lavoro fino al livello minimo, poi il sistema riparte con un nuovo ciclo di concentrazione. Il livello minimo ha anche la funzione di sicurezza della pompa ed evita che la stessa possa funzionare a secco provocando dei guasti. Durante la fase di concentrazione, per evitare problemi di "stratificazione" all'interno della caldaia, si ha la possibilità di attivare/disattivare la pompa di scarico del concentrato che, in questo caso, anziché scaricare il prodotto, ricircola quest'ultimo all'interno della caldaia.

Anche questa funzionalità è comandata tramite una logica lavoro-pausa dal PLC. Il materiale concentrato viene avviato, come riportato nel bilancio di massa, al sistema di essicazione di cui al cap. 12.14.

Circuito secondario per il raffreddamento dell'anello del vuoto e del distillato prodotto.

Questo circuito serve all'evaporatore per raffreddare il distillato prodotto e quindi a mantenere la temperatura all'interno della camera di raccolta del distillato, inferiore a quella d'ebollizione e migliorarne di conseguenza le proprietà d'estrazione.

Questo sistema di raffreddamento è costituito da una torre evaporativa, la cui mandata viene comandata in base ad una sonda di temperatura posizionata all'interno del serbatoio di raffreddamento della pompa del vuoto.

Scarico del distillato prodotto.

Il distillato prodotto esce dalla camera di raccolta mediante una pompa di scarico comandata da due livelli che determinano la partenza e la fermata della pompa stessa. Una volta che il concentratore va in produzione, il distillato comincia ad accumularsi all'interno dell'apposito serbatoio fino a raggiungere il livello massimo. Il PLC, ricevendo il segnale di "livello alto raggiunto", aziona la pompa del distillato e la relativa valvola pneumatica di scarico, scaricando il distillato fino a raggiungere il livello minimo. A questo punto, il PLC, arresta lo scarico e attende di ricevere nuovamente il segnale di livello alto per procedere ad un ulteriore scarico.

È da sottolineare che lo scarico del distillato avviene in una condizione di vuoto, senza fermare o influenzare in alcun modo il normale funzionamento del concentratore. Il distillato viene stoccato in apposito serbatoio V2 esterno al capannone.

Sistema antischiuma.

Per alcune tipologie di reflui si verifica spesso la presenza di schiume sulla superficie del fluido all'interno delle caldaie. Tale schiume possono risultare dannose se si formano in grandi quantità perché è possibile che facciano tracimare il refluo dalla camera di ebollizione a quella di condensazione, inquinando così tutto il distillato prodotto.

Per evitare tale fenomeno, vengono installate delle apposite valvole calibrate per dosare, in fase di funzionamento, un apposito liquido antischiuma all'interno della camera di ebollizione.

Tale valvola viene comandata con una logica lavoro-pausa a tempo ed in modo completamente automatico, dal PLC che gestisce il completo funzionamento del concentratore.

Unico compito dell'operatore sarà quello di testare il refluo e determinare con che frequenza debba essere immesso l'antischiuma all'interno delle caldaie.

Sistemi di sicurezza.

Il concentratore è comandato, come detto precedentemente in più punti, da un PLC. Esso ha il compito di gestire in modo completamente automatico la macchina e di bloccarne il funzionamento nel caso si rilevi qualche anomalia. Ad esso sono infatti collegate tutte quelle sicurezze che servono per il buon funzionamento. Alcuni esempi di allarme: protezioni termiche di tutti i motori elettrici, alto livello refluo in caldaia, mancato raggiungimento del livello di lavoro in un determinato tempo.

CARATTERISTICHE TECNICHE EVAPORATORE

Tensione (Volt)	3ph x 400
Frequenza (Hz)	50
Produzione max di distillato riferita ad acqua (l/h) ± 5%	4.300
Potenza elettrica installata (kW)	150
Potenza elettrica assorbita (kW)	100
Potenzialità max termica acqua 95°C: kW (kcal)	950 (825.600)
Potenzialità termica acqua fredda: kW (kcal)	950 (825.600)
Rumorosità a 3 mt.(dB)	< 80

COMPONENTI DELL'EVAPORATORE

Le componentistiche dell'evaporatore sono assemblate su di una struttura tubolare in modo tale da garantirne la stabilità e la solidità.

I componenti sono:

Denominazione	Descrizione
Camere di ebollizione	N° 3 Camere di ebollizione complete di demister dove il prodotto evapora
Camere di condensazione	N° 3 Camere di condensazione dove il vapore condensa
Serbatoi distillato	N° 3 Serbatoi di raccolta del distillato prodotto dalla condensazione completi di serpentine.

Serbatoi anello vuoto	N° 3 Serbatoi necessari alla creazione dell'anello del vuoto .
Scambiatori di riscaldamento nel 1°-2°-3° effetto	N° 3 Scambiatori di calore acqua/acqua con speciale conformazione a piastre utilizzati per il riscaldamento del prodotto nel 1° 2°e 3° effetto. **Lo scambiatore di riscaldamento del terzo stadio (dove si raggiunge la massima concentrazione) è mantenuto costantemente pulito dai depositi mediante un innovativo sistema di rimozione automatico.**
Scambiatori di condensazione nel 1°-2°-3° effetto	N° 3 Scambiatori di calore acqua/acqua utilizzati per il raffreddamento a ciclo chiuso del distillato prodotto nel 1° 2°e 3° effetto.
Compressori frigoriferi	N° 3 compressori frigoriferi installati per raffreddare l'anello del vuoto.
Pompe del vuoto	N° 3 Pompe ad anello liquido per la generazione del vuoto.
Pompe ricircolo acqua calda dal 1° al 2° e dal 2° al 3° effetto	N° 2 Pompe per il ricircolo dell'acqua calda
Pompe scarico distillato	N° 3 Pompe per lo scarico distillato prodotto.
Pompe scarico concentrato	N° 3 pompe di scarico concentrato
Valvole di carico	N° 3 Valvole pneumatiche a sfera di carico prodotto in PP/EPDM
Valvole di ricircolo	N° 3 Valvole pneumatiche a sfera di ricircolo prodotto in PP/EPDM
Valvole di scarico concentrato	N° 3 Valvole pneumatiche a sfera di scarico concentrato in PP/EPDM
Valvole di ritegno	N° 3 Valvole pneumatiche a sfera di ritegno vuoto in PP/EPDM
Valvole rompivuoto	N° 3 Valvole pneumatiche a sfera rompivuoto in Aisi 316L
Valvole antischiuma	N° 3 Valvole pneumatiche a sfera con corpo in PP/EPDM
Valvole scarico distillato	N° 3 Valvole pneumatiche a sfera di scarico distillato in PP/EPDM

MATERIALI DI COSTRUZIONE

Denominazione	Materiale
Camere di ebollizione	Acciaio SUPERDUPLEX SAF 2507 o equivalente
Serbatoi	Acciaio AISI 316 L.
Scambiatori interni (piastre)	Piastre di riscaldamento in SUPERDUPLEX SAF 2507 o equivalente. Piastre di condensazione in AISI 316 L
Pompe per movimentazione acqua	Acciaio AISI 316 L

Pompe per movimentazione prodotto	Acciaio SUPERDUPLEX SAF 2507 o equivalente
Telaio	Acciaio AISI 304
Supporti	Acciaio AISI 304
Tubazioni	Acciaio AISI 316 L

STRUMENTAZIONE

Denominazione	Materiale
Vuoto manometro	In AISI 316 L di tipo analogico
Livelli di controllo acque/distillato/prodotto	In PVDF a galleggiante o a vibrazione in AISI 316 Ti
Pressostati	Danfoss
Trasmettitori di pressione	In AISI 316 L di tipo analogico
Densimetro	In PVDF
Filtro riduttore	In materiale plastico completo di manometro

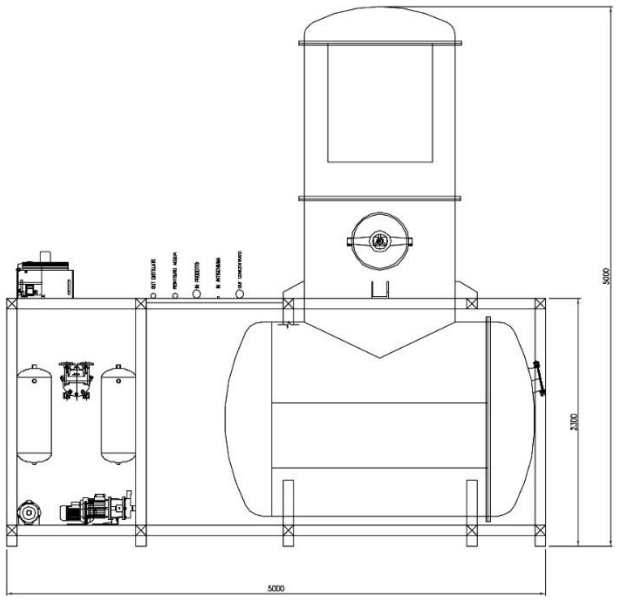
PARTI ELETTRICHE

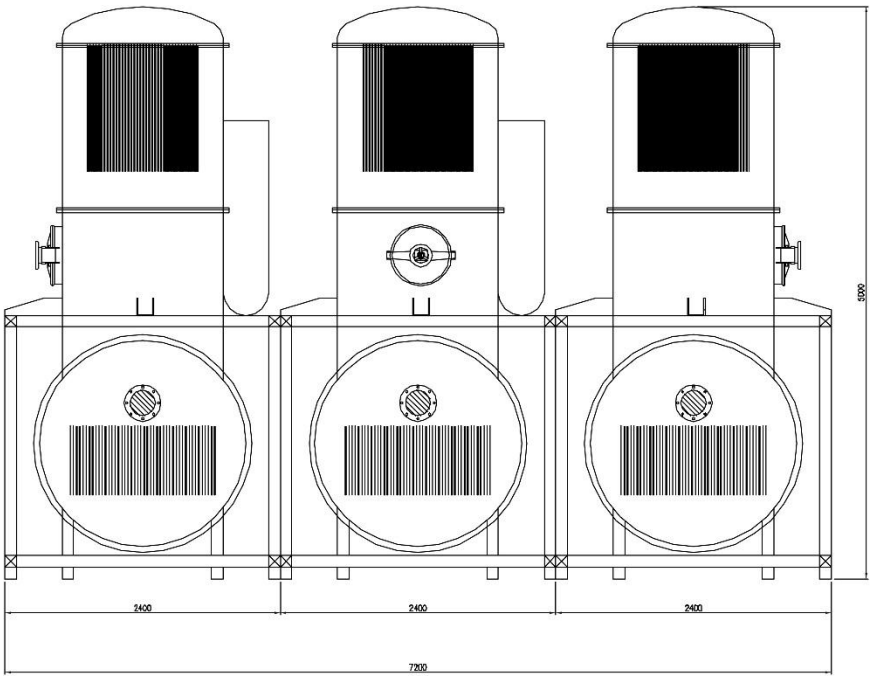
Il quadro elettrico è posizionato a bordo macchina IP 55 con esecuzione a normativa CE corredato di PLC SIEMENS S7/1200 pannello operatore per la visualizzazione e la gestione di eventuali allarmi ed il funzionamento dell'evaporatore.

DIMENSIONI DI INGOMBRO APPROSSIMATIVE

Le dimensioni di ingombro sono:

Lunghezza (mm)	7200
Larghezza (mm)	6000
Altezza (mm)	5500
Peso a vuoto del concentratore (Kg)	24.000 c.a
Peso a pieno del concentratore (kg)	34.000 c.a


5000
5000
5370


5000
2400
2400
2400
7200

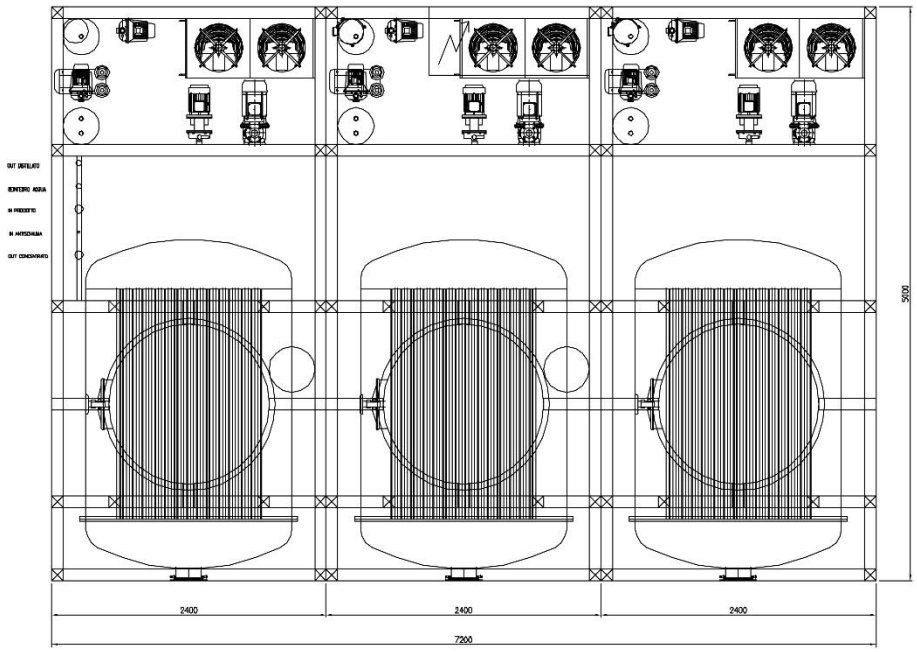


Fig.14 Dimensioni evaporatore

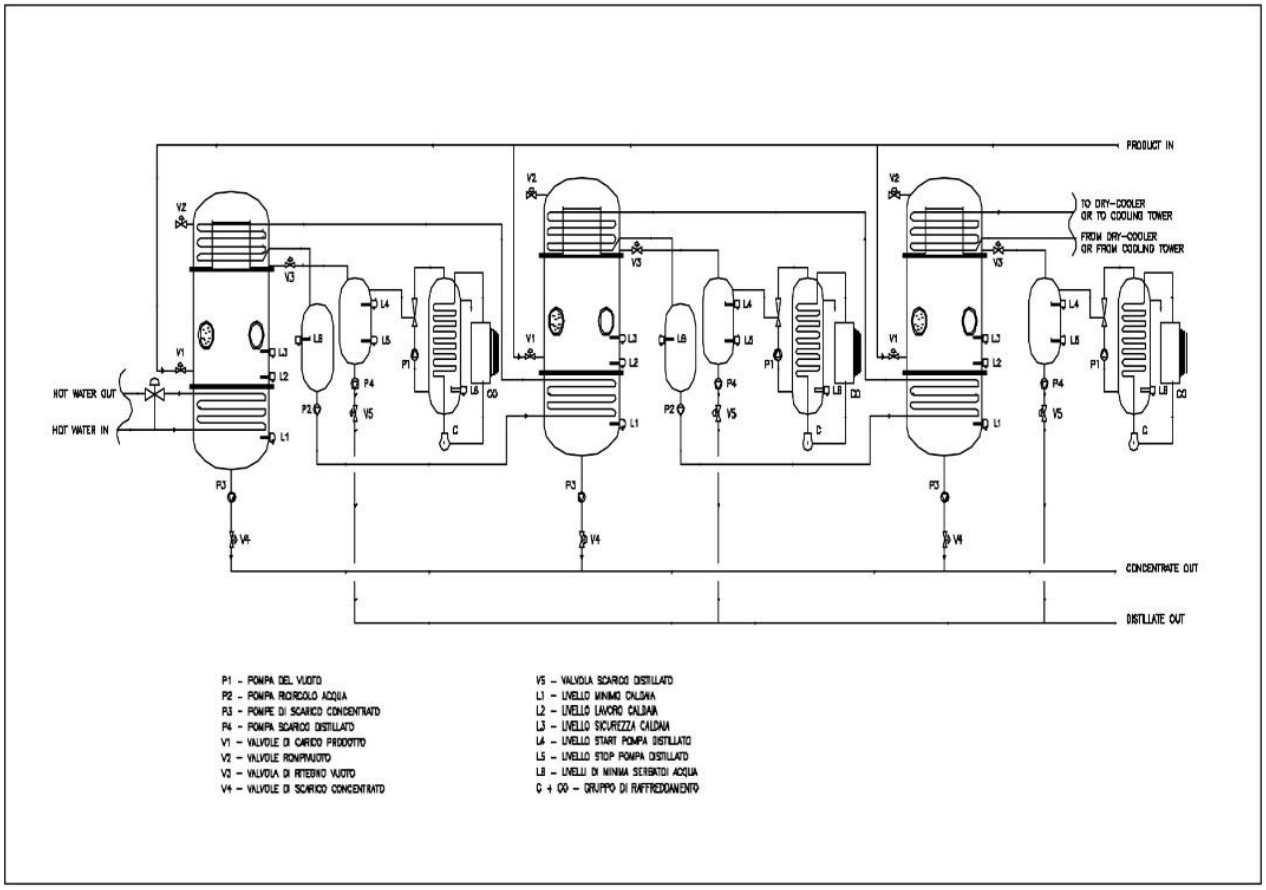


Fig. 15 P&ID generale evaporatore triplo effetto

PREDISPOSIZIONI DI SICUREZZA

Nel quadro elettrico sono previsti i seguenti livelli di controllo impianto:

1) Livello di marcia e arresto automatico.

2) Livello di arresto evaporatore per livello minimo nel serbatoio del prodotto da trattare.
3) Livello di arresto evaporatore per livello massimo nel serbatoio di raccolta del concentrato.
4) Livello di arresto evaporatore per livello massimo nel serbatoio di raccolta del distillato.

12.15.2.3 Principio di funzionamento torre evaporativa

Per poter condensare il distillato in uscita dal terzo effetto è necessario utilizzare un fluido di raffreddamento, nella fattispecie un circuito chiuso ad acqua, che a sua volta viene raffreddata per mezzo di una torre evaporativa.
Il raffreddamento si ottiene favorendo l'evaporazione di una piccola quantità dell'acqua stessa. Il valore di riferimento che limita il processo è quello relativo al bulbo umido dell'aria; in Italia il valore medio massimo estivo varia da 24°C al Nord, a 25,5°C al Sud. Con questi valori, l'acqua può essere raffreddata fino a 27/28°C. Anche nelle torri di raffreddamento acqua, se voluto, la temperatura dell'acqua raffreddata può diminuire al diminuire del valori dell'aria esterna.

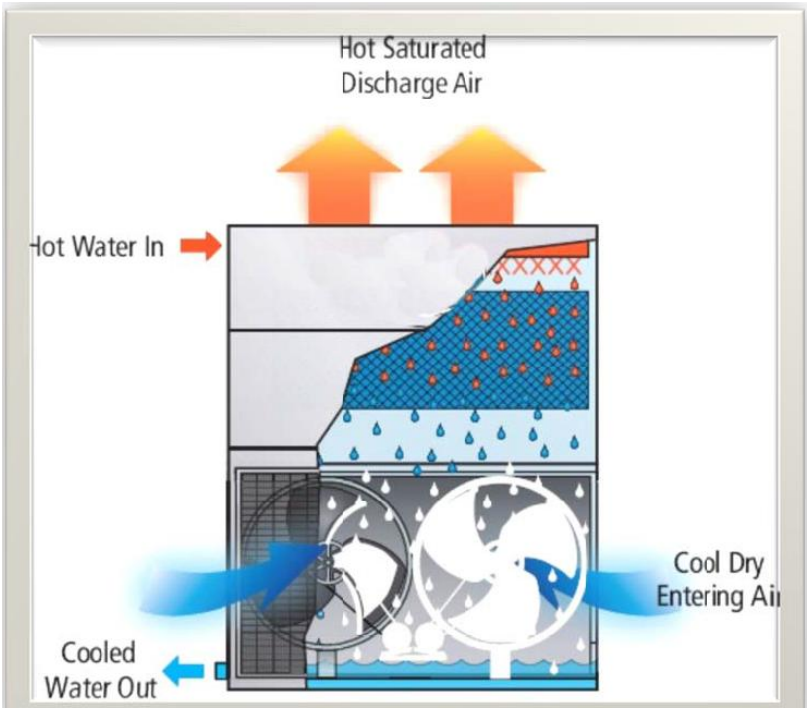


Fig.16 Figura esplicativa torre evaporativa

La torre di evaporativa è essenzialmente costituita da un involucro di contenimento dei componenti, da un sistema di distribuzione dell'acqua, da un "riempimento", da una vasca di raccolta dell'acqua raffreddata e da un ventilatore che genera un flusso d'aria attraverso il "riempimento". Nel riempimento, dove l'acqua da raffreddare e l'aria entrano in intimo contatto, una piccola parte di acqua (circa il 4 ÷ 5% della portata) evapora sottraendo calore alla restante massa d'acqua. Il basso investimento iniziale e il limitato costo di esercizio (circa il 60 ÷ 80% in meno di potenza elettrica installata di un sistema a secco) offre una convenienza senza confronto nel raffreddare grandi quantitativi di acqua, anche in presenza di una ulteriore spesa richiesta per l'eventuale trattamento dell'acqua che deve reintegrare quella evaporata.

CARATTERISTICHE TECNICHE TORRE EVAPORATIVA

Involucro in pannelli autoportanti in lamiera zincata di acciaio al carbonio di adeguato spessore, opportunamente sagomati per consentire l'accoppiamento per mezzo di bulloni zincati e rivetti, con l'interposizione di guarnizione sigillante. E' prevista una portina a perfetta tenuta per consentire l'ispezione all'interno dell'apparecchiatura.

Ventilatori assiali posti in aspirazione, costituiti da un tamburo di contenimento in lamiera zincata di acciaio al carbonio e girante con pale in resina o in lega di alluminio aventi profilo aerodinamico, direttamente calettata sull'albero di un motore elettrico asincrono, trifase, a ventilazione esterna, serie EN 60034-1 (IEC 34-1), isolamento classe F, protezione IP 55, su tutto il motore, completo di foro per lo scarico della eventuale condensa.
Ciascun motore elettrico sarà' sostenuto da una trave in robusti profilati in acciaio al carbonio zincata a bagno dopo lavorazione.

Impianto elettrico di bordo per il collegamento, a mezzo di guaina impermeabile, di ciascun motore con la propria morsettiera stagna situata all'esterno del ventilatore, in posizione facilmente accessibile, fuori dal flusso dell'aria umida.

Separatore di gocce, di tipo inerziale, costituita da più pannelli DRICONPLUS, in polipropilene stampati per iniezione, accoppiati tra loro in serie al flusso dell'aria costituendo così un'unica sezione facilmente maneggiabile. La sezione separatori, obbliga il flusso dell'aria a bruschi cambi di direzione e favorisce il rilascio delle goccioline in sospensione. I pannelli sono caratterizzati da ottima resistenza meccanica con spessori non inferiori a mm 1,5 e sono adatti per temperature fino a 90°C. Se necessario l'efficienza della sezione può essere successivamente incrementata per garantire il trattenimento anche del 100% delle goccioline presenti nel flusso.

Sistema di distribuzione dell'acqua del tipo senza ugelli spruzzatori, costituito da un collettore principale in tubo di acciaio al carbonio, zincato a bagno dopo lavorazione, da collettori secondari in PVC e da distributori non intasabili in acciaio inossidabile AISI 304 che, senza necessità di manutenzione alcuna e con perdite di carico ridotte, assicurano un uniforme carico d'acqua su tutta la superficie di scambio. I collettori secondari sono collegati al collettore principale per mezzo di flange.

Superficie di scambio ad elevata efficienza composta da più sezioni sovrapposte; ciascuna sezione e' costituita da fogli in PVC ondulati ed uniti ad onde alterne, per garantire il più intimo contatto

tra i fluidi. La superficie di scambio è adatta a funzionare con acqua pulita avente temperatura non superiore a 55°C.

Vasca di raccolta acqua, costituita come l'involucro in pannelli autoportanti di lamiera zincata di acciaio al carbonio, rinforzati da opportune sagomature e assemblati per mezzo di bulloni zincati e rivetti con l'interposizione di guarnizione sigillante. A vasca montata, le giunzioni tra i pannelli vengono internamente ulteriormente ripassate con sigillante liquido per assicurare la perfetta tenuta. Sono parte integrante della vasca anche le sezioni di ingresso aria a protezione delle quali sono montate delle persiane sagomate, in lamiera zincata di acciaio al carbonio, che esplicano anche una efficace azione antivento.
La vasca e' completa di:
- attacco di uscita acqua a saldare, completo di filtro acqua di tipo anti cavitante
- attacco di reintegro, filettato, completo di valvola a galleggiante
- attacco di troppo pieno a saldare
- scarico di fondo a saldare

Protezione esterna dell'involucro realizzata per mezzo di verniciatura con polvere poliestere a forno, effettuata prima del montaggio. La verniciatura in polvere protegge adeguatamente anche quelle parti della lamiera in cui, a causa della lavorazione (tagli e punzonature) la protezione offerta dallo zinco, viene asportata. Colore RAL 7001.

CARATTERISTICHE FUNZIONALI

Potenza termica da smaltire (KWt)	950
- temperatura al bulbo umido (B.U.) dell'aria esterna (°C)	24
- temperatura di ingresso acqua (°C)	37
- temperatura di uscita acqua (°C)	30
- portata acqua da raffreddare (l/s)	32.42
- pressione necessaria al collettore di ingresso acqua (KPa)	28
- consumo d'acqua per evaporazione (l/s)	0.36
- perdite d'acqua per trascinamento (l/s)	0.02
- caratteristiche elettriche (V-ph-Hz):	400-3-50

- numero motori e numero ventilatori	1
- portata d'aria complessiva (m^3/s)	22.4
- potenza elettrica assorbita (KW)	9.53
- potenza elettrica installata (KW)	11
- peso a vuoto (Kg)	2400
- peso in funzione (Kg)	4950
- lunghezza (mm)	2480
- larghezza (mm)	2480
- altezza (mm)	4100

E' previsto, dopo il primo ciclo di avvio della torre evaporativa mediante acqua di rete, l'utilizzo dello stesso distillato prodotto dall'evaporatore come acqua di reintegro, eventualmente condizionata per rispettare le caratteristiche qualitative richieste dal fornitore ovvero durezza inferiore ai 30 ° francesi.

12.15.3 TRATTAMENTO DELLA QUOTA PARTE DEL DISTILLATO DESINATO ALLO SCARICO

Il distillato ottenuto dal processo di evaporazione avrà caratteristiche chimico fisiche prossime allo scarico in fognatura, ovvero un carico inquinante assolutamente idoneo e compatibile per il suo ricircolo in impianto come liquido di preparazione del materiale da avviare alla digestione anaerobica (spremuta di FORSU) ma che dovrà subire un ulteriore trattamento per poter essere scaricato in corpo idrico superficiale, in conformità ai limiti previsti nella parte III, allegato 5 del Dlgs 152/06 e smi.

PARAMETRI CHIMICO - FISICI			
Azoto ammoniacale	mg/l	19,77	MI 0010:2009 Rev. 0
Azoto nitrico	mg/l	< 0,10	MI 0010:2009 Rev. 0
Azoto nitroso	mg/l	< 0,10	MI 0010:2009 Rev. 0
Azoto totale	mg/l	120,1	D.M. 24/03/1986 - suppl. GU n. 180 del 05/08/1986
COD	mg/l O2	821	MI 0086:2009 Rev. 0
BOD5	mg/l O2	505	APAT CNR IRSA 5120 MAN 29 2003
Cloruri	mg/l	1,44	APAT CNR IRSA 4020 MAN 29 2003
Acidità	mg/l CO2	35,7	MI 0091:2010 Rev. 0
Calcio	mg/l	5,13	Rapporti ISTISAN 1996/34
Fosforo	mg/l	0,40	D.M. 24/03/1986 - suppl. GU n. 180 del 05/08/1986
Magnesio	mg/l	0,78	Rapporti ISTISAN 1996/34
Salinità	µS/cm	110	MI 0084:2009 Rev. 0
pH	unità pH	4,8	MI 0035:2009 Rev. 0
Solfati	mg/l	2,13	APAT CNR IRSA 4140 MAN 29 2003
Solfiti	mg/l	4,60	APAT CNR IRSA 4150 MAN 29 2003
Solfuri	mg/l	0,45	APAT CNR IRSA 4160 MAN 29 2003
Silice	mg/l SiO2	0,39	APAT CNR IRSA 4130 MAN 29 2003
Ferro	mg/l	0,05	APAT CNR IRSA 3160 MAN 29 2003
Alcalinità totale	mg/l CaCO3	69,0	APAT CNR IRSA 2010 MAN 29 2003

Fig.17 Parametri di riferimento di un distillato da trattamento evaporativo di digestato da FORSU

Il trattamento previsto è costituito da un'unità di ultra filtrazione + osmosi inversa della capacità massima di trattamento di 50 m^3/d, che verrà fatta lavorare il tempo necessario per trattare l'esubero da avviare allo scarico (mediamente 4 ore/giorno). L'abbinamento di un pre-trattamento di ultra filtrazione si rende necessario al fine di preservare le membrane di osmosi inversa, presumendo che il distillato sia comunque caratterizzato da un fattore di sporcamento SDI (Silt Density Index) superiore a 5. L'impianto sarà composto su skid mobile ed avrà le seguenti caratteristiche tecniche:

- ✓ N° 1 skid per ultra filtrazione delle misure indicative di 2800x2800x1500 (H);
- ✓ N° 1 skid per osmosi inversa ad alta pressione delle misure indicative di 2800x2800x1500 (H);
- ✓ Potenza istallata: 25 kW

Il permeato prodotto sarà stoccato in apposita vasca V4 esterna al capannone ed interrata.

Qualora il permeato ottenuto, per qualsiasi motivo, non rispettasse i limiti per lo scarico sarà gestito in conformità alla normativa vigente avviando il permeato a centro di smaltimento autorizzato.

13. BILANCIO ENERGETICO DI IMPIANTO: FABBISOGNO TERMICO E RECUPERO DI CALORE

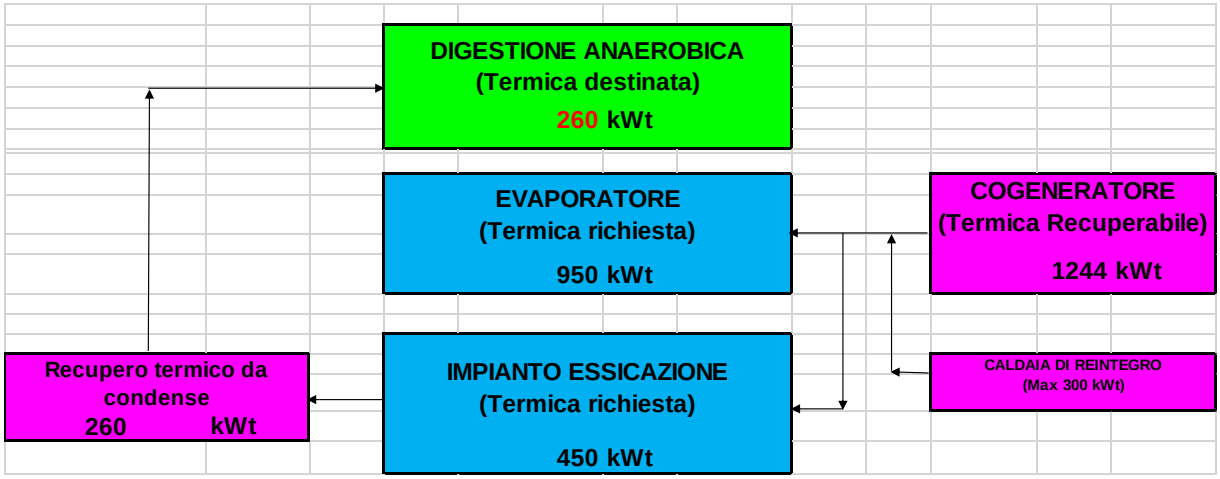


FIG. 18 Schema a blocchi esigenze termiche

L'impianto nel suo complesso è caratterizzato da n° 3 utenze che necessitano di energia termica per il loro funzionamento ed una unità principale, il cogeneratore, dal quale si può recuperare buona parte del calore necessario, realizzando a tutti gli effetti una vera e propria co-generazione ad alta efficienza.

Il calore destinato ai digestori è quello necessario al mantenimento delle temperature di termofilia (53°C) all'interno della massa in digestione. Ovviamente la maggior parte del calore è assorbito dal digestore primario che viene alimentato da una biomassa che deve essere portata dalla temperatura ambiente alla temperatura di processo, mentre il digestore secondario, ricevendo già una biomassa termostatata, sostanzialmente deve contrastare le perdite per dissipazione del sistema, che sono comunque minime dato l'utilizzo di materiali costruttivi termo-isolanti ad elevata capacità termica.

Il calore necessario al funzionamento dell'evaporatore è quantizzabile in funzione della quantità di evaporato che si vuole produrre, tenendo in considerazione che dati reali di funzionamento su matrici tipo digestati hanno evidenziato la necessità di fornire 680-720 kCal/kg di evaporato, contro i teorici 620 kCal/kg riferiti a matrice acquosa.

Discorso analogo vale sul termico necessario all'essicatore, ovvero fissando la disponibilità data, considerando mediamente 650-700 kcal/kg, si possono mediamente separare 550-600 kg/h di acqua dal materiale in essicazione.

Considerando i potenziali massimi delle utenze termiche si evidenzia la necessità, almeno a scopo cautelativo, di installare una piccola caldaia di reintegro della potenzialità massima di 300 kWt.

13. ELENCO ELABORATI GRAFICI

N. Tavola	Titolo
01	Planimetria scavi riporti
02	Planimetria sezioni stato di fatto
03	Planimetria generale
04	Planimetria generale linee impianto
05	Planimetria quote piazzali
06	Vasca V1 digestato
07	VascaV2 vasca evaporatore
08	Vasca V3 stoccaggio digestato
09	Vasca V4 digestato trattato
10	Prevasca
11	Digestore
12	Digestore
13	Cabina Enel
14	Biofiltro
15	Stoccaggio olio shid biogas
16	Cogeneratore
17	Pesa
18	Silos anticendio
19	Lavaggio ruote
20	capannone
23	Bilanci di massa

13. ALTRI ALLEGATI

Relazione tecnica: *"Disciplinare prestazionale degli elementi tecnici di un impianto per la produzione di energia elettrica e calore attraverso l'utilizzo di biogas prodotto dalla fermentazione anaerobica di rifiuti. Trattamento del digestato finale per la produzione di compost e scarico del liquido in acque superficiali* *IMPIANTI FLUIDOMECCANICI ED ELETTRICI"*
Relazione tecnica: *"CLASSIFICAZIONE AMBIENTI CON PERICOLO DI ESPLOSIONE(sec. Direttiva ATEX)"*
Planimetria 21: classificazione Ambienti (ATEX)
Planimetria 21: classificazione Ambienti (ATEX) - particolari